

Я. М. Левитес

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

С ОСНОВАМИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ СССР

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

Я. М. ЛЕВИТЕС

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ СССР

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

ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЕ НЕДР
МОСКВА 1961

ПРЕДИСЛОВИЕ

В издаваемом учебнике «Историческая геология с основами палеонтологии и геологии СССР» изложены основные понятия по курсу исторической геологии, палеонтологии и геологии СССР в соответствии с учебной программой геологоразведочных техникумов. В отличие от изданного в 1956 г. учебника («Историческая геология с основами палеонтологии») настоящее издание пополнено новым самостоятельным разделом «Основы геологии СССР». Остальные разделы, особенно раздел «Историческая геология», значительно переработаны и обновлены.

Учебник содержит сведения об ископаемом органическом мире и его роли в решении геологических задач, знакомит с методами историко-геологического исследования, с общими чертами истории развития земной коры и особенностями геологического строения отдельных регионов СССР. Приложенные к учебнику красочные тектонические карты мира и СССР, обзорные геологическая и физическая карты СССР должны значительно облегчить усвоение материала курса.

Как показал опыт использования первого издания учебника, он может служить полезным пособием для студентов вузов и факультетов, где данный курс изучается в сокращенном объеме. Автор выражает свою благодарность Г. П. Леонову, М. В. Муратову и М. Ф. Микунову за ценные указания и помощь при подготовке рукописи учебника к изданию.

Все замечания и пожелания по содержанию, оформлению и дальнейшему улучшению учебника просьба направлять по адресам: Москва, центр, ул. Кирова, 24. Госгеолтехиздат и г. Киев, ул. Анри Барбюса, 9. Геологоразведочный техникум.

Раздел I

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА И ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ИСТОРИИ НАУКИ

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

В настоящем курсе «Историческая геология с основами палеонтологии и геологии СССР» излагаются основные понятия из трех, тесно связанных между собой отраслей геологической науки: палеонтологии, исторической геологии и геологии СССР.

Палеонтология — наука об ископаемых организмах. Историческая геология изучает историю развития земной коры. Геология СССР является частью обширной науки — региональной геологии (от латинского слова *регионалис* — областной; имеется в виду территория определенной страны или обширной области). Региональная геология занимается изучением геологического строения отдельных стран. Все эти науки тесно соприкасаются также и с другими науками и отраслями геологических знаний: минералогией, петрографией, учением о полезных ископаемых, геофизикой, геоморфологией и многими другими.

Из курса общей геологии известно, что земная кора отличается весьма сложным строением. Она состоит из пород различного происхождения (магматических, осадочных, метаморфических), находящихся между собой в сложных взаимоотношениях, обусловленных определенными закономерностями.

Осадочные породы в одних случаях лежат горизонтально, в других — нарушены, сложно дислоцированы и в той или иной степени метаморфизованы. Не менее сложными условиями залегания характеризуются магматические породы. Чаще всего они внедрены в толщи осадочных и метаморфических пород, образуя батолиты, штоки, жилы и другие тела. Нередко магма, изливаясь на поверхность, образует потоки и покровы.

Непрерывное изменение и формирование земной коры происходит в результате проявления разнообразных геологических процессов, объединяемых в две группы: эндогенные и экзогенные.

Под влиянием эндогенных процессов в земной коре образуются изверженные породы, происходит преобразование (метаморфизм) осадочных и изверженных пород и, что особенно важно, земная кора претерпевает весьма сложные нарушения: целые толщи сминаются в складки, разрываются по трещинам сбросов и т. п. В результате этих же процессов происходят поднятия и опускания поверхности Земли, вызывающие изменения очертаний суши и моря (возникают трансгрессии и регрессии морских вод).

Не менее значительные изменения в строении земной коры, главным образом ее поверхности, вызывают экзогенные процессы. Под воздействием различных процессов выветривания, под действием морских, текучих и подземных вод, льда и ветра земная кора непрерывно видоиз-

меняется: в одних участках происходит разрушение горных пород, в других накапливаются продукты разрушения. Нередко процессы разрушения и накопления тесно между собой переплетаются.

В процессах, протекающих на земной коре, и в образовании горных пород немалое участие принимает органический мир. Многие осадочные породы (горючие сланцы, уголь, нефть, известняки и др.) частично или полностью образовались в результате жизнедеятельности организмов.

Знание состава земной коры (минералов и горных пород) и понимание геологических процессов, протекающих в ней, являются только первым шагом в изучении земной коры. Чтобы правильно понять ее современное строение, необходимо иметь представление о закономерностях развития земной коры в целом и отдельных ее участков. Этим и занимается, прежде всего, *историческая геология*. Таким образом, историческая геология является наукой, которая изучает историю и закономерности развития земной коры от ее возникновения и до наших дней. Перед этой наукой стоят следующие задачи: 1) изучение возраста горных пород; 2) восстановление физико-географических условий земной поверхности; 3) выяснение истории возникновения и развития различных тектонических нарушений.

Изучение возраста горных пород. Породы, которые слагают земную кору, возникли не сразу, а в процессе длительного ее развития. При этом в один и тот же отрезок геологического времени на разных участках земной коры возникали самые различные по происхождению и составу горные породы. Изучение истории развития земной коры возможно лишь в том случае, когда известна хронологическая последовательность образования тех или иных пород или комплексов пород, т. е. время их образования, или их относительный возраст.

Отрасль исторической геологии, которая занимается изучением взаимоотношений и последовательности образования и возраста слоев или комплексов горных пород, слагающих земную кору, получила название *стратиграфии* (от латинского слова *стратум* — слой и греческого слова *графо* — описываю; описание слоев).

Восстановление физико-географических условий земной поверхности. Основанием для восстановления физико-географических условий прошлого Земли — рельефа, климата, органического мира и других особенностей ее поверхности — служат сами горные породы: их состав, строение, условия залегания, присутствие остатков вымерших животных или растений (окаменелостей) и другие признаки.

Физико-географические условия на протяжении длительной истории земной коры неоднократно менялись и в различные эпохи значительно отличались друг от друга. Об этом можно судить по наблюдающемуся почти в любом участке земной коры в ее разрезе чередованию пород различного происхождения и состава, например речных песков, глин с остатками морских организмов, пластов гипса и соли, ракушечных известняков и т. д.

Выяснением физико-географических условий минувших эпох, а также изучением последовательности изменения физико-географических обстановок земной поверхности в течение геологической истории занимается *палеогеография* (дословно в переводе на русский язык — древняя география). В настоящее время палеогеография приобрела значение самостоятельной науки о Земле.

Палеогеография в значительной мере опирается на одну из отраслей исторической геологии — *учение о фациях*, которая занимается изучением условий образования осадков. Учение о фациях может рассматриваться как введение в палеогеографию.

Выяснение истории возникновения и развития различных тектонических нарушений. Возникновение тектонических структур связано с деформацией земной коры в ходе тектонических движений, в результате

которых происходят поднятия и опускания разных участков земной поверхности, превращение их в складчатые области и т. д. Поэтому история развития структур объясняет многое в изменении физико-географической обстановки в геологическом прошлом, а значит, и условий образования горных пород. Но особенно большое значение имеет изучение структур земной коры для выяснения закономерностей размещения основных типов полезных ископаемых.

Изучением структур земной коры занимается отрасль геологической науки, называемая *тектоникой* или *геотектоникой* (от греческих слов: *гео* — земля и *тектоника* — строение).

Перечисленные разделы исторической геологии — стратиграфия, учение о фациях, палеогеография и отдельные главы тектоники — возникли и приобрели самостоятельное значение после накопления большого числа соответствующих данных об истории и закономерностях развития земной коры и ее составе.

Историческая геология в значительной мере опирается на данные науки *палеонтологии,* которая занимается изучением остатков вымерших животных и растений и выясняет историю развития органического мира. На основе палеонтологии выработан один из важнейших методов исторической геологии по выяснению относительного возраста горных пород — палеонтологический.

В задачу региональной геологии входит освещение таких вопросов, как геологическое строение и геологическая история определенных территорий (материка, страны или их частей).

Раздел региональной геологии — *геология СССР,* представляет собой не просто геологическое описание территории, а научно обоснованное освещение различных сторон геологического строения и геологической истории как страны в целом, так и отдельных ее частей, на основе данных, накопленных всеми науками и отраслями геологических знаний, в особенности исторической геологии.

Региональная геология в зависимости от степени изученности данной территории открывает путь к научно обоснованной постановке поисковых и геологоразведочных работ и таким образом обеспечивает открытие все новых и новых месторождений полезных ископаемых.

Ранее, в период становления геологии как науки, открытие месторождений полезных ископаемых носило обычно случайный характер. В настоящее время, когда в результате развития геологической науки установлен ряд основных закономерностей в жизни земной коры, освещены отдельные этапы ее развития, а также выяснены многие другие вопросы ее строения и состава, стало возможным по-научному предвидеть нахождение многих полезных ископаемых в недрах Земли. Так, благодаря научному прогнозу И. М. Губкина были открыты крупнейшие месторождения нефти на обширном пространстве между р. Волгой и Уральским хребтом. Научный прогноз А. Е. Ферсмана обеспечил открытие Хибинского месторождения апатита и т. д. Число таких открытий непрерывно возрастает.

КРАТКИЙ ОЧЕРК РАЗВИТИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Историческая и региональная геология являются важными составными частями науки о Земле — геологии. По мере накопления знаний о Земле, вернее о земной коре, вырабатывались и совершенствовались разнообразные методы ее исследования, и из геологии, как общей науки о Земле, стали выделяться самостоятельные отрасли науки, занимающиеся изучением отдельных вопросов состава, строения или развития Земли. Так определились петрография, палеонтология, историческая геология, региональная геология и многие другие. Эти отрасли науки тесно связаны между собой, так как все они занимаются изучением

Земли. Однако геология как наука о Земле, в широком понимании этого слова, получила прочную основу лишь с появлением правильных представлений о развитии Земли на протяжении длительной ее истории, когда стали выясняться те силы, которые непрерывно видоизменяют земную кору, когда научились распознавать возраст пластов земной коры и выяснять закономерности ее развития, т. е. когда начали изучать комплекс вопросов, которыми в значительной мере занимается историческая геология. До этого времени геология представляла собой науку описательную, накапливающую различные факты и наблюдения. Она неспособна была еще создать стройную теорию, объясняющую строение и развитие Земли.

Одним из основоположников геологической науки является М. В. Ломоносов, который первый показал, что развитие Земли происходит в результате сложного взаимодействия естественных геологических процессов, что она непрерывно изменяется и имеет очень длительную историю. Идеи М. В. Ломоносова намного опередили тогдашние научные представления и предвосхитили принципы и методы исторической геологии, сложившиеся почти столетием позже.

М. В. Ломоносов, гениальный ученый и зачинатель многих отраслей отечественных наук, написал несколько сочинений из области геологии. Среди них важнейшими являются: «О слоях земных» (1763), «Слово о рождении металлов от трясения Земли» (1757) и др. В своих трудах М. В. Ломоносов смело опровергал существовавшее в его время представление о неизменности Земли и о роли божественного творца в ее создании. Некоторые геологические идеи и мысли М. В. Ломоносова сохранили свое значение до настоящего времени.

Вот как он излагает свои мысли о развитии Земли в сочинении «О слоях земных»: «...твердо помнить должно, что видимые телесные на земли вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим, но великие происходили в нем перемены, что показывает История и древняя География, с нынешнею снесенная, и случающиеся в наши веки перемены земной поверхности».

«И так напрасно многие думают, что все как видом с начала творцом создано; будто не токмо горы, долы и воды, но и разные роды минералов произошли вместе со всем светом; и поэтому де не надобно исследовать причин, для чего они внутренними свойствами и положением мест разнятся. Таковые рассуждения весьма вредны приращению всех наук, следовательно, и натуральному знанию шара земного, а особливо искусству рудного дела, хотя оным умникам и легко быть философами, выучась наизусть три слова: бог так сотворил; и сие дая в ответ в место всех причин»[1].

М. В. Ломоносов первый установил, что в земной коре проявляются и находятся в тесном взаимодействии две группы сил: внутренние и внешние. Причины образования гор он видел в проявлении внутренних сил, которые обусловливают поднятие и изгибание слоев, «трясение земли» и вулканические извержения. Ломоносов впервые дал довольно обстоятельный анализ медленных вековых колебательных движений земной коры, установив, что они вызывают изменения очертаний суши и морей. Он правильно объяснял находки ископаемых морских животных как находки остатков обитателей древних морских бассейнов и весьма красочно и убедительно показал несостоятельность и нелепость господствовавших в то время лженаучных представлений об окаменелостях, как свидетельстве «всемирного потопа». Ломоносовым внесено много нового (для его времени) в различные отрасли геологических знаний — минералогию, учение о полезных ископаемых, горное дело.

---

[1] М. В. Ломоносов. О слоях земных. Госгеолиздат, 1949.

Геологические идеи Ломоносова оказали большое влияние на развитие как отечественной, так и зарубежной науки. Но геология как самостоятельная наука оформляется окончательно значительно позднее — в конце XVIII и начале XIX в. в связи с развитием горнодобывающей промышленности и накоплением значительного числа новых фактических данных о геологических процессах и особенностях строения земной коры.

В самом конце XVIII в. англичанин В. Смит впервые использует окаменелости для установления относительного возраста осадочных пород. От него берет свое начало палеонтологический метод определения возраста слоев в геологии. В начале XIX в. палеонтологический метод развили французские ученые А. Броньяр и Ж. Кювье. С этого же времени оформляется и палеонтология как самостоятельная наука. На протяжении первой половины XIX в. в результате широкого применения палеонтологического метода в Западной Европе и России были разработаны основы хронологического подразделения слоев земной коры, сохранившие свое значение и по настоящее время.

В начале XIX в. французский ученый Ж. Кювье выдвинул теорию катастроф, впоследствии развитую некоторыми его последователями. Сущность этой теории заключается в том, что в истории Земли происходило несколько мировых катастроф, коренным образом изменявших ее рельеф и уничтожавших частично или полностью все живое. После таких катастроф, по мнению Кювье, органический мир несколько раз создавался заново «творцом». Так он пытался объяснить отличие ныне живущих организмов от животных и растений, встречающихся в ископаемом состоянии.

Теория катастроф, сыгравшая вначале некоторую положительную роль в науке, поскольку она признавала изменение земной коры, все же объясняла это с неправильных позиций и была позднее опровергнута, как несостоятельная. Это явилось переломным моментом в истории геологии. В этом отношении огромную роль сыграли труды двух английских ученых первой и начала второй половины XIX в. — Ч. Лайеля и Ч. Дарвина. В своем знаменитом труде «Основы геологии», вышедшем в 1830—1833 гг., Ч. Лайель показал, что самые крупные перемены на Земле происходили в прошлом не в результате разрушительных катастроф, обусловленных божественными силами, а в результате тех же медленных геологических процессов, которые и в наши дни протекают на поверхности и в недрах Земли. Он показал, что прошлое Земли — это медленный процесс развития, длившийся миллионы и миллиарды лет, и что для того, чтобы понять это прошлое, надо прежде всего знать современную эпоху. Изучая современные геологические явления, можно объективно судить о явлениях и процессах, протекавших в минувшие эпохи, и расшифровать по геологическим документам — горным породам и окаменелостям — историю развития земной коры. После Лайеля собственно и возникла настоящая историческая геология, так как только он окончательно утвердил научный метод изучения геологического прошлого, намеченный ранее в трудах М. В. Ломоносова.

С выходом в 1859 г. в свет книги Ч. Дарвина «Происхождение видов» окончательно победило эволюционное учение в биологии и палеонтологии. В преобразовании палеонтологии на эволюционной основе особенно большая заслуга принадлежит замечательному русскому ученому прошлого века В. О. Ковалевскому. После работ Дарвина и Ковалевского оформились в нынешнем их виде палеонтологические методы исследования в геологической науке. В XIX в., особенно во второй его половине, далеко вперед продвигаются все геологические науки. Особенное значение имело начало планомерного изучения геологического строения некоторых стран (региональные исследования). Не была исключением и Россия, в которой организуются систематические геоло-

гические исследования в наиболее важных в промышленном отношении районах — на Урале, в Донбассе, на Алтае и в других районах.

Огромное влияние на дальнейшее развитие исторической геологии и смежных с ней геологических наук оказали стратиграфические и палеонтологические исследования А. П. Карпинского, Ф. Н. Чернышева, А. П. Павлова, Н. И. Андрусова, В. А. Обручева и др.

Во второй половине XIX в. русские, западноевропейские и американские ученые на основе достижений региональной геологии переходят постепенно от простого восстановления отдельных событий геологического прошлого к крупным теоретическим обобщениям в области истории Земли и земной коры. Так, была выдвинута теория геосинклиналей, впервые изложенная американскими учеными Дж. Холлом и Дж. Дана, а затем развитая французским ученым Э. Огом. Дальнейшее развитие этой теории, излагающей основные пути формирования складчатых структур, было обеспечено работами русских ученых, особенно в первой половине XX в.

В конце XIX в. акад. А. П. Карпинский на основе своих работ по выявлению закономерностей геологического развития Европейской части России изложил учение о платформах, развитое затем в работах А. П. Павлова и других ученых.

На рубеже XIX и XX вв. на основании региональных исследований, проведенных в разных странах и, в частности, в России, австрийский ученый Э. Зюсс создал известный труд «Лик Земли», в котором впервые были намечены общие черты строения и развития земной коры.

Истинный расцвет историческая и региональная геология, как и все остальные отрасли геологической науки, получили в Советском Союзе. Опираясь на диалектический метод познания природы, советская геологическая наука необычайно расширила возможности изучения закономерностей развития земной коры.

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ СССР

Советский Союз занимает обширную территорию, равную $^1/_6$ площади суши. На этой территории встречаются все известные для земной коры основные типы тектонических структур. Сложность геологического строения нашей страны обусловливается своеобразием ее геологического развития. Потребовалась огромная работа отечественных ученых-геологов, прежде чем были выявлены основные черты ее геологической истории и структуры, а также установлены основные закономерности размещения в ее недрах многих полезных ископаемых.

Геологическое изучение нашей страны началось давно, но наибольший размах оно получило в советское время. В связи с этим в истории геологического изучения страны выделяются два этапа: первый — до Великой Октябрьской социалистической революции и второй — после нее. Невзирая на большую длительность первого этапа, равного примерно двум-трем столетиям, геологическая изученность территории нашей страны к началу второго этапа не достигла должного уровня, вследствие чего в дореволюционной России использовалось весьма ограниченное число отечественных полезных ископаемых, не превышающих 20 химических элементов. Лишь после Великой Октябрьской социалистической революции за сравнительно короткий срок (35—40 лет) в геологическом изучении территории страны были достигнуты огромные успехи. Широко развернутые в годы пятилеток геологосъемочные, поисковые и разведочные работы позволили полностью обеспечить всем необходимым минеральным сырьем бурно развивающуюся промышленность страны.

В настоящее время Советский Союз занимает первое место в мире по разведанным запасам угля, железных и марганцевых руд, апатитов,

калийных солей и некоторых других полезных ископаемых; по запасам нефти СССР находится на одном из первых мест в мире.

Разработка полезных ископаемых велась в России много веков тому назад. В этом отношении особый интерес представляли и ныне представляют минеральные богатства Урала. Еще в XVI в. на Урале велись разведка и разработка месторождений железных и медных руд, а несколько позднее золота, платины, уральских самоцветов и других полезных ископаемых. Уже в то время Россия славилась своими рудознатцами — предшественниками современных геологов — разведчиков недр.

С конца XVII в. было начато освоение медных, свинцовых и других месторождений на Алтае, в Сибири, Средней Азии. В 1721 г. был открыт каменный уголь в Донецком бассейне, а несколькими годами позже — в Подмосковном (1723 г.) и Кузнецком (1726 г.) бассейнах.

Накопившиеся к середине XVIII в. наблюдения при поисках полезных ископаемых в России были впервые обобщены М. В. Ломоносовым. Своими работами он положил начало прикладной геологии. Помимо изложения новых для его времени правильных взглядов на геологические процессы и явления, протекающие в земной коре, М. В. Ломоносов уделил много внимания практическому использованию минеральных богатств, методике их поисков, условиям образования. Во второй половине XVIII в. ученики и последователи М. В. Ломоносова предприняли ряд экспедиций по геологическому изучению Урала, Алтая, Сибири, Забайкалья, Кавказа. Следует иметь в виду, что геологические исследования в России, вплоть до второй половины XIX в., не носили еще характера обобщений и давали только отрывочные сведения по геологии отдельных районов.

Заметное оживление в геологических исследованиях страны отмечается в конце XVIII в. В 80-х годах этого века появляются первые петрографические карты рудников Алтая, а затем и геолого-петрографические карты Забайкалья. Эти карты были одними из первых не только в России, но и в мире.

В расширении геологического изучения России определенную роль сыграли организованные в первой половине XIX в. Минералогическое, Географическое и другие научные общества. На протяжении первой половины XIX в. создаются геологические карты отдельных районов или месторождений. В 1841 г. русским ученым Г. П. Гельмерсеном была составлена первая обзорная геологическая карта Европейской части России. Эта карта, хотя и страдала многими неточностями и содержала много белых пятен, все же представляла большой интерес, как первая сводная карта для обширной территории.

Экономическое и промышленное развитие России во второй половине XIX в. сопровождалось дальнейшим расширением геологических работ, особенно после создания в 1882 г. Геологического комитета. Геологический комитет начал вести работы уже по определенному плану и приступил к составлению геологической карты в масштабе 10 верст в дюйме для более важных районов страны. К этому времени относятся крупные региональные работы, проводимые под руководством А. А. Иностранцева, И. Д. Черского, А. П. Карпинского и др. Так, А. А. Иностранцев собрал и в значительной мере обобщил большой фактический материал по Алтаю, Крыму, Кавказу, Донецкому бассейну, Карелии. И. Д. Черский исследовал южную часть Восточной Сибири, Байкал.

Особенный интерес и значение имели работы А. П. Карпинского, начатые им в 70-х годах XIX в. Труды и теоретические обобщения А. П. Карпинского сыграли исключительную роль в изучении геологического строения нашей страны. В своих многочисленных работах он осветил различные вопросы геологической структуры и истории, а также полезных ископаемых главным образом Европейской части России и Урала. В работах конца XIX в. А. П. Карпинским была впервые дана

схема тектоники Восточной Европы и вскрыты основные закономерности развития и движений Русской платформы. В 1893 г. под его руководством была составлена новая и более совершенная для того времени геологическая карта Европейской части России в масштабе 60 верст в дюйме. В последующие годы она несколько раз пересоставлялась и дополнялась. Эти карты стали основой современной обзорной геологической карты Европейской части СССР.

А. П. Карпинский известен не только как ученый и теоретик, но и как крупный организатор геологических работ и основатель новой (после Ломоносова) русской геологической школы. Активный участник работ Геологического комитета со дня его основания, он стал во главе его в 1885 г. и руководил им на протяжении многих лет (до 1903 г.). В 1886 г. А. П. Карпинский был избран членом Русской Академии Наук, а в 1916 г. стал ее первым избранным президентом и оставался на этом посту на протяжении 20 лет.

В конце XIX в. и в последующие годы первых десятилетий XX в. крупные — общегеологические и региональные — исследования на территории России проводили ученики и сподвижники Карпинского — И. В. Мушкетов, Ф. Н. Чернышев, А. П. Павлов и многие другие.

В конце XIX в. начал свои исследования другой крупнейший геолог нашей страны В. А. Обручев. Бóльшая часть его работ посвящена изучению геологии Сибири и сопредельных стран — Монголии и Китая. Ряд его монографий по геологии этой огромной территории, на исследование которой он потратил свыше 50 лет, являются и до сих пор настольными книгами сибирских геологов. В советское время под научным руководством акад. В. А. Обручева проводились многие крупные геологоразведочные работы.

Среди выдающихся ученых-геологов первой половины XX в., внесших большой вклад в региональную геологию нашей страны, следует назвать академиков А. Д. Архангельского, И. М. Губкина, А. Е. Ферсмана и др. Многие из них начали свои региональные исследования еще в дореволюционный период, но с наибольшим размахом их деятельность развернулась в годы Советской власти.

Акад. А. Д. Архангельский начал свою практическую и научную деятельность еще в начале XX в. Особенно плодотворной его деятельность была в советский период.

Исключительно большое практическое и научное значение имеют обобщения А. Д. Архангельского по геологической истории и структуре территории СССР, а также выявленные им закономерности в размещении некоторых полезных ископаемых в недрах. Им впервые составлена сводка по геологическому строению всей территории СССР, которая и в настоящее время сохраняет свое значение среди региональных работ по Союзу.

Акад. И. М. Губкин начал свои исследования еще до революции в основном по изучению нефтеносности ряда районов Кавказа. В годы Советской власти, будучи одним из руководителей геологоразведочных работ в стране, он развернул работы по изучению целого ряда месторождений полезных ископаемых. Особенно важна его роль в разработке научного прогноза и разрешении важнейшей народнохозяйственной проблемы по выявлению нефтеносности Волго-Уральской области. Эта область в последние годы стала основной по нефтедобыче в СССР.

Выявление советскими геологами основных закономерностей размещения в недрах многих полезных ископаемых, в связи с геологической структурой, открыло путь к разработке научных прогнозов по поискам нефти, газа, угля, апатитов, железных руд, цветных металлов и других полезных ископаемых в нашей стране.

Как известно, правильная постановка поисков и разведки полезных ископаемых возможна лишь при наличии геологических карт отдельных

регионов и страны в целом. В России более или менее планомерная геологическая съемка началась после создания Геологического комитета. При этом до революции за 35 лет существования комитета (1882—1917) съемкой было охвачено всего лишь 10,5% территории. В этой работе основное внимание уделялось Европейской части России. Восточная, значительно бо́льшая часть страны геологической съемкой охвачена почти не была. Царское правительство не проявляло заинтересованности в промышленном подъеме отсталых в экономическом отношении окраин; многие, даже достаточно известные месторождения, не разрабатывались. На окраинах и в глубинных областях России богатства недр оставались нетронутыми и неисследованными. В дореволюционной России железные руды разведывались и разрабатывались почти исключительно на юге страны и в небольшой мере на Урале. Донецкий бассейн давал свыше 80% всей угледобычи, а в остальных районах страны уголь добывался лишь в небольших размерах. Нефть добывалась только в Баку, Грозном и Майкопе. Добыча этих ценнейших, жизненно важных для экономики полезных ископаемых производилась частными предпринимателями, главным образом иностранными капиталистами, без всякого плана, хищнически.

Широкое и всестороннее геологическое изучение различных районов страны началось только после Великой Октябрьской социалистической революции. Многие из ранее известных и частично эксплуатируемых месторождений, открытых уже давно, как, например Донецкий угольный бассейн, месторождение нефти на Апшеронском полуострове, уральские месторождения железных и медных руд, некоторые месторождения цветных металлов Алтая, Средней Азии и Сибири, были по-настоящему изучены и разведаны только в советское время. Вопросу исследования и умножения минеральных богатств нашей страны Советское правительство уделяло большое внимание буквально с первых дней Советской власти. Уже в 1918 г. В. И. Ленин, разрабатывая очередные задачи Советской власти, наметил в своем «Наброске плана научно-технических работ» основные проблемы социалистического размещения производительных сил. В этом документе он писал: «...рациональное размещение промышленности в России с точки зрения близости сырья и возможности наименьшей потери труда при переходе от обработки сырья ко всем последовательным стадиям обработки полуфабрикатов вплоть до получения готового продукта» (В. И. Ленин, соч. XXII, 2-е изд., стр. 439).

В 1920 г. по указанию В. И. Ленина группой ученых был разработан план электрификации России (ГОЭЛРО). Социалистическое размещение производительных сил и осуществление плана электрификации нашей страны требовали организации добычи угля, руд и других полезных ископаемых в районах, где ранее не существовала горнодобывающая промышленность и не велись геологопоисковые работы. Уже к концу первой пятилетки наряду со старыми районами выдвинулись новые районы по разведке и разработке железных руд, цветных металлов, угля и нефти.

В последующие годы, особенно в послевоенное время, масштабы и темпы роста геологоразведочных работ в нашей стране неуклонно возрастают. Непрерывно расширяются геологосъемочные и поисковые работы. На 1/I 1929 г. геологическим картированием было охвачено 18% территории страны, на 1/I 1934 г. — 35,8%, на 1/I 1940 г. — 65,8%, на 1/I 1945 г. — 72,8%. Теперь обзорной мелкомасштабной геологической съемкой охвачена вся территория страны.

В 1937 г. вышла в свет первая обзорная геологическая карта всей территории СССР в масштабе 1 : 5 000 000, а в 1939 г. — в масштабе 1 : 2 500 000. На этих картах имелись еще белые пятна (на Северо-Востоке и Севере страны). В годы пятилеток были развернуты работы по

составлению геологических карт более крупных масштабов для наиболее изученных и перспективных районов.

В 1955 и 1956 гг. изданы новые обзорные геологические карты СССР в масштабе 1 : 5 000 000 и 1 : 2 500 000 под редакцией акад. Д. В. Наливкина. Они составлены на основании новейших геологических данных и не имеют белых пятен. В 1956 г. вышло в свет новое издание тектонической карты СССР в масштабе 1 : 5 000 000 под редакцией акад. Н. С. Шатского (первое издание этой карты опубликовано в 1952 г.). В этих картах геологи получили твердую основу для теоретических обобщений и решения практических задач по использованию огромных богатств недр нашей Родины. За последнее десятилетие составлен также ряд региональных геологических карт Урала, Кавказа, Сибирской платформы, Восточного Казахстана, Украины и др.

В последние годы все виды геологических работ приняли особенно широкий размах. В результате открыто много новых крупных месторождений различных полезных ископаемых. Так, в Кустанайской области Казахстана обнаружены и разведаны крупные залежи железных руд, энергетических углей и бокситов, выявлены крупные месторождения железных руд и коксующихся углей в Якутской АССР и Восточном Забайкалье. На территории Якутской АССР обнаружены богатейшие россыпи и коренные месторождения алмазов. Очень крупные месторождения высококачественных железных руд разведаны в центре Европейской части страны — в пределах Курской магнитной аномалии; выявлено крупнейшее месторождение природного газа в Харьковской области. Открыты многие другие месторождения важнейших полезных ископаемых.

Большие задачи перед советской геологией были поставлены в директивах XX и XXI съездов КПСС, а также в последующих решениях Партии и Правительства.

ГЛАВА 2

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХРОНОЛОГИЯ

ХРОНОЛОГИЯ КАК ОСНОВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Определение возраста горных пород является первым шагом в изучении истории земной коры.

Земная кора достигает нескольких десятков километров мощности; она формировалась на протяжении нескольких миллиардов лет. За это время в ней образовались самые различные горные породы. Бóльшая их часть не оставалась в первоначальном положении и состоянии; под влиянием разнообразных дислокаций и последующих размывов породы оказались в сложных взаимоотношениях между собой. В современном срезе земной коры к дневной поверхности в разных ее частях подведены самые различные по времени образования и составу горные породы. Поэтому одного описания состава пород и их положения в пространстве далеко еще недостаточно для выяснения закономерностей и условий их образования. В освещении этих вопросов необходимо прежде всего выяснить последовательность образования и относительный возраст отдельных толщ или, как обычно говорят, — установить геологическую хронологию горных пород.

Наиболее доступными для выяснения времени образования являются осадочные горные породы — недислоцированные и относительно мало измененные. Осадочные породы в составе земной коры занимают, в общем, небольшое место (подавляющая часть земной коры сложена метаморфическими и магматическими породами), но выяснение их возраста часто позволяет выяснить возраст контактирующих с ними маг-

матических и метаморфических пород. Изучением возрастных соотношений пород занимается стратиграфия. Стратиграфические исследования являются основой для выяснения структуры земной коры и палеогеографических реконструкций.

Стратиграфия ставит перед собой две основные задачи:

1. Стратиграфическое (послойное) расчленение разреза, т. е. установление последовательности напластования пород в данном разрезе земной коры.

2. Стратиграфическое сопоставление разрезов или иначе корреляции разрезов, т. е. нахождение и сопоставление одновозрастных слоев или толщ горных пород в удаленных друг от друга районах (разрезах). При этом избегается необходимость в непрерывном прослеживании определенных слоев, что в природных условиях вообще малодоступно.

Стратиграфическая корреляция может быть местной (для разрезов одного района) и общей (сопоставление разрезов различных районов).

В основу современной стратиграфии положены методы определения относительного возраста горных пород. Эти методы дают возможность установить, какие породы древнее и какие моложе относительно друг друга, не решая вопроса, на протяжении какого отрезка времени они образовались.

Решение основных задач стратиграфии — послойное расчленение многочисленных разрезов и их корреляция — позволило создать единую для всей земной коры стратиграфическую и геохронологическую шкалы (см. ниже). Создание таких шкал, возможно более детальных, является основной целью стратиграфии.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ВОЗРАСТА ГОРНЫХ ПОРОД

К основным методам определения относительного возраста горных пород относятся следующие: стратиграфический, петрографический и палеонтологический.

Стратиграфический метод. Этот метод основан на взаимоотношении пластов осадочных горных пород. Он исходит из того, что пласт, залегающий в нормальном разрезе ниже, образовался раньше и поэтому древнее пласта, залегающего выше. Применение этого метода может встречать трудности, особенно в областях, где породы смяты в сложные складки. Нередко складки могут быть опрокинутыми или осложненными надвигами, и в таком случае более молодые пласты располагаются под более древними (рис. 1). В природных условиях складки почти всегда значительно размыты, поэтому выяснение порядка накопления пластов является не простым делом. На рис. 1 показана опрокинутая складка, частично уничтоженная размывом и прорезанная оврагом. Справа склон оврага вскрывает породы подвернутого крыла складки, в котором пласты перевернуты, т. е. залегают в обратном порядке по отношению к нормальным условиям, соответствующим колонке.

Стратиграфический метод всегда применяется при изучении отдельных разрезов, а также в случаях, когда представляется возможным прослеживать пласты на некотором расстоянии.

Петрографический метод. Метод основан на изучении состава пород. Название метода происходит от греческих слов: *петрос* — камень, *графо* — пишу, т. е. описание пород.

Если в одном из обнажений залегают характерные по своему составу пласты песка, глины или другой породы и такие же по составу песок, глина или другая порода встречается в другом обнажении, то можно предположить, что породы из сравниваемых обнажений принадлежат одному и тому же пласту, т. е. образовались в один и тот же от-

резок времени. Однако этот метод может быть использован при сравнении разрезов, расположенных обычно лишь на близком расстоянии, так как по простиранию слоя горные породы нередко постепенно меняют свой состав, т. е. испытывают фациальные изменения, и в таких случаях отдельные разрезы не поддаются сравнению по петрографическим признакам. Мало того, в отдаленных друг от друга разрезах внешне сходные породы в действительности могут иметь различный возраст.

Палеонтологический метод. Этот метод основан на определении возраста горных пород по остаткам древних вымерших организмов, или окаменелостей.

Органический мир появился еще в самые ранние этапы геологической истории земной коры и с тех пор непрерывно изменялся и разви-

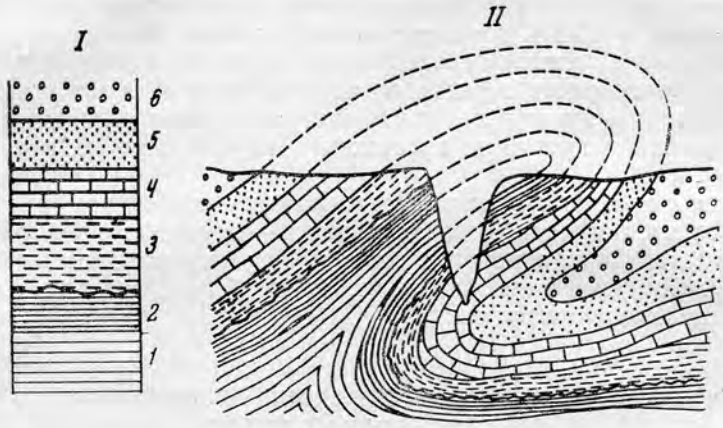


Рис. 1. Стратиграфический метод определения относительного возраста горных пород

I — залегание пластов в нормальном, ненарушенном разрезе; *II* — залегание тех же пластов в опрокинутой складке, значительно размытой; *1, 2, 3, 4, 5* и *6* — последовательность накопления пластов

вался. В процессе эволюции органического мира возникали все новые и новые группы организмов, непохожие на ранее существовавшие; старые же формы постепенно вымирали. Поэтому в древних пластах горных пород встречаются остатки одних организмов, а в более молодых пластах — остатки организмов иного облика. Эта особенность размещения в земной коре остатков вымерших организмов была использована для выяснения относительного возраста горных пород.

Многочисленные наблюдения показали, что даже в однообразной по составу, но мощной толще пород могут быть представлены различные виды организмов: ниже одни, а выше — другие. Правда, некоторые формы могли существовать длительное время без заметного изменения своего строения и их остатки могут встречаться в огромной по мощности толще пород, но наряду с ними встречаются также организмы, свойственные какой-то небольшой ее части.

Те ископаемые организмы, которые характерны только для определенных пачек горных пород, образовавшихся в течение ограниченного промежутка времени, получили название *руководящих ископаемых*. Они являются наиболее важными для выяснения относительного возраста пластов земной коры.

Применение палеонтологического метода позволяет довольно легко сравнивать между собой отдельные разрезы и слои, независимо от расстояния между ними, и безошибочно определять относительный возраст напластований земной коры. Палеонтологический метод применяется

всегда, за исключением тех случаев, когда осадочные породы лишены органических остатков.

В практической работе геолога по определению относительного возраста горных пород используются одновременно все три названных метода, так как недостатки одного восполняются положительными сторонами другого, но все же основным и решающим остается палеонтологический метод.

На основе этих методов определения относительного возраста горных пород в стратиграфии возникли некоторые новые методы сопоставления разрезов, в частности корреляция разрезов буровых скважин по геофизическим данным, например при помощи электрокаротажа скважин. Анализ каротажных диаграмм позволяет выделить в разрезе различные типы пород. Сравнение каротажных диаграмм различных скважин определенного района обеспечивает возможность выделения в нем общих комплексов или слоев пород. Однако применение электрокаротажа в стратиграфии обязательно требует наличия опорного разреза, детально изученного с помощью всех вышеописанных методов. Каротажная диаграмма такого опорного разреза служит эталоном для других скважин, которые в таком случае можно проходить без полного отбора керна. Широко применяется такой метод в изучении угольных районов и в нефтепромысловой геологии.

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛЫ

Вся толща слоев земной коры на основании различий в составе органических остатков, а отчасти и в составе горных пород подразделяется на шесть последовательно возникших комплексов. Каждый комплекс назван *группой* пород, а время, соответствующее образованию пород данной группы, названо *эрой*.

В разрезе земной коры и истории ее существования выделяются следующие группы и эры:

I. Кайнозойская (самая молодая), сокращенное название — кайнозой.
II. Мезозойская — мезозой.
III. Палеозойская — палеозой.
IV. Рифейская, или синийская, — рифей, или синий.
V. Протерозойская — протерозой.
VI. Архейская — архей.

Каждая группа в свою очередь делится на *системы*, системы — на *отделы*, отделы — на *ярусы*, ярусы — на *зоны*. Соответственно этим подразделениям эры делятся на *периоды*, периоды — на *эпохи*, эпохи — на *века*, века — на *времена*.

Название подразделений толщ земной коры и соответствующих им подразделений геологического времени можно свести в следующую таблицу:

Толщи пород	Время
Группа	Эра
Система	Период
Отдел	Эпоха
Ярус	Век
Зона	Время

На Международном геологическом конгрессе, состоявшемся в 1881 г., были утверждены общие названия систем (периодов). Впоследствии эти названия претерпели некоторые изменения и дополнения. В настоящее время в СССР приняты следующие названия систем (периодов):

I. Кайнозойская группа (эра):
1. Четвертичная система (период).

2. Неогеновая система (период), сокращенное название — неоген[1].
3. Палеогеновая система — палеоген.

II. Мезозойская группа (эра):
1. Меловая система (период), сокращенное название — мел.
2. Юрская система (период) — юра.
3. Триасовая система (период) — триас.

III. Палеозойская группа (эра):
1. Пермская система (период), сокращенное название — пермь.
2. Каменноугольная система (период) — карбон.
3. Девонская система (период) — девон.
4. Силурийская система (период) — силур.
5. Ордовикская система (период) — ордовик.
6. Кембрийская система (период) — кембрий.

IV. Рифейская, или синийская, группа (эра). V — протерозойская и VI — архейская группы (эры) общепринятых подразделений не имеют. Часто их объединяют вместе под названием *докембрий*.

На основании общепринятых международных единиц стратиграфии и относительной геохронологии были созданы сводные стратиграфическая и геохронологическая шкалы (табл. 1), в которых подразделения до отделов (эпох), а во многих случаях и до ярусов (веков) являются едиными для всех стран.

Таблица 1

Стратиграфическая и геохронологическая шкалы
(с указанием индексов стратиграфических подразделений)

Группы (эры)	Системы (периоды)	Отделы (эпохи)
Кайнозойская Kz	Четвертичная (четвертичный) Q	Современный (современная) Q_4 Верхнечетвертичный (позднечетвертичная) Q_3 Среднечетвертичный (среднечетвертичная) Q_2 Нижнечетвертичный (раннечетвертичная) Q_1
	Неогеновая (неогеновый) N	Верхненеогеновый, или плиоценовый (поздненеогеновая, или плиоценовая) N_2 Нижненеогеновый, или миоценовый (ранненеогеновая, или миоценовая) N_1
	Палеогеновая (палеогеновый) Pg	Верхнепалеогеновый, или олигоценовый (позднепалеогеновая, или олигоценовая) Pg_3 Среднепалеогеновый, или эоценовый (среднепалеогеновая, или эоценовая) Pg_2 Нижнепалеогеновый, или палеоценовый (раннепалеогеновая, или палеоценовая) Pg_1

[1] По решению Межведомственного стратиграфического комитета СССР в последние годы для нашей страны упразднена третичная система, а ранее считавшиеся ее отделами неоген и палеоген приняты как самостоятельные системы.

Аналогичное решение принято и в отношении прежней силурийский системы. Ее верхний отдел выделен в самостоятельную — силурийскую систему, а нижний отдел — в ордовикскую систему.

Группы (эры)	Системы (периоды)	Отделы (эпохи)
Мезозойская Mz	Меловая (меловой) Cr	Верхнемеловой (позднемеловая) Cr_2 Нижнемеловой (раннемеловая) Cr_1
	Юрская (юрский) J	Верхнеюрский, или мальм (позднеюрская) J_3 Среднеюрский, или доггер (среднеюрская) J_2 Нижнеюрская, или лейас (раннеюрская) J_1
	Триасовая (триасовый) T	Верхнетриасовый (позднетриасовая) T_3 Среднетриасовый (среднетриасовая) T_2 Нижнетриасовый (раннетриасовая) T_1
Палеозойская Pz	Пермская (пермский) P	Верхнепермский (позднепермская) P_2 Нижнепермский (раннепермская) P_1
	Каменноугольная, или карбон (каменноугольный) C	Верхнекаменноугольный, или верхний карбон (позднекаменноугольная) C_3 Среднекаменноугольный, или средний карбон (среднекаменноугольная) C_2 Нижнекаменноугольный, или нижний карбон (раннекаменноугольная) C_1
	Девонская (девонский) D	Верхнедевонский (позднедевонская) D_3 Среднедевонский (среднедевонская) D_2 Нижнедевонский (раннедевонская) D_1
	Силурийская (силурийский) S	Верхнесилурийский (позднесилурийская) S_2 Нижнесилурийский (раннесилурийская) S_1
	Ордовикская (ордовикский) O	Верхнеордовикский (позднеордовикская) O_3 Среднеордовикский (среднеордовикская) O_2 Нижнеордовикский (раннеордовикская) O_1
	Кембрийская (кембрийский) Cm	Верхнекембрийский (позднекембрийская) Cm_3 Среднекембрийский (среднекембрийская) Cm_2 Нижнекембрийский (раннекембрийская) Cm_1
Рифейская, или синийская, R или Sn	Существуют только местные подразделения	
Протерозойская Pt		
Архейская A		

Стратиграфическая шкала отражает последовательность накопления толщ земной коры, а геохронологическая — соответствующую им периодизацию геологического времени. Названия для подразделений обеих шкал сохраняются общие. Для более четкого разделения стратиграфической шкалы от геохронологической названия отделов даны в порядке их следования (нижний, средний, верхний), а названия соответствующих им эпох — по времени наступления (ранняя, средняя, поздняя).

ВОЗРАСТ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД И РУДНЫХ ЖИЛ

Помимо осадочных пород, возраст которых определяется в основном по палеонтологическим остаткам, имеются разнообразные изверженные и метаморфические породы, которые слагают бóльшую часть земной коры и совершенно лишены остатков ископаемых организмов. Определение возраста таких пород часто вызывает большие затруднения и осуществляется далеко не с такой точностью, с какой это позволяют делать руководящие ископаемые в отношении осадочных горных пород, особенно морского происхождения.

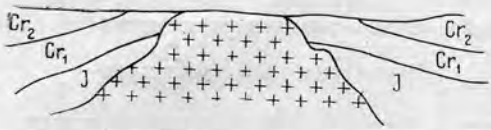


Рис. 2. Прорыв гранитной интрузией толщи осадочных пород

В основу определения относительного возраста магматических пород положено их взаимоотношение между собой и с осадочными породами, возраст которых легко установить.

Рассмотрим несколько примеров.

1. Магматические (интрузивные) породы на большой площади прорывают толщу осадочных пород известного возраста. В таком случае возраст будет более молодым, чем возраст вмещающих пород (на рис. 2 моложе меловых отложений). Более точно определить время внедрения в данном случае не представляется возможным.

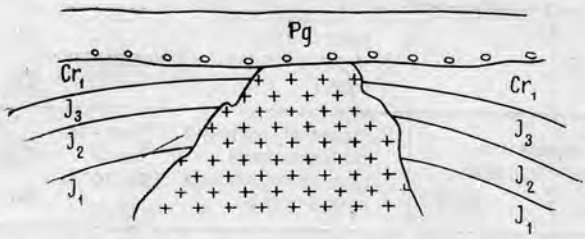


Рис. 3. Внедрение гранитной интрузии в толщу осадочных пород, на размытой поверхности которой залегает толща более молодых осадочных пород

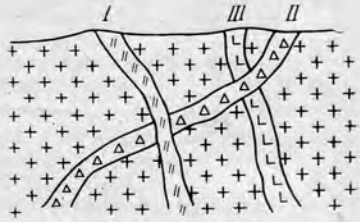


Рис. 4. Жилы, секущие гранитный массив

2. Интрузивное тело прорывает толщу осадочных пород, а стратиграфически выше на размытой поверхности как вмещающих пород, так и интрузии залегает новая толща осадочных пород. Время образования магматического тела соответствует промежутку времени после образования нижней вмещающей толщи и пород, образованных покрывающей толщей (на рис. 3 между раннемеловой эпохой и палеогеновым периодом).

Иногда не наблюдается непосредственного контакта покрывающей толщи с размытой поверхностью интрузии, но она развита поблизости и в базальных конгломератах содержит гальку этих интрузивных пород. В таком случае возраст интрузии будет определяться аналогичным образом.

3. Изверженные породы образуют ряд секущих одна другую жил, внедрившихся, например, в гранитный массив. Все жилы будут моложе гранита. Возрастные взаимоотношения между жилами определяются по следующему принципу. Жила, секущая другую, моложе последней (рис. 4 — жила I моложе жилы II, жила II моложе жилы III). То же самое можно сказать и об относительном возрасте пересекающихся рудных жил.

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О МЕТОДАХ АБСОЛЮТНОГО ЛЕТОИСЧИСЛЕНИЯ

Помимо методов определения относительного возраста горных пород, существуют еще методы определения абсолютного возраста. Последние позволяют устанавливать возраст пород в единицах времени.

Современная геология в определении абсолютного возраста горных пород пользуется преимущественно *радиологическими методами.*

Радиологические методы определения абсолютного возраста горных пород основаны на радиоактивном распаде элементов — урана, тория, калия и некоторых других.

Радиоактивный распад урана (атомный вес 238) заключается в том, что ядра его атомов самопроизвольно испускают положительно заряженные альфа-частицы, что ведет к образованию гелия. При этом уран последовательно превращается в недолговечные элементы — радий, радон и др. и в конце концов — в устойчивый элемент свинец. В результате полного превращения одного атома урана образуется один атом свинца (атомный вес 206) и восемь атомов гелия (атомный вес 4).

Аналогичные преобразования (но с другими промежуточными продуктами распада) с выделением гелия и образованием конечного продукта распада — свинца испытывает и радиоактивный элемент торий. В результате радиоактивного распада калия возникает аргон.

Основной, наиболее важной для решения геологических задач особенностью радиоактивного распада элементов, позволяющей использовать его для определения геологического времени, является то, что распад атомов радиоактивных элементов протекает исключительно медленно и закономерно. Он не зависит от каких-либо природных причин (изменения температуры и давления), а также от магнитных, электрических и других свойств Земли.

Высчитано, что уран распадается наполовину в течение 4,52 млрд. лет; период полураспада тория составляет 13,9 млрд. лет. Значительно быстрее протекает распад таких промежуточных продуктов распада урана, как радия (период полураспада 1590 лет) и особенно радона.

Другой весьма характерной особенностью радиоактивного распада элементов является выделение в процессе распада значительного количества энергии. Так, энергия 1 *г* радия равна 3,4 млрд. *мал. кал*, что соответствует энергии, получаемой при сгорании 425 *кг* каменного угля. Однако выделение этой энергии в природных условиях идет очень медленно, на протяжении всего времени распада. Открытие способов искусственного ускорения радиоактивного распада позволяет широко использовать атомную энергию в промышленности.

При выяснении абсолютного возраста горных пород с помощью радиологических методов необходимо определить количество исходного радиоактивного элемента и продуктов его распада, имеющихся в данной породе. В присутствие урана или тория определение возраста производят по содержанию свинца или гелия. Гелиевый метод менее надежен, так как гелий, как легкий газ, легко может улетучиться по трещинам пород; поэтому чаще всего ведут определение возраста по свинцу.

В последние годы стал применяться аргоновый метод. Этот метод имеет большие перспективы, так как калий отличается широким рас-

пространением в природе. Кроме того, аргон лучше, чем гелий, сохраняется в породах.

Применение перечисленных выше радиологических методов определения абсолютного возраста горных пород сопряжено с рядом трудностей, так как, с одной стороны, радиоактивность пород не всегда выражена в достаточной мере, с другой — требуются специально оборудованные стационарные лаборатории.

В настоящее время разрабатываются более ускоренные и совершенные радиологические методы, использующие новейшие успехи радиогеологии, которые позволяют проводить определения в полевых условиях при ограниченных затратах времени на каждое определение.

Все остальные методы абсолютного летоисчисления пород земной коры по своим результатам несравнимы с радиологическими методами и практического значения не имеют. Так, некоторые ученые пытались выяснить возраст отдельных осадочных пород, исходя из скорости накопления осадков в морских водоемах. Однако такие попытки не могли дать надлежащих результатов, поскольку невозможно учесть всю сумму условий, влияющих на скорость накопления осадков в различные эпохи.

Продолжительность отдельных эр и периодов, вычисленная на основании данных радиологических методов, определяется следующими цифрами (табл. 2).

Таблица 2

Периоды и эры	Длительность, млн. лет	Общая продолжительность от начала периода или эры до современной эпохи, млн. лет
Четвертичный период	1	1
Неогеновый период	25— 30	25— 30
Палеогеновый период	30— 35	55— 65
Кайнозойская эра в целом	55— 65	—
Меловой период	55— 60	110— 125
Юрский период	25— 35	135— 160
Триасовый период	30— 35	165— 195
Мезозойская эра в целом	110— 130	—
Пермский период	25— 30	190— 225
Каменноугольный период	50— 55	240— 280
Девонский период	45— 50	285— 330
Силурийский период	40— 45	325— 375
Ордовикский период	70— 80	395— 455
Кембрийский период	70— 90	465— 545
Палеозойская эра в целом	300— 350	—
Рифейская (синийская) эра	350— 400	800— 950
Протерозойская эра	600— 700	1400—1650
Архейская эра	1500—2000	3000—3500

Заслуживает особого внимания то обстоятельство, что результаты определений длительности геологических периодов и более дробных подразделений, полученные с помощью радиологических методов, хорошо сочетаются со стратиграфической колонкой земной коры, установленной палеонтологическим методом: чем древнее толщи пород по стратиграфической колонке, тем больше их абсолютный возраст по данным радиологических методов.

Радиологические методы исследований истории Земли непрерывно совершенствуются и им принадлежит большое будущее в дальнейшем развитии и углублении геологических познаний.

Раздел II

ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

ГЛАВА 3

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Название науки палеонтологии происходит от трех греческих слов: *палеос* — древний, *онтос* — существо и *логос* — слово, учение. Таким образом, *палеонтология* — наука о древних организмах.

Палеонтология изучает древние организмы по сохранившимся в горных породах остаткам. Остатки древних организмов называются *окаменелостями,* или *ископаемыми.*

На основании изучения окаменелостей, или ископаемых, палеонтология выясняет историю развития органического мира и происхождение организмов.

Палеонтология делится на две части: *палеозоологию* — науку о древних животных и *палеоботанику* — науку о древних растениях.

Палеонтология тесно связана с зоологией, ботаникой, геологией и рядом других смежных отраслей знаний. Данные зоологии и ботаники позволяют лучше разобраться в строении древних организмов. Вместе с тем по данным палеонтологии можно разрешить вопрос о причинах появления и развития современного органического мира. Таким образом, палеонтология является важной частью цикла биологических наук.

Наряду с этим палеонтология является важной составной частью цикла геологических наук. Изучая строение и состав земной коры, геологи первые обратили внимание на окаменелости — остатки древних организмов — и широко использовали их для решения геологических задач: выяснения возраста горных пород и восстановления физико-географических условий минувших эпох.

ФОРМЫ СОХРАННОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОСТАТКОВ

Организмы в ископаемом состоянии сохраняются обычно плохо. Лишь в исключительно благоприятных условиях они могут сохраниться в почти неизмененном виде. Например, в верхнечетвертичных отложениях Северной Сибири, глубоко промерзших вследствие сурового климата и никогда не оттаивающих, сохранились целые трупы мамонтов; один из них был найден экспедицией Академии наук в нижнем течении р. Колымы. Чучело этого мамонта хранится в зоологическом музее в Ленинграде (рис. 5).

Организмы, не имеющие твердого скелета, после смерти обычно полностью разлагаются. Легко разлагаются также скелеты, состоящие частично или полностью из роговоподобного органического вещества. Значительно лучше и чаще сохраняются скелетные образования, состоящие из минеральных веществ (кремнезема, карбоната кальция).

Под влиянием внешних условий организмы после смерти и захоронения могут подвергаться следующим изменениям: *тлению, обугливанию* или *окаменению.*

Тление происходит в условиях свободного доступа воздуха, под влиянием которого все мягкие части полностью разлагаются. Обычно при этом быстро разрушаются также и твердые части скелета. В разрушении и полном уничтожении мертвых организмов на земной поверхности немалую роль играют бактерии, хищные животные, процессы выветривания.

Растительные остатки в условиях водной среды и отсутствия притока воздуха подвергаются обугливанию. При этом процессе такие составные части растительного организма, как азот, кислород и водород, улетучиваются или вступают в реакцию с веществами, растворенными в воде, и уходят в раствор, а углерод остается. В результате растительная масса постепенно обугливается и превращается в торф или лигнит, а затем в бурый уголь. При аналогичных условиях частичному обугли-

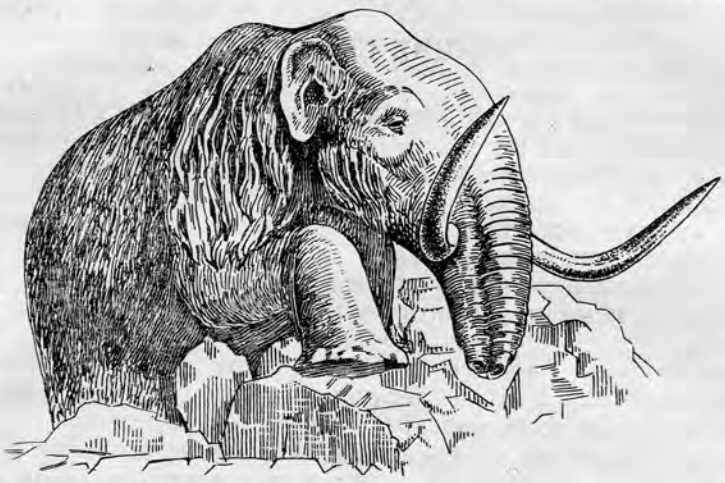


Рис. 5. Мамонт, найденный в отложениях с ископаемым льдом на р. Березовке, притоке р. Колымы

ванию могут подвергаться также и животные организмы. Например, хитиновый покров (твердый наружный скелет, состоящий из плотного органического роговоподобного вещества) насекомых, раков и др. превращается в обугленную пленку, нередко хорошо отражающую их форму и основные черты строения.

Окаменение происходит в результате воздействия на органические остатки различных минеральных соединений, растворенных в воде: карбоната кальция, кремнезема, соединений железа и др. Они могут пропитывать или полностью заменять органическое вещество. При этом минеральное вещество нередко полностью сохраняет мельчайшие детали строения тканей организма, образуя так называемую псевдоморфозу его тканей. Так, в тонких срезах окаменелых под действием кремнезема стволов деревьев можно наблюдать под микроскопом характерные для них детали строения древесины и даже отдельные составляющие их клетки.

В условиях водной среды лучше всего сохраняются скелетные части, состоящие из минерального вещества. Различные раковины, например, могут пролежать в слоях Земли миллионы лет без существенных изменений. Минеральные скелеты морских животных образуют часто мощные толщи известняков или кремнистых пород, которые известны из всех систем земной коры, начиная с палеозоя.

К весьма распространенным формам окаменелостей относятся *отпечатки и ядра*. На тонком глинистом или карбонатном иле, покрываю-

щем некоторые участки морского дна, образуются иногда отпечатки поверхности тела даже очень нежных и совершенно мягких морских организмов, лишенных скелета. После окаменения породы эти отпечатки сохраняются в ископаемом состоянии. Нередко возникают отпечатки листьев наземных растений, на которых видна вся сложная система жилкования. Но чаще всего образуются отпечатки поверхности твердых скелетных частей — раковин, панцирей и т. п. Если раковина заключенного в породе организма окажется растворенной под влиянием подземных вод, протекающих по порам или трещинам породы, то остается полость, стенка которой сохраняет во всех деталях форму поверхности раковины. Стенки этой полости являются отпечатком наружной поверхности раковины. Возможны отпечатки и внутренней поверхности раковины.

Нередко внутренняя полость раковины заполняется илом или иным минеральным веществом. Если раковина окажется впоследствии растворенной, то заполнившее ее вещество образует слепок (или отлив) внутренней полости раковины. Такие слепки получили название *ядер*.

Различают ядра *наружные* и *внутренние*. Выше приведен пример образования внутреннего ядра, так как поверхность его отображает форму внутренней полости раковины. Если же минеральное вещество заполнит полость, образованную после растворения раковины, то оно воспроизведет все детали формы ее внешней поверхности — образуется наружное ядро.

Кроме раковин или других минеральных скелетов, отпечатков, ядер и псевдоморфоз, в горных породах изредка сохраняются следы жизнедеятельности организмов: следы хождения или ползания, которые животное оставляет на свежем осадке еще до его полного превращения в горную породу, ходы сверлящих и роющих животных в породах и др. Они также служат ценным материалом для суждения о былой жизни и условиях существования организмов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Органический мир, как современный, так и древний, отличается большим разнообразием. Он подразделяется на две части, резко отличающиеся по образу жизни и строению тела входящих в их состав организмов, но все же объединенные общностью происхождения: на мир животных, или фауну, и мир растений, или флору.

Основное различие между растениями и животными заключается в том, что растения способны создавать для построения своего тела органические соединения из неорганических (минеральных) веществ, а животные такой способностью не обладают и пользуются для питания лишь готовым органическим веществом.

Примером наиболее широко известных растительных организмов служат зеленые наземные растения, которые усваивают своими листьями углерод из углекислого газа воздуха, выделяя свободный кислород. Существуют, правда, и растения, которые питаются готовыми органическими веществами (например, грибы и некоторые бактерии).

Органический мир, как животный, так и растительный, состоит из огромного числа видов. *Вид* представляет собой группу особей, имеющих полное сходство почти во всех деталях строения. Виды, различающиеся по ряду заметных признаков, но в целом сохраняющие сходство, объединяются в *роды*. Роды в свою очередь объединяются в *семейства*, семейства — в *отряды*, отряды — в *классы*, классы — в *типы*. Такое подразделение органического мира называется классификацией.

Наиболее крупные подразделения органического мира — типы — резко различаются между собой по строению и сложности организации тела. Кроме приведенных выше подразделений органического мира, вво-

дятся еще промежуточные подразделения: *надотряды, подотряды, надсемейства* и т. д.

Современная наука пользуется естественной классификацией органического мира, т. е. классификацией, которая основана на родственных связях между организмами.

Животный мир делится на следующие типы: 1) простейшие, 2) губки, 3) кишечнополостные, 4) черви [1], 5) мшанки, 6) плеченогие, 7) моллюски, 8) членистоногие, 9) иглокожие и 10) хордовые.

Все перечисленные типы, за исключением типа хордовых, объединяются часто под общим названием безпозвоночных, так как не имеют внутреннего скелета, а покрыты обычно наружным панцирем, раковиной или скорлупкой. Почти все хордовые имеют внутренний скелет в виде позвоночного столба. Поэтому подавляющая часть хордовых объединяется в подтип позвоночных.

Растительный мир делится на следующие группы и типы [2]: 1) слоевцовые [3], 2) мхи, 3) псилофиты, 4) плауновые, 5) членистостебельные, 6) папоротниковые, 7) голосеменные, 8) покрытосеменные.

Названия растений и животных принято в научной литературе писать на латинском языке.

Названия вида всегда обозначаются двумя словами, из которых первое означает родовое название, а второе — видовое. Родовое название пишется с прописной буквы, видовое — со строчной. После названия вида пишется еще фамилия ученого, впервые описавшего данный вид, например *Dosinia maeotica* Andrussov (Дозиния мэотика Андрусов); обычно фамилия приводится сокращенно [4].

ГЛАВА 4

ТИП ПРОСТЕЙШИЕ (PROTOZOA)

Простейшие — это одноклеточные, наиболее просто устроенные животные организмы, обычно микроскопических размеров. Лишь некоторые представители простейших имеют размеры в несколько миллиметров или даже сантиметров. Латинское название типа происходит от греческих слов: *протос* — первый, *зоон* — животное; первое животное. Простейшие являются самыми древними организмами.

Тело простейшего в наиболее типичных случаях представляет собой комочек протоплазмы с ядром внутри. Клетка простейшего осуществляет все функции, свойственные животному организму (питание, размножение, дыхание и пр.).

Один из наиболее типичных представителей простейших — *амеба* (рис. 6) — осуществляет передвижение с помощью образующихся на поверхности тела в том или ином месте одного или нескольких временных отростков протоплазмы, положение и форма которых непостоянны. Такие отростки получили название *ложноножек*. Одной из основных функций ложноножек является также захватывание пищи, которое может происходить в любой части тела. Амебы лишены не только твердого скелета, но и какой-либо клеточной оболочки.

---

[1] Строго говоря, группа червей объединяет несколько самостоятельных типов и, таким образом, является надтипом.

[2] Подразделения растительного мира с целью упрощения приводятся здесь по аналогии с подразделениями животного мира.

[3] Группа слоевцовых объединяет несколько типов растений, составляющих вместе низшие растения. Все остальные типы растений образуют другую большую группу, так называемых листостебельных растений.

[4] В конце книги, в приложении приводятся латинский алфавит и особенности произношения латинских звуков; с ними необходимо ознакомиться, чтобы уметь правильно читать и произносить названия ископаемых.

У многих простейших, однако, развивается твердая наружная оболочка — *скорлупка,* или *раковинка.* Некоторые из них имеют, кроме того, постоянные органы передвижения, а также постоянное ротовое отверстие и другие образования, усложняющие их строение.

Размножаются одноклеточные делением или образующимися путем распадания материнской клетки *спорами,* т. е. многочисленными мелкими комочками, часто окруженными защитными оболочками.

Тип простейших подразделяется на несколько классов. Из них только один класс — *саркодовые* (Sarcodina) имеет геологическое значение, так как многие его представители выделяют твердую, зачастую минеральную оболочку, или раковинку, которая может сохраняться в ископаемом состоянии. Из саркодовых только два подкласса — *фораминиферы* (Foraminifera) и *радиолярии* (Radiolaria) имеют формы, обладающие такими минеральными оболочками, и поэтому они широко представлены в ископаемом виде. Остальные саркодовые, как и другие классы простейших, из-за отсутствия минеральных оболочек в ископаемом виде мало известны, хотя, бесспорно, они были широко распространены в прошлые эпохи.

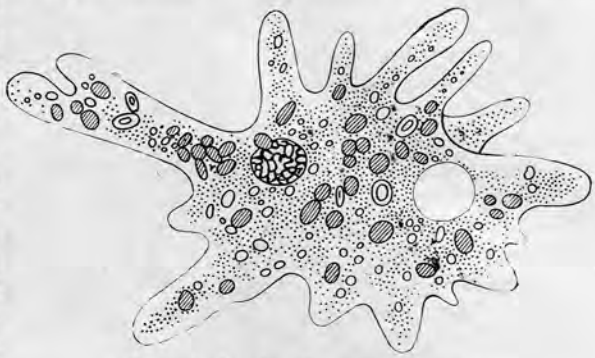


Рис. 6. Амеба. Сильно увеличено

ПОДКЛАСС ФОРАМИНИФЕРЫ

Название фораминифер произошло от двух латинских слов: *форамен* — окно, отверстие; *феро* — нести. Такое название присвоено этому подклассу благодаря наличию у многих его форм раковинок с многочисленными отверстиями, через которые наружу выходят ложноножки.

Фораминиферы живут в воде и особенно богато представлены в морях. Разные фораминиферы образуют раковинку или из роговоподобного органического вещества (хитина), или из извести. Имеется немало фораминифер, у которых раковинки состоят из мельчайших песчинок или обломков раковин мертвых организмов, скрепленных известковым или хитиновым веществом. Такие раковинки получили название песчаных. Раковинка фораминифер имеет обычно крупное отверстие (устье), через которое организм общается с внешним миром. Кроме того, ее поверхность часто пронизана многочисленными мелкими порами. Раковинка может состоять из одной или нескольких камер, разделенных перегородками. Многие фораминиферы имеют на поверхности раковинки различные украшения, или *скульптуру,* в виде игл, полос, ребер, бугорков или шипов, обычно очень правильно расположенных.

Камеры в раковинке у одних форм располагаются в один ряд, у других — в несколько рядов или по спирали. Многокамерные раковинки имеют нередко довольно сложное строение. Характер камер, их число и расположение, а также другие особенности строения обусловливают весьма большое разнообразие форм раковинок.

При определении родов и видов обращают внимание на все детали строения раковинки: внешнюю форму, характер и расположение камер, форму устья, скульптуру, строение стенки и другие признаки.

В настоящее время описано свыше 10 000 видов ископаемых фораминифер. Ниже приводится описание некоторых фораминифер, известных в ископаемом состоянии.

Род глобигерина (Globigerina). Раковинки известковые, пористые, очень мелкие (микроскопические), состоят из нескольких шарообразных камер (отсюда название: *глобус* — шар, *геро* — несу; носящая шары). С поверхности раковинка покрыта многочисленными тонкими и относительно длинными известковыми иглами, которые в ископаемом состоянии

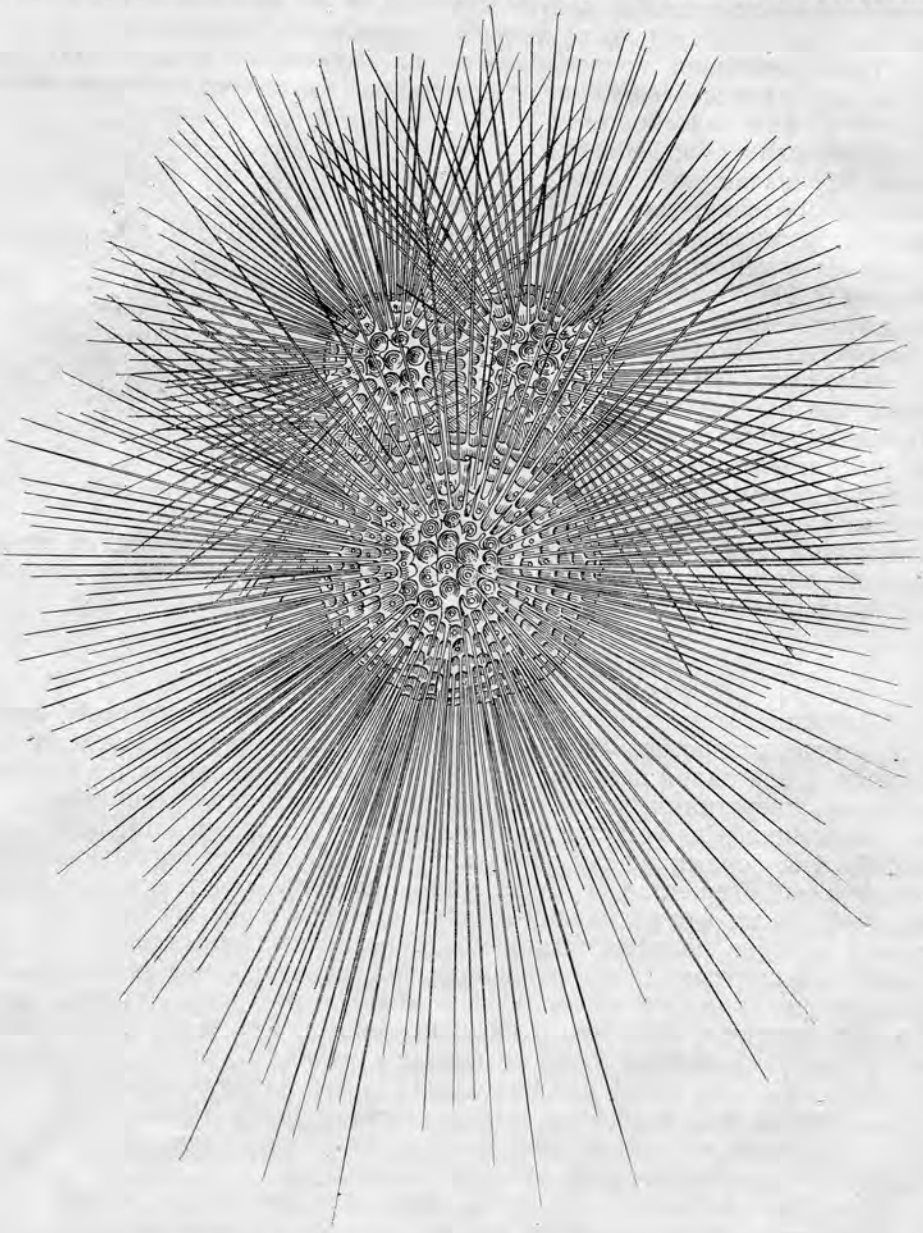


Рис. 7. *Globigerina* современная. Сильно увеличено

почти не сохраняются, так как легко отламываются. Присутствие таких игл позволяет организму вести планктонный образ жизни: благодаря увеличению поверхности раковинка парит в воде, подобно пушинкам в воздухе (рис. 7, 8).

Глобигерины — типичные пелагические формы. Они обитают в открытом море, вдали от берегов. В современных теплых открытых морях и океанах весьма широко представлены.

Распространение. От позднетриасовой эпохи до настоящего времени. В позднемеловую эпоху раковинки глобигерин принимали участие в накоплении толщ белого писчего мела и мергеля, в составе которых они встречаются очень часто.

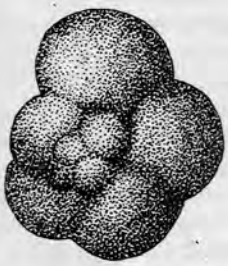


Рис. 8. *Globigerina* ископаемая. Сильно увеличено

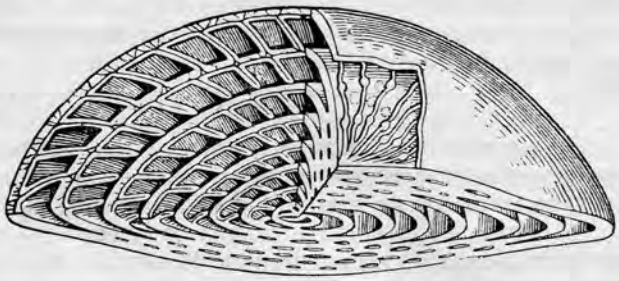


Рис. 9. Разрез *Nummulites*. Увеличено

Род нуммулитес (Nummulites). Раковинка известковая, пористая, дискообразная, по форме и размерам напоминает монету (*нуммус* — по-

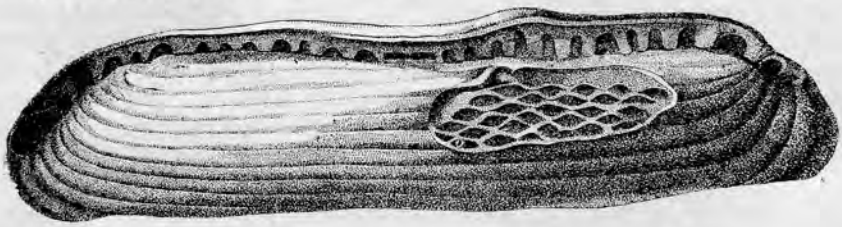


Рис. 10. *Fusulina*. Увеличено

латыни монета). Состоит из спиральных оборотов, разделенных перегородками на многочисленные камеры (рис. 9). Каждый последующий оборот перекрывает предыдущий, поэтому наружная поверхность раковинки является поверхностью последнего оборота. Нуммулиты — гиганты среди одноклеточных.

Распространение. Верхний мел — палеоген. Некоторые виды, например *Nummulites distans*, являются для палеогеновых (эоценовых) пород руководящими и породообразующими формами.

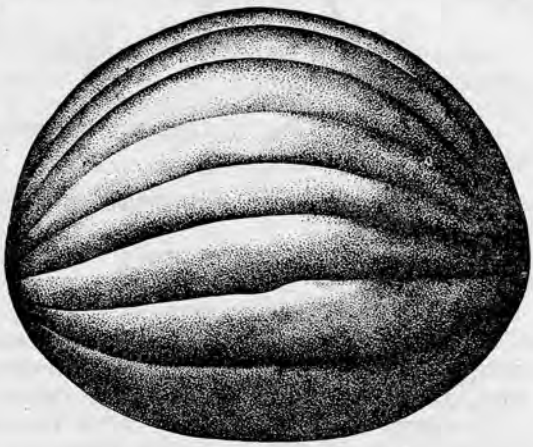


Рис. 11. *Schwagerina*. Увеличено

Род фузулина (Fusulina). Раковинка известковая, пористая, веретенообразной формы, чем и обусловлено ее название (*фузус* — по-латыни веретено). Имеет несколько оборотов, разделенных складчатыми перегородками на многочисленные камеры. Последний оборот, как и у нуммулитов, перекрывает все последующие обороты. Кроме того, поверхность его покрыта бороздками. По форме и размеру фузулины напоминают ячменное зерно (рис. 10).

Распространение. Среднекаменноугольный отдел.

Род швагерина (Schwagerina). Род назван в честь одного из исследователей фораминифер. Раковинка по размеру и строению во многом сходна с раковинкой фузулины. Обычно имеет почти шаровидную форму (рис. 11).

Распространение. Верхнекаменноугольный и нижнепермский отделы.

ПОДКЛАСС РАДИОЛЯРИИ

Радиолярии — чрезвычайно мелкие, микроскопические одноклеточные морские животные, видимые только при сильном увеличении. Ведут планктонный образ жизни.

Многие радиолярии выделяют решетчатый скелет, состоящий в большинстве случаев из кремнезема, гораздо реже — из сернокислого стронция (целестин). Скелеты имеют шарообразную, дискообразную или шлемовидную форму и несут на себе многочисленные тонкие иглы или шипы (рис. 12).

Распространение. Докембрий — настоящее время.

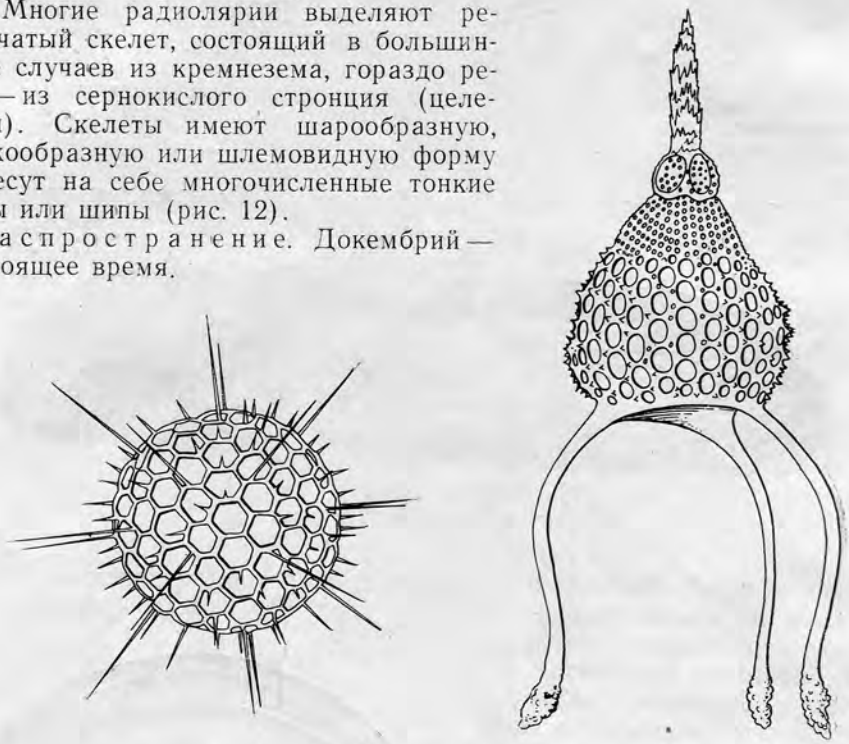


Рис. 12. Скелеты радиолярий. Сильно увеличено

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ

Благодаря присутствию у многих простейших одноклеточных животных твердых скелетов в виде раковинок, которые сохраняются в ископаемом виде, они имеют весьма важное геологическое значение.

Ископаемые простейшие известны с докембрия (с конца протерозоя). Многие системы, особенно каменноугольная, меловая и палеогеновая, характеризуются наличием большого количества весьма важных руководящих видов простейших (почти исключительно из подкласса фораминифер).

Длительное время относительный возраст горных пород определялся почти исключительно по макроскопическим, т. е. крупным, видимым простым, невооруженным глазом окаменелым организмам. Из одноклеточных животных для этой цели использовались только такие крупные формы, как нуммулиты, фузулины и некоторые другие фораминиферы. Однако многие слои горных пород, особенно вскрытые при бурении скважин, содержат небольшое количество крупных окаменелостей;

в то же время в них много остатков микроскопических организмов. В связи с этим был разработан и в настоящее время получил широкое применение так называемый *микропалеонтологический метод* определения геологического возраста слоев, важнейшей частью которого является изучение ископаемых простейших. Особенно большое значение приобрел микропалеонтологический метод для разведки нефтяных месторождений, так как нефтеносные горизонты во многих районах приурочены к значительным толщам пород, не содержащих или почти не содержащих макрофауны, но богатых микрофауной. В Советском Союзе микропалеонтологический метод получил широкое применение. Многие геологические и особенно нефтепромысловые разведочные организации имеют хорошо оборудованные микропалеонтологические лаборатории и штат специалистов-микропалеонтологов.

Из простейших основную геологическую ценность представляют фораминиферы. Среди радиолярий встречается небольшое число руководящих ископаемых, поэтому практического значения они пока не имеют.

Несмотря на малые размеры, минеральные скелеты одноклеточных животных (фораминифер и радиолярий) играют важную роль в породообразовании, слагая местами толщи мощностью в десятки и даже сотни метров. К таким образованиям принадлежат некоторые слои каменноугольных известняков Подмосковья, почти полностью состоящие из раковинок фузулин (фузулиновые известняки), а также мощные толщи эоценовых известняков Кавказа, Крыма и Альп, сложенные из раковинок нуммулитов (нуммулитовые известняки). Огромные толщи мела и мергелей меловой системы, достигающие местами на юге Европейской части СССР мощности нескольких сотен метров, частично состоят из известковых раковинок мельчайших одноклеточных животных.

Раковинки фораминифер и скелеты радиолярий являются существенной составной частью современных морских осадков в открытых морях и океанах и образуют обширные площади глобигеринового и радиоляриевого илов.

ГЛАВА 5

ТИП ГУБКИ (PORIFERA)

Губки — самый примитивный (низший) тип среди многоклеточных животных. Разделение тела на ткани у них не столь четко выражено, как у других многоклеточных. Нередко губки не имеют постоянной формы тела. Латинское название губок — Porifera — происходит от слов: *порос* — пора и *феро* — несу, что означает пороносные. Тип губок делится на классы: собственно губки (Spongia — по-гречески губка) и археоциаты (от *архэос* — древний, *циатус* — бокал).

Класс губки (Spongia)

Губки ведут водный прикрепленный (донный) образ жизни. Живут они в море, за исключением немногочисленных форм, обитающих в пресных водах (например, пресноводная губка бадяга).

Губки представлены одиночными и колониальными формами. Размеры их колеблются от почти микроскопических до полуметра и более. Колонии губок представляют собой группы сросшихся друг с другом особей, внутренние полости которых сообщаются. Каждая колония является результатом размножения одной материнской особи путем так называемого почкования.

Общая схема строения губки изображена на рис. 13. Губка представляет собой мешочек бокаловидной или чашевидной формы с многочисленными порами и каналами, пронизывающими стенки. Внутри тела

имеется полость, которая в верхней части открывается наружу. Стенки каналов и внутренней полости покрыты клетками, снабженными жгутиками, колебание которых вызывает постоянный приток воды через поры. С водой приносится кислород и пища в виде мельчайших организмов и частичек органического вещества (во взвешенном виде). Вода и отбросы пищи выводятся через отверстие внутренней полости.

Между наружным (эктодерма) и внутренним (энтодерма) слоями тела губок находится промежуточный слой. Это слизистая масса с отдельными клетками в ней, которые выделяют скелетные элементы — роговые волокна, известковые или кремнистые *иглы (спикулы)*. Они образуют скелет губки. Скелет губок, состоящий из кремнистых или известковых игл (спикул), может сохраниться в ископаемом виде. Некоторые губки лишены скелетных элементов.

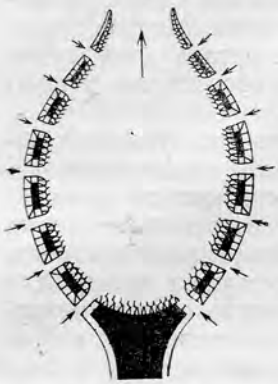


Рис. 13. Схематический вертикальный разрез губки

Форма игл бывает различной и является основным признаком при классификации губок. Размер игл микроскопический.

Различают следующие типы игл:

1) одноосные — в виде прямой или согнутой палочки;

2) трехосные — в виде трех, взаимно перекрещивающихся под прямым углом палочек;

3) четырехосные — имеющие четыре оси, которые выходят из одной точки, причем три из них лежат в одной плоскости, а четвертая перпендикулярна им;

4) корневидные или неправильные — обычно измененные четырехосные иглы с корневидными выростами (рис. 14).

Трехосные и корневидные иглы в теле губок обычно срастаются и образуют прочные массивные скелеты. Иглы остальных типов остаются в теле губок свободными и после смерти и разложения организма распадаются и отлагаются на дне в разобщенном виде.

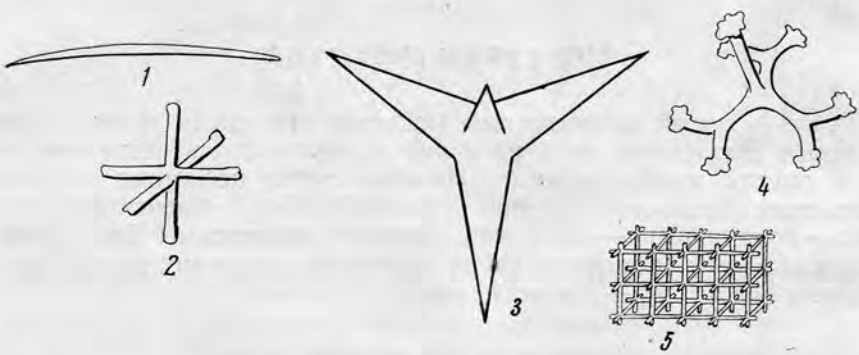


Рис. 14. Иглы губок

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

Ископаемые губки подразделяются на подклассы *известковых* и *кремнистых* губок.

Губки с известковым скелетом встречаются реже, так как большинство из них имеет не сросшиеся между собой иглы.

Из кремнистых губок геологическое значение имеют губки с массивными скелетами, объединяемые под названием *каменистых губок*.

Они собственно и являются наиболее важными руководящими ископаемыми среди губок.

Каменистые губки встречаются в ископаемом виде довольно часто, особенно в отложениях силурийской и меловой систем.

Одним из наиболее характерных и часто встречаемых представителей этих губок является род вентрикулитес (*Ventriculites*).



Рис. 15. *Ventriculites*

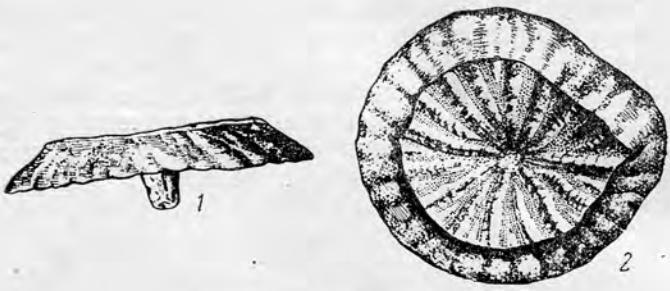


Рис. 16. *Coeloptychium*
1 — вид сбоку; *2* — вид сверху

Скелет вентрикулитеса имеет вид вытянутого или короткого конуса, иногда воронкообразной формы, с корневидными выростами внизу. Внутренняя полость глубокая, стенки складчатые, иглы трехосные (рис. 15). Вентрикулитесы характерны только для меловой системы. Некоторые роды каменистых губок имеют другую, например грибообразную, форму, как у цэлоптихиума (*Coeloptychium*). Эта губка также характерна для мелового периода (рис. 16).

Класс археоциаты (Archaeocyathida)

К типу губок условно причисляют своеобразный вымерший раннепалеозойский класс животных — археоциаты, — систематическое положение которых в естественной классификации животного мира еще недостаточно выяснено. У представителей этого класса наряду с типичными для губок особенностями наблюдаются черты, свойственные представителям более высокоорганизованного класса из типа кишечнополостных — коралловым полипам.

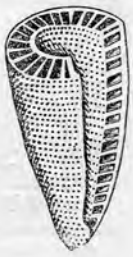


Рис. 17. *Archaeocyathus*

Многие ученые рассматривают археоциаты в качестве самостоятельного типа животных.

Большинство археоциатов, как и многие губки, имеют тело конусообразной формы с центральной полостью внутри. В отличие от губок тело археоциатов состоит из двух стенок, как бы из двух вложенных один в другой конусов. Стенки конусов не соприкасаются, и между ними располагаются радиальные (вертикальные) и горизонтальные известковые перегородки (рис. 17). Скелет археоциатов образован известковыми иглами. Стенки пронизаны порами. Среди археоциатов встречаются как одиночные, так и колониальные формы.

Археоциаты известны только в отложениях нижнего и, возможно, из низов среднего отделов кембрийской системы.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГУБОК И АРХЕОЦИАТОВ

Губки — древний тип. Они, по-видимому, имели значительное распространение в позднем протерозое и рифее (синии), о чем свидетельствуют отдельные находки в этих отложениях спикул губок. Однако, в связи с отсутствием у большинства губок массивного скелета, они плохо сохраняются в ископаемом виде и не имеют такого большого геологического значения, как другие группы беспозвоночных. Некоторые губки все же являются важными руководящими ископаемыми. Довольно широкое распространение получили, например, губки в силурийском и меловом периодах. Некоторые кремнистые породы различного возраста в значительной мере сложены из разобщенных игл кремневых губок. Таким образом, губки имеют немаловажное значение и как породообразующие организмы. Исключительное значение как руководящие организмы имеет класс археоциатов, остатки которых известны только в кембрийских отложениях. Известковые скелеты археоциатов местами образуют мощные толщи известняков.

ГЛАВА 6

ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ (COELENTERATA)

Кишечнополостные — водные, почти исключительно морские животные.

Внутренняя организация кишечнополостных более высокая, чем у губок: имеются нервные клетки, органы чувств, мускульная система. Большинство кишечнополостных имеет так называемые стрекательные клетки, по своему действию напоминающие жгучие клетки крапивы. Эти клетки насмерть поражают некоторых мелких животных, которыми питаются кишечнополостные, и служат средством защиты от врагов.

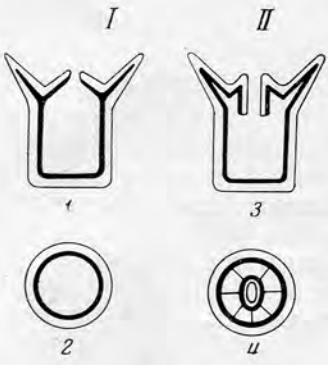


Рис. 18. Схема строения гидроидных (*I*) и коралловых (*II*) полипов
1, 3 — вертикальные разрезы; *2, 4* — поперечные разрезы

Строение тела кишечнополостных схематически можно представить в виде трехслойного мешочка, полого внутри, состоящего из эктодермы, эндодермы и промежуточного слоя, слизистого и бесструктурного, как у губок. Внутренняя центральная полость открывается наружу отверстием, которое получило название ротового отверстия. Эта единственная полость кишечнополостного является пищеварительной полостью и соответствует кишечному каналу более высокоорганизованных животных.

Через ротовое отверстие входит вода с питательными веществами, а затем через него же вода и отбросы пищи выводятся наружу. Свое название кишечнополостные получили в связи с наличием центральной полости (*цэлентерон* — центральная полость).

Характерной особенностью многих кишечнополостных является наличие твердого известкового скелета.

Тип кишечнополостных делится на несколько классов, из которых в ископаемом виде чаще всего встречаются представители класса коралловых полипов; в значительно меньшей мере представлен класс гидроидных полипов и некоторые другие (рис. 18).

Класс гидроидные полипы (Hydrozoa)

Гидроидные полипы — один из наиболее просто организованных классов кишечнополостных. Они живут в морских, реже в пресных водах.

У большинства представителей этого класса наблюдается чередование поколений. Одно из поколений представлено свободно плавающими планктонными организмами, так называемыми медузами, лишенными какого-либо скелета. Их студенистое тело напоминает по форме колокол.

Гидроидные медузы не сохраняются в ископаемом состоянии. Они размножаются половым путем, давая начало другому поколению — собственно полипам, живущим неподвижно, чаще всего прикрепляющимся ко дну.

Полип имеет мешковидное либо более или менее цилиндрическое тело, на верхнем конце которого расположен рот, окруженный венчиком щупальцев. Путем почкования гидроидные полипы образуют нередко большие колонии, в которых разные полипы часто имеют неодинаковые размеры и форму, выполняя и разные функции — питания, размножения, обороны от врагов и т. п. Бесполым путем полипы дают начало новому поколению медуз, ведущих одиночный образ жизни. Некоторые формы гидроидных полипов выделяют твердые скелетные образования (иногда известковые), всегда общие для всей колонии.

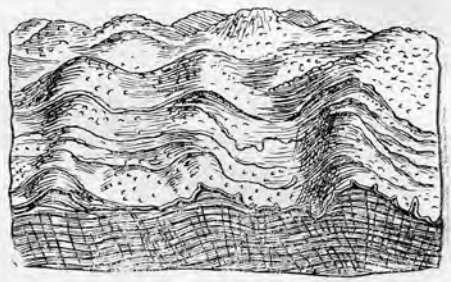


Рис. 19. *Stromatopora*

Из гидроидных полипов геологическое значение имеет вымершая группа — *строматопороидеи* (Stromatoporoidea). Они были колониальными организмами и имели общий для всей колонии скелет в виде лежащих один над другим тонких волнистых известковых слойков, соединенных тоненькими вертикальными столбиками. В трубковидных углублениях на поверхности слойков размещались полипы (рис. 19).

Строматопороидеи встречаются в отложениях от кембрийской до меловой системы, но подавляющее их большинство известно в палеозойских отложениях.

Класс коралловые полипы (Anthozoa)

Коралловые полипы — это морские животные, одиночные или колониальные. Колониальные кораллы часто принимают участие в образовании крупных коралловых рифов[1]. Рифообразующие кораллы живут только в мелководной полосе теплых морей (до 20—40 *м* глубины), со среднегодовой температурой воды не ниже 20° и постоянной нормальной соленостью воды (3,5%). Вода должна быть чистой, не загрязненной илистым материалом (в местах, где впадают реки, кораллы не развиваются). Кроме того, рифообразующие кораллы нуждаются в воде, богатой кислородом и мелкими планктонными организмами, служащими им пищей, вследствие чего они поселяются в областях с сильным прибоем, где происходит постоянное перемешивание воды с атмосферным воздухом. Одиночные кораллы живут на разных глубинах, иногда до 2000 *м* и более.

Коралловые полипы в отличие от гидроидных имеют внутреннюю полость, разделенную мягкими радиальными складками на камеры, и свешивающуюся в нее от ротового отверстия глоточную трубку. Вокруг

[1] Рифы — известковые постройки, имеющие вид островов или отмелей и образованные скелетами различных колониальных морских организмов.

ротового отверстия полипа располагается венчик яркоокрашенных щупальцев, благодаря которым некоторые кораллы по внешнему виду напоминают цветы. Этим объясняется латинское название класса (от греческих слов: *антос* — цветок, *зоон* — животное; животные-цветы).

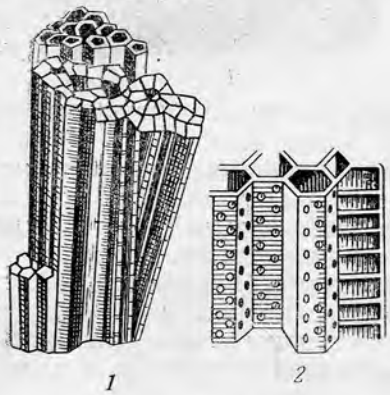
В колонии коралловых полипов нет разделения труда: все особи совершенно одинаковы. Нет у коралловых полипов и медузоидного поколения.

Большинство кораллов выделяют твердую известковую трубочку или чашечку (скелет). Внутри чашечки или трубочки могут быть различные известковые образования — радиальные известковые перегородки, или *септы*, заходящие внутрь мягких радиальных складок, горизонтальные известковые перегородки, или *днища*, делящие трубочку поперек, и т. п. Известковые чашечки, или скелеты, отдельных особей кораллов получили название *кораллитов*.

Класс коралловых полипов делится на три подкласса: 1) *восьмилучевые кораллы*, 2) *табуляты* и 3) *зоонтарии*. Наибольший геологический интерес из них представляют подкласс табуляты и отряд четырехлучевых кораллов из подкласса зоонтарии, так как они жили и вымерли в палеозое.

ПОДКЛАСС ТАБУЛЯТЫ

Табуляты (Tabulata) — вымершая палеозойская группа кораллов. У них хорошо развиты горизонтальные известковые перегородки — днища. Эта особенность легла в основу названия группы (*табуля* — полатыни днище). Радиальные известковые перегородки слабо выявлены.



1 *2*

Рис. 20. *Favosites*
1 — общий вид колонии; *2* — часть колонии в увеличенном виде



Рис. 21. *Chaetetes*

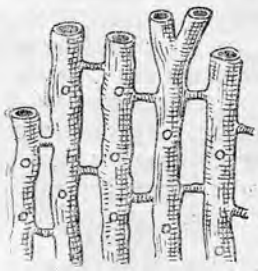


Рис. 22. *Syringopora*

Остановимся на описании некоторых представителей табулят.

Род фавозитес (*Favosites*). Колония состоит из длинных, призматических, многоугольных кораллитов, плотно примыкающих один к другому, наподобие ячей медовых сот (*фавус* — медовые соты). Днища хорошо выражены, радиальные известковые перегородки отсутствуют или в виде зачатков. Стенки кораллитов пористые (рис. 20).

Распространение. Ордовик — пермь.

Род хализитес (*Halysites*). Колония состоит из трубчатых, сплюснутых с боков кораллитов, расположенных цепочкообразными рядами. Днища хорошо выражены и многочисленны. Радиальные перегородки отсутствуют или выражены в виде вертикальных рядов мелких бугорков (см.

рис. 119—*8*). Название рода происходит от основного признака — расположения кораллитов цепью (*хализис* — цепь).

Распространение. Силур — девон.

Род хэтетес (Chaetetes). Колония состоит из очень тонких длинных кораллитов в виде многоугольных призматических трубочек, тесно примыкающих друг к другу. Днища хорошо выражены, радиальных перегородок нет (рис. 21).

Распространение. Ордовик — триас. Некоторые виды весьма характерны для каменноугольной системы.

Род сирингопора (Syringopora). Кораллиты имеют вид пористых, часто изогнутых трубок — признак, по которому дано название рода (*сиринкс* — дудка, *порос* — поры). Стенки трубок не соприкасаются и соединяются поперечными трубочками. Днища воронкообразные, септы слабо развиты (рис. 22).

Распространение. Силур — каменноугольная система.

Отряд четырехлучевые кораллы

Четырехлучевые кораллы (Tetracoralla) образуют вымерший палеозойский отряд подкласса зоонтарий. Они представлены колониальными и одиночными формами. В кораллитах хорошо выражены как днища, так и септы, число которых в течение жизни кораллов сильно увеличивается. Свое название четырехлучевые кораллы (*тетра* — по-гречески четыре) получили в связи с тем, что новые септы у них закладываются в четырех секторах, или квадрантах, кораллита одновременно. У взрослых кораллов количество септ очень велико. Кроме днищ и септ, внутри

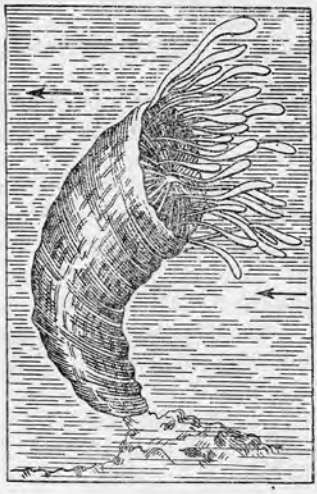


Рис. 23. *Zaphrentis* (реставрация)

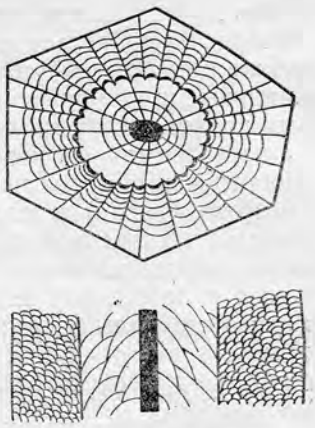


Рис. 24. *Lithostrotion*

кораллита образуются и другие известковые образования. К ним относится *известковый столбик* в центре кораллита. Иногда столбик образуется за счет слияния концов септ и тогда называется «ложным». Промежутки между септами и днищами часто заполняются губчатой известковой тканью.

Стенки кораллитов одиночных кораллов часто покрыты ребрами, или морщинами, отчего отряд получил еще название Rugosa (от латинского слова *руге* — морщина).

Род зафрентис (Zaphrentis). Одиночный коралл, согнутый в виде рога, конический, с многочисленными радиальными перегородками (сеп-

тами). По этому признаку род получил свое название (от латинских слов: *за* — очень, *френтис* — перегородки; много перегородок). Наиболее крупные септы доходят до середины тела. Днища хорошо выражены. Столбик отсутствует. На поверхности коралла имеются морщины (рис. 23).

Распространение. Силур — каменноугольная система.

Род литостроцион (Litostrotion). Колониальный кустистый или массивный коралл. Кораллиты имеют цилиндрическое (у кустистых) или многоугольное (у массивных) сечение. Септы и днища многочисленны. В центре чашечки имеется столбик, сжатый с боков, что характерно для литостроционов (рис. 24). Название роду дано по наличию внутри чашечки известкового столбика (*литос* — камень, *строцион* — балка).

Распространение. Каменноугольная система.

Род лонсдалея (Lonsdaleia). Колониальная форма с многоугольными кораллитами. Столбик «ложный», и септы хорошо выражены вблизи от него, а к краям они исчезают. Днища многочисленны. Сильно развита известковая губчатая ткань (см. рис. 125—*1*).

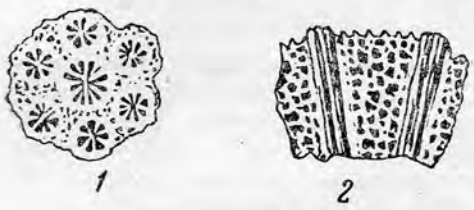


Рис. 25. *Madrepora*
1 — поперечный разрез; *2* — продольный разрез

Распространение. Каменноугольная и пермская системы.

Род кальцеола (Calceola). Одиночный коралл треугольной формы, напоминающий переднюю часть туфельки. Имеет полуовальную крышечку. По внутреннему краю чашечки коралла наблюдаются многочисленные зачатки септ (см. рис. 121—*2*).

Распространение. Силур — каменноугольная система; особенно широко в девонских отложениях.

Среди других, более молодых групп коралловых полипов определенный интерес приобретает отряд шестилучевых кораллов, принадлежащих также к подклассу зоонтарий. К шестилучевым кораллам относятся колониальные и одиночные кораллы с хорошо развитыми септами, число которых кратно шести на стадиях индивидуального развития. Днища и другие дополнительные известковые образования развиты слабо.

Шестилучевые кораллы (*гекса* — по-гречески шесть) известны с начала мезозоя (триас) и широко распространены в современных морях.

Одним из характерных представителей современных шестилучевых рифообразующих кораллов является род мадрепора (*Madrepora*). Он известен с палеогеновой эпохи до наших дней (рис. 25).

Некоторые виды шестилучевых кораллов являются руководящими ископаемыми для юрских и меловых отложений, но такого значения, как палеозойские группы кораллов, они не имеют.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ КИШЕЧНОПОЛОСТНЫХ

Кишечнополостные представлены в ископаемом виде в большом количестве. Их значение для геологии повышается тем, что целые группы, соответствующие отрядам и подклассам, например четырехлучевые кораллы, табуляты, строматопороидеи, жили исключительно в палеозое.

Коралловые полипы активно участвуют в осадконакоплении. Многие толщи известняков девонской, каменноугольной, юрской и других систем сложены частично или почти целиком из известковых скелетов рифообразующих кораллов.

Учитывая различные условия обитания кишечнополостных, можно по их остаткам восстанавливать физико-географические условия минувших эпох.

ГЛАВА 7

НАДТИП ЧЕРВИ (VERMES)

Черви — чрезвычайно обширная группа животных, объединяющая несколько типов, имеющих некоторые общие черты строения. Для удобства и простоты изложения они рассматриваются здесь совместно, под общим названием. За редким исключением, черви не имеют твердого минерального скелета и поэтому в ископаемом состоянии мало известны.

По своей внутренней организации большинство червей стоят выше предыдущих типов. У них имеются довольно хорошо развитая пищеварительная система, нервная система, органы чувств, выделительная система и некоторые другие органы. В ископаемом виде встречаются отпечатки тела червей. Такие отпечатки обнаружены, в частности, в глинистых сланцах кембрийского возраста, что указывает на древность данной группы животных.



Рис. 26. *Serpula*

Некоторое геологическое значение приобретает тип кольчатых червей, большинство которых обитает в море. Немногие из них выделяют даже твердую известковую оболочку — трубку. Такие известковые трубки обычно прирастают к водорослям, крупным раковинам и др. Некоторые хищные черви имеют хорошо развитые хитиновые челюсти с зубами, которые тоже иногда встречаются в ископаемом виде.

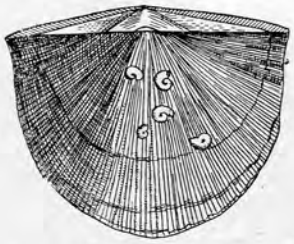


Рис. 27. Спирорбисы, прикрепленные к раковине брахиоподы

Среди ископаемых остатков червей чаще всего встречаются известковые трубочки серпул и спирорбисов.

Род серпула (Serpula). Морские черви, выделяющие известковые трубки. Трубки часто закручены. Прикрепляются к посторонним предметам или друг к другу (рис. 26).

Распространение. Силур — настоящее время. В некоторых слоях меловой и неогеновой систем встречаются в виде массовых скоплений.

Род спирорбис *(Spirorbis).* Маленькие спирально свернутые (улиткообразные) известковые трубочки. Прикрепляются к посторонним предметам (рис. 27).

Распространение. Ордовик — настоящее время.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЧЕРВЕЙ

Черви известны с конца докембрия и по настоящее время. Геологическое значение их небольшое. Только отдельные виды серпул имеют некоторое руководящее значение. Известковые трубочки червей сов-

местно с известковыми скелетами других морских животных (известковые водоросли, мшанки и др.) составляют нередко существенную часть известняков; таким образом, они могут оказаться и породообразующими организмами. Известняки, сложенные почти исключительно трубочками серпул, называются серпуловыми. Они встречаются сравнительно редко.

ГЛАВА 8

ТИП МШАНКИ (BRYOZOA)

Мшанки — прикрепленные, колониальные животные, преимущественно морские. Их колонии имеют вид мелких ветвящихся кустиков или шаровидных тел. Иногда мшанки в виде корки или пленки покрывают

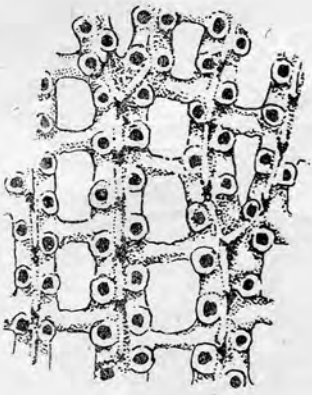


Рис. 28. *Fenestella*. Увеличено

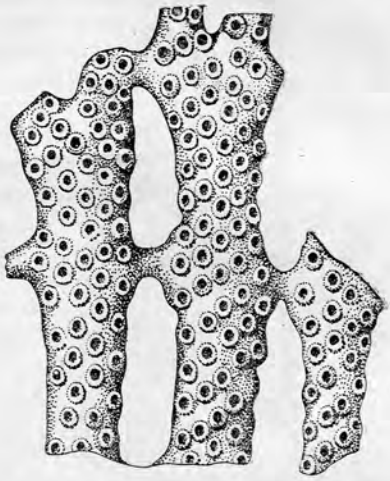


Рис. 29. *Polypora*. Увеличено

твердые подводные предметы. Внешне они несколько напоминают мох или лишайник, с чем и связано их название (*брио* — мох, *зоон* — животное).

Колонии мшанок состоят из многочисленных особей, располагающихся в отдельных ячейках (роговых или известковых). Величина отдельной особи редко превышает 3 *мм*. Тело особи мшанки мешковидное, вверху с ротовым отверстием, вокруг которого располагается венчик из щупальцев. Анальное отверстие находится у одних мшанок снаружи, у других внутри венчика (этот признак положен в основу подразделения на подклассы).

Хотя внутренняя организация мшанок гораздо сложнее, чем у кишечнополостных, но их колонии также образуются путем почкования и многими особенностями напоминают колонию гидроидных полипов. Некоторые мшанки являются рифообразователями.

Известно несколько тысяч ископаемых видов мшанок.

Род фенестелла (Fenestella). Колония имеет воронкообразную или веерообразную форму и состоит из изящных тоненьких известковых веточек, соединенных перемычками. Каждая веточка имеет два ряда отверстий (ячеек). Колонии фенестелл образуют скопления (рис. 28) и являются важными породообразующими организмами, особенно в отложениях каменноугольной и пермской систем.

Распространение. Ордовик — пермь.

Род полипора (Polypora). Колония по своему внешнему виду и строению сходна с фенестеллой, но на веточках располагается по нескольку рядов отверстий, или ячеек (рис. 29).

Распространение. Силур — пермь.

Род мембранипора (Membranipora). Скелет колонии состоит из трубчатых овальных ячеек. Верхняя часть ячеек сложена роговым веществом и поэтому плохо сохраняется в ископаемом виде.

Распространение. Мел — настоящее время. Широко представлен в неогеновых отложениях.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ МШАНОК

Некоторые палеозойские роды служат важными руководящими ископаемыми и породообразователями. В неогеновом периоде в бассейнах с пониженной соленостью мшанки (например, мембранипоры) являлись породообразующими организмами (рифовые известняки горы Митридат в Керчи). Ископаемые мшанки помогают выяснить некоторые особенности водных бассейнов минувших эпох.

ГЛАВА 9

ТИП ПЛЕЧЕНОГИЕ (BRACHIOPODA)

Плеченогие — морские одиночные животные, которые ведут донный образ жизни.

Тело плеченогого заключено в двустворчатую раковину. Створки раковины прикрывают тело с брюшной и спинной сторон. Брюшная створка обычно выпуклая и бóльших размеров, чем спинная. Последняя нередко бывает плоской или даже вогнутой. В задней части створок раковины располагаются возвышения, или макушки, обычно несколько приостренные. Макушка брюшной створки, как правило, больше макушки спинной створки и несколько выступает над задним краем раковины. Задний край является смычным, или замочным, т. е. вдоль него створки сочленяются друг с другом. На переднем крае раковина может приоткрываться.



Рис. 30. Схема плеченогого, прикрепленного с помощью ножки

Плоскость симметрии раковины плеченогих проходит от заднего к переднему краю и делит обе створки на две равные части. Это характерный признак раковин плеченогих.

Плеченогие обычно прикрепляются ко дну с помощью *стебелька,* или *ножки.* Ножка выходит через отверстие, расположенное в макушке или под макушкой брюшной створки (рис. 30). У некоторых примитивных форм специальное отверстие отсутствует, и ножка выходит прямо в щель между створками на их заднем крае. Формы, не имеющие ножки, прирастают брюшной створкой к какому-либо предмету или дну либо с помощью специальных эластичных шипов, покрывающих поверхность раковины, задерживаются среди коралловых построек или водорослевых зарослей.

На заднем крае, под макушками, у многих плеченогих обособляется часть поверхности створок в виде узкой площадки, которая получила название *ареи.* На брюшной створке арея обычно лучше выражена, чем на спинной.

Мягкое тело плеченогих устроено довольно сложно. У них есть кровеносная и нервная системы и различные внутренние органы. Основная часть тела с внутренними органами занимает заднюю, примакушечную,

часть полости раковины. Передняя часть полости раковины занята расположенными по бокам ротового отверстия двумя спиральными бахромчатыми выростами тела, которые предназначены для захвата пищи и отчасти выполняют функции дыхания. Они названы *руками*. Руки многих плеченогих имеют специальный поддерживающий их внутренний известковый скелет, получивший название *ручного аппарата*. Ручной аппарат может иметь вид двух согнутых отростков (рис. 31), петель (рис. 32) или спиралей (рис. 33). Он прикреплен к внутренней поверхности спинной створки.

Створки раковины сочленяются у заднего края с помощью специальных *мускулов* или с помощью особого *замка*. Замок располагается на внутренней стороне заднего края створок, под макушкой. Он состоит обычно из двух *выступов*, или *зубов*, расположенных под макушкой брюшной створки, и двух соответствующих им *ямок* под макушкой



Рис. 31. Схема строения спинной створки *Rhynchonella* изнутри
po — ручные отростки

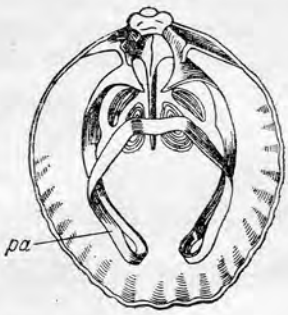


Рис. 32. Спинная створка современного плеченого *Waldheimia* с внутренней стороны
pa — ручной аппарат, петлевидный

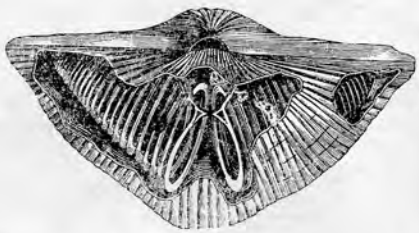


Рис. 33. Раковина *Spirifer*. Спинная створка взломана. Видны конические спирали известкового ручного аппарата

спинной створки. Кроме того, в состав замка входит замочный отросток под макушкой спинной створки и ряд других известковых образований.

Раковины плеченогих состоят либо из рогового вещества, пропитанного фосфорнокислой известью (известково-роговые раковины), либо из углекислой извести (известковые раковины). Наружная поверхность раковин может быть гладкой или покрытой ребрами и складками.

В настоящее время плеченогие обитают в основном на больших глубинах и мало распространены. Но в прошлом, особенно в палеозое, они были одними из самых многочисленных и разнообразных морских животных и жили главным образом в мелководных частях морей.

Тип плеченогих делится на два класса: 1) *беззамковые* и 2) *замковые*.

Класс беззамковые плеченогие (Inarticulata)

Замок и ручной аппарат у беззамковых плеченогих отсутствуют, створки сочленяются с помощью мускулов. Раковины известково-роговые и лишь у некоторых форм — известковые. Класс беззамковых объединяет наиболее примитивных и обычно древних плеченогих и является довольно многочисленным.

Род лингула (Lingula). Раковина известково-роговая, удлиненная, языковидная, почти равностворчатая. Поверхность створок гладкая, с концентрическими следами нарастания. Макушки заостренные. Ножка выходит между створками (рис. 34).

Распространение. Силур — настоящее время.

Род оболус (Obolus). Раковина известково-роговая, небольших размеров, округлая или овальная, гладкая или с тонкими концентрическими следами нарастания на поверхности. Имеется ареа, которая лучше выражена на брюшной створке. Посредине ареи имеется желобок для ножки (см. рис. 118—*1*).



Рис. 34. *Lingula* сов
1 — брюшная створка; *2* — вид раковины сбоку; *3* — стрелками показаны направлены токов воды

представители этого
ших ископаемых и играют большую
нем палеозое широкое распростра-
е. Замковые появились еще в кемб-
ачинается в ордовикском периоде.
е плеченогих, особенно в связи с по-
ств, как продуктиды, спириферид
Эти семейства дают большое число

Распространение. Средний кембрий — ордовик.

Класс замковые плеченогие (Articulata)

Замковые плеченогие имеют замок. Раковины у них известковые. Большинство замковых имеет ручной аппарат. Класс представлен большим разнообразием форм.

Род продуктус (Productus). Створки неодинаковые: брюшная выпуклая, особенно сильно в примакушечной части, спинная — плоская или вогнутая. Ареи нет. Замок состоит из замочного отростка на спинной створке. Наружная поверхность створок обычно покрыта радиальными ребрами или концентрическими складками, или теми и другими. Ножка отсутствует.

На поверхности створок (преимущественно брюшной) имелись длинные шипы, с помощью которых раковина прикреплялась к посторонним предметам. В ископаемом виде эти шипы почти не сохраняются; об их присутствии свидетельствуют бугорки на поверхности створки. Ручной аппарат отсутствует (см. рис. 125—*3, 4*; 127 — *1*).

Родовое название продуктус раньше применялось к обширной группе брахиопод, выделенной в настоящее время как семейство Productidae, в которое входит много самостоятельных родов *(Productus, Dictyoclostus, Echinoconchus, Gigantoproductus* и др.). Однако название *Productus* в широком смысле этого слова продолжает сохраняться и используется для предварительного определения представителей этой большой и своеобразной группы плеченогих.

Распространение. Верхний девон — пермь. Многие виды этой обширной группы являются важнейшими руководящими ископаемыми для каменноугольной и пермской систем.

Род ринхонелла (Rhynchonella). Раковины обычно вздутые с заостренными клювообразными макушками (название рода происходит от латинского слова *ринхос* — клюв). Под макушкой брюшной створки имеется отверстие для ножки. Поверхность створок гладкая или радиально-ребристая.

На наружной поверхности брюшной створки прослеживается срединное углубление, которое получило название *синуса.* Этому углублению на спинной створке соответствует срединная выпуклая складка — *выступ,* или *седло.* Синус и седло выражены у переднего края раковины и сходят на нет у заднего края (возле макушки). Внутри раковины, под макушкой спинной створки, располагается ручной аппарат в виде двух загнутых отростков. Арея отсутствует (рис. 35).

Ринхонеллы, так же как и продуктусы, в настоящее время образуют обширное семейство, в котором выделяется большое число самостоятельных родов (*Camaratoechia, Hypothyridina* и др.).

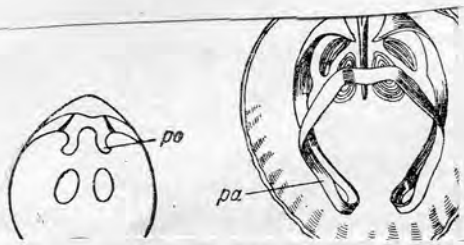


Рис. 35. *Rhynchonella*

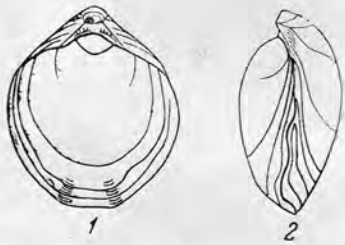


Рис. 36. *Terebratula*
1 — брюшная створка изнутри; *2* — вид сбоку

Распространение. Ордовик — настоящее время. Большинство ринхонеллид являются важными руководящими ископаемыми для палеозойских, особенно для девонских, отложений.

Род спирифер (Spirifer). Раковина с выпуклыми створками и хорошо развитой на прямом замочном крае брюшной створки ареей. Поверхность створок покрыта радиальными ребрами. Небольшая макушка брюшной створки сильно загнута. Арея под макушкой прорезана треугольной выемкой для ножки. На поверхности брюшной створки имеется синус, на спинной — седло. Замок выражен хорошо. Ручной аппарат в виде двух конических спиралей, которые сближаются своими основаниями под макушкой; вершины их направлены к концам замкового края (см. рис. 119—*2*; 121—*4, 6*; 125—*2*; 127—*4*). Свое название род и получил в связи с особенностями строения ручного аппарата (от латинских слов: *спиро* — спираль, *феро* — несу).

Род спирифер, как и другие роды плеченогих, выделен давно и объединяет много представителей. Он сейчас тоже рассматривается как семейство и разделен на целый ряд самостоятельных родов (*Spirifer, Cyrtospirifer, Eospirifer, Neospirifer, Choristites* и др.).

Распространение. Силур — пермь. Для каждой системы палеозоя (начиная с силура) спириферидьі дают ряд руководящих видов.

Род теребратула (Terebratula). Поверхность раковины гладкая, макушка брюшной створки высокая, с округлым отверстием для ножки (рис. 36). Из рода теребратула выделено несколько новых родов.

Распространение. Триас — настоящее время. Некоторые теребратулы являются важными руководящими ископаемыми для мезозоя.

Род пентамерус (Pentamerus). Створки весьма неравные, выпуклые, обычно с сильно загнутыми макушками, особенно на брюшной створке. Брюшная створка сильно вздута. Поверхность раковины гладкая или

радиально-ребристая. Замок имеет хорошо развитые пластинки. Арея отсутствует (см. рис. 119—*1*; 121—*3*).

Характерной особенностью внутреннего строения пентамерусов является присутствие на брюшной створке срединной перегородки, которая протягивается от заднего края к переднему, не доходя до последнего. Вдоль этой перегородки створки легко раскалываются на части.

Род пентамерус в настоящее время рассматривается как семейство, состоящее из нескольких родов (*Pentamerus, Conchidium* и др.).

Распространение. Силур — девон.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПЛЕЧЕНОГИХ

Геологическое значение плеченогих огромное. Подавляющее число ископаемых плеченогих приурочено к породам палеозойской группы. В среднем и позднем палеозое плеченогие находились в расцвете и занимали ведущее место среди всех остальных групп морских донных беспозвоночных того времени. Многие представители этого типа принадлежат к числу важнейших руководящих ископаемых и играют большую роль в стратиграфии палеозоя. В раннем палеозое широкое распространение имели беззамковые плеченогие. Замковые появились еще в кембрийском периоде, но их расцвет начинается в ордовикском периоде. С этого времени возрастает значение плеченогих, особенно в связи с появлением и расцветом таких семейств, как продуктиды, спириферы, ринхонеллиды и некоторые другие. Эти семейства дают большое число руководящих ископаемых для отложений девонской, каменноугольной и пермской систем.

В конце палеозоя большинство плеченогих вымирают, и в мезозое они представлены сравнительно небольшим количеством форм, но все же некоторые из них являются руководящими ископаемыми (например, теребратулы). В кайнозое плеченогих мало.

Палеозойские плеченогие также играют большую роль в породообразовании, особенно в девонском и каменноугольном периодах. Их раковины являются важной составной частью палеозойских известняков (брахиоподовые известняки).

ГЛАВА 10

ТИП МОЛЛЮСКИ (MOLLUSCA)

Моллюски, или, как их иначе называют, мягкотелые, — одна из важнейших для геологии и весьма многочисленная группа беспозвоночных животных. Большинство моллюсков имеют твердые известковые раковины, которые довольно хорошо сохраняются в ископаемом состоянии.

Моллюски обладают, как правило, двусторонней симметрией тела и довольно высокоорганизованны (имеют кровеносную систему с сердцем, сложно устроенные пищеварительные органы, нервную систему, органы чувств и т. д.). На брюшной стороне животного есть мускульный орган — *нога,* с помощью которой организм передвигается. Мягкое тело животного покрыто складкой кожи — *мантией,* которая выделяет раковину — хитиновую или чаще известковую.

Моллюски — в подавляющем большинстве водные животные, преимущественно морские, но некоторые живут в реках и озерах или ведут наземный образ жизни. Морские моллюски встречаются на различных глубинах моря, и одни из них ведут донный, другие плавающий образ жизни (как нектонный, так и планктонный). Число видов моллюсков превышает 100 000.

Тип моллюсков делится на пять классов[1].

1. *Пелециподы* (Pelecypoda), или пластинчатожаберные (Lamellibranchiata).

Название класса в первом случае дано по наличию ноги, имеющей сплюснутую форму наподобие топора («топороногие»), во втором — по присутствию внутри раковины хорошо развитых пластинчатых жабер. Их называют еще двустворчатыми моллюсками, так как они снабжены двустворчатой раковиной.

2. *Брюхоногие* (Gastropoda) — улиткообразные моллюски со спирально завитой раковиной, из которой выдвигается наружу мускулистый орган («нога»), содействующий передвижению.

3. *Головоногие* (Cephalopoda) — высокоорганизованные животные, в головной части тела которых имеются щупальцы, выполняющие отчасти функции органов передвижения.

Перечисленные три класса включают подавляющее большинство моллюсков и чрезвычайно богато представлены в ископаемом состоянии; остальные два класса — *лопатоногие* (Scaphopoda) и червеобразные (Amphineura) — встречаются редко, геологического значения не имеют, и поэтому их описание здесь не приводится.

Класс пелециподы (Pelecypoda)

Пелециподы — обширный класс водных, в основном морских, организмов.

Тело пелециипод заключено в раковину, состоящую из двух обычно одинаковых створок. Створки раковин покрывают тело организма с боков и именуются соответственно *правой* и *левой*. У большинства пелеципод створки подобны друг другу и являются как бы зеркальным отображением одна другой, так что плоскость симметрии проходит между ними, по их сочленению. На внутренней стороне створок, ближе к нижнему краю, обычно протягивается тонкая черта, которая получила название *мантийной линии*. Вдоль этой линии у живого организма прикрепляется к раковине мантия. От задней части тела отходит двойная трубка *(сифон)*, образованная свернутым краем мантии. В одно отверстие трубки входит вода с питательными частицами и кислородом, а из другого отверстия она выходит с отбросами пищи. У форм, имеющих хорошо развитый сифон, в заднем крае раковины образуется выемка в мантийной линии, иногда очень глубокая, которая получила название *мантийного синуса*, или *мантийной бухты*. Контур синуса хорошо запечатлевается на внутренней поверхности раковины (рис. 37).

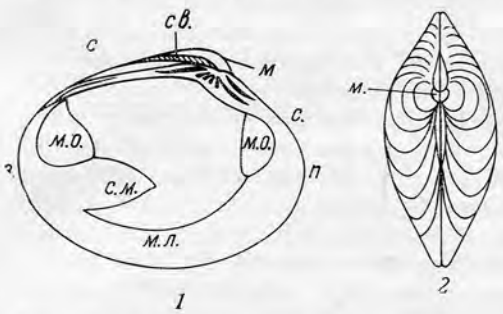


Рис. 37. Схема строения раковины пелециподы

1 — левая створка изнутри; *2* — вид на обе створки со спинной стороны; *м.* — макушка; *с.—с.* — спинной край; *п.* — передний край; *з.* — задний край; *м. о.* — мускульные отпечатки; *м. л.* — мантийная линия; *с. м.* — синус мантийной линии; *св.* — связка

Створки раковины имеют макушки, у большинства пелеципод одинаковые на обеих створках. Край створки, на котором расположена макушка, является спинным, или верхним, краем, противоположный край — брюшным, или нижним, краем. Макушки у большинства пелеципод при-

[1] Название классов моллюсков, как и многих других групп животных, связано с особенностями строения, формы и функции отдельных органов или всего тела.

ближены к переднему краю. Положение макушек и мантийного синуса в большинстве случаев помогает определить передний и задний края раковины и установить, какая створка является правой и какая — левой. Для этого нужно поставить раковину так, чтобы задний край был обращен к наблюдателю, а передний — от него. Тогда справа расположится правая створка, а слева — левая.

На спинном, или верхнем, крае обеих створок, под макушкой, с внутренней стороны имеются известковые *отростки*, или *зубы*, разделенные *ямками*. Зубы каждой створки входят в ямки противоположной створки и образуют *замок*, который служит для сочленения створок. У некоторых пелеципод замок отсутствует. Кроме того, для сочленения створок у замочного края имеется *связка*, состоящая из эластичного вещества. Связка содействует также раскрыванию раковины.

Внутри раковины имеются мускулы, которые служат для ее замыкания. Места прикрепления этих мускулов к створкам обычно хорошо сохраняются на отпечатках. Замыкающих мускулов бывает один или два. В первом случае их отпечатки наблюдаются в центре створки или вблизи него, во втором — у переднего и заднего краев створок.

Наружная поверхность створок бывает гладкой, чаще же она покрыта радиальными ребрами и концентрическими складками, иногда с выростами и шипами. Такие образования на поверхности створок получили название *скульптуры* раковины.

Раковины, у которых макушки расположены на одинаковом расстоянии от переднего и заднего краев, называются *равносторонними*. Большинство пелеципод имеют *неравносторонние* раковины. У некоторых пелеципод под макушкой имеется арея.

Раковины пелеципод состоят обычно из трех слоев: наружного — рогового, среднего — призматического (из тонких известковых призмочек) и внутреннего — фарфоровидного или перламутрового (из карбонатных пластинок), нередко с иризирующей поверхностью.

Одним из важнейших признаков для распознавания отдельных групп пелеципод является строение замка раковин.

У пелеципод различают несколько типов замков. Ограничимся здесь упрощенным подразделением замков пелеципод на три группы:

1. *Рядозубый* — отличается многочисленными, обычно одинаковыми по размерам зубами (рис. 38).

2. *Разнозубый* — с зубами различной величины. Под макушкой находятся короткие, направленные обычно вертикально, *срединные*, или *кардинальные*, зубы, а по бокам от них протягиваются удлиненные *боковые* зубы, идущие обычно параллельно верхнему краю створки (см. рис. 40).

3. *Беззубый* — зубы отсутствуют или слабо выражены. Сочленение створок осуществляется только с помощью связок (см. рис. 136—*3*).

Род пектункулус (*Pectunculus*). Раковина округлая, почти равносторонняя, массивная, часто довольно большая. Макушки слегка повернуты в сторону заднего края. На поверхности раковины хорошо выражены концентрические следы нарастания, наблюдаются также радиальные ребра. Замок рядозубый. Зубы в передней и задней частях замочного (верхнего) края сильно наклонены, а под макушкой слабо развиты. Между макушкой и замком имеется треугольная площадка для связки. Отпечатки замыкающих мускулов овальные. Нижний край створок изнутри зазубрен (см. рис. 38).

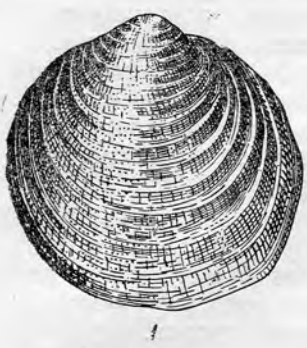
Распространение. Мел — настоящее время. Широко представлен в палеогеновых и неогеновых морских отложениях.

Род астарте (*Astarte*). Раковина толстостенная, овальная, с концентрическими ребрами. Замок разнозубый. На левой створке два кардинальных зуба, на правой — один треугольной формы. Боковые зубы

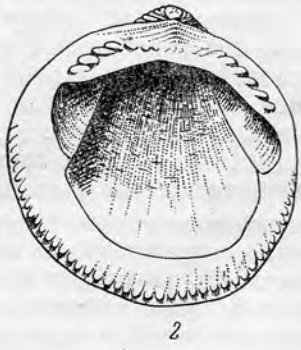
слабо выражены. Нижний край створок изнутри покрыт мелкими зубчиками (рис. 39).

Распространение. Пермь — настоящее время.

Род мактра (*Mactra*). Раковина овальной или треугольной формы. Поверхность гладкая или покрыта концентрическими следами нараста-



1



2

Рис. 38. *Pectunculus*
1 — вид снаружи; *2* — вид изнутри

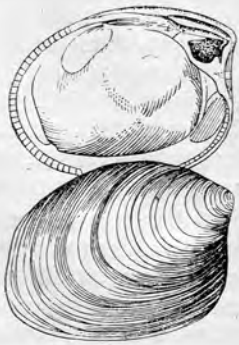
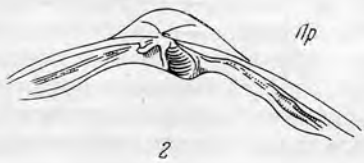


Рис. 39. *Astarte*

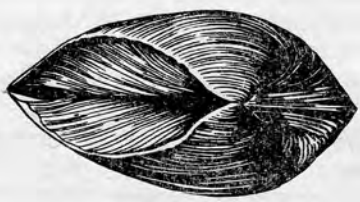
ния. На поверхности раковины обычно выступает килевидный перегиб, идущий от макушки к задне-нижнему краю. Замок разнозубый. В правой створке имеются два кардинальных зуба (задний из них сливается с краем связочной ямки) и по два боковых зуба по обе стороны от них.



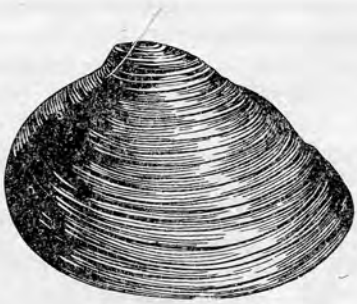
1



2



3



4

Рис. 40. *Mactra*
1 и *2*—замок левой (*л*) и правой (*пр*) створок; *3*—вид сверху; *4*—левая створка

В левой створке один кардинальный зуб, разветвляющийся надвое, и по одному боковому зубу по обе стороны от него. Имеется неглубокий мантийный синус. Отпечатки замыкающих мускулов хорошо видны (рис. 40).

Распространение. Мел — настоящее время. Дает много руководящих видов для различных зон неогена.

Род гиппуритес (*Hippurites*). Своеобразный прикрепленный организм. Правая створка имеет форму конуса, вершина которого прирас-

тает ко дну. Левая створка образует крышку, на нижней стороне которой развиты массивные зубы, входящие в ямки нижней створки. Внешне организм несколько напоминает одиночный коррал. Некоторые гиппуриты достигали 1 *м* в длину (рис. 41).

Распространение. Мел.

Род иноцерамус (*Inoceramus*). Раковина крупная, массивная, неравностворчатая, неравносторонняя, с грубыми концентрическими складками на поверхности. Макушка располагается ближе к переднему краю. Зубы отсутствуют, створки сочленяются с помощью связки (см. рис. 134—*3, 4*).

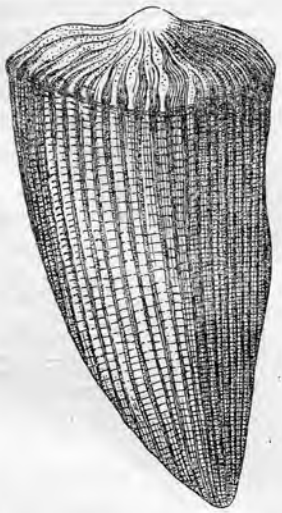


Рис. 41. *Hippurites*

Распространение. Юра — мел. Большинство видов характерно для мела.

Род устрица (Ostrea). Раковина неравностворчатая, неравносторонняя, обычно крупная, с изменчивыми очертаниями. Левая створка большая, выпуклая, прирастает ко дну, правая — меньших размеров, плоская или вогнутая. Левая створка часто покрыта ребрами с утолщениями, несет концентрические следы нарастания. Под макушкой с внутренней стороны створок имеется треугольная ямка для связки, лежащая посредине плоской площадки, покрытой продольными черточками. Имеется также один крупный отпечаток замыкающего мускула, расположенный почти в центре раковины (см. рис. 136—*3*).

Устрицы живут в мелководной полосе морей на каменистом или песчаном дне, образуя так называемые устричные банки (скопления прирастающих друг к другу раковин, иногда значительно возвышающиеся над дном). Некоторые виды современных устриц являются съедобными и служат объектом морского промысла.

Распространение. Триас — настоящее время. Устрицы образуют ряд руководящих видов для юры, мела, палеогеновых и неогеновых отложений.

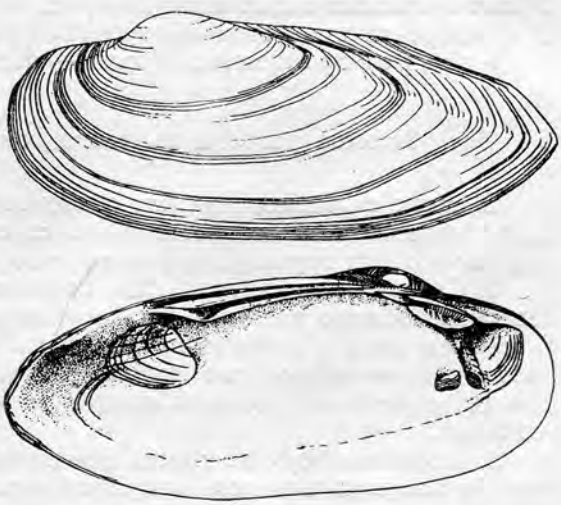


Рис. 42. *Unio*

Кроме рода остреа, различают близкие к нему роды грифеа *(Gryphaea)*, с клювообразно загнутой макушкой, и экзогира (*Exogyra*), с макушкой, свернутой набок.

Род пектен (Pecten). Раковина тонкая, равносторонняя и равностворчатая, более или менее плоская. По обе стороны макушки обычно присутствуют ушкообразные выросты («ушки»). Замок слабо развит, но всегда есть треугольная ямка для связки. На внутренней поверхности створок имеется один отпечаток замыкающего мускула, расположенного эксцентрично. Поверхность раковины покрыта радиальными ребрами, реже — гладкая (см. рис. 136—*5*). Название рода происходит от слова *пектен*—

гребень; часто пектены именуются гребешками благодаря некоторому сходству со старинным женским головным гребнем.

Пектен — обширный род и в настоящее время разделен на несколько самостоятельных родов (*Chlamus, Amussium* и др.).

Распространение. Девон — настоящее время. Как руководящие ископаемые особенно важны для верхнего мела, палеогеновых и неогеновых отложений.

Род унио (*Unio*). Раковина вытянута в длину, неравносторонняя (макушка приближена к переднему краю), толстостенная, с хорошо развитым перламутровым слоем внутри и роговым слоем снаружи. Поверхность раковины гладкая, с концентрическими следами нарастания. На поверхности имеется перегиб, идущий от макушки к заднему краю. Замок в правой створке представлен одним кардинальным зубом и одним боковым зубом, вытянутым в сторону заднего края; в левой створке два кардинальных и два задних боковых зуба. Хорошо выражены отпечатки замыкающих мускулов и мантийная линия без мантийного синуса (рис. 42). Живет в пресных водах рек и озер, реже в солоноватоводных бассейнах.

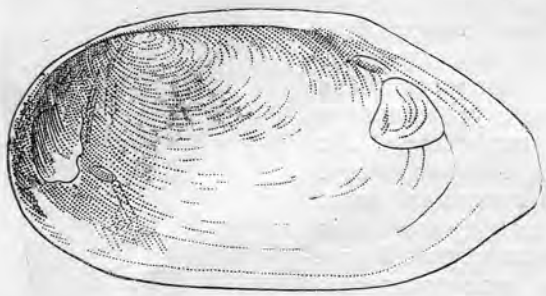


Рис. 43. *Anodonta*

Унио широко распространены в современных реках и озерах и именуются в народе «ракушкой», или «перламутровкой». Имеют некоторое промысловое значение (створки используются для изготовления пуговиц, мягкое тело идет на корм свиньям).

Распространение. Юра — настоящее время.

Род анодонта (*Anodonta*). Раковина удлиненно-овальная, тонкостенная, внешне имеет некоторое сходство с *Unio*. Замок отсутствует. Живет в пресных водах и широко распространена в современную эпоху. В просторечии именуется «беззубкой» (рис. 43).

Распространение. Неоген — настоящее время.

Отличие раковин пелеципод от раковин плеченогих

В связи с рассмотренными особенностями строения раковин пелеципод целесообразно сопоставить их со строением раковин плеченогих, так как у обеих групп раковины двустворчатые.

1. Створки плеченогих, как правило, неодинаковы, створки же пелеципод обычно равны, и только у некоторых родов весьма неравные. В связи с этим у плеченогих плоскость симметрии делит створки пополам, а у пелеципод она проходит между створками. Имеются пелециподы, у которых плоскость симметрии вообще отсутствует (например, устрицы).

2. У многих форм из класса плеченогих имеется специальное отверстие (в макушке или под макушкой брюшной створки) для выхода ножки. Этот признак отсутствует у пелеципод.

3. Многие плеченогие под макушками (обычно под макушкой брюшной створки) имеют четко обособленную узкую площадку — арею. Пелециподы, за редким исключением, ареи не имеют.

4. Наиболее характерным признаком пелеципод служит замок. Замок имеют также большинство плеченогих, но строение его сильно отличается от строения замка пелеципод.

5. Наружная поверхность раковин у пелеципод и у плеченогих бывает гладкой или скульптированной, однако скульптура раковин пелеципод более богата и разнообразна. Некоторые плеченогие имеют на брюшной створке срединное углубление — синус — и на спинной створке — срединный выступ, или седло. Этот признак совершенно отсутствует у пелеципод.

6. Ряд своеобразных и весьма характерных признаков наблюдается во внутреннем строении раковин обоих классов. Ручной аппарат имеют только плеченогие. Мантийная линия и мантийный синус наблюдаются только у пелеципод.

Класс брюхоногие (Gastropoda)

Брюхоногие — самый обширный в современную эпоху класс моллюсков. В минувшие эпохи он был представлен также значительным числом форм.

Тело брюхоногого заключено в спирально свернутую раковину. С брюшной стороны тела расположена нога (мускулистый вырост), с помощью которой организм ползает. У некоторых форм, приспособленных к плаванию (так называемые крылоногие моллюски), нога видоизменяется и выполняет функцию органа плавания. Раковина брюхоногих состоит из двух или трех слоев. Снаружи имеется тонкий хитиновый слой, который в ископаемом виде не сохраняется. Под ним расположен сложно построенный фарфоровидный слой. Некоторые формы имеют еще и третий слой — внутренний, перламутровый.

У большинства брюхоногих раковина асимметричная, свернутая в коническую (улиткообразную) спираль, но встречается немало форм с раковинами, свернутыми в одной плоскости и обладающими двусторонней симметрией. Несколько форм имеют колпачковидную раковину, прикрывающую тело только сверху.

В процессе роста раковины образуют ряд оборотов, иногда в значительном числе. Линия, вдоль которой один оборот прилегает к дру-

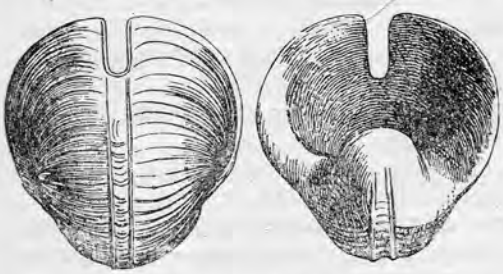


Рис. 44. *Bellerophon.* Раковина в двух положениях



Рис. 45. *Cerithium*



Рис. 46. *Viviparus* или *Paludina*

гому, называется *шовной* линией. Отверстие последнего оборота раковины, через которое брюхоногое может втягиваться внутрь раковины, называется *устьем*. По форме устье бывает округлым, угловатым или овальным. Нередко устье в нижней части вытягивается в трубковидный выступ, называемый *сифоном*.

Вдоль оси конуса, образуемого спиралью раковины из слившихся стенок отдельных оборотов, внутри возникает известковый *столбик*.

Если же обороты спирали по оси завивания не соприкасаются, то в раковине возникает углубление, или *пупок*, хорошо видный снизу.

Поверхность раковины может быть гладкой или чаще со скульптурой. Последняя обычно очень богатая и представлена продольными или поперечными ребрами, бугорками и шипами.

Брюхоногие живут большей частью в воде, некоторые формы приспособились к жизни на суше. Водные брюхоногие дышат жабрами, наземные — легкими. Из водных абсолютное большинство обитает в море, в основном в зоне мелководья.

Род беллерофон (*Bellerophon*). Раковина в виде спирали, завернутой в одной плоскости, двусторонне-симметричная. Последний оборот перекрывает предыдущие. Вдоль последнего оборота протягивается узкая полоса, представляющая собой след зарастания глубокой вырезки, расположенной посредине края устья (рис. 44).

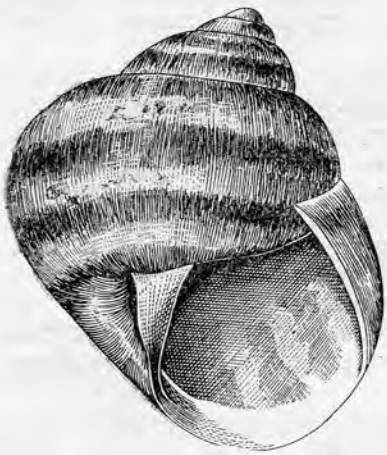


Рис. 47. *Helix* (современный)

Распространение. Ордовик — триас.

Род церитиум (Cerithium). Раковина высокая, коническая, с большим числом оборотов (до 15—20). Скульптура из ребер и бугорков. Хорошо развит столбик. Устье овальное, с небольшим сифоном внизу (рис. 45).

Распространение. Юра — настоящее время. Многие виды характерны для неогена Молдавии, Украины и Кавказа.

Род вивипарус, или *палюдина (Viviparus,* или *Paludina)*. Коническая улиткообразная раковина с выпуклыми оборотами, обычно гладкими (рис. 46). Некоторые виды имеют килеватые обороты со скульптурой в виде полос и бугорков. Живет в опресненных бассейнах и широко представлен в современных озерах и реках.

Распространение. Карбон — настоящее время.

Род геликс (Helix). Раковина в виде низкой, тупой, реже конической спирали. Обороты выпуклые, гладкие. Устье округлое, иногда полуовальное (рис. 47). Живет на суше. К нему относится современная садовая улитка.

Распространение. Палеоген (олигоцен) — настоящее время.

Класс головоногие (Cephalopoda)

Головоногие — морские, главным образом плавающие животные, которые имели огромное распространение в минувшие эры — в палеозое и особенно в мезозое. Из отложений этих эр описано несколько тысяч ископаемых вымерших видов, большинство которых являются важнейшими руководящими ископаемыми. В современную эпоху живет небольшое число родов головоногих, насчитывающих около 600 видов; к ним принадлежат наутилус, каракатица, осьминог и другие роды.

Головоногие являются наиболее высокоорганизованными животными среди моллюсков. Они имеют двусторонне-симметричное тело с хорошо развитой обособленной головой, высокоразвитыми органами чувств и совершенно устроенными глазами. Рот окружен шупальцами, иногда очень длинными и несущими многочисленные присоски. С помощью щупальцев захватывается пища, отчасти они служат и для передвижения. Однако основным органом передвижения большинства голо-

воногих является так называемая *воронка*. Она располагается на брюшной стороне тела, позади головы. Это — трубчатый мускулистый орган, сообщающийся с жаберной полостью животного. При ритмических сокращениях воронки из жаберной полости с силой выталкивается струя воды и животное получает толчок, двигаясь по принципу ракетного снаряда: вперед задней частью.

Размеры головоногих колеблются в широких пределах: от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров. Раковины некоторых вымерших форм достигали 2 *м* в длину.

Головоногие подразделяются на два подкласса:

1. *Наружнораковинные* — раковина, как и у остальных классов моллюсков, наружная. По признаку числа жабер в этом подклассе объединены четырехжаберные головоногие.

2. *Внутреннераковинные*—раковина, или известковый скелет, лежит под кожей животного. Имеют две жабры (зоологическое название — двужаберные).

ПОДКЛАСС НАРУЖНОРАКОВИННЫЕ

Наружнораковинные головоногие (Ectocochlia) имеют трубкообразные известковые раковины, подразделенные поперечными перегородками на камеры. Мягкое тело животного помещается в передней, обычно самой большой, так называемой *жилой* камере. Раковины большинства представителей подкласса спирально свернуты в одной плоскости с тесно прилегающими оборотами. У некоторых родов раковина прямая или согнутая, реже свернута в коническую спираль. Раковины тонкостенные, обычно с хорошо выраженным перламутровым слоем.

Все представители подкласса наружнораковинных принадлежат к вымершим формам, за исключением одного рода — наутилуса (*Nautilus*), который продолжает жить и в настоящее время. Он обнаружен в Тихом и Индийском океанах в районе Зондского архипелага, где живет на глубинах в несколько десятков или сотен метров. Изучение современного наутилуса позволило выяснить особенности строения ископаемых наружнораковинных головоногих. Все камеры раковины наутилуса, расположенные позади жилой камеры, заполнены газом, в основном азотом. Они названы воздушными. Присутствие воздушных камер в раковине помогает животному держаться в воде. Перегородки каждой камеры имеют отверстие, через которое от тела животного до начальной камеры проходит кожистый тяж, или *сифон*. Возле сифона перегородки отгибаются, образуя так называемые *сифонные дудки* (рис. 48). Внешняя сторона оборота раковины является брюшной, а внутренняя — спинной. Раковина состоит из двух слоев: наружного — фарфоровидного и внутреннего — перламутрового. Подкласс наружнораковинных делится на два отряда: 1) *наутилоидеи* (Nautiloidea) и 2) *аммоноидеи* (Ammonoidea).

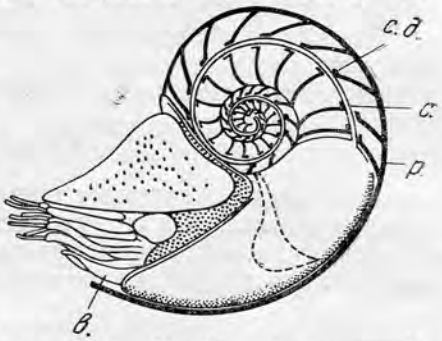


Рис. 48. *Nautilus* (современный). Схематический разрез
с. — сифон; *с. д.* — сифонные дудки; *в.* — воронка; *р.* — раковина

Отряд наутилоидеи

Отряд объединяет наиболее древних и примитивных по строению головоногих моллюсков, большинство которых жило в палеозое и главным образом в раннем палеозое. Находки наутилоидей известны с конца докембрия. В наши дни живет лишь один род — *наутилус*, от которого и происходит название отряда.

Раковины наутилоидей в одних случаях имеют форму прямой либо слегка согнутой длинной конической трубки, в других же — спирально свернуты в одной плоскости. Как и у всех наружнораковинных, раковины разделены перегородками на многочисленные камеры. Линия, вдоль которой края перегородок соприкасаются со стенкой раковины, называется *перегородочной линией*.

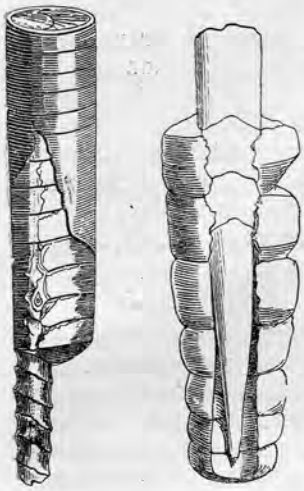


Рис. 49. *Endoceras* (разные виды). Уменьшено

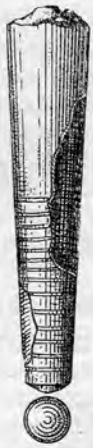


Рис. 50. *Orthoceras*

У наутилоидей перегородки имеют прямые или лишь слегка изогнутые края; поэтому и перегородочная линия, хорошо видная на внутренних ядрах, также прямая или слегка изогнутая.

Род эндоцерас (Endoceras). Раковина прямая, длинная, конусообразно заостренная (рис. 49). В поперечном сечении раковина округлая или овальная. Сифон толстый и расположен вблизи стенки раковины. Сифонные дудки длинные. Перегородки прямые. Длина раковины до нескольких десятков сантиметров, у некоторых видов до 2 *м*.

Распространение. Ордовик.

Род ортоцерас (Orthoceras). Раковина прямая, почти цилиндрическая, слегка сужается в сторону начальной камеры (рис. 50). Сифон узкий и занимает центральное положение. Перегородки слабо выпуклые (выпуклостью обращены к начальной камере). Перегородочная линия прямая или слабо изогнута. Жилая камера большая. Размеры раковины такие же, как у эндоцераса.

Распространение. Ордовик — триас.

Отряд аммоноидеи

Этот отряд охватывает чрезвычайно обширную группу головоногих, которые появились в силурийском периоде и вымерли к концу мезозоя. Строение раковин аммоноидей в общем аналогично строению раковин многих наутилоидей, но отличается бóльшей сложностью.

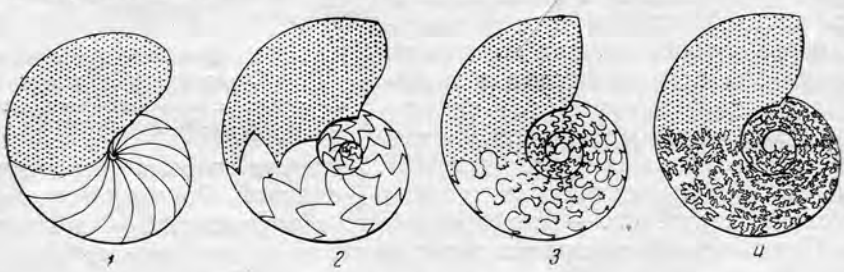


Рис. 51. Перегородочные линии наружнораковинных головоногих
1 — наутилоидная; *2* — гониатитовая; *3* — цератитовая; *4* — аммонитовая

Наиболее характерной особенностью раковин аммоноидей является извилистое строение межкамерных перегородок, что находит отражение в характере перегородочной линии. У аммоноидей она всегда извилиста, иногда очень сильно, в то время как у наутилоидей прямая или слабо изогнутая.

Изгибы перегородочной линии раковин аммоноидей, обращенные выпуклостью в сторону жилой камеры, называются *седлами,* а изгибы, обращенные в противоположную сторону, — *лопастями.* Отсюда и сама линия называется *лопастной.* Седла и лопасти в свою очередь у большинства аммоноидей расчленены многочисленными мелкими изгибами или складками, часто очень резкими и прихотливыми. Строение перегородочной линии имеет важное значение для классификации аммоноидей.

Выделяются следующие типы перегородочных линий аммоноидей (рис. 51):

1. *Гониатитовая* — перегородочная линия состоит из нескольких изгибов (седел и лопастей), не осложненных вторичными складочками; такой простой тип перегородочной линии характерен для наиболее древних (палеозойских) аммоноидей, обычно называемых гониатитами.



Рис. 52. *Clymenia*

1 — общий вид; *2* — схема поперечного сечения (сифон приближен к внутреннему краю)

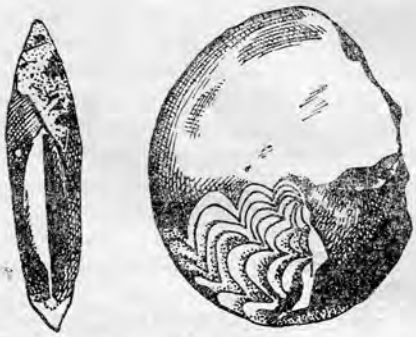


Рис. 53. *Timanites*

2. *Цератитовая* — седла перегородочной линии гладкие, а лопасти мелко зазубрены. Наиболее четко этот тип линии выражен у триасового рода *Ceratites,* от которого и произошло его название. Форм с цератитовой перегородочной линией сравнительно немного; они известны в пермских и триасовых отложениях.

3. *Аммонитовая* — лопасти и седла рассечены дополнительными складочками, часто весьма сложными. Такая перегородочная линия характерна для значительной части триасовых и для всех юрских и меловых аммоноидей. Первые аммоноидеи с аммонитовой перегородочной линией появились еще в пермском периоде. К началу среднетриасовой эпохи вымерли аммоноидеи с гониатитовой перегородочной линией, а к началу позднетриасовой эпохи — аммоноидеи с цератитовой линией.

Среди аммоноидей преобладают формы с раковинами, свернутыми в одной плоскости спиралью с тесно примыкающими один к другому оборотами. Вместе с тем имеются роды, у которых раковины «раскрученные» — с несоприкасающимися оборотами или даже трубчатовыпрямленные. У некоторых «раскрученных» форм раковина вначале свернута в спираль, а затем вытягивается в трубку.

Спирально свернутые в одной плоскости раковины с тесно прилегающими оборотами могут быть *необъемлющими* (*эволютными*) или *объемлющими* (*инволютными*). У первых все обороты хорошо видны снаружи, у вторых каждый последующий оборот полностью закрывает предыдущий. Различают еще *полуобъемлющие* (*полуинволютные*) раковины, у которых обороты частично перекрываются.

Поверхность раковин аммоноидей гладкая или скульптированная. Скульптура исключительно разнообразна и богата и представлена про-

дольными килями, поперечными ребрами, бугорками, шипами. Сифон у аммоноидей приближается к наружному краю оборотов, за исключением некоторых родов, например рода *Clymenia* (рис. 52), у которого он проходит вблизи внутреннего края оборотов.

Род тиманитес (*Timanites*). Раковина дисковидная, сжатая с боков, гладкая, объемлющая, с заостренной наружной стороной. Перегородочная линия гониатитового типа состоит из заостренных лопастей и широких округлых седел (рис. 53).

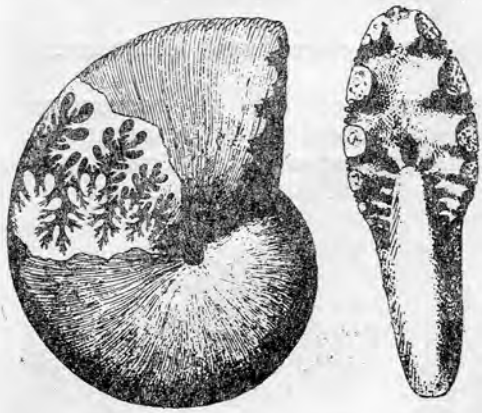


Рис. 54. *Phylloceras*

Распространение. Верхний девон.

Род цератитес (Ceratites). Раковина слабообъемлющая. На поверхности раковины имеются поперечные ребра. Перегородочная линия цератитового типа, седла простые, округлые, лопасти узкие, зубчатые (см. рис. 129—*2*).

Распространение. Триас.

Род филлоцерас (Phylloceras). Раковина объемлющая, со струйками нарастания на поверхности. Перегородочная линия аммонитового типа, седла с листовидными выступами (рис. 54).

Распространение. Юра — мел.

Род кардиоцерас (Cardioceras). Раковина полуобъемлющая. Скульптура в виде ребер, которые у наружного края обычно ветвятся и переходят в зубчатый киль (рис. 55). В поперечном сечении обороты раковины имеют сердцевидное очертание (отсюда и название: *кор* — сердце). Перегородочная линия аммонитовая.

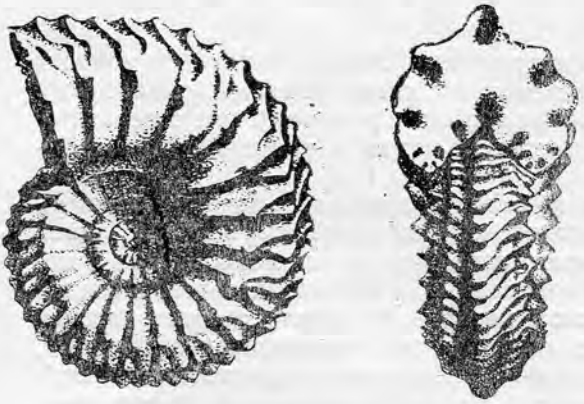


Рис. 55. *Cardioceras*

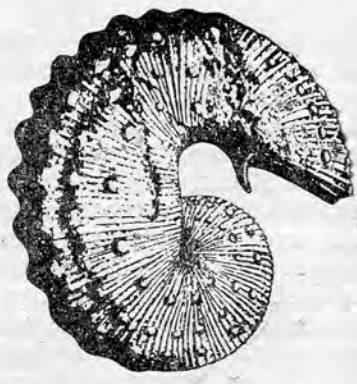


Рис. 56. *Scaphites*

Распространение. Верхняя юра.

Род скафитес (*Scaphites*). Раковина в начале спирально свернутая, полуобъемлющая, а в конце выпрямляется и заканчивается коленообразным изгибом. На поверхности раковины имеются многочисленные тонкие поперечные радиально расходящиеся ребра, обычно с бугорками. Перегородочная линия аммонитового типа (рис. 56).

Распространение. Верхний мел.

ПОДКЛАСС ВНУТРЕННЕРАКОВИННЫЕ

Все современные головоногие, кроме *Nautilus*, представлены внутреннераковинными (Endocochlia), однако раковина почти у всех отсутствует (атрофировалась). Сохранилась она только у каракатицы. Среди внутреннераковинных большое геологическое значение имеет вымершая в конце мела — начале палеогена группа *белемноидей*, или просто *белемнитов*, у которых скелет был хорошо развит.

Внутренний скелет белемнитов состоит из трех частей (рис. 57): *ростра, фрагмокона* и *проостракума*. Сплошной известковый ростр имеет удлиненную цилиндрическую, сигарообразную или коническую форму и достигает у некоторых форм длины 10—20 *см* и даже 0,5 *м*. В верхней части ростра имеется углубление — *альвеола*, в которое входит фрагмокон. Фрагмокон имеет форму полого тонкостенного конуса и разделен перегородками на камеры. Через отверстия в перегородках проходит узкий сифон. Фрагмокон вверху заканчивается тонкой, но широкой пластинкой — проостракумом, — расположенной со спинной стороны.



Рис. 57. Схематический продольный разрез скелета белемнита
пр.—проостракум; *фр.* — фрагмокон; *р.*—ростр

В ископаемом виде сохраняются обычно только ростры, причем более тонкая верхняя их часть, являющаяся стенкой альвеолы, при извлечении из породы легко отламывается. В народе ростры белемнитов известны под названием «чортовых пальцев». На поверхности ростров иногда наблюдаются отпечатки кровеносных сосудов. Это подтверждает, что раковина находилась под кожей животного.

Белемниты известны с триаса, но наибольшее распространение они получили в юрском и меловом периодах. К концу мела они вымерли (единичные формы встречаются и в палеогене).

Род белемнителла (*Belemnitella*). Ростр имеет почти цилиндрическую форму, удлиненный. Глубина альвеолы достигает иногда половины длины ростра. На противоположном, обычно закругленном конце ростра располагается короткое шипообразное острие, которое в ископаемом виде редко сохраняется. На брюшной стенке альвеолы, возле устья, имеется узкая продольная прорезь в виде щели (см. рис. 134 — *6*).

Распространение. Верхи верхнего мела. В большом числе ростры белемнителл встречаются в белом писчем меле и мергеле верхнего мела в Поволжье, на Украине и других местах.

Род белемнитес (*Belemnites*). Обширный род, обычно с массивными конусообразными ростами. На поверхности ростра имеются продольные углубления (желобки). В настоящее время из этого рода выделено несколько самостоятельных родов (см. рис. 131—*5*).

Распространение. Юра — мел.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ МОЛЛЮСКОВ

Моллюски широко распространены и имеют большое геологическое значение. Этот тип дает наибольшее число важнейших руководящих ископаемых. Моллюски известны из наиболее древних пород палеозоя, начиная с кембрийского периода, но особенно богато они представлены в мезозое и кайнозое.

Класс пелеципод уже в палеозойской группе пород представлен значительным числом ископаемых. В мезозое, начиная с юрского

периода, пелециподы достигают большого разнообразия и для юрских и меловых отложений дают целый ряд важных руководящих ископаемых. Для кайнозоя пелециподы являются одной из важнейших и богато представленных групп организмов.

Класс брюхоногих в палеозое еще слабо развит, но все же дает ряд характерных руководящих форм. В мезозое брюхоногие уже широко распространены и образуют значительно большее число руководящих форм. Однако расцвет брюхоногих наступает в кайнозое, где они представлены огромным числом различных видов. Стратиграфия кайнозоя основана в значительной мере на ископаемых из классов пелеципод и брюхоногих.

Большой интерес представляет стратиграфическое положение отдельных групп головоногих моллюсков. Более примитивная группа головоногих — наутилоидеи — особенно характерна для раннего палеозоя (кембрий — ордовик) и силурийского периода, давая для этого времени немало руководящих форм, главным образом с прямыми или неполно свернутыми раковинами. В среднем и позднем палеозое широко развиты гониатиты. В пермском и триасовом периодах развиты цератиты, а начиная с триасового и особенно в юрском и меловом периодах в расцвете находятся аммониты с аммонитовой перегородочной линией. Аммониты в юрском периоде приобретают настолько широкое распространение, что вся стратиграфия юрских отложений основана почти исключительно на них.

Породообразующее значение моллюсков, главным образом пелеципод и гастропод, также велико, особенно для мезозоя и кайнозоя. Слои раковинных известняков, относящихся к этим двум группам пород, нередко бывают сложены почти целиком из цельных раковин таких животных или их обломков.

Значительную ценность представляют ископаемые моллюски для восстановления физико-географических условий минувших эпох, так как они обитали в самых различных условиях.

ГЛАВА 11

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA)

Членистоногие — самый обширный тип среди беспозвоночных. В настоящее время только один класс насекомых насчитывает около одного миллиона видов.

Тело членистоногих разделено на членики, или сегменты, и покрыто внешним хитиновым панцирем, иногда обызвествленным. Членистое строение имеют также и конечности. Симметрия тела у членистоногих двусторонняя.

У многих членистоногих сегменты срастаются и тело делится на три отдела: *голову, грудь* и *брюшко*. В некоторых случаях срастается голова и грудь, образуя *головогрудь*. Почти все сегменты тела несут по паре членистых конечностей. Конечности членистоногих, кроме функций органов передвижения, могут выполнять функции дыхания, хватания и др.

Нервная система развита хорошо. Из органов чувств наиболее развиты глаза (хотя у некоторых форм они отсутствуют). Глаза могут быть простыми и сложными. Сложные глаза состоят из множества мелких глазков, каждый из которых воспринимает определенную часть изображения. Органы дыхания в зависимости от образа жизни могут быть в виде жабр, легких или трахей. Трахеи — система трубок, по которым кислород попадает во все органы тела непосредственно, без участия крови.

В процессе роста панцирь организма периодически сбрасывается.

Тип членистоногих подразделяется на несколько классов: 1) *трилобиты*, 2) *ракообразные*, 3) *паукообразные*, 4) *насекомые*, 5) *первичнотрахейные* и 6) *многоножки*.

Членистоногие, за исключением трилобитов, сравнительно редко сохраняются в ископаемом виде.

Класс трилобиты (Trilobitae)

Трилобиты — древний, живший и вымерший в палеозое класс морских животных, представленный большим разнообразием форм. Подавляющее их большинство вело донный образ жизни. Они имели хитиново-известковый панцирь и жили в море. По внешнему виду они были похожи на мокриц.

Тело трилобитов разделено на членики. Членики, сливаясь, образуют в передней части тела *головной щит*, а в задней части — *хвостовой щит*. Членики средней части тела, которая получила название *туловищного щита* (рис. 58), сохраняют свою индивидуальность и не сливаются. Таким образом, панцирь трилобитов разделен на три части (трилобус—трехчленный).

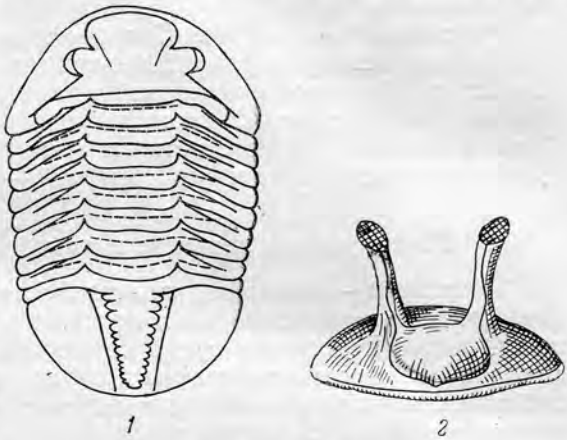


Рис. 58. *Asaphus*
1 — общий вид; *2* — головной щит с высокими стебельками, на которых находятся глаза

На головном щите выделяют три части: центральную, осевую — *глабель* и две боковые — *щеки*. У большинства трилобитов щеки делятся узкой бороздкой — *лицевым швом* — на две части. Положение лицевого шва является важным признаком для подразделения класса на отряды.

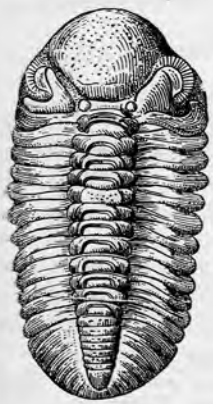


Рис. 59. *Phacops*



Рис. 60. *Agnostus*. Увеличено

На щеках расположены глаза, но иногда они отсутствуют.

Род оленеллус (*Olenellus*). Головной щит большой. Глаза большие, полулунной формы и находятся вблизи глабели, на которой сохранились следы членистости. Края щек (щечные углы) и концы боковых частей члеников туловищного щита вытянуты в шипы. Последний членик хвостового щита вытянут в длинный шип (см. рис. 116—*1*).

Распространение. Нижний кембрий.

Род парадоксидес (*Paradoxides*). Головной щит большой, глаза маленькие. Глабель расширяется кпереди. От щечных углов тянутся длинные шипы. Шипы имеются также по краям туловищных члеников, причем шипы задних члеников длиннее шипов передних члеников. Шипы последнего туловищного членика сильно вытянуты назад. Хвостовой щит короткий, без шипов (см. рис. 116—*3*). Некоторые парадоксидесы достигали длины 0,5 *м*.

Распространение. Средний кембрий.

Род азафус (*Asaphus*). Головной и хвостовой щиты почти одинаковых размеров. Хвостовой щит слабо сегментирован (в средней части). Глабель гладкая, выпуклая. Туловищный щит состоит из восьми члеников. Глаза расположены на возвышениях, или стебельках (см. рис. 58). Азафусы могли сворачиваться, подгибая хвостовой щит под головной, и нередко встречаются так в ископаемом виде.

Распространение. Ордовик.

Род факопс (Phacops). Головной и хвостовой щиты одинаковой величины. Туловищный щит состоит из 11 члеников. Глаза большие и сложные. Глабель вздутая и расширена кпереди (рис. 59). Факопсы сворачивались.

Распространение. Силур — девон.

Род агностус (Agnostus). Мелкий, до 1 *см* трилобит, способный сворачиваться. Головной и хвостовой щиты примерно одинаковых размеров. Туловищный щит весьма короткий и состоит всего из двух члеников. Глаза и лицевые швы отсутствуют (рис. 60).

Распространение. Кембрий — ордовик.

Геологическое значение и распространение трилобитов

Трилобиты — вымершая палеозойская группа животных. Их расцвет приходится на кембрий и ордовик; в это время они занимали господствующее положение среди остальной морской фауны. Разделение кембрийской системы на отделы и ярусы произведено в основном по трилобитам. Расцвет последних в кембрии указывает на их появление значительно раньше. В силуре число родов трилобитов заметно уменьшилось, и в последующие периоды палеозоя существовало всего несколько родов. В мезозой трилобиты не переходят.

Краткая характеристика других классов членистоногих

Ракообразные (Crustacea) представляют обширный класс, отдельные группы которого резко отличаются по строению тела и образу жизни.

Класс ракообразных делится на два подкласса: *низшие ракообразные* и *высшие ракообразные*.



Рис. 61. *Estheria*
1 — левая створка (увеличено); *2* — небольшой участок створки (сильно увеличенный)

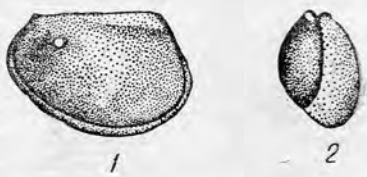


Рис. 62. Остракода *Leperditia*
1 — вид слева (видно глазное пятно); *2* — вид сзади. Увеличено

К низшим, более примитивным, принадлежат отряды листоногих, раковинчатых и усоногих ракообразных; к высшим — крабы, речные раки, омары и др.

Почти все ракообразные живут в воде, преимущественно в морской. Ракообразные имеют хитиновый панцирь, который нередко пропитан углекислым или фосфорнокислым кальцием, что способствует его сохранению в ископаемом виде.

Низшие ракообразные представляют значительный геологический интерес.

Некоторые листоногие заключены в известковую двустворчатую раковину. Живут в бассейнах с различной соленостью воды — от пресной до значительно осолоненной.

Характерным представителем отряда листоногих является род *эстерия* (*Estheria*). Раковинка эстерии тонкая, овальная, почти микроскопических размеров (иногда до 1 *см*), с концентрическими следами нарастания. Под микроскопом между линиями нарастания видна тонкая сетчатка и точечная скульптура, чем раковинки эстерии легко отличаются от раковин двустворчатых моллюсков (вообще раковины моллюсков таких малых размеров почти не бывают). Эстерия известна с девона по настоящее время (рис. 61).

Представители отряда *раковинчатых* (*Ostracoda*) также имеют двустворчатую раковину. Это мелкие, обычно микроскопические ракообразные. Раковинки известковые, реже роговые, без признаков следов нарастания. На поверхности каждой створки обычно имеется глазной бугорок и нередко своеобразная скульптура (рис. 62).

Подобно листоногим, раковинчатые (остракоды) населяют бассейны с различной соленостью воды. Они известны от силура и по настоящее время. Отдельные роды остракод принадлежат к вымершим организмам и служат руководящими формами.

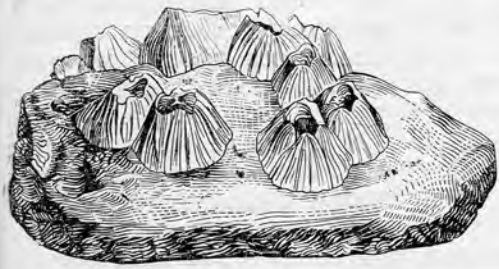


Рис. 63. *Balanus*

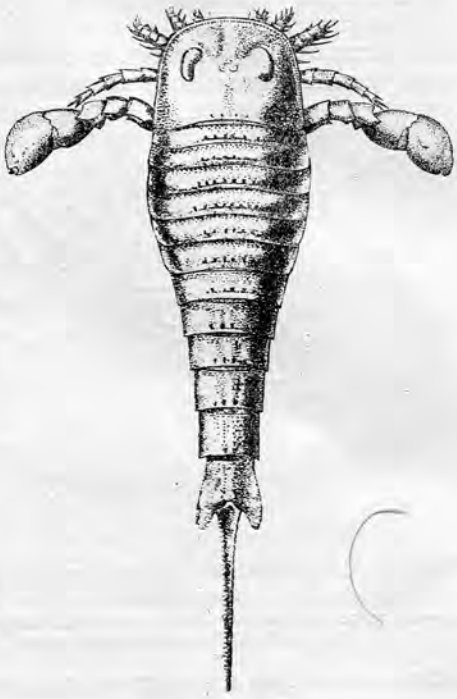


Рис. 64. *Eurypterus*

Усоногие ракообразные ведут прикрепленный образ жизни. Типичным представителем этого отряда является род *баланус* (*Balanus*). Тело баланусов окружено вертикальными известковыми пластинками, образующими панцирь в виде усеченного конуса высотой до нескольких сантиметров (рис. 63). Баланусы известны от палеогена по настоящее время.

Класс паукообразных объединяет как наземных (пауки, скорпионы и др.), так и водных членистоногих. Морские паукообразные известны из отложений минувших эпох; в настоящее время существует только один род.

Многие своеобразные вымершие водные паукообразные объединяются в особый подкласс *ракоскорпионов,* широко развитых в силуре. Одним из характерных представителей этого подкласса является *эвриптерус* (*Eurypterus*), который достигал 1 *м* длины (рис. 64).

Представители остальных классов членистоногих геологического значения не имеют, так как плохо сохраняются в ископаемом виде, но и они известны с палеозоя. Среди палеозойских отложений (главным образом каменноугольных) обнаружены отпечатки различных насекомых.

ГЛАВА 12

ТИП ИГЛОКОЖИЕ (ECHINODERMATA)

Иглокожие — исключительно морские одиночные животные. Тело большинства из них покрыто подкожным панцирем, состоящим из известковых пластинок, или табличек.

Для большинства иглокожих характерна радиальная (пятилучевая) симметрия тела, реже — двусторонняя симметрия. Название типа связано с присутствием у многих представителей на поверхности тела известковых игл.

Иглокожие — довольно высокоорганизованные животные, обладающие пищеварительной, кровеносной и нервной системами, различными органами чувств и т. п. Характерной их особенностью является присутствие своеобразной системы органов, получившей название *водососудистой,* или *амбулякральной.*

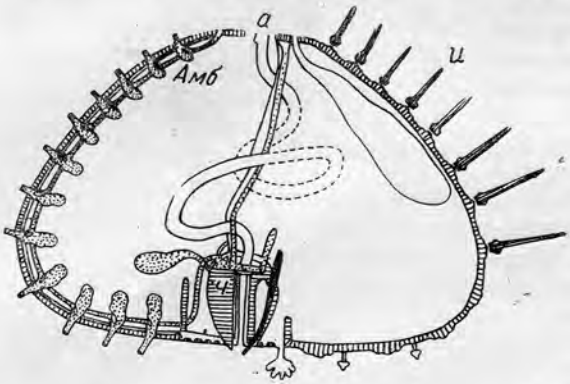


Рис. 65. Схематический разрез правильного морского ежа
а — анальное отверстие; *Амб* — амбулякральные ножки; *ч* — челюстной аппарат; *и* — иглы

В нее поступает морская вода. Назначение этой системы — содействовать передвижению и дыханию; у прикрепленных форм она служит для захвата пищи. Наиболее совершенна эта система у свободно перемещающихся форм: морских ежей, морских звезд и змеехвосток, или офиур.

Действие водососудистой системы, в общем, сводится к следующему. Вода через пористую пластинку, расположенную на верхней стороне тела, проникает в так называемый *каменистый канал* (стенки его покрыты известью). Отсюда она поступает в кольцевой канал, окружающий глотку (рис. 65). От кольцевого канала отходят пять лучевых каналов. От них в свою очередь отходят многочисленные трубочки, открывающиеся в так называемые *амбулякральные ножки* — мешочки с мускульными стенками. Эти ножки выходят наружу через отверстия в пластинках панциря и заканчиваются присосками. С помощью специальных пузырьков, расположенных вокруг кольцевого канала, вода направляется в лучевые каналы, а отсюда — в ножки, которые при этом значительно вытягиваются и присасываются ко дну. При сокращении пузырьков ножки укорачиваются, и животные подтягиваются на них. Одновременно ножки осуществляют функции дыхания, хотя для этого имеются еще и особые кожные жабры.

У сидячих форм водососудистая система создает постоянный ток воды с плавающими в ней мелкими организмами к ротовому отверстию, а также служит для осязания и дыхания.

Тип иглокожих делится на два подтипа: 1) *прикрепленные* (Pelmatozoa) и 2) *свободно перемещающиеся* (Eleutherozoa). Каждый из подтипов в свою очередь делится на несколько классов.

Подтип прикрепленных иглокожих объединяет пять классов: 1) *морские лилии* (Crinoidea), 2) *морские пузыри,* или *цистоидеи* (Cystoidea), 3) *текоидеи* (Thecoidea), 4) *карпоидеи* (Carpoidea), 5) *морские бутоны,* или *бластоидеи* (Blastoidea). В современной эпохе из них представлены только морские лилии; остальные классы животных жили и вымерли в палеозое.

Подтип свободно перемещающихся объединяет четыре класса: 1) *морские ежи* (Echinoidea), *2) морские звезды* (Asterozoa), 3) *змеехвостки,* или *офиуры* (Ophiuroidea), 4) *голотурии,* или морские огурцы (Holothuroidea).

Более древними являются прикрепленные иглокожие.

ПОДТИП ПРИКРЕПЛЕННЫЕ ИГЛОКОЖИЕ

Класс морские лилии (Crinoidea)

Название класса связано с некоторым внешним сходством этих животных с одноименными растениями. Морская лилия состоит из трех частей: *кроны, стебля* и *корня,* а скелет ее — из известковых члеников и пластинок (рис. 66). В кроне различают *чашечку* и *руки* (число их — пять).

Чашечка имеет крышку. Поверхность чашечки, в которой размещаются основные органы тела, покрыта двумя-тремя рядами известковых пластинок по пять в каждом ряду. Известковые пластинки слагают также и крышку чашечки.

Руки обычно сильно разветвляются: они покрыты известковыми члениками. Вдоль каждой руки с внутренней стороны в выемке члеников проходит пищевой амбулякральный желобок, который протягивается от кончика руки ко рту. Так вода вдоль желобка приносит ко рту пищевые частицы.

Стебель покрыт многочисленными призматическими или цилиндрическими члениками. Длина стебля у некоторых лилий до 20 *м.* В нижней части он ветвится, образуя корневые отростки. Некоторые морские лилии лишены стебля и корня и ведут, таким образом, неприкрепленный образ жизни.

Морские лилии известны с кембрия, но большое распространение получают лишь с силура. Широко были развиты они в палеозое и мезозое. В настоящее время они, по-видимому, находятся в состоянии вымирания. Современные морские лилии встречаются на различных глубинах, преимущественно на больших (до нескольких километров).

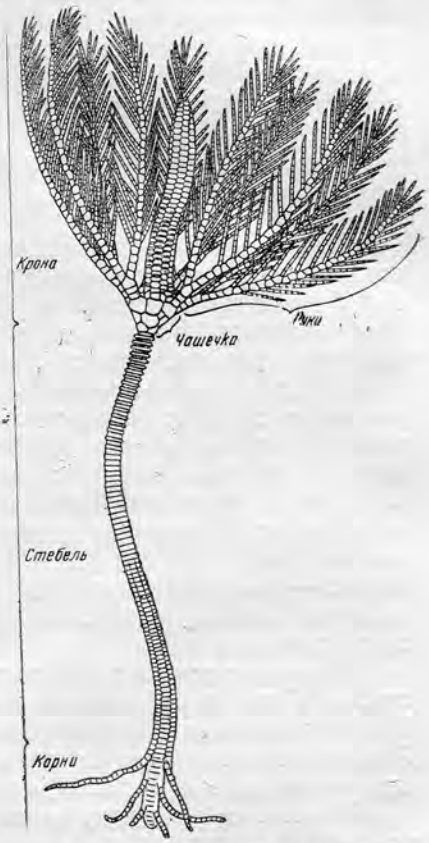


Рис. 66. Морская лилия

Некоторые морские лилии являются важными руководящими ископаемыми. Известны толщи известняков, которые почти целиком сложены из члеников морских лилий (так называемые криноидные известняки).

В качестве примера ископаемой морской лилии на рис. 67 приведен род *купрессокринус* (*Cupressocrinus*). Купрессокринус имеет низкую чашечку с тремя рядами пластинок. Пластинки верхних двух рядов хорошо разграничены, а пластинки нижнего ряда слились в одну пластинку пятиугольной формы. От чашечки отходят пять простых (неветвящихся) рук; каждая из них образована 12 члениками. Кверху руки сужаются. Стебель толстый и состоит из многочисленных члеников. Купрессокринус жил в девоне.

Остальные классы подтипа прикрепленных иглокожих — цистоидеи, текоидеи, карпоидеи и бластоидеи — являются более примитивными, древними классами. Они жили и вымерли в палеозое. Чаще других встречаются окаменелости цистоидей; представители других классов встречаются реже.

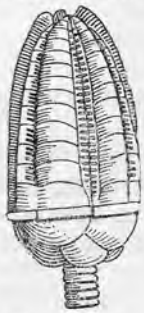


Рис. 67. *Cupressocrinus*

Представители класса цистоидей имели грушевидный или шарообразный скелет (чашечку), состоящий из многоугольных известковых пластинок, расположенных обычно без определенной закономерности (не собраны в ряды, как у морских лилий). Пластинки пористые. Некоторые цистоидеи не имели стебля и прикреплялись ко дну непосредственно нижней, заостренной частью чашечки. Цистоидеи известны от кембрия до девона, но особенно широко представлены в ордовике и силуре.

Наиболее характерным представителем цистоидей является род *эхиносферитес (Echinosphaerites)*. Это шаровидная форма до 3 *см* в диаметре. Рот расположен на возвышении и окружен руками. Сбоку вблизи рта располагается заднепроходное, или анальное, отверстие (анус), прикрытое маленькой пятигранной пирамидкой из небольших пластинок (см. рис. 118—*5*). Эхиносферитес жил в ордовике.

ПОДТИП СВОБОДНО ПЕРЕМЕЩАЮЩИЕСЯ ИГЛОКОЖИЕ

Класс морские ежи (Echinoidea)

Панцирь морского ежа имеет почти шаровидную или уплощенную дисковидную форму. Верхняя часть тела выпуклая, а нижняя плоская. На нижней стороне тела у так называемых правильных ежей в центре находится ротовое отверстие, иногда с мощным жевательным аппаратом, состоящим из известковых пластинок, часть из которых заострена и получила название *зубов*. На противоположной, верхней стороне тела находится анальное отверстие, через которое выводятся наружу отбросы пищи. Возле анального отверстия располагается несколько пластинок, одна из которых имеет множество отверстий и названа *мадрепоровой пластинкой;* через нее поступает вода в воднососудистую систему. У так называемых неправильных ежей в отличие от правильных, рот и анус значительно смещены: рот — к переднему краю нижней поверхности, а анус — на задний край той же поверхности. Вследствие этого у них нарушена пятилучевая симметрия, и панцирь становится двусторонне-симметричным.

Панцирь морского ежа состоит из многочисленных известковых пластинок. Пластинки располагаются меридиональными рядами, которые протягиваются от верхнего полюса панциря к его нижнему полюсу. Ряды пластинок образуют пять так называемых *амбулякральных полей,* или *полос,* и пять *межамбулякральных полей,* или *полос.*

Пластинки амбулякральных полей имеют поры, через которые выходят амбулякральные ножки. На пластинках межамбулякральных полей расположены бугорки, к которым прикрепляются иглы. Иглы бывают различных размеров и формы. После смерти ежа иглы отпадают и в ископаемом состоянии встречаются отдельно от панциря. Сохраняются иглы хуже, чем пластинки панциря. Основное назначение игл — защита, но иногда они приспособлены и для других функций (например, для захвата пищи, как орган перемещения).

Морские ежи живут на различных глубинах, начиная от прибрежной зоны и кончая глубинами в несколько тысяч метров. В мелководной зоне они имеют толстый панцирь с крепкими крупными иглами. У форм, живущих на больших глубинах, иглы тонкие и мелкие. Морские ежи известны с силура.

Обычно класс морских ежей принято делить на следующие два подкласса: 1) *правильные ежи,* имеющие пятилучевую симметрию, и 2) *неправильные ежи* с двусторонней симметрией тела.

Однако часто к морским ежам применяют иную классификацию: их делят на подкласс *древних* (палеозойских) ежей и подкласс *новых* (мезозойских и кайнозойских) ежей. К древним ежам относят правильных ежей, которые имеют в панцире больше или меньше 20 меридиональных рядов известковых пластинок и пятилучевую симметрию. Они известны только из палеозойских отложений. Новые ежи имеют почти всегда только 20 рядов пластинок и встречаются в отложениях мезо-кайнозоя, а также живут в настоящее время. Новые ежи по этой классификации делятся в свою очередь на правильных и неправильных, т. е. имеющих пятилучевую и двустороннюю симметрию тела.

ПОДКЛАСС ПРАВИЛЬНЫЕ ЕЖИ

Правильные ежи (Regularia) имеют пятилучевую симметрию тела. Рот расположен в центре нижней стороны тела, анальное отверстие — в центре верхней стороны. У древних, палеозойских представителей этого подкласса число рядов пластинок больше или меньше 20, у мезо-кайнозойских — 20. Правильные ежи — это более древняя по происхождению группа морских ежей.

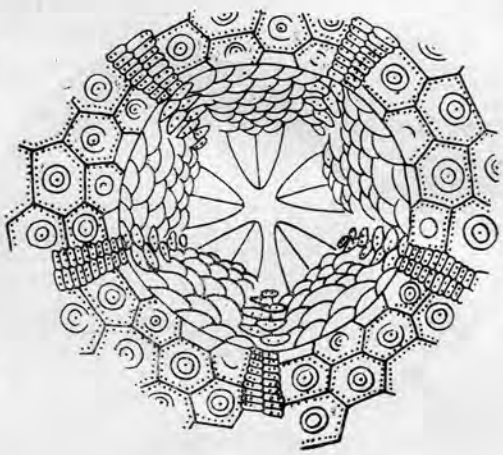


Рис. 68. *Archaeocidaris*

Род археоцидарис (Archaeocidaris). Представитель древних, палеозойских ежей. Название рода происходит от слов: *архэос* — древний, *цидарис* — тюрбан. Амбулякральные поля состоят из двух рядов узких, вытянутых в широтном направлении пластинок. В межамбулякральных полях — по четыре ряда пластинок, каждая с бугорком, к которому прикреплялась одна игла. Иглы длинные, с шипами. Таким образом, панцирь археоцидариса имеет всего 30 меридиональных рядов пластинок (рис. 68). Пластинки располагаются черепицеобразно, что указывает на некоторую подвижность панциря. В ископаемом состоянии известны отдельные пластинки и иглы, целые панцири встречаются редко.

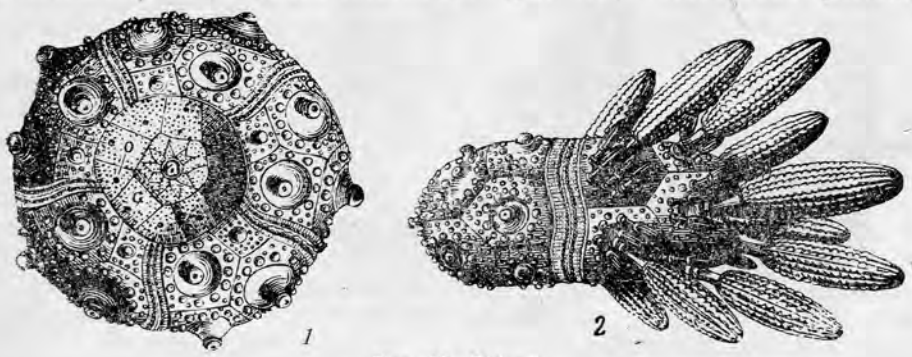


Рис. 69. *Cidaris*

1 — вид панциря сверху; *2* — частично реставрированный панцирь с иглами (вид сбоку)

Распространение. Карбон — пермь.

Род цидарис (Cidaris). Представитель новых ежей. Панцирь приплюснутый и имеет 20 рядов пластинок (по два ряда в амбулякральных и по два ряда в межамбулякральных полях). Амбулякральные поля волнистые. На пластинках межамбулякральных полей имеется по одному большому бугорку и несколько мелких. К большим бугоркам прикрепляются крупные иглы с шипами и бугорками, к мелким — мелкие иглы (рис. 69).

Распространение. Триас — настоящее время. Некоторые виды характерны для юры и мела.

ПОДКЛАСС НЕПРАВИЛЬНЫЕ ЕЖИ

Панцирь неправильных ежей (Irregularia) имеет двустороннюю симметрию. Возникновение такого типа симметрии обусловлено тем, что анальное отверстие вместо центрального занимает эксцентрическое по-

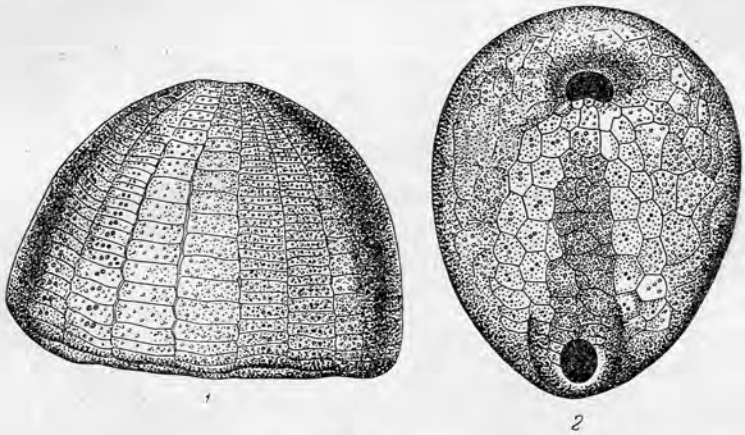


Рис. 70 *Echinocorys*
1 — вид сбоку; *2* — вид снизу

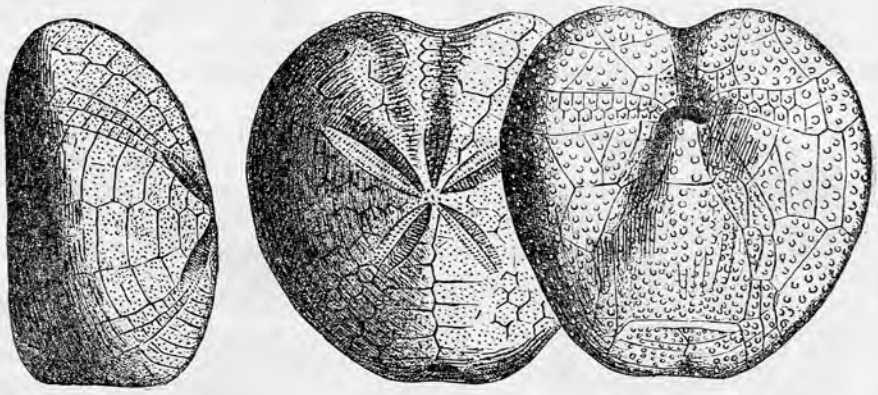


Рис. 71. *Micraster*

ложение и перемещено к задней стороне, а у некоторых форм даже располагается на нижней стороне, где находится и ротовое отверстие. Часто перемещается также и ротовое отверстие (в сторону, противоположную направлению перемещения ануса). Панцирь состоит из 20 меридиональных рядов пластинок: по два ряда в амбулякральных полях и по два ряда в межамбулякральных полях. Иглы тонкие.

Неправильные ежи произошли от правильных и появились в юрском периоде. Они широко представлены в современной морской фауне.

Род эхинокорис (Echinocorys). Панцирь высокий, с плоской овальной нижней стороной, на которой находятся рот и анус. Рот перемещен к передней части панциря, анус — к задней части. Амбулякральные поля расширяются от верхушки панциря по направлению к нижней стороне (рис. 70). В палеонтологической литературе этот род часто приводится под названием *Ananchites.*

Распространение. Мел — палеоген. Некоторые виды являются руководящими для верхнего мела.

Род микрастер (Micraster). Панцирь сердцевидной формы, так как переднее амбулякральное поле лежит в углублении. Остальные амбулякральные поля также отчасти лежат в понижениях. Анус перемещен к задней части тела, рот сдвинут к переднему концу (рис. 71).

Распространение. Мел — палеоген. Некоторые виды — руководящие для верхнего мела.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИГЛОКОЖИХ

Иглокожие, как и другие группы беспозвоночных, имеют большое геологическое значение. Они дают значительное число руководящих ископаемых для палеозоя и мезозоя.

Большой интерес представляют вымершие палеозойские классы, но они встречаются сравнительно редко. Среди них наибольшее значение имеет класс цистоидей. Из иглокожих чаще всего встречаются морские лилии и новые ежи, которые образуют немалое число руководящих ископаемых.

Морские лилии (реже остальные классы) участвуют в накоплении известняков.

Остатки иглокожих представляют значительную ценность для восстановления физико-географических условий минувших эпох.

ГЛАВА 13

ТИП ХОРДОВЫЕ (CHORDATA)

Тип хордовых включает наиболее высокоорганизованных животных, в том числе и человека. Основной особенностью хордовых является присутствие внутри тела осевого скелета, который у примитивных хордовых выражен упругим гибким хрящевым стержнем — *спинной струной*, или *хордой* (отсюда произошло название типа), а у более сложно устроенных и высокоорганизованных организмов — *позвоночным столбом,* состоящим из ряда позвонков, хрящевых или костных.

Тип хордовых делится на несколько подтипов, из которых наибольшее значение имеет подтип *позвоночных* (Vertebrata). К остальным подтипам отнесены самые примитивные низшие хордовые, которые в ископаемом виде вообще мало известны и часто вовсе не похожи на позвоночных. На них мы останавливаться не будем.

Целесообразно вкратце остановиться на одной из групп полухордовых, которые предшествовали появлению хордовых[1]. Сюда относят своеобразную палеозойскую группу организмов — *граптолитов,* имеющих очень важное геологическое значение.

Граптолиты ранее, в связи с их колониальным образом жизни и некоторым внешним сходством строения с низшими представителями ко-

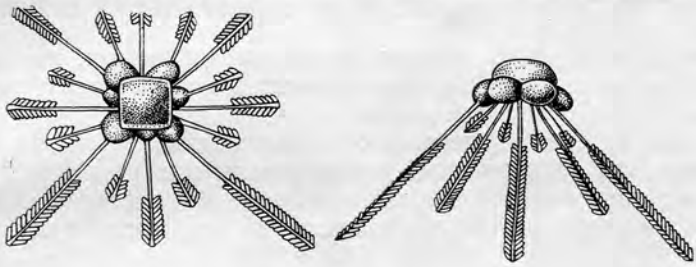
[1] Тип полухордовые в естественной классификации органического мира расположен между типами иглокожих и хордовых.

раллов, относились к типу кишечнополостных. Теперь же в связи с выявлением в них образований, напоминающих спинную струну, их стали относить к полухордовым, т. е. к животным, стоящим по своей организации выше всех ранее рассмотренных типов беспозвоночных.

ГРАПТОЛИТЫ (GRAPTOLITHIDA)

Граптолиты — морские колониальные животные с хитиновым скелетом. Остатки их колоний имеют вид маленьких веточек или нитей длиной в несколько сантиметров, вдоль которых размещены ячейки в один, два или четыре ряда. В ячейках размещались особи колонии. В ископаемом состоянии граптолиты сохраняются в виде нежных обугленных пленочек, обычно в глинистых сланцах.

В большинстве своем граптолиты вели планктонный или так называемый псевдопланктонный образ жизни. Колонии планктонных форм плавали с помощью специальных плавательных пузырей (рис. 72).



2

Рис. 72. Колония *Diplograptus*
1 — вид сверху; *2* — вид сбоку

Псевдопланктонные граптолиты прикреплялись к плавающим в воде предметам или организмам. Некоторые граптолиты, возможно, жили и на дне.

Граптолиты — обширная группа животных, существовавших почти исключительно в ордовике и силуре, для которых они служат очень важными руководящими ископаемыми. Появились граптолиты в конце кембрия и вымерли в конце девона — начале карбона.

Род диктионема (Dictyonema). Мелкие колонии кустистой формы, состоящие из многочисленных веточек, густо усеянных ячейками, и соединяющиеся перемычками. По внешнему виду напоминают тонкую нитяную сеть (*диктион* — сеть, *нема* — нить). Диктионемы вели прикрепленный образ жизни и, по-видимому, прикреплялись к плавающим предметам (см. рис. 118—7).

Распространение. Кембрий — девон.

Род диплограптус (Diplograptus). Колония состояла из нескольких нитей, вдоль которых с двух сторон располагались ячейки с особями. В месте схождения нитей имелась пластинка, над которой находился пузырь, наполненный воздухом. Пузырь удерживал колонию в плавающем состоянии (см. рис. 72). Название происходит от двухрядного расположения особей (*ди* — по-гречески два).

Распространение. Ордовик.

Род монограптус (Monograptus). Ячейки с особями расположены на веточках в один ряд — «однорядный» граптолит (*моно* — по-гречески один) — и тесно примыкают друг к другу. Веточки бывают прямые, разветвленные или спирально закрученные (см. рис. 119—*6*).

Распространение. Силур.

ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ

Обширный подтип позвоночных объединяет животных, имеющих внутри тела позвоночный столб. У некоторых позвоночных в зародышевом состоянии закладывается хорда, но в процессе индивидуального развития она замещается позвоночным столбом. Хорда у взрослых форм сохраняется только у самых примитивных представителей (так называемых бесчелюстных).

Позвоночные представлены весьма разнообразными формами, как современными, так и вымершими.

Тело снаружи покрыто кожей, состоящей из двух слоев: наружного (кожицы) и внутреннего (собственно кожи). Из кожицы нередко образуются роговые чешуи, когти, рога или перья и волосы (шерсть). Позвоночный столб состоит из позвонков, от которых отходят ребра. У низших позвоночных позвоночник хрящевой, у высших — костный. Хрящ — в общем мягкая ткань, кости же пропитаны частью углекислым, а в основном фосфорнокислым кальцием.

Мягкая часть тела в значительной мере состоит из мускулатуры. Сложно устроены органы пищеварения, дыхания, кровеносная система и другие органы. Важным органом позвоночных является нервная система и связанные с ней органы чувств. Особое значение имеет высокоразвитая центральная нервная система, состоящая из головного мозга и спинного мозга.

Подтип позвоночных делится на шесть классов: 1) *бесчелюстные* (Agnatha), 2) *рыбы* (Pisces), 3) *земноводные* (Amphibia), 4) *пресмыкающиеся* (Reptilia), 5) *птицы* (Aves), 6) *млекопитающие* (Mammalia).

Класс бесчелюстные (Agnatha)

Этот класс объединяет самых примитивных представителей позвоночных. Высшие бесчелюстные напоминают рыб и ведут водный образ жизни. Характерной особенностью бесчелюстных является отсутствие челюстей. Внутренний скелет хрящевой или в виде хорды. Из современных животных к бесчелюстным принадлежит *минога*, ведущая полупаразитический образ жизни (высасывает кровь из тела рыб).

Бесчелюстные были широко распространены в палеозое, для которого характерна вымершая группа так называемых *щитковых*. Щитковые имели наружный панцирь из костных чешуй или пластин. Они известны в ордовикских, силурийских и девонских отложениях.

Класс рыбы (Pisces)

Рыбы, как и все остальные позвоночные, имеют челюсти, вооруженные обычно зубами. Кожа рыб покрыта чешуей, которая по своему виду и составу разделяется на несколько типов. Чешуя представляет собой костные образования, покрытые часто плотным веществом — эмалью, или дентином. Позвоночник хрящевой или костный, иногда слабо выражен. Конечности рыб в виде плавников, парных (грудных и брюшных) и непарных (обычно имеются те и другие), с хрящевым или костным скелетом внутри. Дыхание жаберное.

Класс рыб делится на три подкласса: 1) *панцирные*, 2) *хрящевые* и 3) *костные рыбы*.

ПОДКЛАСС ПАНЦИРНЫЕ РЫБЫ

К панцирным рыбам относятся рыбы с наиболее примитивным строением. Тело покрыто панцирем из костных пластин. Панцирные — вымерший подкласс, известный для девона. Одним из представителей подкласса является *коккостеус* (*Coccosteus*).

Голова и грудная часть туловища коккостеуса были покрыты костным панцирем. Нижняя сторона туловища плоская, что указывает на донный образ жизни. Голова вооружена мощными челюстями с острыми выступами, без зубов. Внутренний скелет коккостеуса слабо развит,

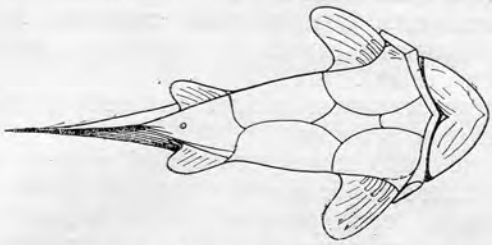


Рис. 73. *Coccosteus*. Вид снизу

и в ископаемом состоянии известны только обызвествленные дуги позвонков. Хвост узкий, имеется несколько парных и непарных плавников. Коккостеус достигал длины 50 *см* (рис. 73).

ПОДКЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ

В ископаемом виде хрящевые рыбы представлены значительно больше, чем панцирные. Позвоночник состоит из хрящевых позвонков. Из современных форм к ним принадлежат акулы и другие рыбы. Расцвет хрящевых рыб приходится на палеозой (особенно на карбон). В частности, большое распространение в ископаемом состоянии имеет отряд *селахий*, или *настоящих акул*, существующий с девона по на-

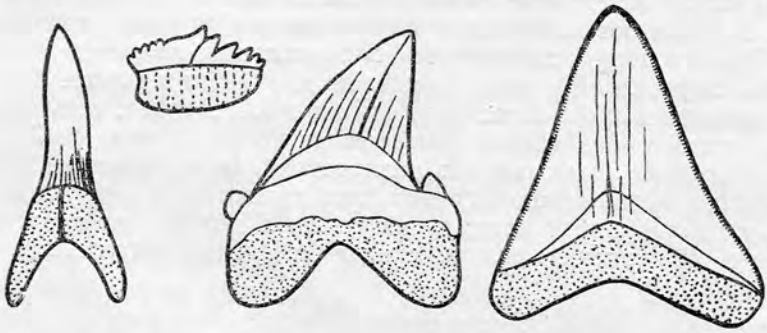


Рис. 74. Зубы палеогеновых акул

стоящее время. От них сохраняются почти исключительно зубы. У современных и близких к ним палеогеновых акул зубы острые, внизу обычно расширенные, нередко с мелкой зазубренностью (рис. 74).

ПОДКЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ

Это самый обширный в настоящее время подкласс. Костные рыбы известны с девона, но расцвет их наступил в мезозое и продолжается в настоящее время. Скелет костный. На поверхности тела имеется костная чешуя, которая особенно хорошо развита у древних форм.

Костные рыбы подразделяются на несколько отрядов. Подавляющее число форм относится к отряду *костистых*, однако основной геологический интерес представляют отряды *двоякодышащих* и *кистепе-*

рых рыб. Господство костистых наступает лишь в меловом периоде (появились в триасе). Расцвет кистеперых и двоякодышащих рыб приходится на палеозой.

Из ископаемых кистеперых укажем род *голоптихиус* (*Holoptychius*), тело которого было покрыто черепицеобразно налегающей чешуей. Спинные плавники этой рыбы располагались возле хвостовых плавников. Присутствовали длинные грудные плавники (рис. 75). Голоптихиус жил в девонском периоде. В современной фауне обнаружен только один род кистеперых рыб. Длинные грудные плавники их рассматривают как прообраз конечностей наземных животных. По этой, а также по другим особенностям скелета кистеперых рыб считают предками четвероногих наземных животных.



Двоякодышащие рыбы являются жителями временно пересыхающих водных басейнов. Несмотря на наличие, кроме жабр, примитивных легких, они не оказались родоначальниками наземных животных, так как появление легочного дыхания у них осталось лишь узким приспособлением к условиям жизни во временно пересыхающих водоемах.

Одним из характерных представителей палеозойских (девонских) двоякодышащих является *дипгерус (Dipterus)* (рис. 76).

Современные двоякодышащие известны в пересыхающих реках засушливых областей Австралии и Южной Америки.

Класс земноводные (Amphibia)

Среди наземных позвоночных земноводные являются древнейшим и наиболее примитивным классом. Появились они в девонском периоде, но расцвет приходится на каменноугольный и пермский периоды. С мезозоя роль земноводных в наземной фауне резко снижается. В настоящее время они представлены всего несколькими родами (лягушки, саламандры и др.).

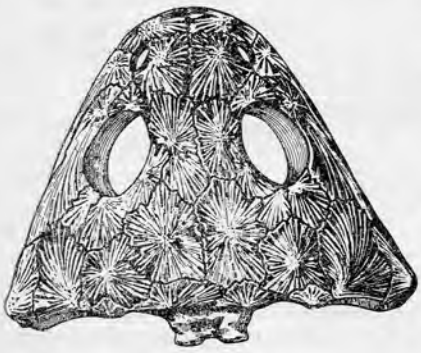


Рис. 77. *Dvinosaurus*

Внутренний скелет (позвоночник) земноводных хорошо выражен и состоит из позвонков и ребер. Имеются парные конечности (передние и задние), строение скелета которых в общем аналогично строению скелета конечностей всех наземных позвоночных.

Земноводные — холоднокровные животные, т. е. с непостоянной температурой тела, соответствующей температуре той обстановки, в которой они обитают. Размножаются земноводные икрой (яйцами), которую они мечут в воду. Из икры выходят личинки, которые до полного превращения во взрослую форму живут в воде и дышат жабрами. У взрослых земноводных дыхание легочное. Кожа влажная, слизистая и, кроме

Наземные ящеры

Наземные ящеры составляют обширную группу животных. Из них наибольший геологический интерес представляют так называемые *динозавры,* или страшные ящеры (от слов: *дейнос* — страшный, *зауpос* — ящерица).

Динозавры — обычно крупные, иногда гигантских размеров животные с длинным хвостом и нередко длинной шеей. Имеются, однако,

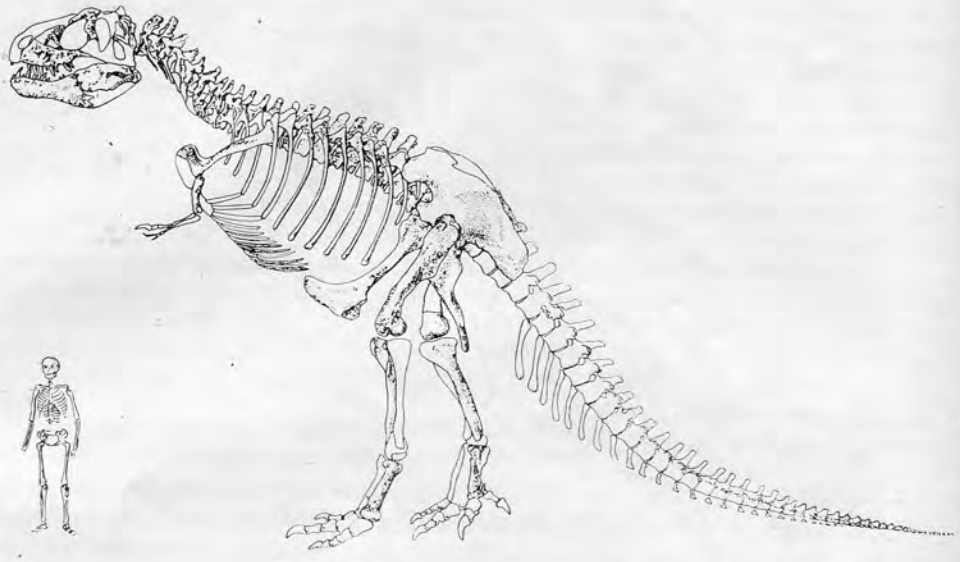


Рис. 80. *Tirannosaurus*
Слева для сравнения помещен скелет человека, изображенный в том же масштабе

и очень мелкие динозавры. Череп в сравнении с телом крайне мал. Мозговая полость черепа также незначительных размеров.

Среди динозавров различают хищных и травоядных животных. Многие из них по внешнему виду напоминают современных кенгуру;

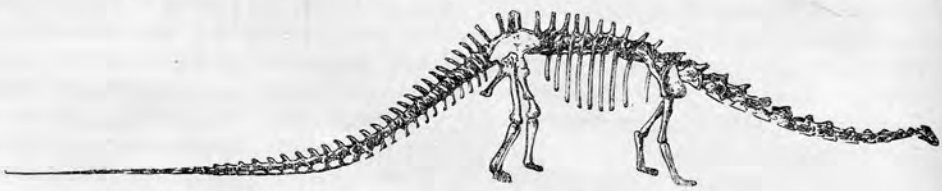


Рис. 81. *Diplodocus*

они ходили на задних, более удлиненных конечностях. Тело при ходьбе поддерживалось мощным хвостом. Приведем описание нескольких представителей этой обширной группы пресмыкающихся.

Род тираннозавр (Tirannosaurus). Крупный хищник до 14 *м* длины. Ходил на массивных задних конечностях; передние конечности значительно укорочены. На челюстях большой головы сидели крупные ножевидные зубы (рис. 80). Известен из верхнемеловых отложений.

Род *диплодок* (*Diplodocus*). Крупнейшее травоядное животное до 25—30 *м* длины. Ходило на четырех ногах, но передние конечности были немного короче задних. Диплодок имел очень длинный и мощный хвост, а также длинную шею. Голова маленькая, с небольшим объемом головного мозга (рис. 81). Известен из юрских отложений.

Род *манджурозавр* (*Mandschurosaurus*). Довольно значительных размеров динозавр — не менее 8—10 *м* длины. Ходил на задних конечностях, опираясь на массивный хвост; передние конечности укорочены.

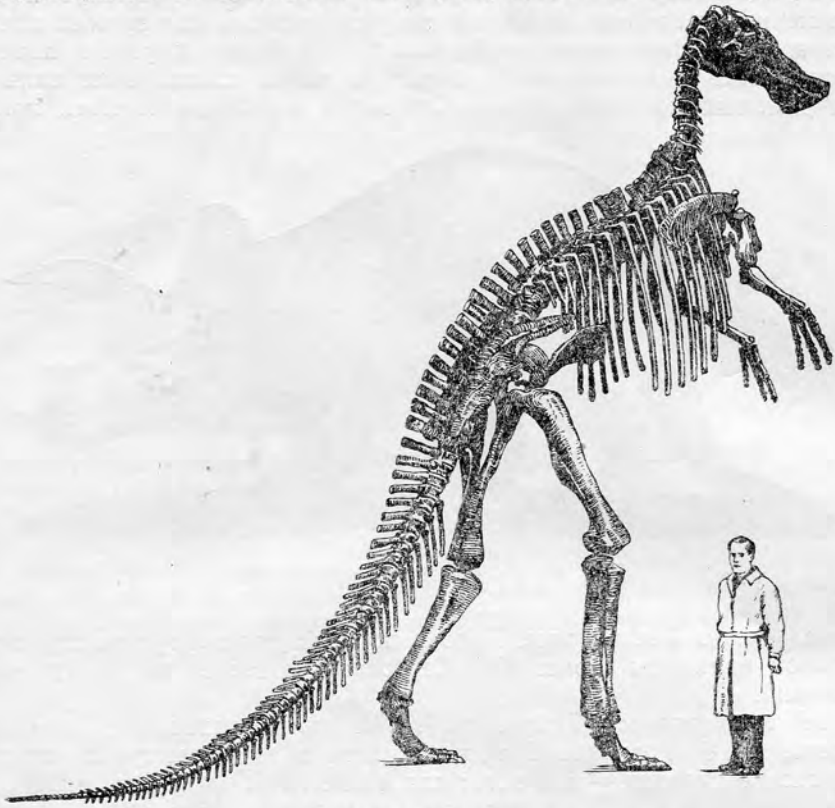


Рис. 82. *Mandschurosaurus*

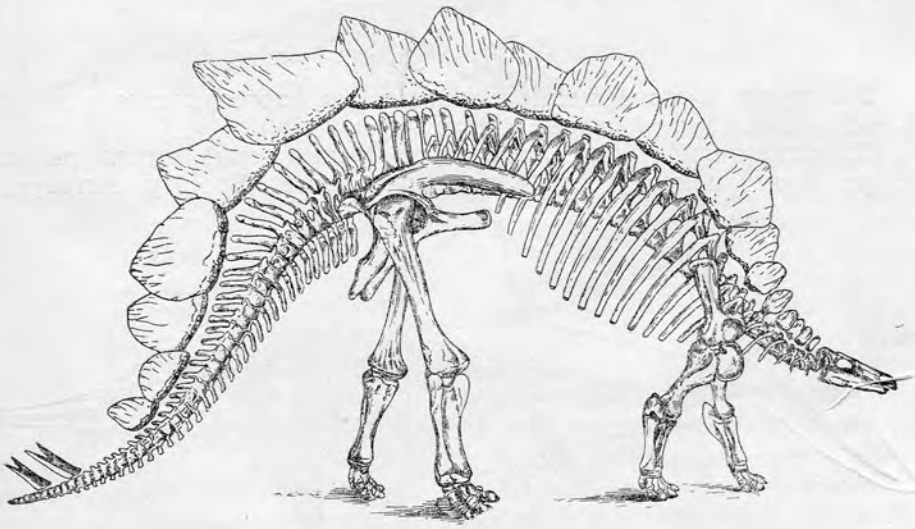


Рис. 83. *Stegosaurus*

Череп вытянутый, плоский. На челюстях сидело большое число (до 2000) мелких зубов.

Почти полный скелет манджурозавра найден свыше 30 лет назад среди верхнемеловых отложений Дальнего Востока (р. Амур). В реста-

рированном виде этот скелет выставлен в Геологическом музее в Ленинграде (рис. 82).

Род стегозавр (*Stegosaurus*). В верхней части туловища на всем протяжении от головы до хвоста тянулся гребень из крупных костных пластин, стоявших почти вертикально. Наиболее крупные пластины располагались в задней части тела. На конце хвоста выступали две пары длинных костных шипов. Стегозавр ходил на четырех ногах и

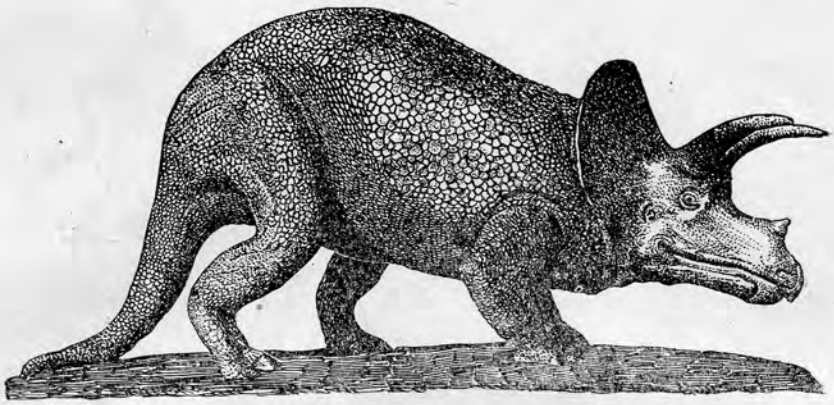


Рис. 84. *Triceratops* (реконструкция)

достигал длины 6 *м* и более. Голова по сравнению с туловищем незначительной величины (рис. 83). Стегозавр известен из верхнеюрских отложений.

Род трицератопс (*Triceratops*). Массивное животное, наподобие носорога, до 6 *м* длины. В задней части головы выступал «костный воротник», а спереди — три рога: два выше глаз, один в носовой части. Пальцы конечностей оканчивались копытами (рис. 84). Известен в верхнемеловых отложениях.

Водные ящеры

Эта группа мезозойских пресмыкающихся многочисленна и делится на ряд отрядов (ихтиозавры, плезиозавры и др.).

Представители отряда *ихтиозавров* (рыбоящеры) имели рыбообразную форму и конечности в виде плавников. Во рту вытянутого

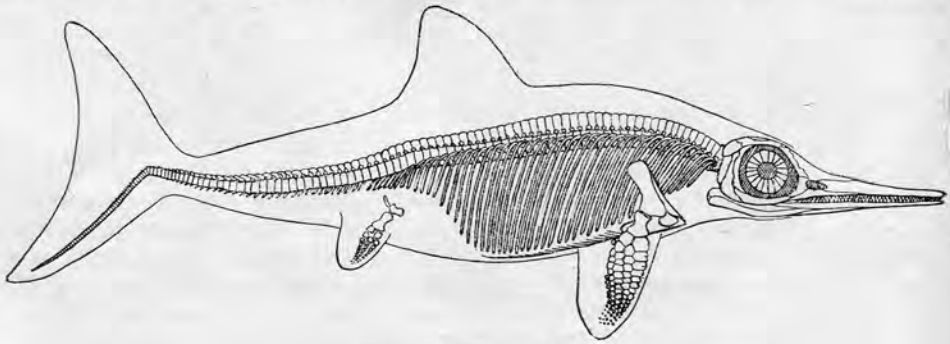


Рис. 85. Ихтиозавр

черепа находилось множество острых зубов (рис. 85). Отличительной чертой ихтиозавров является рождение живых детенышей. Ихтиозавры известны из юрских отложений.

Плезиозавры имели моржевидное тело с длинной шеей, оканчивающейся миниатюрной головой. Конечности у них в виде ластов (рис. 86). Плезиозавры известны из юрских и меловых отложений.

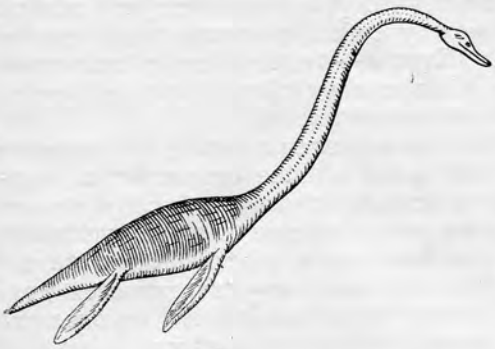


Рис. 86. Плезиозавр (реконструкция)

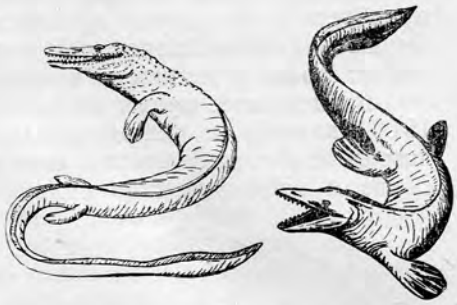


Рис. 87. Мозазавры (реконструкция)

Некоторые водные ящеры имели тонкое и длинное тело змеевидной формы (например, мозазавр; рис. 87).

Летающие ящеры

Летающие ящеры имели перепончатые крылья, развивающиеся из передних конечностей (напоминают крылья летучих мышей). Кожистые перепонки поддерживались одним сильно удлиненным пальцем

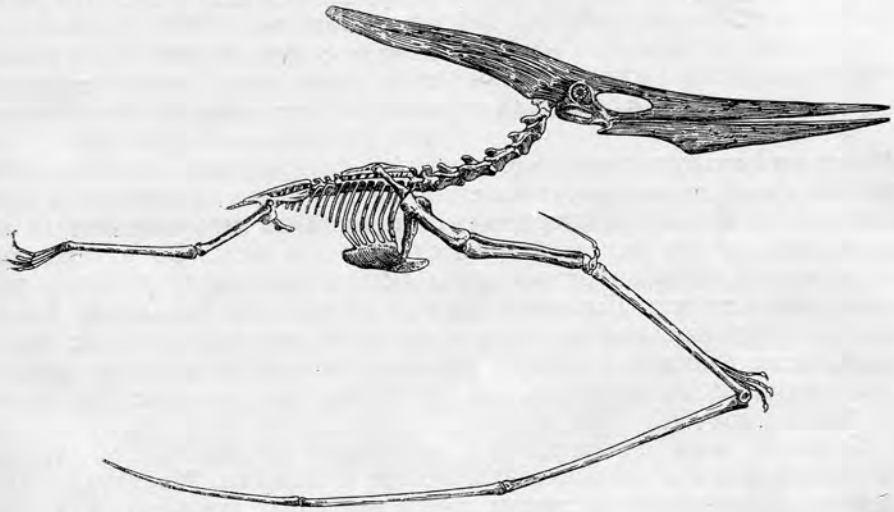


Рис. 88. *Pteranodon*

(у летучих мышей поддерживается несколькими пальцами). Некоторые формы достигали больших размеров — размах крыльев до 8 *м*, например *птеранодон* (*Pteranodon*, рис. 88). Были также весьма мелкие формы, не больше воробья, например *птеродактиль* (*Pterodactylus*). Летающие ящеры, или птерозавры, жили на протяжении юрского и мелового периодов и особенно широко были распространены в меловом периоде.

К концу мезозоя все своеобразные мезозойские формы пресмыкающихся полностью вымерли, и в кайнозойскую эру перешло всего несколько отрядов и семейств, распространившихся в основном в теплом поясе земной поверхности (крокодилы, черепахи, змеи и ящерицы).

Класс птицы (Aves)

Наиболее характерной особенностью птиц является наличие перьев и крыльев. Кости птиц полые, что благоприятствует полету. Многие кости плотно срастаются между собой, в связи с чем скелет приобретает большую прочность. Птицы — теплокровные животные (с постоянной температурой тела). Они кладут яйца, которые в отличие от ранее описанного класса сами высиживают.

В настоящее время птицы богато представлены (известно не менее 15 000 видов), но находки вымерших птиц крайне ограниченны, единичны. Небольшое число находок ископаемых птиц обусловлено их образом жизни: тонкие полые кости после смерти птиц в условиях дневной поверхности быстро разлагаются или же уничтожаются другими животными. В ископаемом виде лучше сохраняются остатки птиц, погребенные в водных осадках, но и такие остатки встречаются редко, даже среди водоплавающих птиц.



Рис. 89. *Archaeopteryx* (реставрация)

Птицы известны с юрского периода. Большой научный интерес представляют две находки окаменелостей птиц из литографских сланцев юрского возраста в Германии. Они относятся к вымершему роду, названному *археоптериксом* (*Archaeopteryx*). Эти окаменелости наряду с характерными признаками птиц (например, перья) сохраняют еще ряд признаков, свойственных пресмыкающимся (рис. 89).

Скелет археоптерикса отличается следующими особенностями. Крылья, кроме перьев, несут на сгибе по три пальца с когтями. Имеется длинный хвост (как у ящерицы), состоящий из многочисленных позвонков, на котором рулевые перья сидят в два ряда. Во рту располагаются многочисленные острые зубы (как в пасти крокодила), а рогового клюва еще нет. Позвонки двояковогнутой формы, какие бывают только у пресмыкающихся. Вполне вероятно, что археоптерикс еще не обладал способностью свободно летать и пальцы на крыльях содействовали лазанию по деревьям. По размерам археоптерикс был немногим больше голубя.

Строение тела археоптерикса указывает на то, что он являлся переходной формой от пресмыкающихся к птицам. Наряду с аналогичными окаменелостями других групп животных эта вымершая птица служит прекрасным подтверждением эволюции органического мира, происхождения одних групп животных от других.

Более поздние — меловые птицы в некоторых случаях еще сохраняют отдельные архаичные признаки (зубы во рту, двояковогнутые позвонки), но среди них уже имеются формы, полностью напоминающие современные. В кайнозойскую эру птицы находятся в расцвете.

Класс млекопитающие (Mammalia)

Млекопитающие составляют высший класс позвоночных. Характерной и наиболее прогрессивной особенностью млекопитающих является рождение живых детенышей и вскармливание их молоком. Головной мозг млекопитающих устроен более совершенно и сложно, чем у дру-

гих позвоночных. Млекопитающие имеют волосяной покров. Температура тела у них постоянная.

Перечисленные особенности наряду с дальнейшим усовершенствованием в строении позвоночного столба, конечностей, зубов и внутренних органов позволили млекопитающим занять с начала кайнозоя ведущее место в фауне позвоночных.

Не останавливаясь детально на строении скелета млекопитающих, так как для этого необходимы дополнительные сведения из зоологии и сравнительной анатомии, отметим лишь некоторые особенности их зубов, которые лучше сохраняются в ископаемом состоянии, чем остальные элементы скелета, и служат важным материалом для распознавания многих групп млекопитающих. У млекопитающих в отличие от более низкоорганизованных классов позвоночных зубы располагаются на челюстях всегда лишь в один ряд. Зубы неодинаковы, но делятся на отделы, приспособленные к различным функциям: передние долотовидные зубы, или резцы, конусовидные клыки и разной формы боковые подкоренные и коренные зубы. Разные группы млекопитающих отличаются по числу тех или иных зубов, их расположению и форме.

Первые млекопитающие появились в юрском периоде, но наибольшего развития они достигли в начале кайнозоя, когда эволюция и дифференциация их достигла высокой степени.

Класс млекопитающих делится на три подкласса: *первозвери*[1], *сумчатые* и *высшие млекопитающие,* или *последовые.*

К подклассу первозверей из современных животных принадлежат *однопроходные* — ехидна и утконос, которые размножаются путем кладки яиц, но детенышей вскармливают молоком. Из вымерших форм к первозверям условно отнесены примитивные млекопитающие, известные из мезозойских отложений, — так называемые *многобугорчатые.* Коренные зубы этих животных покрыты многочисленными бугорками. Многобугорчатость зубов и является признаком примитивных млекопитающих.

Представители подкласса сумчатых в настоящее время живут только в Австралии и в небольшом числе — в Южной и Северной Америке. В прошлом сумчатые были широко распространены на земной поверхности.

Сумчатые донашивают новорожденных недоразвитых детенышей в особом мешке на брюшной части тела. Молочные железы открываются прямо в мешок и устроены примитивно. Число и особенности строения зубов сумчатых несколько отличны от зубов высших млекопитающих.

Ископаемые сумчатые известны из неогеновых, палеогеновых, реже меловых отложений. К данному подклассу относят также остатки некоторых более древних млекопитающих, обнаруженных среди юрских отложений.

Подкласс высших млекопитающих, или последовых, широко представлен как в современной фауне, так и в ископаемом виде. Он подразделяется на большое число отрядов и семейств, приспособленных к различным условиям обитания и поэтому обладающих разнообразными признаками строения тела. Строение зубного аппарата высших млекопитающих приобретает особенно важное значение при их изучении.

По мере изучения ископаемых представителей этого подкласса был накоплен большой материал, который хорошо освещает общее направление эволюции высших млекопитающих. Наиболее подробно прослежена эволюция копытных, хоботных, приматов и некоторых других отрядов.

---

[1] Название «зверь» применимо только к млекопитающим.

Большой вклад в изучение высших млекопитающих внес выдающийся русский ученый — палеонтолог и эволюционист В. О. Ковалевский, который особенно много внимания уделил изучению эволюции семейства лошадиных.

Семейство лошадиных

Семейство лошадиных (Equidae), как показали исследования В. О. Ковалевского, прошло длительный и сложный путь развития, прежде чем был достигнут облик современной лошади.

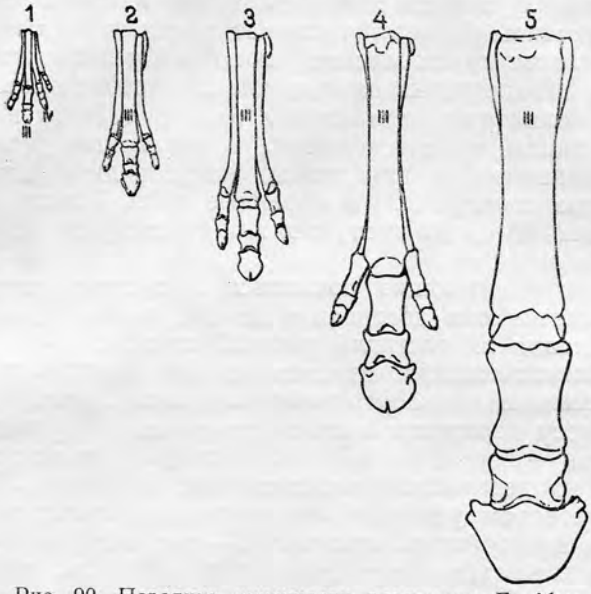


Рис. 90. Передние конечности различных Equidae
Рисунок иллюстрирует постепенное сокращение числа пальцев и увеличение их абсолютных размеров

Современная лошадь, как известно, приспособлена в основном к жизни в степных условиях. У нее хорошо развиты конечности. Их нижняя часть (пястье и плюсна) вытянута и несет всего по одному

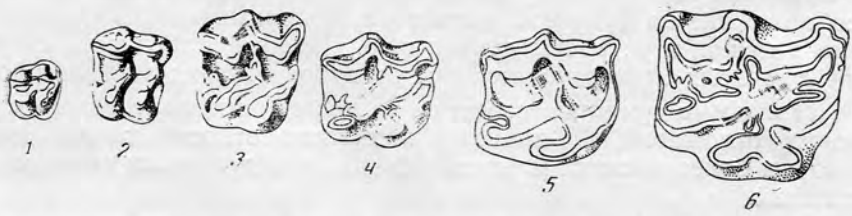


Рис. 91. Правые верхние коренные зубы различных Equidae (натуральная величина). Можно проследить переход от сравнительно примитивного зуба *Eohippus* (*1*) до сложноскладчатого зуба современной лошади (*6*)

длинному пальцу, оканчивающемуся копытом; от двух других пальцев сохранились лишь рудименты. Зубы приспособлены для травоядного питания, в связи с чем коренные и часть подкоренных зубов имеют сложноскладчатую эмаль. Коронки зубов высокие, часть зубов редуцировалась (исчезла). Соответствующее изменение претерпели и другие органы (например, произошло удлинение черепа). Совсем иную картину мы наблюдаем у предков современной лошади, особенно отдаленных.

Изучением ископаемых остатков установлено, что самый отдаленный предок (родоначальник современной лошади) появился еще в палеогеновом периоде (в начале эоцена). Он получил название *эогиппус* (*Eohippus*). Размеры эогиппуса не превышали размером большого кота. Коренные зубы эогиппуса имели низкую четырехугольную коронку с бугорками. Конечности — четырехпалые, с незначительно вытянутой нижней частью. Таким образом, эогиппус почти ничего общего не имеет с современной лошадью.

От эогиппуса до современной лошади можно проследить ряд промежуточных форм, все более и более похожих по размерам, форме тела, строению конечностей и зубов на лошадей в собственном смысле этого слова (рис. 90, 91). Лишь в конце плиоцена появился современный род *Equus* (лошадь).

Отряд хоботных

История отряда хоботных (Proboscidae), которые в настоящее время представлены слонами, также прослежена на ряде форм. Древнейшим представителем хоботных считается *меритериум* (*Moeritherium*), живший в конце эоцена — начале олигоцена. Величина его не превышала размера свиньи. Череп низкий, длинный, без хобота, верхние и нижние резцы увеличены (начало образования будущих бивней). Коренные зубы низкие, с четырьмя бугорками (рис. 92). От этого свиноподобного предка начинается серия сменяющих друг друга все более отдаленных потомков, постепенно приобретающих характерные черты современных хоботных. Крупные мастодонты неогенового периода уже во многом походили на слонов, но зубы их еще значительно отличались от слоновых. Настоящие слоны (род *Elephas*) появились в начале четвертичного периода. К этому роду относится живший и вымерший в четвертичном периоде мамонт (*Elephas primigenius*), который по размерам немного превышал современных слонов.

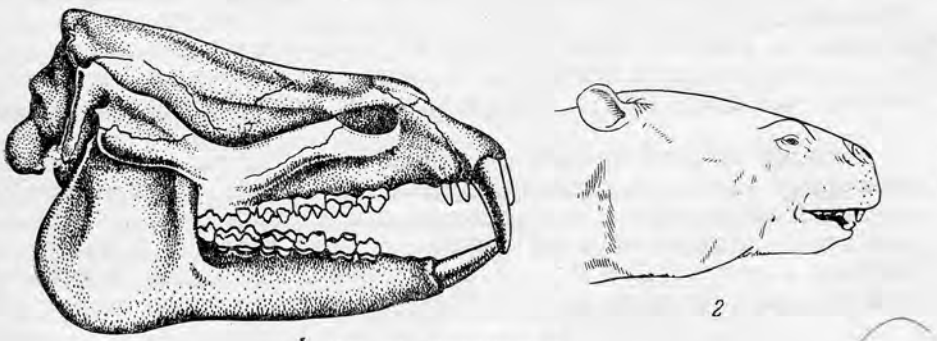


Рис. 92. *Moeritherium*
1 — череп; *2* — реконструкция головы

Находки скелетов мамонтов и особенно отдельных его костей и зубов широко известны на территории СССР. В Сибири обнаружены, как уже было указано выше, даже целые трупы этих животных.

Отряд приматов

Весьма большой интерес для науки представляет эволюция отряда приматов (*Primates*), к которому принадлежат обезьяны и человек.

Изучение эволюции ископаемых представителей этого отряда дало возможность навсегда отбросить нелепые и реакционные утверждения некоторых буржуазных ученых и религии о каком-то особенном, божественном пути развития и происхождения человека.

Древнейшие представители приматов — полуобезьяны (лемуры) — известны с раннего палеогена, а обезьяны — с позднего палеогена (олигоцена).

Человек появился в начале четвертичного периода.

Подотряд обезьян делится на две группы: более примитивную — широконосые обезьяны и более высокоорганизованную — узконосые обезьяны. Последняя включает семейство человекообразных обезьян, от которых и произошел человек.

К современным человекообразным обезьянам принадлежат орангутанг, горилла, шимпанзе и гиббон.

Наиболее близкими к обезьянам предками человека считают *австралопитека* (*Australopithecus*), *плезиантропуса* (*Plesiantropus*) и *парантропуса* (*Paranthropus*), найденных в 30—40-х годах XX в. в Южной Африке. Объем мозговой полости черепа у парантропуса достигал 800 *см*^{3}, что служит указанием на довольно высокое его развитие.

Древнейшим представителем семейства человека (*Hominidae*) является *питекантроп* (*Pithecanthropus* — «обезьяна-человек»), остатки которого найдены на о-ве Ява в 1891 г. в нижнечетвертичных отложениях. Объем черепной коробки питекантропа составлял 900 *см*^{3}. Череп его в передней части покатый и несет выступающие вперед надбровные дуги. Бедренные кости прямые, что указывает на то, что питекантроп ходил на задних конечностях в выпрямленном виде, как и современные люди.

Следующим звеном в эволюции человека считают *синантропа* (*Sinanthropus*), остатки которого обнаружены в 1927 г. в Китае. Череп синантропа в передней части более высокий, с бо́льшим, чем у питекантропа, объемом мозга.

Более поздним представителем предков человека является *неандертальский* человек (*Homo primigenius* — первобытный человек). Название его происходит от долины р. Неандер в Германии, где впервые были обнаружены остатки неандертальца. Удлиненное, выступающее вперед лицо, присутствие надбровных дуг, низкий лоб, короткие, слегка согнутые в коленях ноги и длинные руки придавали неандертальцу немного обезьяний облик. Но его мозг был не меньше, чем у современного человека[1]. Жил неандерталец в конце среднечетвертичной эпохи.

Неандертальский человек сменяется новым видом — *Homo sapiens*, к которому уже принадлежит современный человек. Ранним представителем *Homo sapiens* и непосредственным предком современного человека является *кроманьонский* человек, остатки которого были впервые найдены в пещере Кро-Маньон во Франции. По облику и строению кроманьонский человек по сути ничем не отличается от современных людей.

Фридрих Энгельс в своем известном труде «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека» указал на условия и причины, благоприятствующие появлению в процессе эволюции обезьян разумного существа — человека.

Процесс постепенного превращения обезьяны в человека начинается с того времени, когда она становится на задние конечности, а передние конечности — руки — освобождаются для выполнения других функций. Впоследствии руки становятся органом труда. Труд создал человека. «Но рука, — говорит Ф. Энгельс, — ... является не только органом труда, она также и продукт его». Коллективность трудового процесса древних людей содействовала появлению речи. Труд, а затем членораздельная речь оказались основными факторами превращения мозга обезьян в человеческий мозг.

---

[1] У современного человека объем головного мозга в среднем равен 1500 *см*^{3}.

Таковы вкратце основные данные науки о происхождении человека, неоспоримо опровергающие антинаучный реакционный религиозный миф о создании человека богом.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ХОРДОВЫХ

Изучение ископаемых хордовых имеет большое научное значение, так как дает возможность проследить эволюцию высших животных, в том числе и человека. Поэтому каждая новая находка остатков вымерших форм этого типа представляет большой интерес.

Ископаемые позвоночные, как и остатки других организмов, являются ценным материалом для выяснения физико-географических условий минувших эпох. Однако в качестве материала для выяснения и уточнения относительного возраста горных пород позвоночные уже не играют такой роли, как многие группы беспозвоночных.

Абсолютное большинство позвоночных, не считая рыб, жили и живут в настоящее время на суше, где условия для сохранения остатков животных в ископаемом виде весьма неблагоприятны. Так, в условиях дневной поверхности кости легко поддаются разрушению под воздействием процессов выветривания, микроорганизмов, хищных животных. Сами кости в основном сложены органическим веществом и поэтому легко разрушаются. Более благоприятными условиями для их сохранения является водная среда — реки, озера, моря, куда нередко сносятся проточными водами и погребается в осадках немалое количество отдельных костей и даже целые скелеты наземных позвоночных.

В результате неблагоприятных условий сохранения многие древние представители наземных позвоночных известны пока в единичных экземплярах или от них сохранились только отдельные кости или зубы. Но, несмотря на это, ископаемые позвоночные играют немаловажную роль в решении стратиграфических задач, особенно такие их группы, как древние палеозойские рыбы, пермские и мезозойские пресмыкающиеся, млекопитающие кайнозоя и некоторые другие.

В изучении континентальных толщ и их расчленении позвоночные совместно с растениями служат почти единственным палеонтологическим материалом.

ГЛАВА 14

РАСТЕНИЯ

Мир растений чрезвычайно обилен и разнообразен. Все его представители могут быть отнесены к одной из двух основных групп: либо к группе слоевцовых, либо к группе листостебельных. Каждая из этих групп растений представлена рядом их типов.

В настоящем учебнике группы растений рассматриваются в такой последовательности: *слоевцовые (бактерии, водоросли), листостебельные (мхи, псилофиты, плауновые, членистостебельные, папоротниковые, голосеменные и покрытосеменные).*

СЛОЕВЦОВЫЕ

К слоевцовым (Thallophyta) принадлежат наиболее примитивные и низкоорганизованные представители растительного царства. Тело слоевцовых представляет собой так называемое *слоевище,* не имеющее явственного подразделения на ткани, т. е. группы специализированных клеток с определенным строением и функциями (слово «*таллус*», являющееся корнем латинского их названия, означает «слоевище»). Слое-

вище может состоять как из одной, так и из очень многочисленных клеток.

Слоевцовые разделяются на бактерии, водоросли и грибы, составляющие несколько самостоятельных типов. Из них только некоторые бактерии и водоросли представляют геологический интерес.

Бактерии

Бактерии — одноклеточные микроскопические организмы. Строение клетки у них очень простое: это комочек протоплазмы, окруженный плотной оболочкой. Внутри клетки рассеяны мелкие зернышки ядерного вещества, но четко выраженного обособленного ядра нет. Размножаются бактерии делением, иногда очень быстро. Некоторые образуют споры, т. е. распадаются на мелкие одноклеточные зародыши, иногда образующиеся в большом количестве и одетые плотными защитными оболочками.

Живут бактерии в самых различных условиях, некоторые из них приспособлены к жизни в бескислородной среде (так называемые анаэробные бактерии). Питаются бактерии большей частью готовыми органическими веществами, но имеются и такие, которые способны создавать органические соединения из неорганических, используя энергию окисления минеральных веществ (железобактерии, почвенные бактерии, окисляющие азот, и др.).

В процессах, протекающих на земной поверхности, бактериям принадлежит немалая роль: они служат основным фактором в разрушении мертвых организмов (процесс гниения). Многие бактерии являются болезнетворными, а некоторые полезны человеку.

В ископаемом виде сами бактерии мало известны. Но в результате жизнедеятельности некоторых из них образуются пласты или скопления железных руд, осаждается карбонат кальция из морской воды, отчего накапливается известковый ил, и т. д.

Водоросли

Водоросли — обширная группа исключительно водных, обычно морских растительных организмов. Среди них выделяют следующие типы: сине-зеленые, диатомовые, зеленые, харовые, бурые и красные водоросли.

Водоросли состоят из одной или многих клеток. Некоторые многоклеточные водоросли по внешнему виду напоминают небольшие кустистые наземные растения. Имеются среди них и гигантские формы, достигающие 100—300 *м* в длину. Одноклеточные водоросли иногда образуют колонии. Все водоросли содержат хлорофилл и способны к ассимиляции углерода из CO_2, растворенного в воде. Размножаются водоросли делением, или спорами.

В ископаемом виде известны представители всех типов водорослей, но сохраняются они, за редким исключением, плохо. В современную эпоху водоросли широко распространены. Значительный геологический интерес представляют сине-зеленые, диатомовые и красные водоросли.

Сине-зеленые водоросли — одиночные или колониальные одноклеточные растения, содержащие, кроме хлорофилла, еще синий пигмент, вследствие чего они имеют обычно сине-зеленую окраску. В настоящее время они живут во влажных местах, в пресных водах и морях. Клетки некоторых сине-зеленых водорослей выделяют карбонат кальция, образующий пленки и корочки на дне моря.

Результатами жизнедеятельности колоний сине-зеленых водорослей являются широко распространенные в рифее и нижнем палеозое *строматолиты* — массивные известковые тела с тонкослоистой внутренней структурой, из которых иногда состоят целые толщи известняков.

Диатомовые водоросли — одноклеточные микроскопические водоросли, заключенные в кремнистую скорлупку, состоящую из двух половинок, или створок (рис. 93). Современные диатомеи широко распространены как в соленых, так и в пресных водоемах, где они ведут обычно планктонный образ жизни. На дне современных морей вне тропической полосы скорлупки диатомей слагают диатомовый ил, местами покрывающий обширные площади морского дна. Большие толщи кремнистых пород — диатомовых трепелов и опок, или диатомитов — неогеновой, палеогеновой и отчасти меловой систем сложены в основном скорлупками диатомей. Диатомеи известны с юрского периода.

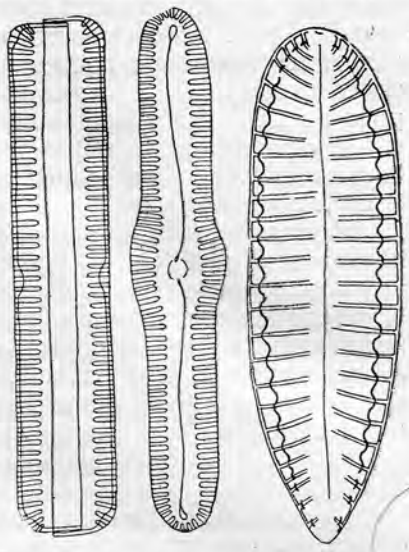


Рис. 93. Представители диатомовых водорослей. Сильно увеличено

Новейшими исследованиями установлено, что диатомеи имеют определенное геологическое значение как руководящие ископаемые. В связи с этим появился новый метод в палеоботанике — метод диатомового анализа, успешно применяющийся для стратиграфических целей.

Красные водоросли, или багрянки, имеют многоклеточное строение и живут в морях, реже в пресных водах. Некоторые из них выделяют известь, отчего приобретают важное геологическое значение. Группа багрянок, выделяющих известковый скелет, получила название *нуллипор.* Нуллипоры прикрепляются к подводным предметам или свободно лежат на морском дне. Они известны с мелового

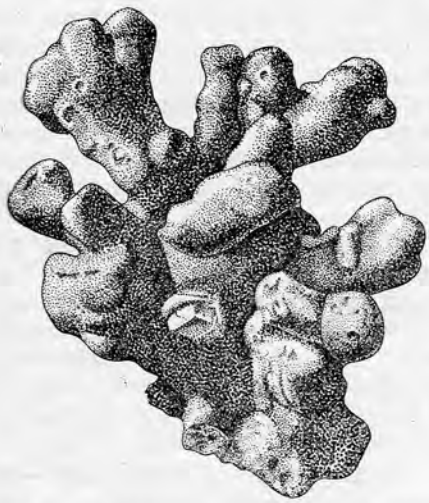


Рис. 94. *Lithothamnium* (современный)

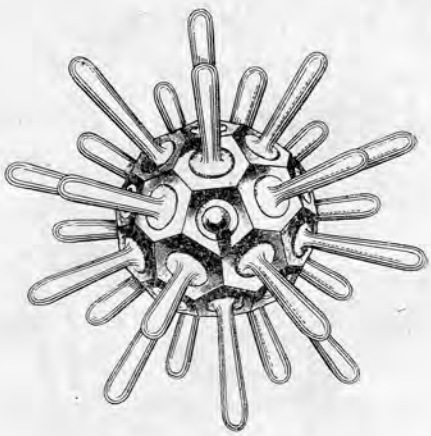


Рис. 95. Представитель кокколитофорид. Сильно увеличено

периода. Из нуллипоровых водорослей особый интерес представляют *литотамнии,* тело (слоевище) которых образует подобие желвака или корки, нередко кустистой формы, размером с кулак или немногим более (рис. 94). Литотамнии совместно с кораллами участвуют в образовании рифов. Среди неогеновых отложений известны толщи известняков,

которые образованы в основном желваками литотамний (например, некоторые толщи неогеновых известняков западных областей Украины).

К слоевцовым относится группа одноклеточных микроскопических организмов — *жгутиковые,* которые во многом сходны по строению с животными из типа простейших и обладают способностью активно двигаться в воде и захватывать пищевые частицы. Но признаком, сближающим жгутиковые с растениями, является присутствие у части из них зерен хлорофилла и связанная с этим способность ассимиляции углерода из CO_2. Жгутиковые населяют как моря, так и пресные водоемы и ведут планктонный образ жизни. Присутствие известкового или кремнистого скелета у некоторых жгутиковых облегчает их сохранение в ископаемом виде.

Из жгутиковых немалый геологический интерес представляет группа *кокколитофорид (Coccolithophoraceae).* В современных морях кокколитофориды участвуют в накоплении известкового ила.

Тело кокколитофорид представлено одной клеткой, выделяющей известковый панцирь, который состоит из известковых пластинок (кокколитов) иногда с выростами на поверхности (рис. 95). Из кокколитов в значительной мере образован белый писчий мел. Они известны начиная с кембрия.

ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ

Листостебельные в сравнении с слоевцовыми представлены более сложными типами растений. Все они обладают стеблем и листьями. Из них, как указывалось, в порядке усложнения строения от низших форм к высшим, рассмотрим *мхи, псилофиты, плауновые, членистостебельные, папоротниковые, голосеменные и покрытосеменные.*

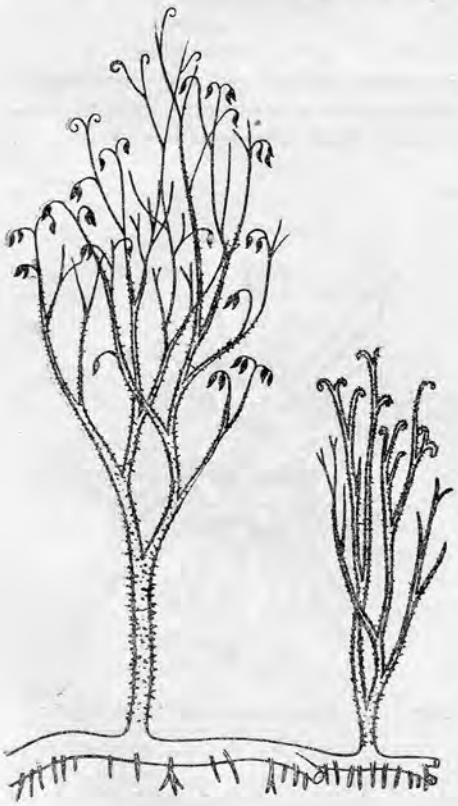


Рис. 96. *Psilophyton*

Мхи

Мхи (Bryophyta) мелкие, низкоорганизованные наземные растения. Одни из них по строению напоминают слоевище (печеночные мхи), у других хорошо выражены стебель и листья простого строения, но корень отсутствует (лиственные мхи).

В ископаемом состоянии мхи сохраняются плохо, но все же редкие находки их известны с карбона. В настоящее время мхам принадлежит большая роль в торфообразовании.

Псилофиты

Псилофиты (Psilophyta) — вымерший низкоорганизованный тип наземных споровых растений, известный с конца силурийского периода и наиболее распространенный в девонском периоде. Возможно их появление относится еще к раннему палеозою.

Псилофиты имели вид небольших кустиков с тонкими вильчато разветвляющимися голыми стеблями (по-латыни *псилос* — голый). Листья

и настоящие корни отсутствовали. Вместо корней имелась подземная часть стебля, или корневище. На стеблях некоторых форм наблюдаются колючки, которые, возможно, выполняли функции листьев. На концах ответвлений стебля располагались так называемые спорангии со спорами.

Стебель псилофитов имел проводящую ткань, что выдвигает их в разряд сосудистых наземных растений и ставит род [illegible] с которыми они все же имеют некоторое [illegible] таются родоначальниками всех наземных [illegible]

В конце девонского периода псило[illegible] терных представителей типа является *r*[illegible]

[illegible]отся в мезо-

[illegible]ранение в ме-

[illegible]а вытянутый;

Плауновидные — обширный тип, [illegible]емой, так и в сов[illegible] По внешнему

Плауновые (Lepidophyta) широко [illegible]ы имеют обычно [illegible]никами и паль-

видными формами. В современной фл[illegible]евовидные — вы- [illegible]чатки листьев.

плауны и то в небольшом количестве. Г[illegible] очень крупные, [illegible]периода; в на-

значительно выше псилофитов. [illegible]. [illegible]им числом ро-

Большое геологическое значение и[illegible] своем большин-

ская группа (девон — пермь), извес[illegible]епалеозойским и

ствольных плаунов. [illegible]флоре они встре-

ЧЕШУЙЧАТОСТВОЛЬ[illegible]е. Живут папо- [illegible]ставляя подав-

[illegible]лажных местах. [illegible]гений. Это дре-

Ствол чешуйчатостволь[illegible]ков чаще всего [illegible]игольчатые или

торых форм достигал нескольких дес[illegible]х основана на

часть ствола составляла кора, внутре[illegible]аленьких мешоч-

сину и сердцевину. Узкие и вытянутые [illegible]В современной

тесно прилегающими друг к другу рядами. В месте прикрепления листьев к стволу на поверхности коры у некоторых форм располагались листовые подушки — возвышения, сплошь покрывающие ствол. По мере роста растения листья отпадали, оставляя на стволе и ветвях так называемые листовые рубцы. От стебля в основании отходили четыре корневищеподобных отростка, располагавшихся в грунте горизонтально и так же вильчато разветвляющихся. Эти отростки получили название *стигмарий* (рис. 97). Настоящие корни отсутствовали. На верхушках ветвей стебля находились спороносные шишки до 20—30 *см* длины.

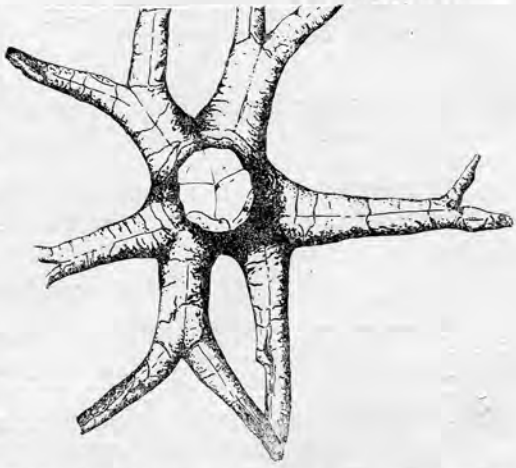


Рис. 97. Пень лепидофита со стигмариями
Вид сверху

В ископаемом виде известны отпечатки коры, окаменелые стволы и стигмарии. Остатки других частей растений встречаются значительно реже. Чешуйчатостольные широко представлены во флоре позднего палеозоя. Наиболее часто среди них встречаются представители родов *лепидодендрон* и *сигиллярия*.

У *лепидодендрона (Lepidodendron)* листья располагались на стволах и ветвях тесными спиральными рядами. Листовые подушечки имели ромбическую или веретенообразную форму. Они придавали поверхности коры весьма своеобразный, характерный для лепидодендрона вид (рис. 98). Высота ствола достигала 30 *м*, толщина — 2 *м*.

Лепидодендроны жили в каменноугольном периоде и особенно широко представлены в среднекаменноугольных отложениях.

У *сигиллярий (Sigillaria)* поверхность коры значительно отличалась от поверхности коры лепидодендронов. Ствол был покрыт листовыми рубцами, которые располагались вертикальными рядами (рис. 99), у некоторых форм отграниченными друг от друга прямыми или зигзагообразными желобками. Длина ствола достигла 25—30 *м*, ширина — 1 *м*. Длинные линейные листья (до 1 *м*) размещались у самой верхушки ствола.

Сигиллярии жили в каменноугольном и пермском периодах. Они встречаются так же широко, как и лепидодендроны.

ющим жгутиковые с ра-
зерен хлорофилла и связанная с э
рода из CO_2. Жгутиковые населяют
и ведут планктонный образ жизни. I
нистого скелета у некоторых жгутик
копаемом виде.

Из жгутиковых немалый геологи
кокколитофорид (Coccolithophoracea
тофориды участвуют в накоплении

Тело кокколитофорид представл
вестковый панцирь, который состои
литов) иногда с выростами на пов
в значительной мере образован бел
ная с кембрия.

ЛИСТОСТ

Листостебельные в сравнении
сложными типами растений. Все о
Из них, как указывалось, в поряд



Рис. 98. *Lepidodendron,* кора

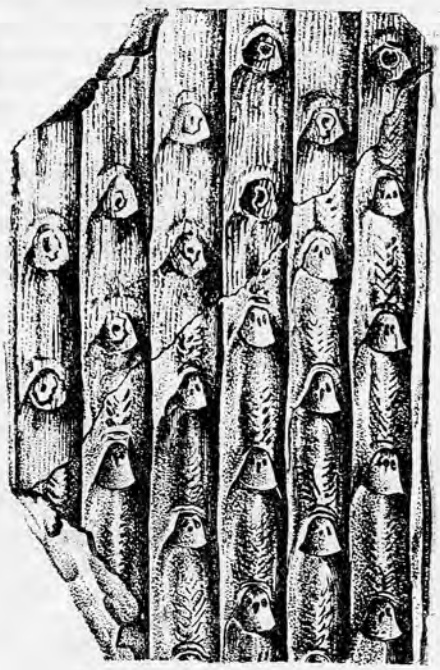


Рис. 99. *Sigillaria,* кора

Членистостебельные

Членистостебельные (Arthrophyta) занимают во флоре позднего палеозоя такое же место, как и чешуйчатоствольные плауны.

Стебель членистостебельных полый внутри и «суставчатый», членистый. Членистость стебля обусловливается присутствием участков без листьев — междоузлий, разделенных узлами, в которых располагаются листья и ветви. Листья вытянуты, реже клиновидные и собраны в мутовки. Ствол книзу переходит в ползучее корневище. На вершине ствола или на специальных боковых побегах размещаются шишки колосковидной формы.

Наиболее важное значение из членистостебельных имеет класс *каламарий,* к которому принадлежит вымершее позднепалеозойское семейство *каламитов.* К классу каламарий принадлежат травянистые растения — *хвощи,* единственные современные представители членистостебельных.

Каламиты — древовидные растения с тонким стволом до нескольких десятков сантиметров толщины и до 10—30 *м* высоты. На поверх-

ности ствола, в междоузлиях протягивались ребристые утолщения. Внутри стволы были полыми, с перегородками в узлах. Стенки полости также ребристые. В ископаемом виде остатки стволов каламитов чаще всего известны в виде внутренних ядер, на стенках которых отображены особенности стенок полости. Листья каламитов узкие, сидячие (без черешка), срастались между собой. Одним из характерных представителей семейства каламитов является одноименный род *каламит* (*Calamites*, рис. 100). Широкое распространение каламиты получили в каменноугольном периоде.

Папоротниковые

Папоротниковые (Pteridophyta) — обширный тип, богато представленный как в ископаемой, так и в современной флоре. Травянистые формы имеют обычно подземный или низкий стебель, а древовидные — высокий ствол. Листья у большинства очень крупные, перистые, обычно именуемые *вайями*.

Древовидные папоротниковые в своем большинстве относятся к вымершим позднепалеозойским и мезозойским формам; в современной флоре они встречаются только в тропической полосе. Живут папоротники преимущественно во влажных местах. В ископаемом виде от папоротников чаще всего сохраняются отпечатки листьев.

Классификация папоротниковых основана на строении спор, располагающихся в маленьких мешочках на нижней поверхности листа. В современной флоре известно около 1000 видов папоротников.



Рис. 100. *Calamites* (реставрация)

Голосеменные

Голосеменные (Gymnospermae) — богато и разнообразно представленный тип высших растений. Размножаются они семенами, сидящими в пазухах обычных листьев или листьев, измененных в чешуи шишки (хвойные), но не окруженных стенками завязи («голые»).

Голосеменные делятся на пять классов: 1) *семенные папоротники*, 2) *кордаиты*, 3) *гинкговые*, 4) *саговикообразные* и 5) *хвойные*. В ископаемом виде голосеменные встречаются довольно часто. Некоторые классы имеют существенное геологическое значение.

СЕМЕННЫЕ ПАПОРОТНИКИ

Семенные папоротники — древний, вымерший палеозойский класс голосеменных.

По внешнему виду — строению листьев и стеблей — они напоминают настоящих папоротников и порой от них отличаются с трудом, но стоят выше последних по строению органов размножения.

Наибольший интерес представляют листья семенных и настоящих папоротников, имеющие весьма разнообразную форму и чаще всего встречающиеся в виде отпечатков.

Так, листья типа «пекоптерис» («Pecopteris») имеют, как и остальные типы листьев семенных папоротников, перистое строение. От центральной оси листа отходят боковые ответвления — перья. На осях перьев сидят листочки (перышки) или отходят перья второго порядка с листочками. Листочки, или перышки, сидят на оси всем своим основанием. Края листочков параллельные, вершинка округлая; нередко листочки срастаются. Листочки имеют срединную жилку, от которой

отходят вильчато ветвящиеся боковые жилки (рис. 101). Листья такого типа наблюдаются также у некоторых настоящих палеозойских папоротников.

Листья других типов отличаются от пекоптериса размерами, формой перышков, типом жилкования и т. д.



Листочки
opteris»

ющим жгутиком
зерен хлорофил
рода из CO_2. Ж
и ведут планкто
нистого скелета
копаемом виде.

Из жгутиковы
кокколитофорид
тофориды участв

Тело кокколи
вестковый панцир
литов) иногда с
в значительной ме
ная с кембрия.

строения листьев
ящих папоротни-
родовыми признаже тип листа мо-
рен для различ-
тв и даже типов

поротники были
лены во флоре
. Известны они
с девонского периода. В начале мезозоя (в ранней юре) они исчезают. Расцвет семенных папоротников приходится на каменноугольный и пермский периоды.



КОРДАИТЫ

Кордаиты — также вымерший класс, живший на протяжении каменноугольного — триасового периодов. Это древовидные растения со стволом до 30 *м* высоты и 1 *м* толщины. Бóльшая часть ствола была свободна от листьев, которые располагались ближе к верхушке на ветвях, образующих крону дерева. Листья простые, длинные, обычно линейно-ланцетной формы.



Рис. 102. *Cordaites* (реставрация)

Одним из типичных представителей этого класса является род *кордаитес (Cordaites)*. Ствол кордаита имел внутри рыхлую сердцевину до 10 *см* в диаметре (рис. 102). Поэтому в ископаемом состоянии часто встречаются внутренние ядра кордаитов, на которых наблюдаются многочисленные поперечные желобки. По строению древесины кордаиты сходны с хвойными. Кордаиты известны в каменноугольных и пермских отложениях.

ГИНКГОВЫЕ

Гинкговые представляли обширный класс, широко распространенный в пермском периоде и мезозое. В настоящее время из гинкговых известен только один вид — *Ginkgo biloba,* встречающийся в Китае и Японии.

Гинкговые — древовидные растения. Листья у них с веерным жилкованием. Ископаемые гинкговые довольно часто встречаются в мезозойских отложениях.

САГОВИКООБРАЗНЫЕ

Саговикообразные растения имели широкое распространение в мезозое. Стебель у них обычно приземистый, толстый, иногда вытянутый; на его вершине располагаются большие сложные листья. По внешнему виду саговикообразные сходны с древовидными папоротниками и пальмами. В ископаемом виде чаще всего встречаются отпечатки листьев.

Древнейшие саговикообразные известны с пермского периода; в настоящее время саговикообразные представлены небольшим числом родов.

ХВОЙНЫЕ

Хвойные широко развиты в современной флоре, составляя подавляющее большинство ныне живущих голосеменных растений. Это древесные, реже кустарниковые растения. Листья у них игольчатые или



Рис. 103. *Walchia*



Рис. 104. *Voltzia*

ланцетовидные (хвоя). Хвойные известны с конца палеозоя (с конца каменноугольного периода) и очень широко были распространены в мезозое, палеогеновом и неогеновом периодах.

Среди наиболее древних представителей хвойных следует отметить рода вальхиа (*Walchia*) и вольтциа (*Voltzia*).

Вальхии появились в конце каменноугольного периода и наибольшее распространение получили в ранней перми. В поздней перми они вымерли. Крупные ветви вальхии были усажены двумя рядами мелких

веточек со спирально расположенными шиловидными листьями (рис. 103). Окаменелые стволы вальхии найдены среди верхнекаменноугольных отложений Донецкого бассейна.

Род вольтциа существовал на протяжении пермского и триасового периодов, но наиболее богато представлен в раннем триасе. Листья (хвоя) вольтции расположены двумя рядами, причем в нижней части веточки они были более короткими, чем в верхней (рис. 104).

Покрытосеменные

Покрытосеменные (Angiospermae) — самый высокоорганизованный тип растений, находящийся в настоящее время в необычайном расцвете (известно не менее 125 000 видов современных покрытосеменных). Первые покрытосеменные появились в раннемеловую эпоху.

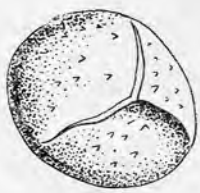
Органы размножения покрытосеменных устроены более сложно и совершенно. Семена возникают внутри завязи цветка, стенки которой затем превращаются в плод. Стебли и ветви обладают более совершенной сосудопроводящей системой, чем у голосеменных. Листья отличаются большим разнообразием как по форме, так и по строению краев и жилкованию. Корень у большинства форм хорошо развит.

Покрытосеменные делятся на два класса: *однодольные* и *двудольные* (по числу семядолей в семени).

Однодольные — обычно травянистые растения (например, злаки), реже древовидные (пальмы). Стволы тонкие, мало разрастаются в ширину (рост происходит только в ранние стадии развития). Листья однодольных имеют простое — параллельное — или дугообразное жилкование. Из однодольных в ископаемом виде встречаются отпечатки листьев пальм.

Двудольные имеют в зародыше две семядоли и листья со сложным жилкованием. Стволы и ветви двудольных на протяжении всей жизни растений растут в ширину и достигают у многих форм значительной толщины. Двудольные в ископаемом виде представлены большим числом древовидных форм (дуб, береза, ива, тополь, ольха и др.), причем по внешнему виду и строению они очень близки к современным представителям.

СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОЙ АНАЛИЗ



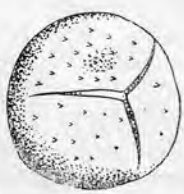


Рис. 105. Ископаемые споры

Кроме листьев, стволов и корней, в ископаемом виде часто встречаются семена, пыльца и споры растений. Изучение ископаемых семян, а особенно пыльцы и спор, показало, что они имеют большое значение для палеогеографических и стратиграфических целей. Это послужило основанием для выделения самостоятельного метода микропалеонтологических исследований — *спорово-пыльцевого анализа.*

Спорово-пыльцевой анализ возник лишь в последние два-три десятилетия. Как и другие микропалеонтологические методы исследования, спорово-пыльцевой анализ приобретает большое научное и практическое значение при изучении так называемых «немых» толщ, лишенных макроскопических остатков ископаемых животных и растений.

Пыльца и споры благодаря значительной стойкости оболочки довольно хорошо сохраняются в ископаемом виде и встречаются в различных по происхождению отложениях — континентальных и морских (рис. 105). Чаще всего они сохраняются в отложениях органического происхождения (уголь, торф), поэтому спорово-пыльцевой анализ получил основное применение при изучении угленосных толщ.

Сущность метода заключается в изучении процентных соотношений между пыльцой или спорами различного типа, что позволяет судить о составе флоры, произраставшей в данном районе в ту или иную эпоху, и делать соответствующие палеогеографические выводы. Наряду с этим по спорам и пыльце нередко удается произвести возрастные подразделения и корреляцию изучаемых толщ. В связи с микроскопическими размерами спор и пыльцы изучение их после специальной обработки ведется под микроскопом, иногда при значительных увеличениях.

Несмотря на недостаточное совершенство метода, спорово-пыльцевой анализ был успешно применен при решении таких крупных стратиграфических задач, как создание первой схемы расчленения толщи палеогеновых и неогеновых континентальных отложений Западно-Сибирской низменности, стратиграфического расчленения рыхлых континентальных толщ мезозоя Приуралья и некоторых других районов СССР, не говоря уже об установлении детальной стратиграфии ряда угленосных районов.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАСТЕНИЙ

Геологическое значение растений весьма большое. В современной биосфере растения преобладают над животными. Поскольку растительный мир имеет в настоящее время исключительное значение для существования животных, являясь источником питания их, то надо полагать, что такое же место они занимали и в биосфере минувших эпох.

К более древним растительным организмам на Земле принадлежат бактерии и водоросли. Несмотря на широкое развитие растений в прошлом, в ископаемом виде они сохраняются значительно хуже, чем беспозвоночные, так как сложены, за редким исключением, из органического вещества, которое легко подвергается разложению или обугливанию. Тем не менее ископаемым растениям принадлежит значительная роль в решении стратиграфических задач.

Растения играют активную роль в образовании пластов земной коры: ископаемых углей и торфа, а также в значительной мере и других горючих ископаемых. Низшие растения участвуют в накоплении минеральных толщ: известковых и кремнистых (водоросли), железных руд (бактерии) и т. п.

ГЛАВА 15

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Знакомство с ископаемым органическим миром убеждает нас в чрезвычайно широком развитии жизни на Земле начиная с самых ранних этапов ее развития. Изучение ископаемых организмов позволяет выяснить пути эволюции органического мира и, что особенно важно для геологии, служит основой для установления геологической хронологии.

Изложенный выше материал показывает, что различные группы животных и растений занимали неодинаковое положение в разные геологические эпохи, что одни группы животных и растений в процессе эволюции постепенно сменялись другими, иначе говоря, происходила смена фаун и флор, связанная между собой постепенными переходами.

Необходимо хотя бы вкратце остановиться на некоторых особенностях эволюции органического мира.

Под влиянием непрерывно изменяющихся внешних условий развитие органического мира шло преимущественно от более простых, низкоорганизованных форм к более совершенным и высокоорганизованным. Иными словами, типичным был *прогрессивный* ход эволюции.

Однако прогрессивное развитие протекало не для всех организмов с одинаковой быстротой. Примером быстрого прогресса могут служить приматы, от которых в сравнительно короткий срок произошел род человека. Чрезвычайно медленный прогресс может быть отмечен для рода *Lingula* из плеченогих, который существует от силурийского периода по настоящее время в практически неизмененном виде. На общем фоне прогрессивной эволюции органического мира в результате приспособления к определенным условиям жизни возможны и случаи регресса, т. е. приобретение более простого, по сравнению с предками, строения, заключающегося в атрофии некоторых органов (например, у червей-паразитов). Такие случаи являются все же редким явлением.

Другой характерной чертой эволюции является ее *необратимость*. Организмы, которые приобрели в процессе эволюции какие-либо новые признаки, не могут вернуться в прежнее, исходное состояние. Иногда, приспосабливаясь к условиям обитания, сходным с теми, в которых жили их далекие предки, организмы приобретают внешнее сходство с ними, но не возвращаются к первоначальному состоянию. Так, дельфины из млекопитающих и ихтиозавры из пресмыкающихся приспособились к свободно плавающему образу жизни, который вели их отдаленные предки — рыбы. Общий облик этих животных стал рыбообразным, но они сохранили основные признаки своих ближайших наземных предков: дельфины остались млекопитающими, ихтиозавры — пресмыкающимися.

То положение, что исчезнувшие виды не могут появиться второй раз на Земле, является очень важной особенностью развития органического мира, лежащей в основе использования палеонтологического метода при определении возраста горных пород.

Многие организмы настолько приспосабливаются к определенным условиям, что оказываются в очень выгодных условиях по сравнению с другими организмами и в связи с этим достигают необычайного расцвета. Такая высокая степень приспособления получила название *специализации* организмов. Изменение условий обитания, даже небольшое, ведет к массовой гибели таких специализированных форм. Примером глубокой специализации могут служить развернутые аммониты верхнемеловой эпохи, многие динозавры юрского и мелового периодов и другие животные, вымирание которых произошло сравнительно быстро.

Смена ископаемых фаун и флор, довольно отчетливо выступающая на границе эр, порождает вопрос о причинах этого явления.

Основную причину смены фаун и флор усматривают в тектонических процессах, под влиянием которых изменяются и физико-географические условия на земной поверхности. Однако такие изменения никогда не происходят одновременно на всем земном шаре и поэтому они не в состоянии оказать влияние на условия обитания данной группы организмов в пределах всей области, ею населенной. Только в отдельных случаях резкие изменения физико-географических условий могут стать причиной полного исчезновения некоторых организмов. Вымирание видов или групп организмов на всей территории их распространения обусловлено главным образом появлением в результате эволюции (под влиянием изменившихся условий) новых, более приспособленных к данным условиям существования видов или групп организмов.

Ч. Дарвин указывал, что процесс вымирания одних форм идет попутно с появлением других форм, более приспособленных к данным или новым условиям, и что процесс вымирания, как и появление новых организмов, является довольно длительным. По мере появления нового вида старый вид постепенно сокращается в числе, вначале в одном месте, а затем на всем пространстве, которое он населял, вытесняясь новым видом. В качестве примера можно указать на появление более высокоорганизованных и лучше приспособленных к жизни млекопитаю-

щих, что послужило причиной вымирания к концу мезозоя широко распространенных в то время пресмыкающихся. Такую же роль сыграли покрытосеменные, сменившие многие типичные для мезозоя споровые и голосеменные растения.

Большое число ископаемых организмов в своем вертикальном распространении приурочено к определенным толщам пород; выше и ниже этих толщ они не встречаются. Это обстоятельство не должно рассматриваться как указание на внезапность появления или вымирания таких организмов. Еще в середине прошлого века Ч. Дарвин объяснил наличие резких различий в составе организмов между лежащими друг на друге толщами пород *неполнотой геологической летописи.* Эта неполнота выражается в уничтожении размывом части слоев горных пород, а также в плохой сохранности организмов в ископаемом виде. Вследствие этого далеко не все формы сохранились в пластах земной коры, и только в сравнительно редких случаях удается проследить в вертикальном разрезе по непрерывно сменяющим друг друга видам постепенный ход развития той или иной группы организмов.

Раздел III

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

ГЛАВА 16

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБСТАНОВКИ И СОБЫТИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

ВОССТАНОВЛЕНИЕ УСЛОВИЙ И СПОСОБА ОБРАЗОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД. ФАЦИИ И ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Изучение истории развития земной коры тесно связано с восстановлением физико-географических условий минувших эпох. Без надлежащего представления о физико-географических условиях прошлого не может быть правильного и всестороннего анализа развития земной коры и полного понимания условий образования полезных ископаемых.

Под физико-географическими условиями понимают климат, рельеф суши, характер морских бассейнов — глубину, соленость, температуру и особенности движения воды, условия обитания и состав органического мира и другие особенности обстановки земной поверхности. Состав каждой породы или толщи пород обязан определенным условиям их образования. Каждый отрезок геологического времени на разных участках земной поверхности характеризовался различными условиями, в зависимости от которых образовывались различные осадки. Горные породы и остатки ископаемых организмов служат основными документами былых физико-географических условий.

Чтобы лучше представить себе условия и явления, имевшие место на поверхности земли в прошлом, необходимо знать свойственные ей условия и явления в современную эпоху. Ч. Лайель считал, что земная кора в прошлом изменялась под влиянием тех же сил, которые действуют и в настоящее время.

Нельзя, однако, полностью отождествлять явления прошлого с явлениями современными. В процессе длительного развития земной коры изменялись не только ее строение, состав и органический мир, но изменялись также некоторые явления, свойственные Земле. Именно этот фактор и не учитывался Ч. Лайелем. Так, в докембрийское время состав атмосферы и солевой состав морских вод были существенно иными, чем в последующие исторические этапы развития Земли.

Вследствие этого состав и характер накопления химических осадков докембрийского времени существенно отличаются от состава и характера их накопления в последующие геологические периоды.

Таким образом, современные физико-географические условия далеко не полно отражают условия минувших геологических эпох. Тем не менее знание современных физико-географических условий и процессов значительно облегчает понимание прошлого Земли. Пользуясь горными породами и заключенными в них остатками древних организмов, геолог имеет возможность восстанавливать многие особенности физико-географических условий и характер геологических процессов в прошлом.

Наиболее высококачественные результаты получаются при изучении относительно более молодых по возрасту горных пород, поскольку по своим признакам они ближе к современным осадкам, а содержащиеся в них окаменелости принадлежат организмам, более или менее близким к ныне существующим.

Выяснение физико-географических условий по более древним породам вызывает ряд затруднений. Во-первых, очень древние породы обычно сильно изменены и сохранность органических остатков и первичных признаков пород в общем плохая. Во-вторых, окаменелости относятся к вымершим организмам, часто вовсе не похожим на современные. В-третьих, наконец, условия древних эпох характеризовались некоторыми своеобразными особенностями, что иногда находит свое отражение в серьезных отличиях древних отложений от современных. Поэтому сравнение современных и древних осадков представляет сложную задачу, и упрощенный подход к ее решению может привести к неправильным представлениям.

Земную кору слагают самые различные осадочные породы. Одни из них образовались как осадки на суше, другие — в море. В общем, наземные и морские отложения легко отличимы друг от друга, но в отдельных случаях эти различия выступают нечетко.

В качестве примера рассмотрим глины. Эти породы образуются как в море, так и на суше, причем в самых различных условиях. Иногда хорошим показателем условий их накопления служат некоторые минералы, образующиеся только в определенной обстановке. Так, наличие в глине зерен глауконита безошибочно подтверждает морское происхождение этой породы, поскольку глауконит — это минерал, возникающий только в морской воде, в основном на глубинах 50—200 *м*. Некоторым показателем обстановки, в которой происходило отложение, служит протяженность пласта. Пласт глины, прослеживаемый на большом пространстве (многие десятки и даже сотни километров), можно рассматривать как образование морского происхождения, так как большая протяженность пластов является характерной чертой морских отложений.

В результате анализа условий современного морского осадконакопления установлено, что обломочные осадки в зависимости от размера зерен располагаются, в общем, в следующем порядке: у берега грубо- и крупнозернистые (галька, гравий, крупный песок), а по мере удаления от берега — пески и илы. Это обстоятельство подтверждается и при анализе условий накопления древних осадков. Однако как в современную, так и в минувшие эпохи глинистые отложения связаны порой с самыми различными глубинами и нередко отлагаются непосредственно у берега, особенно в защищенных от волнений и течений мелких заливах, где тонкая глинистая муть беспрепятственно оседает на дно. Прослойки глины, заключенные в толще грубых песков, представляют собой явно мелководные осадки. Иными словами, состав глины, взятый сам по себе, без учета состава вмещающих ее пород и других признаков, еще не является надежным показателем глубины отложения.

Кроме глауконита, для морских осадков свойственны во многих случаях и другие минеральные образования: карбонатные, железистые и марганцевые оолиты, фосфоритовые желваки, бокситовые оолиты. Изучение современных морских осадков, а также детальный анализ ископаемых осадков показали, что карбонатные оолиты образуются на минимальных глубинах — до 10 *м*, все остальные перечисленные выше минеральные образования — на глубине порядка нескольких десятков метров (до 50 *м*). Но так же, как и в случае с глинами, эти особенности состава пород не всегда безошибочно определяют условия их накопления.

Наиболее существенным показателем обстановки образования осадочных пород служат органические остатки, так как большинство пред-

ставителей животного и растительного мира обитают только в определенных условиях, благоприятных для их жизни. При отсутствии органических остатков палеогеографические реконструкции минувших эпох значительно усложняются. Для морских осадков лучшими показателями обстановки образования пород служат многочисленные беспозвоночные, выделяющие твердые минеральные скелеты, которые сравнительно надежно сохраняются в ископаемом состоянии. В континентальных отложениях чаще всего сохраняются остатки растений и позвоночных.

Современный органический мир весьма богат и разнообразен. Нет, пожалуй, ни одной области на земной поверхности, где бы не обитали организмы. Населенная ими часть земной оболочки получила название *биосферы*. Она охватывает воздушную оболочку (до некоторой высоты), поверхность суши, водную оболочку и на некоторую глубину проникает в глубь литосферы. Глубина проникновения жизни в глубь литосферы небольшая и ограничивается главным образом почвенным слоем, где, в частности, весьма обилен мир бактерий.

В водной морской среде особенно разнообразен животный мир, а растительный мир более однообразен. На суше растительный мир так же разнообразен и богат, как и мир животный.

Моря и океаны занимали в прошлом и занимают в настоящее время наибольшую часть поверхности Земли.

Степень разнообразия и богатства организмов, населяющих тот или иной морской бассейн, находится в тесной связи с физико-химическими особенностями его вод, рельефом морского дна и другими особенностями.

Современная водная оболочка Земли занимает немногим более 70% ее поверхности. Она условно разделяется на четыре океана: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый. Отдельные участки Мирового океана глубоко вдаются в сушу, образуя так называемые окраинные и внутренние моря.

Соленость воды современного Мирового океана довольно постоянная — около 3,5%. Значительные колебания солености в ту или иную сторону отмечаются в окраинных и особенно во внутренних морях. Морские организмы в подавляющем большинстве приспособлены к определенной солености воды. Наиболее разнообразен органический мир в морях с нормальной соленостью (3,5%).

Следовательно, показателем нормальной солености морских водоемов геологического прошлого может служить содержание в породах остатков многочисленной и очень разнообразной фауны, включающей группы морских организмов, которые и в современную эпоху распространены только в нормально соленых морях. Такими организмами являются, например, кораллы. Если же ископаемая фауна однообразна и в ее составе отсутствуют типичные представители нормального моря, то она служит показателем ненормальной — пониженной или повышенной — соленности былого бассейна. Точное определение характера солености бассейна является сложной задачей, разрешимой только при учете многих особенностей рассматриваемых горных пород.

Температура морской воды подвержена значительным колебаниям даже в открытых морях и океанах. Наиболее высокая температура характерна для поверхностных вод экваториальной зоны (до плюс 36°), наименьшая — для полярных областей (до минус 2°). Изменение ее происходит и в вертикальном направлении. На глубине 1000 *м* даже в тропиках она снижается до плюс 4—5°, а на дне — до минус 2°. Температурный режим морских вод зависит также от распределения теплых и холодных морских течений.

О температурном режиме морей прошлого отчасти удается судить также по составу ископаемых остатков организмов. Так, для теплых вод

тропиков и экваториальной зоны характерно изобилие животных и растений, выделяющих в ходе своей жизнедеятельности углекислый кальций с образованием многими из них известковых скелетов. Присутствие в слоях древних осадочных пород рифостроящих кораллов, по аналогии с образом жизни их современных представителей, может рассматриваться как показатель возникновения их в теплом, тропическом море. Показателем теплого моря служат также организмы с мощными известковыми раковинами. В общем же находки морских организмов недостаточно отражают климатические особенности морского бассейна, поскольку на больших глубинах температурные условия в различных широтах сходны.

Огромное влияние на распределение организмов в морских водах оказывает глубина. От глубины прежде всего зависит степень освещения. Только до глубины 200 *м* свет проникает в морские воды в количестве, достаточном для существования большинства растений.

Главным источником питания растений, как известно, служит синтез органического вещества за счет углерода, усваиваемого ими при помощи света из углекислого газа (CO_2), содержащегося в воздухе или растворенного в воде. Этот процесс так называемого *фотосинтеза* в морях особенно легко протекает на глубинах 30—80 *м*. Глубже 200 *м* царит полумрак, а на еще бо́льших глубинах — полный мрак, и из растений здесь могут обитать лишь некоторые бактерии.

Растения служат основным источником питания животных, пищевые ресурсы которых с глубиной, таким образом, все более сокращаются. Кроме того, с глубиной сокращаются запасы необходимого для дыхания кислорода, заимствуемого морской водой из атмосферы и выделяемого в верхних ее слоях растениями при фотосинтезе. Поэтому с глубиной и животный мир становится все беднее, хотя в отличие от растений многие животные обитают и на больших глубинах.

Особенно резко сказывается глубина на организмах, населяющих придонную область моря, или бенталь (морское дно и непосредственно примыкающий к нему слой воды). Все они так или иначе связаны в своей жизни с поверхностью дна, неподвижно прирастая к нему, ползая по нему, зарываясь в покрывающий его ил или же переплывая с одного места на другое, но не отрываясь от дна надолго. Такие организмы объединяются вместе под названием донных организмов, или *бентоса.*

Донным организмам противопоставляются организмы, свободно плавающие в толще поверхностных масс морской воды, не связанные с дном в течение всей своей жизни. Среди них выделяются активно плавающие (например, рыбы или китообразные), обладающие мощными органами движения и способные двигаться, независимо от течений и волн (так называемый *нектон*), и пассивно плавающие (так называемый *планктон).* К последней группе относятся главным образом небольшие, а часто и микроскопически малые формы, хотя в ее составе имеются и крупные организмы. Среди свободно плавающих организмов есть такие, которые способны жить на различных глубинах, быстро перемещаться по вертикали на сотни и более метров. Однако большинство из них, так же как и донные формы, связаны с определенными зонами глубины, так как приспособлены к жизни только в определенных условиях.

Область, охватывающая поверхностные массы морской воды, независимо от глубины, получила название *пелагической,* а организмы населяющие ее, — *пелагических.*

На основании зависимости состава морских организмов от глубины вся донная область моря разделена на несколько глубинных зон, отличающихся друг от друга составом и разнообразием органического мира. Таких зон выделяется четыре (рис. 106):

1) *прибрежная,* или *литоральная,* охватывающая часть морского дна, лежащая в границах действия прибоя или приливно-отливных волн (глубина 0—20 *м*);

2) *мелководная,* или *неритовая,* охватывающая полосу дна с глубиной от 20 до 200 *м*, т. е. до глубины проникновения фотосинтезирующих растений;

3) *средних глубин,* или *батиальная,* охватывающая дно на глубинах от 200 до 1000—2000 *м;*

4) *больших глубин,* или *абиссальная,* охватывающая ложе морей и океанов начиная от 1000—2000 *м* и до наибольших глубин.

Органический мир прибрежной зоны, отличающейся значительной подвижностью водных масс, по качественному составу весьма ограничен. В условиях скалистого дна прибрежной зоны селятся в основном прикрепляющиеся (например, устрицы) и сверлящие моллюски.



Рис. 106. Схема рельефа морского дна и расположения биономических зон

Мелководная зона характеризуется наиболее благоприятными для большинства морских организмов жизненными условиями. Она освещается и на значительную глубину прогревается солнечными лучами. Здесь широко развиваются водоросли, обеспечивающие в качестве пищи существование многочисленных животных. Животный мир мелководной области исключительно богат и разнообразен. Многие из ее обитателей выделяют и на протяжении всей жизни имеют известковые скелеты, отличающиеся нередко массивностью и крупными размерами. Скопление этих скелетов образуют мощные толщи осадков. В этой зоне в зависимости от широты довольно четко выражены географические различия в составе организмов. Так, типичные для нее рифостроящие кораллы обитают только в тропических морях.

В зоне средних глубин температура воды не испытывает колебаний, свет почти отсутствует. Растительные организмы, осуществляющие фотосинтез, отсутствуют. Здесь обитают лишь трупоядные и хищные животные. Минеральные скелеты у донных организмов батиальной зоны либо отсутствуют, либо очень тонкие. Поэтому они плохо сохраняются в ископаемом состоянии, и в образующихся отложениях количество остатков донных животных очень невелико. В то же время в этих отложениях относительно много остатков пелагических организмов.

В абиссальной зоне, в пределах которой господствует абсолютный мрак и постоянная температура (около нуля), органический мир заметно беднее, чем в предыдущей зоне. Однако и здесь обнаружены многие донные организмы.

При определении глубины обитания ископаемых морских организмов пользуются сравнением условий обитания их с условиями обита-

ния аналогичных групп организмов в современных морях. В большинстве случаев такое сравнение вполне допустимо и верно. Вместе с тем установлено, что древние представители некоторых ныне живущих групп морских организмов обитали в прошлом в иных условиях. Примером могут служить морские лилии. В современных морях они обитают на значительных глубинах — обычно порядка нескольких сотен метров. Древние же морские лилии (из палеозойских толщ) встречаются совместно и в большом количестве с заведомо мелководными морскими организмами. Вполне очевидно, что в процессе эволюции морские лилии приспособились к новым условиям жизни — к глубоководной зоне и сейчас обитают преимущественно только в ней.

При использовании остатков организмов для восстановления физико-географических условий прошлого необходимо рассматривать не один какой-либо вид, а весь комплекс фауны и флоры, что безусловно обеспечивает получение более надежных результатов.

Органический мир суши также обилен и разнообразен. Наземные животные редко образуют минеральные скелеты, и после смерти их тела обычно быстро разлагаются. Лишь пресноводные моллюски рек и озер и некоторые наземные улитки с известковой раковиной часто сохраняются в ископаемом состоянии. Остатки наземных растений при условиях захоронения в водной среде и вообще при слабом доступе воздуха обычно не разлагаются, а обугливаются. В связи с этим во многих болотах происходило в прошлом и происходит в настоящее время образование торфа, постепенно превращающегося в уголь.

Наличие остатков наземной флоры в континентальных толщах нередко облегчает выяснение климатических условий осадконакопления. Так, окаменелые стволы деревьев с годичными кольцами в древесине служат указанием на умеренный климат, стволы без годичных колец — на теплый, субтропический или тропический климат.

Таким образом, восстановление физико-географической обстановки прошлого требует весьма разносторонних исследований. В первую очередь требуются исследования палеонтологические, так как ископаемые организмы — это важнейшие показатели среды их обитания. Но, помимо остатков ископаемых организмов и особенно при отсутствии последних, предметом внимания исследователя должны быть многие специфические для определенных осадков признаки: условия залегания, структурные и текстурные особенности, минералогический состав, протяженность пластов и др.

Совокупность разнообразных методов, применяемых для восстановления условий образования древних осадков, получила название *фациального анализа*. Название это происходит от латинского слова *фациес*, что означает облик, лицо. Под фацией для современной эпохи понимают часть земной поверхности, которая на всем своем протяжении обладает одинаковыми физико-географическими условиями и одинаковой фауной и флорой.

В пределах соседних фаций образуются отличные друг от друга осадки, дающие начало различным горным породам. Таким образом, пласт, часть пласта или часть толщи осадочных пород, имеющие на всем протяжении более или менее однородный литологический состав и содержащие одинаковый комплекс ископаемых организмов, можно считать *ископаемой фацией*.

Восстановление этих древних фаций и составляет задачу фациального анализа. Такой анализ позволяет судить об обстановке возникновения древних фаций.

Различают три типа фаций осадочных горных пород: 1) морские, 2) континентальные и 3) лагунные (переходные от морских к континентальным).

В зависимости от глубины моря среди морских фаций выделяют четыре группы: а) прибрежные, или литоральные; б) мелководные, или неритовые; в) фации средних глубин, или батиальные, и г) собственно глубоководные, или абиссальные, фации. Каждая из этих групп объединяет несколько фаций.

Морские фации характеризуются самыми различными отложениями: песчаными, глинистыми, карбонатными, кремнистыми. В результате подводного вулканизма могут возникнуть и вулканогенные породы.

Прибрежные фации в основном выражены грубообломочными породами с хорошо окатанными обломками: галечником, конгломератом. Обычны также и грубозернистые песчаные отложения. Глинистые отложения среди них встречаются реже. Имеются и органогенные породы, состоящие из битой ракуши.

Мелководные фации широко представлены песками и алевритами. Богатство органического мира, особенно донного, обуславливает широкое развитие среди них органогенных пород, главным образом карбонатных — известняков, доломитов, мергелей. Известняки в зависимости от исходных организмов бывают коралловые, ракушечниковые, криноидные и т. д. В отложениях мелководных фаций обычны глауконит, различные конкреции.

Мелководные фации нередко выражены породами химического происхождения — бокситами, железистыми, марганцевыми и фосфатными отложениями.

Фации средних глубин представлены обычно глинистыми отложениями. При наличии подводных течений могут возникать и песчаные фации. За счет планктонных, пелагических организмов формируются и органогенные (известковые и кремнистые) илы.

Глубоководные фации, как и предыдущие, не отличаются большим разнообразием. В современных условиях они представлены красной глубоководной глиной и органическими (глобигериновым, радиоляриевым, диатомовым) илами. Ископаемые глубоководные фации выделяются с большим трудом, так как мало отличимы по внешним признакам от глинистых фаций других морских зон. К ним относят некоторые древние граптолитовые и кремнистые сланцы.

Среди континентальных фаций различают две группы: 1) фации, образующиеся в условиях водной среды, и 2) фации, возникающие на суше.

К фациям, образующимся в условиях водной среды, принадлежат речные, озерные и болотные осадки. Для речных фаций характерны грубообломочные и песчаные отложения. Обширные равнинные реки образуют также и песчано-глинистые осадки. Речные отложения отличаются характерной для них косой слоистостью.

Озерные фации, если их образование связано с крупными озерами, имеют много сходных черт с морскими обломочными образованиями. Для них характерны пески, алевриты, глины.

В пресноводных озерах обломочные осадки могут содержать значительную примесь растительных остатков, за счет которых образуются пласты углей. Для озерных фаций характерны иногда и карбонатные отложения.

В соленых озерах в условиях засушливого климата образуются соленосные толщи (галит, гипс, сода).

Среди фаций, образующихся на суше, в зависимости от условий осадконакопления выделяют элювиальные, делювиальные, эоловые, ледниковые и другие фации. Некоторые из них широко выражены в древних толщах земной коры, например разнообразный комплекс пород ледниковых фаций: морена, валунные суглинки, флювиогляциальные пески. Выражением древних элювиальных фаций является погребенная кора выветривания, известная в ряде комплексов пород палеозоя и мезозоя.

Лагунные фации образуются в областях, переходных от моря к суше — в приморских заливах и озерах, — и поэтому нередко отличаются особенностями, свойственными как морским, так и континентальным фациям. Лагунные фации связаны с водоемами с ненормальной соленостью воды, имеют целый ряд своеобразных признаков, по которым они довольно легко отличаются от фаций других типов. Они подразделяются на две группы: 1) фации опресненных бассейнов и 2) фации осолоненных бассейнов.

Лагунные фации отличаются широким развитием песчано-глинистых отложений и бедностью видового состава органического мира. Из групп организмов для них наиболее характерны известковые водоросли, некоторые ракообразные (например, остракоды), мшанки, некоторые пелециподы, гастроподы и др. В результате необычного солевого состава воды в лагунах раковины и скорлупки обычно тонкостенные и имеют упрощенное по сравнению с морскими формами строение (слабо выраженный замок, слабая скульптура и пр.).

В связи с присутствием известьвыделяющих организмов встречаются и известковые фации (известняки, мергели, доломиты, известковые глины).

Для фаций осолоненных бассейнов весьма характерны соленосные отложения.

Лагунные фации нередко являются нефтеносными (в осолоненных бассейнах), а иногда и угленосными (в опресненных бассейнах).

Все приведенные данные относятся к методике изучения фаций осадочных горных пород. Однако в составе земной коры имеются также разнообразные и более распространенные в ней магматические и метаморфические породы. Методика изучения условий и способов образования таких пород существенно иная.

При изучении магматических пород основное внимание обращается на их происхождение (генезис), условия залегания и особенно на петрографический состав. Данные особенности позволяют выявить многие стороны условий образования этих пород.

Основные особенности образования и состава магматических горных пород зависят от многих причин: от состава исходной магмы (кислой, основной или ультраосновной), от места ее застывания (на глубине или поверхности), от влияния на нее контактирующих с ней пород (осадочных, магматических или метаморфических) и других причин.

Значительно сложнее изучать условия и способы образования метаморфических пород. Большинство из них совершенно утеряло основные признаки исходных (осадочных или магматических) пород. Все же в ряде случаев даже в глубокометаморфизованных горных породах (в отдельных их участках) сохраняются некоторые черты исходных пород (например, первичная слоистость, включения), что в известной мере позволяет судить об условиях их образования. Совершенно очевидно, что при выяснении условий образования магматических и метаморфических пород исключается возможность нахождения в них органических остатков. Если даже в исходных осадочных породах, давших метаморфическую породу, и присутствовали органические остатки, то они в процессе метаморфизации пород, за редким исключением, полностью уничтожаются.

АНАЛИЗ И СОПОСТАВЛЕНИЕ РАЗРЕЗОВ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Анализ и сопоставление разрезов осадочных толщ является важнейшим средством восстановления истории развития земной коры.

Изучение и сравнение отдельных разрезов между собой позволяет выявлять особенности и протяженность различных фаций, причины и условия их смены, устанавливать возраст отдельных толщ, выяснять

историю тектонических движений и прослеживать их влияние на формирование структур и накопление осадков, раскрывать роль и значение ряда других геологических факторов и явлений. В результате большой и трудоемкой работы геологов по изучению и сравнению разрезов были составлены геохронологическая и сводная стратиграфическая колонки земной коры.

Изучение разрезов отложений с целью выяснения их фациальных особенностей и возраста требует детального описания состава горных пород, условий их залегания и подробной характеристики находимых в них остатков ископаемых организмов. Иначе говоря, петрографическая и палеонтологическая характеристики пластов являются основой фациального анализа и определения их возраста.

В качестве примера рассмотрим в плане сопоставления несколько значительно удаленных друг от друга разрезов отложений [1].

В окрестностях Москвы, в оврагах, можно наблюдать естественные выходы следующих пород. В основании обнажений находятся плотные и пористые известняки с прослоями доломитов (рис. 107). На неровной размытой поверхности известняков лежат темные глины, которые сменяются песками, внизу кварцево-глауконитовыми, а выше кварцевыми.

Толща песков содержит прослои песчаников. Вверху разрез заканчивается толщей валунных и безвалунных суглинков, перекрывающих по неровной поверхности более древние породы.

В известняках и доломитах содержатся многочисленные остатки ископаемых морских животных — всего около 400 видов. Из них наиболее характерными являются продуктиды, спириферы, кораллы и другие организмы (см. рис. 125). Все эти организмы, как уже установлено ранее, являются представителями органического мира каменноугольного периода.

В залегающих выше глинах и песках также содержится множество ископаемых остатков организмов, но других видов. Здесь обнаружены аммониты (*Virgatites, Cardioceras* и др.) и белемниты. Существование этих организмов относится уже к юрскому периоду (см. рис. 131).

Состав рассмотренных пород и содержащаяся в них фауна легко позволяют установить их морское происхождение. Однако известняки и доломиты, с одной стороны, и глины и пески — с другой, не принадлежат к образованиям непрерывно отлагающейся морской толщи. На это указывают неровность контакта между ними и различие родового состава фауны обеих толщ.

Что касается безвалунных суглинков, то наличие в них остатков организмов, близких к современным наземным организмам, подтверждает их континентальное происхождение.

При более детальном рассмотрении состава отложений и органических остатков данного разреза может быть выяснен характер морских бассейнов — глубина осадконакопления, соленость и другие существенные обстоятельства. Детальное исследование состава и условий залегания валунных и безвалунных суглинков позволило бы восстановить обстановку на суше во время их накопления и т. п.

В естественных обнажениях в оврагах у г. Ульяновска наблюдается следующее снизу вверх чередование слоев (см. рис. 107).

В основании разреза залегают серые глины с прослойками горючего сланца, выше — фосфоритоносные песчаники и еще выше — глины с гипсом и сферосидеритами. На размытой поверхности глин лежит толща белого писчего мела, перекрытая безвалунными суглинками. Казалось бы, по фациальным признакам данный разрез ничего общего с подмосковным не имеет. Однако анализ ископаемых организмов позволяет сделать несколько иной вывод.

---

[1] Описание разрезов дается по Н. М. Страхову.

В породах, залегающих под белым писчим мелом, обнаружены остатки организмов, сходных с окаменелостями глин и песков Подмосковного разреза. Это обстоятельство дает основание считать сопоставляемые толщи данных разрезов одновозрастными — образовавшимися в юрский период.

Белый писчий мел Поволжского разреза содержит разнообразные окаменелости, отличающиеся от ранее описанных и характерных для мелового периода. В нем изобилуют белемнителлы. Слоев с такими органическими остатками в Подмосковном разрезе нет.

При рассмотрении данных разрезов обращают на себя внимание следующие обстоятельства. Глины и пески Подмосковного разреза и глины с прослойками горючего сланца, фосфоритоносные песчаники и гипсоносные глины со сферосидеритами по своему петрографическому составу и условиям накопления существенно различны. Они, несомненно, принадлежат к различным морским фациям неритовой зоны. Вместе с тем они содержат в ряде случаев одинаковую фауну (юрского возраста).

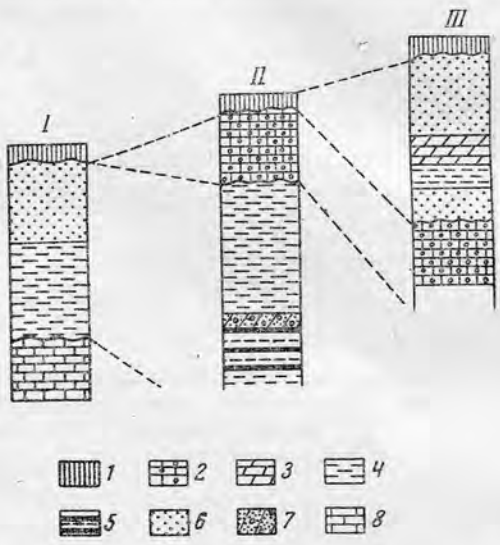


Рис. 107. Сравнение разрезов Подмосковья (*I*), Поволжья (*II*) и Северной Украины (*III*)

1 — суглинок; *2* — писчий мел; *3* — мергель; *4*—глина; *5* — горючий сланец; *6* — песок; *7* — песчаник с фосфоритом; *8* — известняк

Известно, что всякий организм или комплекс организмов является продуктом определенной среды обитания, а следовательно, и обстановки осадконакопления. Таким образом, возникает противоречие: сходство фауны сочетается с различием в составе осадков. Это противоречие объясняется очень просто. Характерные для рассматриваемых толщ обоих разрезов аммониты принадлежат к организмам, легко перемещающимся в морской воде. Поэтому захоронение их раковин после гибели могло происходить на различных участках морского дна, независимо от глубины и характера осадконакопления.

Белый писчий мел Поволжского разреза также представляет собой морской осадок, но образованный в иных условиях и в более позднее время. Об этом свидетельствуют перерыв в осадконакоплении и отличие содержащейся в нем ископаемой фауны от фауны нижележащих слоев.

На севере Украины, в Харьковской области в естественных обрывах по некоторым долинам рек вскрывается белый писчий мел с такими же, как и в Поволжье, белемнитами, однако здесь выше писчего мела залегает толща песков, глин и мергелей с небольшим количеством окаменелостей, отличающихся от ранее описанных. Сопоставление Харьковского разреза с двумя предыдущими показывает, что отложения этого разреза, отсутствующие в Поволжском и Подмосковном разрезах, принадлежат к еще более молодым осадкам и по составу органических остатков относятся к палеогеновой системе.

Присутствие белого писчего мела в Поволжском и Украинском разрезах показывает, что некоторые фации имеют огромную протяженность. Это обстоятельство является особенно благоприятным для сравнения отдельных разрезов, так как позволяет более уверенно устанавли-

вать возраст как по фауне, так и по петрографическим признакам пород.

Продолжая таким же образом сравнение упомянутых разрезов с разрезами из других мест, можно обнаружить слои более древние, чем подмосковные каменноугольные известняки, ряд промежуточных слоев, отсутствующих в разрезах Подмосковья и Поволжья, и, наконец, слои более молодые, чем палеогеновые породы Украины. Таким путем можно получить представление о последовательности накопления пластов и выяснить их относительный возраст для все большей и большей территории и для всей земной коры в целом. Наряду с этим выясняются и фациальные условия минувших эпох.

Все же частая фациальная изменчивость пород и связанные с этим петрографические и фаунистические различия значительно усложняют выяснение относительного возраста пластов осадочных пород. Создается впечатление, что сравнение разрезов по фаунистическим и петрографическим признакам практически возможно осуществлять только в преде-

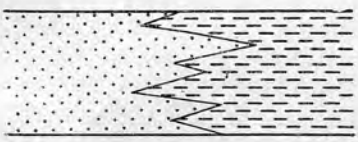


Рис. 108. Переход одной фации в другую

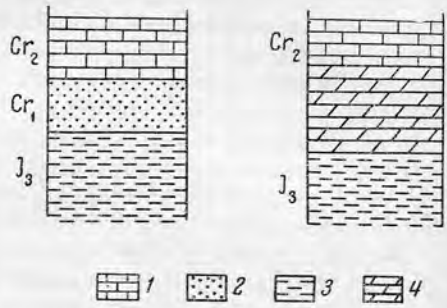


Рис. 109. Сопоставление различных фаций по их возрасту

1 — известняк; *2* — песок; *3* — глина; *4*—мергель

лах одной фации, за исключением тех случаев, когда одинаковые организмы встречаются в отложениях различных фаций.

Возраст различных по составу осадков и ископаемых организмов, но одновременных фаций, устанавливается следующим образом.

Прежде всего там, где это возможно, прослеживается постепенный переход по простиранию одной фации в другую. Этим самым выясняется одновременное существование организмов, различных по условиям обитания, а значит, и по внешним признакам. Например, толща глин морского происхождения постепенно сменяется по простиранию песками такого же происхождения (рис. 108). Поэтому находимые в глинах и песках ископаемые остатки различных групп организмов можно рассматривать как одновозрастные, т. е. жившие в один и тот же отрезок геологического времени, но в различной обстановке. Таким образом, выявив одновозрастные организмы из различных фаций, можно сравнивать разрезы, не имеюшие, казалось бы, ничего общего не только по своим литологическим признакам, но и по составу органических остатков.

Прослеживание перехода одних фаций в другие не всегда возможно. Сопоставление различных, но одновозрастных фаций облегчается часто тем, что удается точно определить их стратиграфическое положение.

На рис. 109 сопоставляются два разреза. В первом разрезе по фауне выделены три толщи пород: известняки верхнего мела, пески нижнего мела и глины верхней юры. Во втором разрезе, расположенном на некотором расстоянии от первого, также выделяются три толщи, из которых верхняя и нижняя по своим литологическим и фаунистическим признакам, а следовательно, и по возрасту полностью соответ-

ствуют верхней и нижней толщам первого разреза. Однако средняя толща второго разреза (мергель) по литологическому составу и фауне не имеет сходства со средней толщей первого разреза. Несмотря на это, ее можно рассматривать как фацию, соответствующую по времени образования второй толще первого разреза.

ПЕРЕРЫВЫ В ОСАДКОНАКОПЛЕНИИ И УГЛОВЫЕ НЕСОГЛАСИЯ

Рассматривая разрезы земной коры, мы очень часто устанавливаем отсутствие в них ряда подразделений сводной колонки или, как говорят, явление перерыва в осадконакоплении. Оно выражается в следующем.

Допустим, что в основании изучаемого разреза обнаружены породы каменноугольного возраста, а выше, над ними, залегают юрские отложения. Отсутствие в разрезе пород промежуточного возраста (в данном

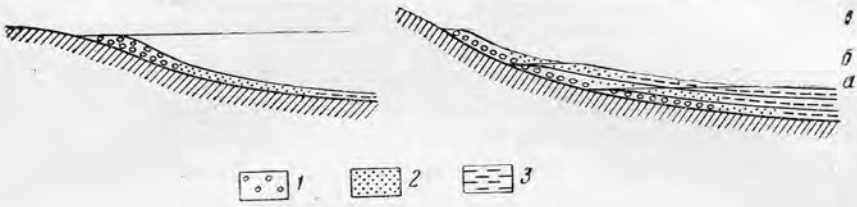


Рис. 110. Накопление осадков в море
1 — галька; *2* — песок; *3* — ил; *а, б, в* — последовательные положения уровня моря

случае пермского и триасового) свидетельствует либо о том, что в течение всего этого времени данный район был поднят и в его пределах совсем не происходило осадконакопления, либо о том, что накопившиеся здесь после каменноугольного периода какие-то отложения были размыты до начала юрского периода. Более точное установление длительности перерыва в данном разрезе достигается сопоставлением его с другими, соседними разрезами. Ценным материалом для выяснения действительной длительности перерыва служат в подобном случае также находки в основании пород, лежащих выше видимого перерыва, гальки с фауной из пород, более молодых, чем те, которые ныне располагаются ниже видимого перерыва.

Рассмотрим такой пример. В основании разреза залегает известняк, переходящий вверх постепенно в глину. Последняя по резкой границе перекрывается грубообломочной породой (конгломератом). Такая резкая смена глины конгломератом является необычной для нормального хода осадконакопления и может быть следствием перерыва в осадконакоплении. При помощи имеющихся в породах ископаемых организмов можно окончательно убедиться в наличии перерыва и установить его длительность.

Присутствие гальки в основании той или иной толщи пород почти всегда является признаком перерыва в осадконакоплении и так называемого трансгрессивного залегания (залегания, обусловленного трансгрессией, т. е. наступанием моря на данную территорию). По мере наступания моря на сушу в основании толщи накапливаемых осадков обычно образуется слой гальки или песка (рис. 110).

Если какая-либо толща пород подвергалась дислокациям (например, складчатости), а затем после длительного размыва оказалась опущенной ниже уровня моря и покрытой новой толщей осадков, то между ними, кроме перерыва в осадконакоплении, возникает еще резко выраженное, так называемое угловое несогласие (рис. 111). Оно выра-

жается в том, что слои нижней толщи наклонены к горизонту под разными углами и смяты в складки, а слои верхней (более молодой) толщи лежат либо горизонтально, либо имеют иной характер тектонических нарушений.

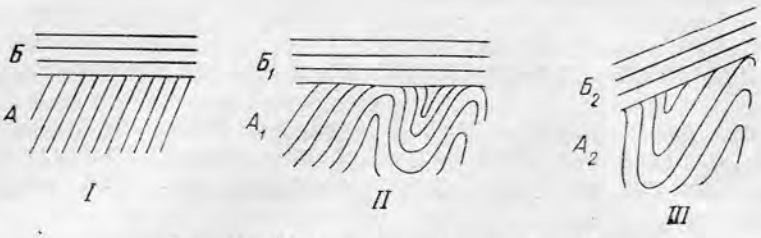


Рис. 111. Несогласное залегание пород

I — слои нижней толщи пород (*А*) залегают моноклинально, верхней (*Б*) — горизонтально; *II*—слои нижней толщи пород ($А_1$) собраны в складки, верхней ($Б_1$)—лежат горизонтально; *III* — обе толщи нарушены, но имеют различные углы падения: нижняя ($А_2$) собрана в складки, верхняя ($Б_2$) лежит моноклинально

Во всех случаях угловых несогласий длительность перерыва в осадконакоплении, а также время проявления дислокаций устанавливаются после выяснения возраста пород данного разреза.

ПОНЯТИЕ О МЕСТНЫХ (РЕГИОНАЛЬНЫХ) СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ

При выяснении стратиграфического разреза какого-либо района, особенно геологически слабо изученного, не всегда удается сразу выделить толщи, которые бы соответствовали общепризнанным подразделениям единой стратиграфической шкалы. Такие затруднения возникают в тех случаях, когда по своим фациальным особенностям слагающие разрез породы резко отличаются от хорошо изученных эталонов и когда в данном районе отсутствуют распространенные руководящие ископаемые. В этих случаях пользуются вспомогательными стратиграфическими подразделениями, которым присваиваются местные названия обычно географического характера.

Для местных, вспомогательных стратиграфических комплексов приняты следующие подразделения, находящиеся в таком соподчинении: серия, свита, подсвита, пачка.

Местные подразделения обязательно должны быть сопоставлены с подразделениями единой стратиграфической шкалы.

В основу выделения местных стратиграфических подразделений кладутся признаки, используемые и для выделения подразделений единой международной шкалы: состав ископаемых организмов и их вертикальное распространение, петрографические особенности пород, перерывы в осадконакоплении и т. п.

Если в разрезах пород органические остатки встречаются редко или вовсе отсутствуют, то в таких случаях местная стратиграфическая шкала создается в основном по литологическим признакам.

Основной единицей местных стратиграфических подразделений является *свита*. Под свитой обычно понимают комплекс отложений, либо литологически однородных, либо представляющих собой чередование определенных типов пород. Отложения свиты соответствуют определенной части или целому этапу осадконакопления. При наличии ископаемых организмов представляется возможным определить возраст свиты, который может колебаться в широких пределах. Объем свиты соответствует обычно части яруса, иногда целому ярусу и даже нескольким ярусам, в древних толщах могут даже отвечать целым отделам.

Части свиты, четко различающиеся по своим литологическим и палеонтологическим признакам, но не разделяющиеся отчетливо выраженными стратиграфическими перерывами и угловыми несогласиями, называются *подсвитами.* Небольшие части свиты или подсвиты, с четко выраженными фациально-литологическими особенностями, называются *пачками.*

Серия охватывает несколько свит и отвечает крупному циклу осадконакопления. Она представляет собой сложную по составу толщу пород — осадочных, вулканогенных или метаморфических. По своему объему серия может соответствовать отделу или системе. Породы, объединенные в серию, обычно развиты в пределах обширного региона.

По мере накопления геологических данных по изучаемому району обычно удается с той или иной точностью увязывать местные стратиграфические шкалы с общепринятыми подразделениями.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Результаты изучения строения земной коры в целом или отдельных ее территорий изображаются на геологических картах. Геологическая карта — важнейший итог любых геологических исследований. Карты составляются на современной топографической основе. Масштаб карт зависит от степени детальности изучения данной территории.

На *геологические карты* наносятся площади распространения выходящих на поверхность горных пород с указанием их возраста. Ввиду того что отложения четвертичного возраста покрывают почти сплошным покровом всю земную поверхность и закрывают все более древние, так называемые коренные породы, условились на геологических картах их не показывать. Это облегчается тем, что четвертичные отложения чаще всего имеют небольшую мощность (до немногих метров или десятков метров) и подстилающие их древние породы обычно выступают в многочисленных естественных обнажениях по долинам рек и оврагов. Снятие четвертичных отложений с геологической карты обеспечивает возможность отражения на ней всей сложности строения земной коры.

Однако иногда четвертичные отложения представлены на значительных площадях мощными толщами — порядка многих десятков и даже нескольких сотен метров. В таких случаях состав и возраст дочетвертичных пород оказывается изученным настолько недостаточно, что исключается возможность их картирования. В этих случаях на геологических картах сохраняются четвертичные отложения.

Возраст пород на геологических картах принято обозначать соответствующей окраской и индексами. Для обозначения возраста горных пород на геологических картах мелкого масштаба (мельче 1 : 500 000) принята следующая единая и обязательная для всех стран цветная шкала:

Докембрийские группы — розовый цвет:
а) архейская группа — темно-розовый цвет,
б) протерозойская группа — розовый цвет,
в) рифейская, или синийская, группа — светло-розовый цвет.
Кембрийская система — лиловый цвет.
Ордовикская система — темный серо-зеленый цвет.
Силурийская система — светлый серо-зеленый цвет.
Девонская система — коричневый цвет.
Каменноугольная система — серый цвет.
Пермская система — оранжевый цвет.
Триасовая система — фиолетовый цвет.
Юрская система — синий цвет.
Меловая система — зеленый цвет.
Палеогеновая система — темно-желтый цвет.
Неогеновая система — светло-желтый (лимонный) цвет.
Четвертичная система — бледные отмывы серых, желтоватых или зеленоватых оттенков.

Отложения отделов изображают на карте оттенками цвета, принятого для данной системы: более темным оттенком — нижний отдел и соответственно более светлыми оттенками — средний и верхний отделы. На детальных геологических картах, где выделяются ярусы и зоны, допускается окраска независимо от общепринятой цветной шкалы.

Помимо соответствующей окраски, для обозначения возраста пород на геологических картах обязательно проставляются индексы. Буквенные индексы систем составляются из первых букв их названий в латинской транскрипции. При индексации отложений отделов и более дробных подразделений к индексу системы прибавляются дополнительные знаки: для отделов — цифра внизу, начиная с единицы в порядке следования отделов (например, нижний кембрий — Cm_1, средний кембрий — Cm_2, верхний кембрий — Cm_3; нижний мел — Cr_1, верхний мел — Cr_2). Для ярусов, кроме знака отдела, добавляется числовой или буквенный знак, причем числовой знак ставится справа вверху, а буквенный — справа на уровне индекса системы (например, франкский ярус верхнего девона — D_3^1, фаменский ярус верхнего девона — D_2^2, сарматский ярус миоцена — N_1srm, оксфордский ярус верхней юры — J_3ox, мэотический ярус миоцена — N_1^3, или N_1m).

Установление возраста интрузивных пород, выходящих на земную поверхность, в большинстве случаев весьма затруднительно. Поэтому на геологических картах нередко цветом обозначают не возраст, а только состав интрузий; в тех же случаях, когда это возможно, цветом обозначают и то и другое сразу. С этой целью на геологических картах используют густые яркие цвета. Единой, общепринятой окраски для изверженных пород пока еще нет.

На мелкомасштабных геологических картах для интрузивных пород применяются обычно следующие цветные обозначения и индексы:

Кислые и средние породы (граниты, сиениты, трахиты и др.) — красный цвет, индекс — γ (гамма).

Основные породы (габбро, базальты и др.) — густо-зеленый цвет, индекс — δ (дельта).

Ультраосновные породы (перидотиты, пироксениты и др.) — густо-фиолетовый цвет, индекс — σ (сигма).

Для обозначения возраста интрузий употребляется числовой знак. Например: γ_1 — допалеозойские, γ_2 — палеозойские, γ_3 — мезо-кайнозойские кислые интрузии. (Геологическая карта СССР м-ба 7 500 000).

Излившиеся магматические породы на новейших картах чаще всего обозначают, как и осадочные, цветом геологической системы, к которой они относятся; сверху на окраску накладывается та или иная штриховка, обозначающая их состав.

Современные геологические карты отражают возраст выделяемых горных пород и в той или иной мере (в зависимости от масштаба карты) их литологический состав. В качестве дополнений при специальных исследованиях составляются также литологические или петрографические карты, на которых штриховыми знаками или цветами детально показываются площади распространения отдельных типов пород (глин, песков, известняков, песчаников и др.).

Составляются также специальные карты четвертичных отложений. На них отражаются литология, происхождение и возрастные подразделения четвертичных отложений.

Помимо различных геологических карт, составляются палеогеографические и фациальные карты. На *палеогеографические карты* наносят контуры морей и суши, размещение основных структур земной коры, площади, охваченные вулканизмом, и ряд других особенностей того или иного периода, эпохи или века.

В результате подробного фациального анализа пород определенной площади, помимо палеогеографических карт, составляются *фациальные карты,* на которых показывается распространение отдельных фаций для определенной эпохи или века. Составление фациальных карт позволяет более уверенно уяснить особенности проявления геологических процессов в прошлом.

ГЛАВА 17

ПОНЯТИЕ О СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ЕЕ ИСТОРИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ И ПЛАТФОРМЕННЫЕ ОБЛАСТИ

Земная кора по истории развития и геологическому строению существенно различна в разных своих частях. В ней выделяются многие крупные участки, которые обычно совпадают с областями современных горных стран и районов, где толщи горных пород сложно дислоцированы, смяты в складки, разорваны сбросами, в той или иной степени метаморфизованы, интрудированы и прорваны различными изверженными породами. Примерами таких участков являются Уральские горы, Кавказ, Альпы, Гималаи. Наряду с такими участками в составе земной коры выделяются также крупные, обширные участки, обычно совпадающие с областями современных равнин, где породы в верхней части разреза на ту или иную глубину лежат горизонтально или почти горизонтально, не метаморфизованы. При этом под ними находятся также сложнодислоцированные и метаморфизованные толщи пород. Такой тип строения земной коры мы наблюдаем, например, в пределах Восточно-Европейской равнины, Западно-Сибирской низменности.

Таким образом устанавливается очень важная особенность в строении континентальной части земной коры: повсеместно в ней представлены сложнодислоцированные и метаморфизованные толщи пород, но в одних местах они слагают земную кору на всю глубину, в других же — лишь древние толщи. Эта основная особенность строения континентальной части земной коры обусловлена наличием в ней двух основных типов структур, которые возникают в процессе исторического развития земной коры: геосинклинальных и платформенных областей.

Геосинклинальные области — это наиболее подвижные участки земной коры, в пределах которых на протяжении очень длительного геологического времени (нескольких периодов или даже эр) интенсивно проявляются все виды тектонических движений и в результате длительных погружений происходит накопление очень мощных многокилометровых толщ осадочных пород. Тектонические движения в геосинклинальных областях сопровождаются энергичной магматической деятельностью. В начале геологической истории по существу вся континентальная часть земной коры переживала геосинклинальный характер развития. Пережив один или несколько этапов бурного тектонического развития, геосинклинальные области (одни раньше, другие позже) частично или полностью превращаются в складчатые сооружения и затем в платформенные области.

В пределах геосинклинальных областей уже с начала их существования в результате резко дифференцированных тектонических движений выделяются два типа структур: *геоантиклинали* и *геосинклинали.* Они обычно линейно вытянуты. Геоантиклинали возникают в результате длительного воздымания отдельных участков геосинклинальной области и представляют собой приподнятые в рельефе структуры; в связи с этим они являются одним из источников размыва и сноса обломочного мате-

риала. Геосинклинали, наоборот, испытывают длительные опускания и поэтому представляют собой внутри геосинклинальной области участки очень мощного осадконакопления.

Развитие геосинклинальной области можно свести упрощенно к двум этапам. На первом, начальном этапе в целом преобладают глубокие опускания, сопровождаемые трансгрессиями морских вод и энергичным накоплением осадков. В результате опусканий возникают крупные расколы, по которым проникает магма и развивается интенсивная вулканическая деятельность, особенно подводный вулканизм. На последующем этапе преобладают поднятия, сопровождаемые интенсивной интрузивной деятельностью, особенно гранитной магмы, и в конечном итоге происходит общее воздымание всей или части геосинклинальной области и превращение ее в горные сооружения.

В ходе тектонического развития геосинклинальной области толщи отлагающихся осадков сминаются в складки, подвергаются различного типа разрывным нарушениям. В итоге возникают линейно протягивающиеся складчатые структуры — антиклинории и синклинории. *Антиклинории* — это крупные, сложно построенные антиклинальные структуры, общее строение которых осложнено более мелкими антиклинальными и синклинальными складками. *Синклинории* — также крупные, сложно построенные, но в целом синклинальные структуры, осложненные, подобно антиклинориям, синклинальными и антиклинальными складками. Антиклинории и синклинории часто группируются в складчатые системы высшего порядка — *мегантиклинории* и *мегасинклинории*.

С завершением геосинклинального развития происходит консолидация геосинклинальных областей, т. е. их полное или частичное превращение в жесткие глыбы, теряющие способность к резко дифференцированным движениям. В результате в земной коре зарождается новый тип структур — *платформенные области*.

Платформенные области после своего возникновения переживают уже иной характер тектонического развития, значительно отличающийся от тектонического режима геосинклинальных областей. В пределах платформенных областей уже более не проявляется интенсивное складкообразование, порождающее складчатые горы. Для платформенных областей весьма характерны медленные колебательные движения, охватывающие огромные площади. Эти движения сопровождаются разрывами, иногда значительной амплитуды и большой протяженности. Магматическая деятельность в пределах платформенных областей проявляется гораздо слабее и имеет особый, типично платформенный характер. На платформах гранитные интрузии не возникают. Комплексы осадочных отложений, образующиеся на платформах, значительно отличаются по своему составу, мощности, распространению и другим признакам от комплексов отложений, формирующихся в условиях геосинклинального режима.

В связи с особенностями развития в строении платформенных областей представлены два структурных этажа: 1) *нижний структурный этаж*, или *складчатый фундамент*, состоящий из сложнодислоцированных, метаморфизованных пород, прорванных разнообразными интрузиями и отвечающих геосинклинальной стадии развития данного участка земной коры; 2) *верхний структурный этаж*, или *платформенный чехол*, сложенный из нормальных осадочных (реже вулканогенных) пород, залегающих обычно спокойно, почти горизонтально, и отделенные от складчатого фундамента резким несогласием.

В результате тектонических движений, присущих платформенным областям, возникают крупные платформенные структуры: щиты, плиты, синеклизы, антеклизы и др.

Щиты — это части платформ, которые фактически в течение всей истории развития платформ испытывают преимущественно положитель-

ные вертикальные движения. Следовательно они в течение почти всего этого времени являются поднятыми структурами и оказываются источниками размыва и сноса материала. В пределах щитов либо совсем не происходит накопление платформенного чехла осадков, либо обычно по их окраинам накапливается очень маломощный (в несколько десятков или сотен метров) чехол. В связи с этим на большей части щитов породы складчатого основания легко вскрываются эрозией и выходят на дневную поверхность.

Плиты — опущенные участки платформ; они в отличие от щитов испытывают преимущественно медленные, но длительные погружения, вследствие чего в их пределах накапливаются толщи осадочных пород, образующих платформенный чехол, мощностью обычно во много сотен метров, а иногда до 10 и более километров.

Колебательные движения в пределах плит происходят в разных их частях с разной скоростью и амплитудой, с общим преобладанием восходящих движений. При этом такие вертикальные перемещения отдельных участков плит по существу всегда сопряжены с возникновением разломов и раскалыванием жесткого складчатого фундамента под чехлом на крупные блоки и с соответствующими им вертикальными перемещениями. В результате в пределах плит возникают новые, типичные только для платформ крупные структуры — синеклизы и антеклизы и более мелкие, усложняющие их структуры.

Синеклизы — отрицательные синклинальные структуры, охватывающие огромные площади — в несколько тысяч или десятков тысяч квадратных километров.

Антеклизы — положительные антиклинальные структуры, значительно меньших размеров; их возникновение связано с более замедленным опусканием соответствующих участков плит.

Поскольку формирование платформенного чехла идет одновременно с развитием синеклиз и антеклиз, слагающие его слои осадочных пород оказываются не везде горизонтальными и ненарушенными. В направлении к центральным, наиболее опущенным частям синеклиз слои пород испытывают постепенное погружение с нарастанием мощности. То же самое, но в обратном порядке, отмечается и для антеклиз.

Платформенные области стали выделяться в земной коре еще в протерозое. Все платформенные области, которые выделялись в земной коре к концу докембрия, получили название *платформ с докембрийским складчатым основанием.* Они известны в различных частях земной коры. К докембрийским платформам относятся Русская, или Восточно-Европейская, Сибирская, Северо-Американская, Китайская, Таримская, Индийская, Австралийская, Африкано-Аравийская, Бразильская платформы (рис. 112).

На всей остальной континентальной части земной коры и после докембрия продолжали существовать геосинклинальные области, сохранившие способность к интенсивным и разнообразным тектоническим движениям — это Урало-Тяньшаньская, Монголо-Охотская, Верхоянская, Грампианская, Аппалачская, Кордильерская, или Восточно-Тихоокеанская, Западно-Тихоокеанская, Средиземноморская, Австралийская геосинклинальные области (см. рис. 112). В последующие эры эти геосинклинальные области в разное время и в разных масштабах превращались в складчатые, а затем и в платформенные области.

Одной из важных особенностей развития геосинклинальных областей в период завершения в них складчатости является заложение обычно на их границах с платформами своеобразных тектонических структур — так называемых краевых прогибов. *Краевой прогиб* представляет собой зону глубоких опусканий земной коры, охватывающих не только краевые участки бывшей геосинклинальной области, но и

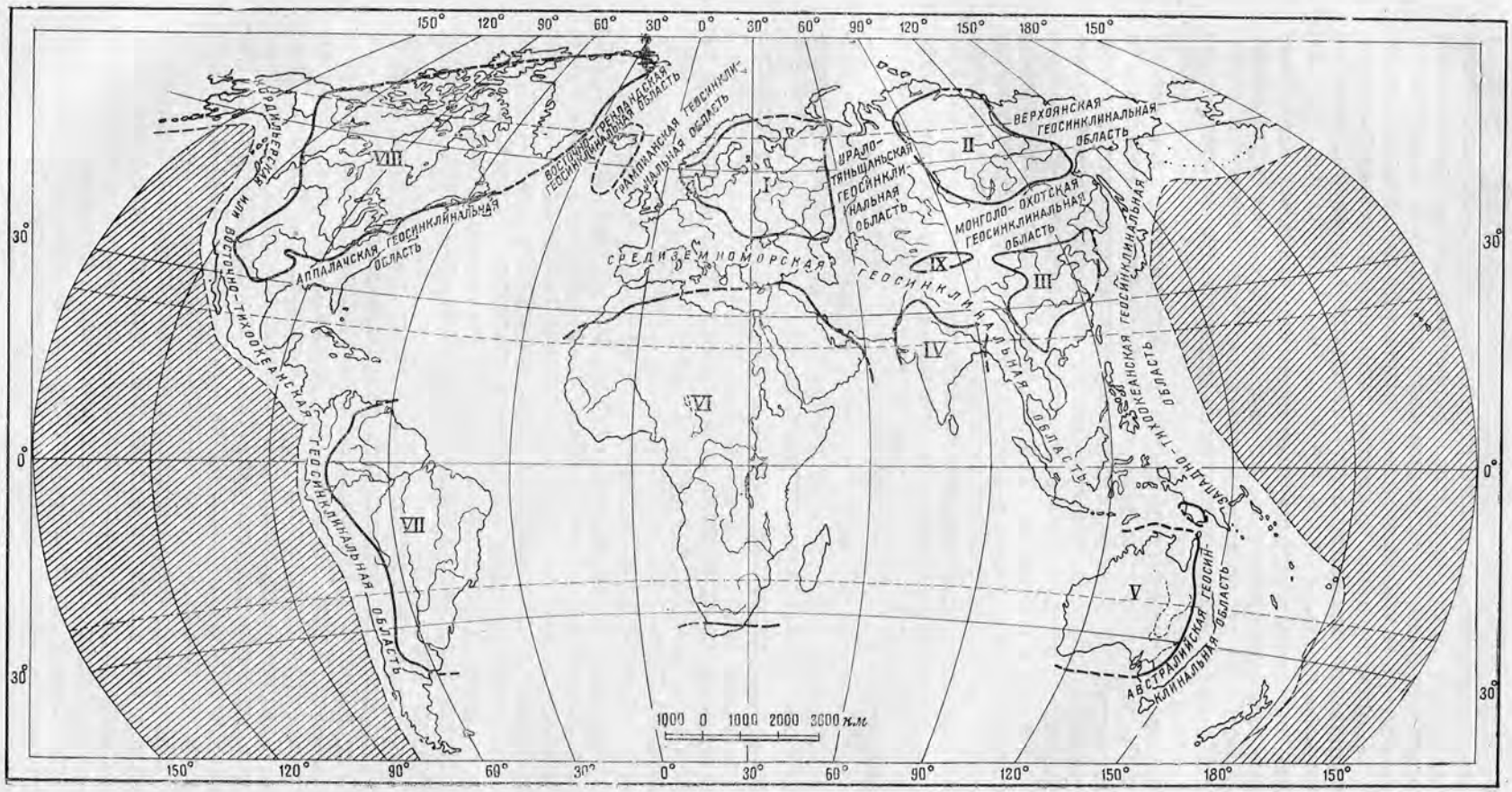


Рис. 112. Схема расположения платформ и геосинклинальных областей к концу докембрия

I — Русская платформа; *II* — Сибирская платформа; *III* — Китайская платформа; *IV* — Индийская платформа; *V* — Австралийская платформа; *VI* — Африкано-Аравийская платформа; *VII* — Бразильская платформа; *VIII* — Северо-Американская платформа; *IX* — Таримская платформа
Косой штриховкой показана область симатической оболочки под дном Тихого океана

краевую часть примыкающей платформы. Краевые прогибы являются участками накопления огромных, многокилометровых толщ обломочных осадков, образованных главным образом за счет денудации молодых горных цепей, возникших на месте геосинклинальной области.

ГЛАВНЫЕ ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ В ИСТОРИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Тектонические движения, обусловившие переход геосинклинальных областей в платформенные, не имели общепланетарного масштаба, а проявлялись лишь на отдельных участках, не всегда с одинаковой силой и повсеместно. В одни периоды и эпохи они проявлялись особенно активно, в других же довольно слабо.

Этапы бурного проявления тектонических движений на обширных участках земной коры получили название *эпох складчатости.*

Каждая эпоха складчатости представляет собой непрерывный процесс бурного тектонического развития земной коры, состоящий из нескольких самостоятельных фаз складчатости геосинклинальных областей. Поэтому в отличие от эпох складчатостей, которым присвоены общие для всех стран названия, фазы складчатости имеют местные названия.

На протяжении геологической истории земной коры проявилось не менее десяти эпох складчатости. Из них около пяти-семи приходится на самое продолжительное в истории докембрийское время. В результате проявления докембрийских эпох складчатости к началу палеозоя оформились докембрийские платформы.

Время и место проявления, а также основные особенности каждой из докембрийских эпох складчатости изучены еще весьма недостаточно в связи с малой обнаженностью, глубоким метаморфизмом и сильной дислоцированностью докембрийских пород. Относительно лучше изучена самая молодая из докембрийских эпох складчатости, названная *байкальской.* Эта складчатость проявлялась на протяжении рифейской, или синийской, эры и полностью закончилась в начале кембрийского периода.

Более основательно освещены последокембрийские эпохи складчатости. Их установлено четыре. Древнейшая из последокембрийских эпох складчатости получила название *каледонской,* или *раннепалеозойской, эпохи складчатости.* Время ее проявления приходится на кембрийский, ордовикский и силурийский периоды. Завершение ее относится к концу силурийского периода. Следующая эпоха складчатости — *герцинская (варисская),* или *позднепалеозойская.* Она началась в позднедевонскую эпоху и закончилась в конце пермского — начале триасового периода. На протяжении мезозоя (поздний триас — мел) проявилась *киммерийская,* или *мезозойская, эпоха складчатости.* Наконец, последняя, самая молодая эпоха складчатости — *альпийская,* или *кайнозойская,* проявлялась на протяжении кайнозойской эры и не закончилась еще до наших дней.

ПРИНЦИП ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ МАТЕРИКОВ ПО ВОЗРАСТУ СКЛАДЧАТОГО ОСНОВАНИЯ

По мере завершения той или иной эпохи складчатости из геосинклинальных областей возникали все новые и новые складчатые и платформенные области, различающиеся между собой по возрасту пород складчатого основания. Это обстоятельство положено в основу тектонического районирования материков. Такое районирование имеет исключительное значение для понимания основных закономерностей развития земной коры и размещения в ее недрах полезных ископаемых. В современных материках выделяют следующие типы платформенных, и еще не

достигших платформенного развития, складчатых областей: 1) платформы с докембрийским складчатым основанием, или докембрийские платформы; 2) платформы с каледонским складчатым основанием, или каледониды; 3) платформы с герцинским складчатым основанием, или герциниды; 4) платформы с киммерийским складчатым основанием, или киммериды; 5) альпийские складчатые горные сооружения.

В состав нижнего структурного этажа, или складчатого фундамента, платформ с докембрийским складчатым основанием входят докембрийские — архейские, протерозойские и рифейские (синийские) — породы. В верхний структурный этаж, или платформенный чехол, докембрийских платформ могут входить породы верхнего протерозоя и рифея (последние только в случае доверхнепротерозойского или дорифейского образования платформ), породы палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Породы верхнего структурного этажа отличаются, в общем, спокойным характером залегания (почти горизонтального на больших площадях) и слабо или почти совсем не метаморфизованы (рис. 113).

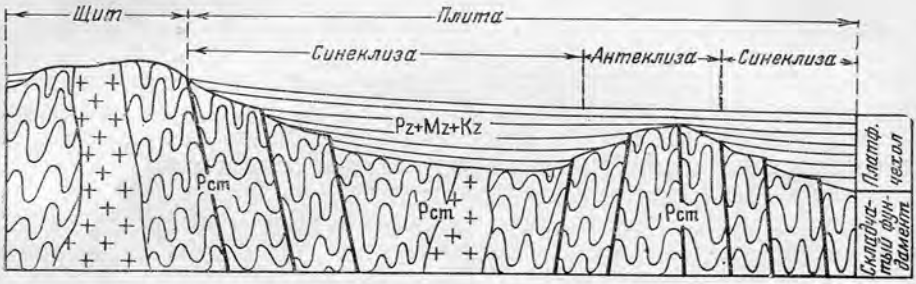


Рис. 113. Схема строения платформ с докембрийским складчатым основанием

Платформы с каледонским складчатым основанием образовались в результате завершения каледонской эпохи складчатости, которая полностью охватила Грампианскую геосинклинальную область и значительные участки Урало-Тяньшаньской, Аппалачской, Монголо-Охотской геосинклинальных областей. В результате эти участки земной коры испытали консолидацию и превратились в платформы.

В пределах каледонид нижний структурный этаж, или фундамент, состоит из смятых, метаморфизованных и прорванных интрузиями докембрийских, кембрийских и ордовикских пород. Эти интрузии называют также каледонскими, так как они внедрялись из глубин Земли и застывали в виде массивов той или иной формы среди вмещающих пород в течение каледонского этапа геосинклинального развития данной территории, до перехода ее в платформу.

Верхний структурный этаж (платформенный чехол), который формировался в пределах плит в каледонидах, может состоять из пород начиная с девонской системы вплоть до кайнозойских. К каледонидам принадлежат территории современных Западного и Восточного Саян, Алтая, Скандинавских гор и др. С образованием каледонид площадь материков значительно возросла, особенно там, где они примкнули к докембрийским платформам.

Платформы с герцинским складчатым основанием возникли после завершения герцинской эпохи складчатости, в конце палеозоя, которая охватила Урало-Тяньшаньскую и Аппалачскую геосинклинальные области, бóльшую часть Монголо-Охотской и и значительные участки Средиземноморской геосинклинальных областей.

В пределах плит платформ с герцинским складчатым основанием, как и в более древних платформах, имеются два структурных этажа. В нижний структурный этаж, или складчатый фундамент, входят дислоцированные породы докембрия и палеозоя; они прорваны герцинскими интрузиями. В строении платформенного чехла герцинид участвуют породы мезозоя и кайнозоя. К герцинидам относятся области современных гор Урала, южных дуг Тянь-Шаня, Аппалачей и др., в пределах которых выходит складчатый фундамент. Примером обширных плит герцинид может служить территория Западно-Сибирской низменности, где на складчатом фундаменте залегает толща нормальных осадочных пород мезозоя и кайнозоя мощностью местами до 3—4 *км*.

С завершением герцинской складчатости и возникновением в результате этого герцинид площадь платформ еще более возросла и достигла огромных размеров — больших, чем в современную эпоху.

Платформы с киммерийским складчатым основанием образовались в результате киммерийской эпохи складчатости, которая охватила полностью Верхоянскую геосинклинальную область, всю сохранившуюся к этому времени часть Монголо-Охотской геосинклинальной области и значительные части Кордильерской и Средиземноморской геосинклинальных областей. В результате возникли обширные складчатые структуры на северо-востоке и востоке Азии и в пределах Американских Кордильер.

Киммерийские складчатые сооружения являются относительно молодыми платформенными областями и в связи с этим характеризуются рядом особенностей. В частности, в их пределах еще слабо развит платформенный чехол.

В состав складчатого фундамента киммерид входят смятые в складки породы докембрия, палеозоя и мезозоя. Для него характерны очень крупные внедрения магматических, в основном гранитных, пород киммерийского возраста. В платформенном чехле участвуют только кайнозойские отложения.

Альпийские складчатые сооружения возникли в результате альпийской эпохи складчатости, проявившейся в основном в кайнозое и не завершившейся до наших дней.

К началу кайнозойской эры многие сформировавшиеся ранее геосинклинальные области полностью закончили свое развитие. В эту эру продолжают существовать только три геосинклинальные области: Средиземноморская, Восточно-Тихоокеанская и Западно-Тихоокеанская. Именно эти три области и стали ареной альпийской складчатости.

В настоящее время указанные геосинклинальные области находятся на различных стадиях развития. Средиземноморская геосинклинальная область вступила в завершающую стадию развития. В ее пределах в основном уже сформировались складчатые сооружения — Альпы, Пиренеи, северные дуги Атласа, Аппенины, горы Балканского полуострова, Карпаты, Крымские и Кавказские горы, горы Малой Азии и Ближнего Востока, Памир, Гималаи.

Обе Тихоокеанские геосинклинальные области находятся еще на ранних этапах развития. В них только начинают формироваться крупные структурные элементы в виде антиклинориев и синклинориев.

Альпийские складчатые горные сооружения имеют только один структурный этаж — складчатое основание. В его состав входят породы всех возрастов.

Таким образом, полное превращение геосинклинальных областей в складчатые сооружения, или платформы, происходило в одних случаях в течение одной эпохи, в других случаях в течение нескольких эпох складчатости.

Превращение геосинклинальных областей в платформенные — основное направление в развитии земной коры. Обратное явление — пре-

вращение платформенных областей в геосинклинальные — хоть и имело место на некоторых этапах геологической истории, но не представляет собой общей закономерности в развитии земной коры.

Структурные особенности земной коры обычно находят отражение и в современном ее рельефе. Так, плиты, как сильно денудированные и опущенные участки платформ, обычно представляют собой обширные равнины. Примерами могут служить Восточно-Европейская равнина на Русской платформе, Западно-Сибирская низменность в пределах Урало-Тяньшаньских герцинид.

Щиты древних платформ в сравнении с плитами относительно более приподняты и в рельефе образуют невысокие возвышенности.

Более молодые складчатые структуры — киммерийские и особенно альпийские обычно образуют высокогорный рельеф. Примерами являются Верхоянская горная область, горные сооружения в пределах Средиземноморской геосинклинальной области.

Области, сохранившие геосинклинальный режим развития, характеризуются наличием в их пределах островных горных дуг. Примером может служить Азиатское побережье Тихого океана.

Таким образом, основой для формирования современного рельефа поверхности Земли послужили особенности тектонического развития отдельных участков ее коры.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗЛИЧИЯХ В СТРУКТУРЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ НА МАТЕРИКАХ И ПОД ОКЕАНАМИ

Все изложенные выше представления о структуре земной коры относятся к ее континентальной части. Однако, как известно, в составе земной коры имеются крупные океанические впадины.

Резкие различия между материковой и океанической частями земной коры выражаются в неодинаковом строении ее поверхностных оболочек. По общепринятым современным воззрениям, в строении земного шара участвуют три оболочки: 1) земная кора, которая в свою очередь делится на сиалический (верхний) и базальтовый (нижний) слои; 2) перидотитовая, или симатическая; 3) ядро.

Сиалический слой земной коры представлен в основном кислыми породами и поэтому часто называется гранитным. В его составе широко представлены граниты, гранитогнейсы, гнейсы и различные осадочные породы. Мощность гранитного слоя весьма изменчива. На материках она достигает 30—35 *км*. В глубинной части Тихого океана этот слой вовсе отсутствует. Возможно, он отсутствует и в наиболее глубоких частях Атлантического и Индийского океанов.

Следовательно, гранитный слой не является сплошным и в некоторой части земной коры прерывается.

Базальтовый слой в отличие от гранитного непрерывно облекает перидотитовую оболочку Земли, но мощность его также изменчива. Максимальная мощность этого слоя около 30 *км*. В глубоких частях Тихого океана он утоняется до 4—10 *км*, так что здесь симатическая оболочка близко подходит к дневной поверхности (рис. 114).

Отсутствие или резкое уменьшение мощности сиалического слоя в пределах океанических впадин служит указанием на их отличную природу в сравнении с природой континентальной части земной коры. По новейшим научным данным, и сами океанические впадины также неодинаковы по своей природе и времени возникновения.

Самой крупной современной океанической впадиной является Тихий океан. Его площадь около 180 млн. $км^2$, или несколько более одной трети земной поверхности. Внутренняя, большая часть Тихого океана глубоко опущена, причем дно его здесь обладает, в общем, плоским рельефом. Только изредка в пределах погруженной части дна наблюдаются поднятия.

В отличие от внутренней части Тихого океана в его периферической зоне развиты обширные островные дуги, с которыми связаны глубокие желоба и для которых характерно проявление активной сейсмической деятельности. Эта внешняя зона Тихого океана представляет собой современную геосинклинальную, очень подвижную часть земной коры, в которой формируются сиалические массы. По географическому положению эта зона совпадает с Восточно-Тихоокеанской и Западно-Тихоокеанской геосинклинальными областями.

Другой своеобразной особенностью области Тихого океана является обрамление его со стороны материков только кайнозойскими и мезозойскими структурами. По распространенному воззрению, земная кора в своем развитии проходила ряд стадий: от догеосинклинального — океанического состояния, через геосинклинальное развитие к платформенному состоянию. На основании указанных особенностей строения впадины Тихого океана приходят в выводу, что земная кора в центральной части дна этого океана, очевидно, находится еще в ранней догеосинклинальной стадии развития, характеризующейся полным отсутствием гранитного слоя.

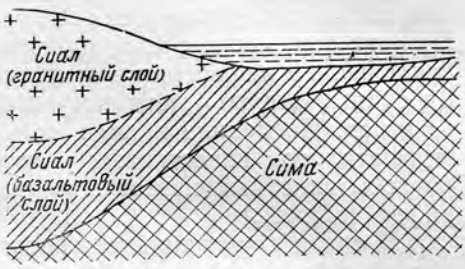


Рис. 114. Схема распределения подкорового вещества под дном океана и под континентом (по В. Ф. Бончковскому)

Если впадина Тихого океана является свидетельством древнего, докембрийского состояния земной коры, то другие океанические впадины — Атлантический и Индийский океаны — имеют совсем другое происхождение. Они возникли в мезозое как глубокие прогибы на уже сформировавшейся континентальной части земной коры. В отличие от впадины Тихого океана они не имеют какой-либо закономерной, последовательной связи с окаймляющими их материками и граничат с самыми разнообразными (докембрийскими, каледонскими, герцинскими и др.) структурами, что и подтверждает их более позднее происхождение.

ГЛАВА 18

ДОКЕМБРИЙ

ДОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТАДИИ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

Продолжительность развития Земли от ее возникновения как планеты до наших дней определяется в 5—7 млрд. лет. Этот период ее существования характеризуется двумя основными стадиями: догеологической и геологической.

Геологическая стадия развития Земли охватывает период ее существования с возникновения на ней верхней оболочки — земной коры. На геологическую стадию приходится свыше 3 млрд. лет.

О древности земной коры мы судим прежде всего по слагающим ее породам. Однако самые ранние этапы геологической истории нам мало известны, так как древнейшие, начальные породы земной коры, по-видимому, полностью уничтожены процессами расплавления. Кроме того, нижний слой земной коры из-за значительной глубины его залегания недоступен для непосредственного наблюдения.

Земная кора является частью Земли, ее верхней оболочкой. Образование этой оболочки, вне всякого сомнения, было подготовлено всем ходом догеологического развития Земли. Иначе говоря, закономерности развития Земли в ее геологической стадии обусловлены закономерно-

стями ее развития в догеологической стадии. Таким образом, правильное объяснение основных закономерностей развития земной коры может быть достигнуто только при условии выяснения общих законов формирования Земли как планеты. В этом вопросе геология неизбежно соприкасается с космогонией.

К сожалению, современная космогония еще не располагает достаточно удовлетворительной теорией, которая бы всесторонне и убедительно освещала и объясняла развитие нашей планеты в обеих ее стадиях существования. Известным приближением к такой теории является космогоническая теория советского ученого О. Ю. Шмидта. Однако ряд ее положений некоторыми учеными оспаривается.

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ДОКЕМБРИЯ

Под названием «докембрий» понимаются совместно объединенные древнейшей эры геологической истории Земли: архейская, протерозойская и рифейская (синийская). Совместное рассмотрение этих эр вызвано тем, что породы одноименных с ними групп почти все, за исключением рифейских и отчасти верхнепротерозойских, сложно дислоцированы, сильно метаморфизованы и почти лишены органических остатков. Последние в виде единичных, плохо сохранившихся находок строматолитов известковых водорослей и спор и некоторых беспозвоночных животных известны только из самых верхов протерозоя и из рифея (синия).

В связи с указанными обстоятельствами породы докембрия с трудом поддаются стратиграфическому расчленению. Подразделение пород докембрия осуществляется в основном по петрографическим признакам, степени метаморфизма и угловым несогласиям между отдельными комплексами пород. Однако эти признаки не позволяют сопоставлять отложения докембрия различных стран, вследствие чего до сих пор нет общепринятого подразделения пород архейской, протерозойской и рифейской (синийской) групп даже на системы.

Архейская группа представлена повсеместно глубокометаморфизованными кристаллическими породами — гнейсами, кристаллическими сланцами, гранитами, кварцитами, мраморами и др. Многие из них образованы в результате метаморфизма осадочных пород. Даже гнейсы частично возникли в результате глубокого метаморфизма глинистых пород; в некоторых местах гнейсы относительно слабее метаморфизованы и в них сохраняются первичная слоистость и другие признаки исходных осадочных пород. В целом породы осадочного происхождения занимают в составе пород архея второстепенное место. Основная роль принадлежит породам магматического происхождения, что свидетельствует о весьма энергичном проявлении в то отдаленное время магматических процессов.

Огромная мощность, сложная дислоцированность и глубокий метаморфизм пород архея служат указанием на их образование в условиях большой подвижности земной коры.

Протерозойская группа представлена также метаморфизованными и дислоцированными породами. При этом в нижней части породы протерозоя по степени метаморфизма и дислоцированности практически мало отличаются от архейских, в верхней же части степень их изменчивости и нарушенности незначительная, вплоть до того, что на некоторых участках древних, докембрийских платформ они вовсе не затронуты метаморфизмом и складчатыми процессами. В целом породы протерозоя отделены от архейских пород заметно выраженными несогласиями.

В состав более древних толщ протерозойской группы входят кристаллические и слюдяные сланцы, кварциты, кристаллические известняки, конгломераты и различные изверженные породы, а иногда также

и гнейсы. Наиболее молодые из протерозойских толщ обычно представлены глинистыми сланцами, песчаниками и иными породами с некоторыми четко выраженными признаками осадочного происхождения, например слоистостью. Мощность пород протерозоя, как и архея, в большинстве случаев огромная — достигает многих километров и даже десятков километров.

Рифейская (синийская) группа отложений в целом достаточно заметно отличается от более древних докембрийских образований. В пределах древних платформ, где рифейские (синийские) отложения входят в состав платформенного чехла, породы этой группы либо слабо метаморфизованы, либо даже сохранили полностью облик обычных осадочных пород. На тех участках докембрийских платформ, где складчатость закончилась к концу рифея (синия) или к началу палеозоя, а также в геосинклинальных областях, где складчатость проявлялась позднее, степень метаморфизма рифейских (синийских) пород значительно выше. В целом же они дислоцированы и метаморфизованы слабее архейских и нижнепротерозойских образований.

Среди рифейских (синийских) пород наиболее обычны песчаники, аргиллиты, алевролиты, доломиты, конгломераты, вулканогенные породы — диабазы, туфы и туффиты.

Мощность пород рифея (синия) колеблется в широких пределах; в некоторых местах она достигает нескольких тысяч метров. Из редко встречающихся органических остатков наиболее характерны водоросли, споры и иногда встречаются также остатки примитивных групп беспозвоночных.

Докембрийские (точнее архейские) породы развиты почти повсеместно, за исключением тех мест, где они целиком переплавлены последующими, более молодыми обширными интрузиями. Выходы докембрия на дневную поверхность широко наблюдаются на щитах платформ с докембрийским складчатым основанием, а также в приподнятых частях каледонских, герцинских и киммерийских платформ. В альпийских структурах вследствие их сравнительно меньшей денудации выходы докембрия встречаются значительно реже.

В СССР докембрийские отложения широко выходят на Балтийском и Украинском щитах Русской платформы, на Байкало-Алданском щите и на других поднятиях Сибирской платформы, в пределах палеозойских и более молодых структур (Саяны, Алтай, Казахская складчатая страна, Урал, Тянь-Шань, Кавказ).

Породы докембрия обычно разделяются хорошо выраженными угловыми несогласиями. Угловые несогласия имеются внутри каждой группы пород. Они служат основой для выделения местных дробных подразделений этих групп.

Общая продолжительность архейской, протерозойской и рифейской (синийской) эр, по данным радиологических методов исследования, определяется примерно 2,5—3,0 млрд. лет. На долю всех последующих эр (палеозойской, мезозойской и кайнозойской), вместе взятых, приходится около 0,5—0,6 млрд. лет. Таким образом, продолжительность докембрия составляет свыше 80% всей известной геологической истории земной коры.

ОРГАНИЧЕСКИЙ МИР ДОКЕМБРИЯ

Проблема происхождения жизни на Земле

Органические остатки из архейских отложений неизвестны. Однако это еще не означает, что органический мир в архейской эре не существовал. Наоборот, есть основания считать, что органический мир на Земле возник задолго до начала палеозоя. Косвенно об этом говорит довольно высокая организация животных начала кембрия, из слоев кото-

рого известны находки представителей всех типов беспозвоночных. Очевидно, к тому времени органический мир прошел уже очень длительный путь развития, поэтому появление его должно быть отнесено к отдаленным эпохам докембрия.

Считают, что в архее, по крайней мере в конце его, были широко представлены одноклеточные микроскопические организмы, а возможно, и многоклеточные, но без минерального скелета. Присутствующие в разрезе архея карбонатные породы осадочного происхождения (мраморы, кристаллические известняки) ранее рассматривались как продукт накопления скелетов известьвыделяющих организмов (водорослей, микроскопических животных). В настоящее время большинство ученых склоняется к признанию их химического происхождения. Нет еще ясности в вопросе об условиях и причинах образования графитовых сланцев архея, но вполне возможно, что содержащийся в них графит есть продукт метаморфизма органического вещества.

Из рифейских (синийских) отложений и верхних горизонтов протерозоя известны находки известковых строматолитов водорослей, спор, игол губок и трубок червей. Чрезвычайно редкие находки организмов, тем более очень плохой сохранности, почти исключают возможность использования их для целей стратиграфии. Но самое присутствие органических остатков в некоторых породах протерозоя и рифея (синия) позволяет с несомненностью признавать органическое происхождение этих пород.

Таким образом, устанавливается, что жизнь на Земле возникла в древнейшие эпохи докембрия. Однако проблема возникновения жизни на Земле, являющаяся одной из основных проблем естествознания, не может быть полностью решена геологическими методами, хотя геология и может дать многое для ее разработки.

Основоположником научной теории возникновения жизни на Земле является Фридрих Энгельс. Он первый дал классическое определение понятия «жизнь», указав, что «жизнь есть способ существования белковых тел» и что важнейшим свойством живого белка является обмен веществ. Из обмена веществ вытекают остальные свойства живого организма.

Энгельс подчеркнул, что вопрос о том, как появились первые организмы, может быть решен только тогда, когда будет выяснено, каким путем возник белок — основа тела живых организмов. Он же указал пути для решения этого вопроса, отметив, что возникновению живого белка предшествовали сложные химические преобразования, в которых участвовал углерод — важнейшая составная часть организмов, и что эти химические преобразования тесно связаны с историческим развитием материи нашей планеты.

Советский ученый акад. А. И. Опарин в своих трудах, посвященных возникновению жизни на Земле, рассмотрел вопрос, каким путем первые органические соединения могли превратиться в живой белок.

По представлениям А. И. Опарина, возникновению жизни на Земле предшествовало образование соединений углерода неорганическим путем. Соединения углерода, по-видимому, существовали уже при образовании нашей планеты в таком же виде, в каком они наблюдаются на других небесных телах. Спектральный анализ выявил присутствие углеводородов (CH — метин) в атмосфере звезд с температурой поверхности около 12 000°. В атмосфере Солнца ($t \approx 6\,000°$) установлено несколько соединений углерода: CN, CH_2, C_2, CS. Углерод в чистом виде или в соединениях с металлами (карбиды) входит в состав метеоритов. Наконец, углеводороды и аммиак NH_3 выявлены также в атмосфере больших планет солнечной системы (Юпитер, Сатурн). Первичная атмосфера Земли, по представлениям А. И. Опарина, была совершенно отличной от современной и сходной с атмосферой больших планет. Первые углеводороды на Земле возникли в результате взаимодействия кар-

бидов, входивших в состав земной коры, с водой или водяными парами, углекислотой и азотом атмосферы. Так возникли аминокислоты — исходные вещества, из которых строятся все белки. Путем взаимодействия аминокислот между собой возникли различные простейшие белковые соединения. Такие соединения, по концепции А. И. Опарина, были широко представлены в первичных океанах.

В дальнейшем первичные белковые соединения образовали в воде каплеобразные сгустки — так называемые коацерваты. Как показали лабораторные исследования, некоторые коацерваты (полученные искусственным путем) обладают способностью впитывать определенные вещества, находящиеся в растворе, химически взаимодействовать с ними и увеличиваться в размере, расти, а затем делиться на более мелкие капельки. А. И. Опарин рассматривает эти свойства коацерватов как исходные свойства первичного органического вещества, из которых затем постепенно возникли характерные признаки любого живого организма — обмен веществ, питание, рост и размножение.

От первичных капелек — коацерватов до первых, самых простых организмов было еще очень далеко. Должно было пройти много десятков или даже сотен миллионов лет, пока такой переход мог завершиться. А. И. Опарин рисует в своих трудах довольно убедительную, хотя и гипотетическую, картину постепенного возникновения первых организмов.

Прошло очень длительное время, пока из доклеточных форм жизни возникли первые одноклеточные организмы. Дальнейшим этапом в развитии органического мира является возникновение многоклеточных организмов, которые появились, по-видимому, в архейскую эру.

По представлениям А. И. Опарина, жизнь возникла в море и лишь гораздо позже организмы переселились на сушу. Некоторые же ученые, напротив, считают, что первые живые организмы появились на суше — в почвенном слое или во влажных местах — и только впоследствии переселились в море. Данные геологии больше согласуются с представлениями А. И. Опарина, так как наземные растения и животные появляются в истории Земли позже.

ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Состояние земной коры в докембрии, особенно в архее, значительно отличалось от ее последокембрийской истории.

Главнейшими особенностями состояния земной коры в докембрии являются исключительно широкое, повсеместное проявление всевозможных тектонических движений и весьма активный магматизм. Однако в разные отрезки времени и в разных частях земной коры эти процессы проявились в докембрии с неодинаковой силой.

В пределах платформ с докембрийским складчатым основанием более молодые породы докембрия в целом слабее дислоцированы и метаморфизованы и соответственно менее интрудированы магматическими образованиями, чем более древние комплексы пород. Данное обстоятельство обусловлено общим характером формирования структуры земной коры в докембрии. Это формирование шло от общей по существу повсеместно подвижной земной коры в начале докембрия до полного оформления к концу его целого ряда платформенных областей. Формирование платформ с докембрийским складчатым основанием является основным итогом тектонической истории докембрия.

В последующем складкообразовательные движения и бурный магматизм локализовались главным образом в выделившихся к концу докембрия геосинклинальных областях.

Результаты изучения докембрийских пород на щитах различных платформ позволяют полагать, что на протяжении докембрия происходило не менее пяти-семи бурных эпох складчатости или тектонических революций.

Вполне очевидно, что разные участки докембрийских платформ имеют неодинаковый возраст: одни из них возникли раньше, другие — позже.

Как конкретно протекали тектонические движения на протяжении докембрия в каждой из геосинклинальных областей, сказать трудно.

В настоящее время достаточно хорошо изучены процессы байкальской эпохи складчатости, проявившиеся в течение рифейской эры. Следует подчеркнуть, что основные закономерности в развитии геосинклинальных и платформенных областей, четко выявленные на примерах палеозойской и последующих эр геологической истории, устанавливаются уже и в рифейской (синийской) эре.

Таким образом, последняя знаменует собой начало нового этапа развития земной коры в отличие от более древнего и более продолжительного — архейско-протерозойского этапа.

Существует представление, что к концу рифейской (синийской) эры или к началу кембрийского периода палеозойской эры все южные платформы — Бразильская, Африкано-Аравийская, Индийская и Австралийская — были соединены в одну обширную платформу, или материк, известный под названием *Гондвана*. Этот материк охватывал и территории теперешних впадин Индийского и южной части Атлантического океанов. Данное предположение для рифейской (синийской) эры и первой половины палеозойской эры не является строго обоснованным. Существование Гондваны как единого большого материка вполне доказано для позднего палеозоя.

Нахождение среди докембрийских толщ многих пород, сходных с более молодыми породами, свидетельствует о том, что в докембрии физико-географические условия земной поверхности были в некоторых отношениях близки к современным. Так, например, среди верхнеархейских и особенно среди протерозойских пород на разных материках обнаружены тиллиты — метаморфизованные морены с валунами. На основании этого ряд ученых признает, что в докембрии в некоторых местах неоднократно возникали оледенения. Следовательно, уже в то время на земной поверхности существовала климатическая зональность и, в частности, зоны холодного климата.

Вместе с тем в ряде случаев физико-географическая обстановка докембрия, по-видимому, существенно отличалась от современной.

Одной из примечательных особенностей докембрийских толщ является наличие в их составе ряда пород, присущих только им и неизвестных в других более молодых толщах. Такими породами являются, например, железистые кварциты, или джеспилиты.

Джеспилит — это метаморфическая порода, состоящая из тончайших, переслаивающихся между собой пропластков гематита и кварцита. С ними обычно связаны крупные рудные тела, состоящие почти целиком из гематита и магнетита. При этом и сам джеспилит при обогащении также является рудой на железо. Джеспилитовые железные руды имеют исключительно широкое распространение среди метаморфических пород докембрия.

С джеспилитами докембрия связано большое число крупных железорудных месторождений и бассейнов. На Русской платформе к ним принадлежат месторождения Криворожского железорудного бассейна, Кременчугское месторождение, крупные месторождения Курской магнитной аномалии, месторождения Балтийского щита.

Подобные месторождения открыты также в пределах Сибирской, Китайской, Африкано-Аравийской и других докембрийских платформ, а также в докембрии каледонских и герцинских платформ. Общие запасы железных руд такого типа составляют несколько тысяч миллиардов тонн.

ГЛАВА 19

ПАЛЕОЗОЙ (Pz)

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Палеозойская эра в отличие от предыдущих эр характеризуется разнообразной и многочисленной фауной и флорой, многие представители которой хорошо сохранились в ископаемом состоянии. Органический мир палеозоя имеет много своеобразных, архаичных черт и состоит в основном из древних вымерших групп животных и растений или из групп, которые теперь редки и малочисленны. Этим и объясняется название эры (в переводе на русский язык слово «*палеозой*» означает «эра древней жизни»).

Земная кора в палеозое испытывала сложные преобразования. В геосинклинальных областях в палеозое происходили неоднократные и мощные складкообразовательные процессы и многие из этих областей вследствие этого исчезли, превратившись в платформы (каледонские и герцинские), которые примкнули к докембрийским платформам, значительно увеличив этим площадь материков. Отдельные участки каледонид и герцинид занимали изолированное положение внутри породивших их геосинклинальных областей; некоторые из них оказались позднее разрушенными, опустившимися ниже уровня моря и впоследствии вошли в состав более молодых складчатых сооружений.

В результате медленных колебательных движений земной коры и связанных с ними обширных трансгрессий и регрессий морей на многих участках платформ возникли мощные толщи разнообразных осадков. Еще более мощные толщи осадков накапливались в геосинклинальных областях. В образовании палеозойских горных пород активная роль принадлежала также магматическим процессам — вулканическим извержениям и глубинным интрузиям магмы в земную кору. Мощные интрузии гранитов, складчатость и метаморфизм, как и всегда, являлись неотъемлемыми спутниками процессов горообразования в геосинклинальных областях.

Палеозойская эра разделяется на шесть периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский.

В областях, где палеозой сильно дислоцирован и метаморфизован, его по региональным, резко выраженным угловым несогласиям обычно делят на три более крупные части: нижний палеозой (кембрий и ордовик), средний палеозой (силур, девон и нижний карбон) и верхний протерозой (средний и верхний карбон, пермь).

КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Подразделение кембрийской системы

Кембрийская система впервые была выделена в Англии в 1836 г. Свое наименование она получила от древнего названия Уэлса (Камбрия), где хорошо развиты кембрийские отложения.

Таблица 3

Подразделение кембрийской системы

Отдел	Ярус
Верхнекембрийский Cm_3	—
Среднекембрийский Cm_2	Майский Cm_2m Амгинский Cm_2am
Нижнекембрийский Cm_1	Ленский Cm_1l Алданский Cm_1a

Кембрийская система делится на три отдела: нижний, средний и верхний. Нижний и средний отделы делятся (в СССР) на ярусы (табл. 3); верхний отдел общепринятого деления на ярусы не имеет.

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

Платформенные и геосинклинальные области, которые выделились в земной коре к концу докембрия, продолжали без каких-либо резких изменений существовать и на протяжении кембрийского периода. Платформенные области, составляющие ядра современных материков, находились: в Северной Америке (Северо-Американская платформа), в Южной Америке (Бразильская платформа), в Европе (Русская платформа), в Африке (Африкано-Аравийская платформа), в Австралии (Австралийская платформа). В пределах современного Азиатского материка располагались четыре платформенные области — Сибирская, Китайская, Индийская и Таримская, причем Индийская платформа и остальные южные платформы — Бразильская, Африкано-Аравийская и Австралийская, — очевидно, слагали более или менее единый крупный материк — *Гондвану*.

Платформенные области разделялись геосинклинальными областями. Между Русской, Сибирской и Китайской платформами на севере и Гондваной на юге располагалась обширная Средиземноморская геосинклинальная область, между Русской и Сибирской платформами — Урало-Тяньшаньская геосинклинальная область, между Сибирской и Китайской — Монголо-Охотская геосинклинальная область, к востоку от Сибирской платформы — Верхоянская геосинклинальная область. К западу от Русской платформы протягивалась сравнительно узкая Грампианская геосинклинальная область, а к северо-востоку от Северо-Американской платформы — Восточно-Гренландская геосинклинальная область. Между этими двумя геосинклинальными областями предполагают присутствие для того времени докембрийской платформы, позднее опущенной и скрытой под водами Атлантического океана. К юго-востоку от Северо-Американской платформы находилась Аппалачская геосинклинальная область. Восточнее Австралийской платформы протягивалась Австралийская геосинклинальная область. Геосинклинальные области огромной протяженности располагались (как и в современную эпоху) вдоль побережий Тихого океана: Кордильерская, или Восточно-Тихоокеанская, вдоль Американского побережья и Западно-Тихоокеанская — вдоль Азиатского побережья Тихого океана.

В начале раннекембрийской эпохи все докембрийские платформы и некоторые участки геосинклинальных областей возвышались над уровнем моря, т. е. представляли собой сушу. Со второй половины раннекембрийской эпохи, в связи с опусканием обширных участков платформ, начала развиваться трансгрессия морских вод на сушу (рис. 115); она продолжалась и расширялась местами в течение всей среднекембрийской и отчасти в позднекембрийскую эпохи. В результате морские воды покрыли почти всю Сибирскую и Китайскую платформы, западную часть Русской платформы и некоторые другие платформы. Эта большая кембрийская трансгрессия моря протекала не совсем равномерно, нарушаясь временами местными поднятиями и осушением отдельных участков поверхности суши. В позднекембрийскую эпоху море сократило свою площадь одновременно в большинстве областей земного шара. Морская трансгрессия в кембрийском периоде охватила также и погружающиеся участки геосинклинальных областей.

Морские бассейны, которые в результате трансгрессий покрывали опускавшиеся поверхности платформ, получили название *эпиконтинентальных морей*. Осадки эпиконтинентальных морей в отличие от геосинклинальных сохраняют обычно свое первоначальное залегание, не метаморфизованы и образуют платформенный чехол.

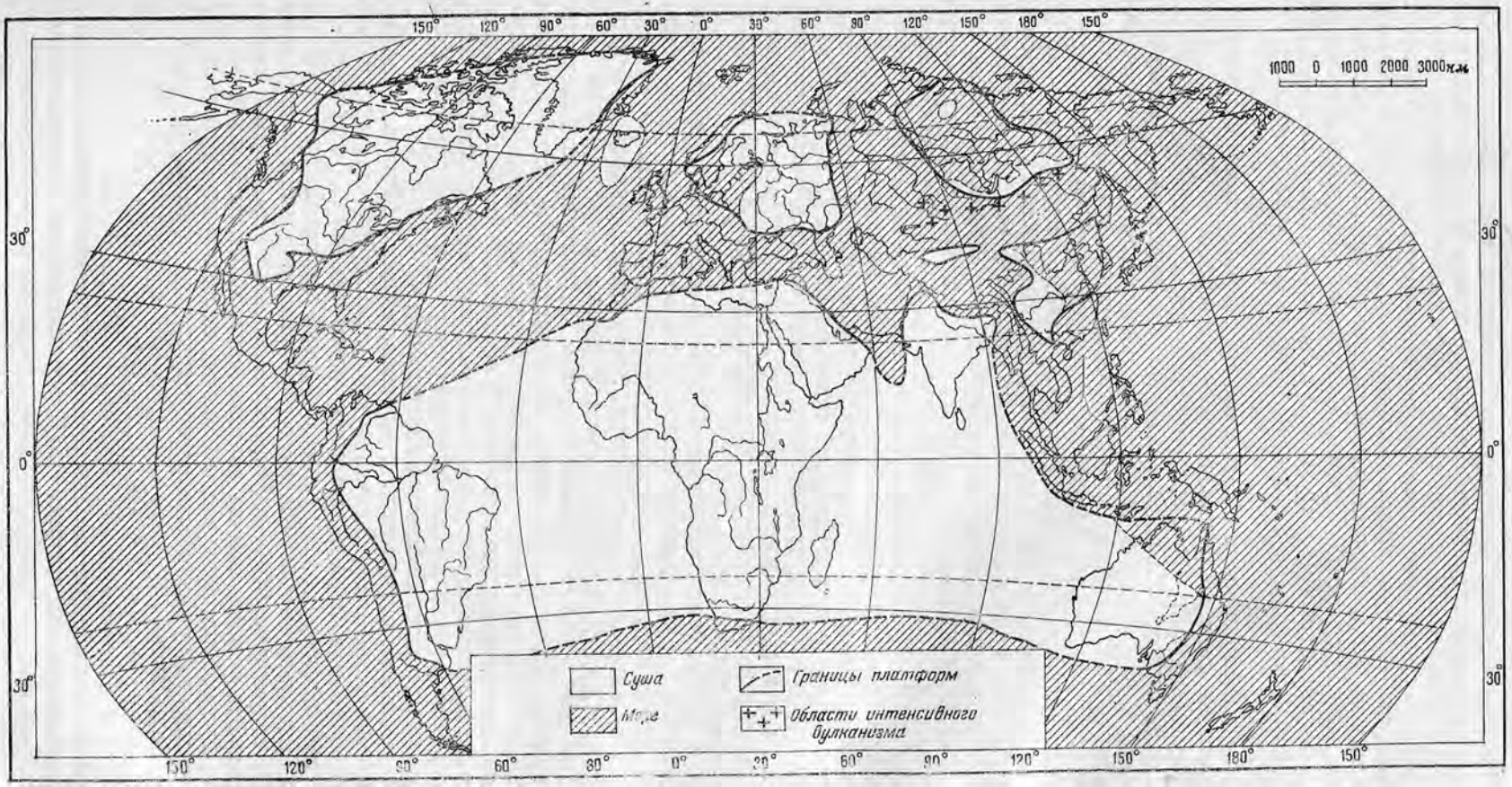


Рис. 115. Схематическая структурно-палеогеографическая карта раннекембрийской эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

На докембрийских платформах кембрийские отложения, помимо морских, преимущественно мелководных осадков — обломочных и карбонатных, — довольно значительно представлены осадками лагунного типа. В самом начале кембрийского периода в ряде крупных участков геосинклинальных областей окончательно завершается *байкальская* эпоха складчатости и происходит наращивание древних докембрийских платформенных областей. Примерами могут служить южная, юго-западная и западная окраины Сибирской платформы, Северо-Восток Русской платформы (район Тиманского кряжа) и другие участки древних платформ.

В среднекембрийскую и несколько шире в позднекембрийскую эпохи сравнительно небольшая складчатость проявилась в Урало-Тяньшаньской геосинклинальной области (в пределах современной Казахской складчатой страны и Салаирского кряжа) и в некоторых участках Грампианской, Аппалачской и других геосинклинальных областей. Горообразование среднего и позднего кембрия рассматривается как начало крупной эпохи складчатости первой половины палеозоя — *каледонской*.

Геосинклинальные области в кембрийском периоде, как и во всех остальных периодах геологической истории, отличались очень неровным рельефом: глубокие прогибы, занятые морскими водами, чередовались здесь с геоантиклиналями, представлявшими собой возвышенные, гористые острова, с которых бурными потоками сносилась масса обломочного материала. Поэтому среди геосинклинальных отложений кембрийского периода преобладающим преимуществом пользуются обломочные, впоследствии метаморфизованные породы: конгломераты, песчаники и глинистые сланцы. Особенно мощные толщи грубообломочных пород отлагались там, где проявлялось складкообразование в течение всего кембрийского периода, так как образовавшиеся складчатые структуры всегда на длительное время становились горами. Карбонатные породы среди кембрийских отложений геосинклинальных областей встречаются значительно реже.

Для кембрийских образований ряда геосинклинальных областей, особенно тех, где проявлялась складчатость, весьма характерны мощные толщи различных лав и вулканических туфов, указывающих на напряженную вулканическую деятельность. Это касается, например, кембрийских толщ Саян, Казахской складчатой страны, Аппалачей и др.

Для кембрийского времени в целом характерны еще некоторые черты древнего, докембрийского осадконакопления. Эти архаичные черты выражаются в том, что среди карбонатных пород преобладают породы хемогенного происхождения. В отложениях кембрия очень редко встречаются также и джеспилиты — типичные образования докембрия. В кембрийском периоде стали накапливаться первые нефтеносные толщи (юго-западная часть Сибирской платформы).

В отношении климатических особенностей кембрийского периода известно еще очень мало. Однако можно утверждать, что на Сибирской и Индийской платформах, где обнаружены соленосные отложения, существовал некоторое время сухой и жаркий климат. Более мягкий климат был характерен для районов, охваченных морскими трансгрессиями.

На территории СССР кембрийские отложения выражены довольно широко. Они установлены на большей части Сибирской платформы, на западе Русской платформы и во многих местах в ядрах палеозойских складчатых сооружений Казахской складчатой страны, Алтая, Саян, Урала, Тянь-Шаня.

Органический мир

Отложения кембрийской системы содержат многочисленные остатки ископаемых организмов (рис. 116). Растительный мир в этот период был широко представлен различными морскими водорослями. Особенно ча-

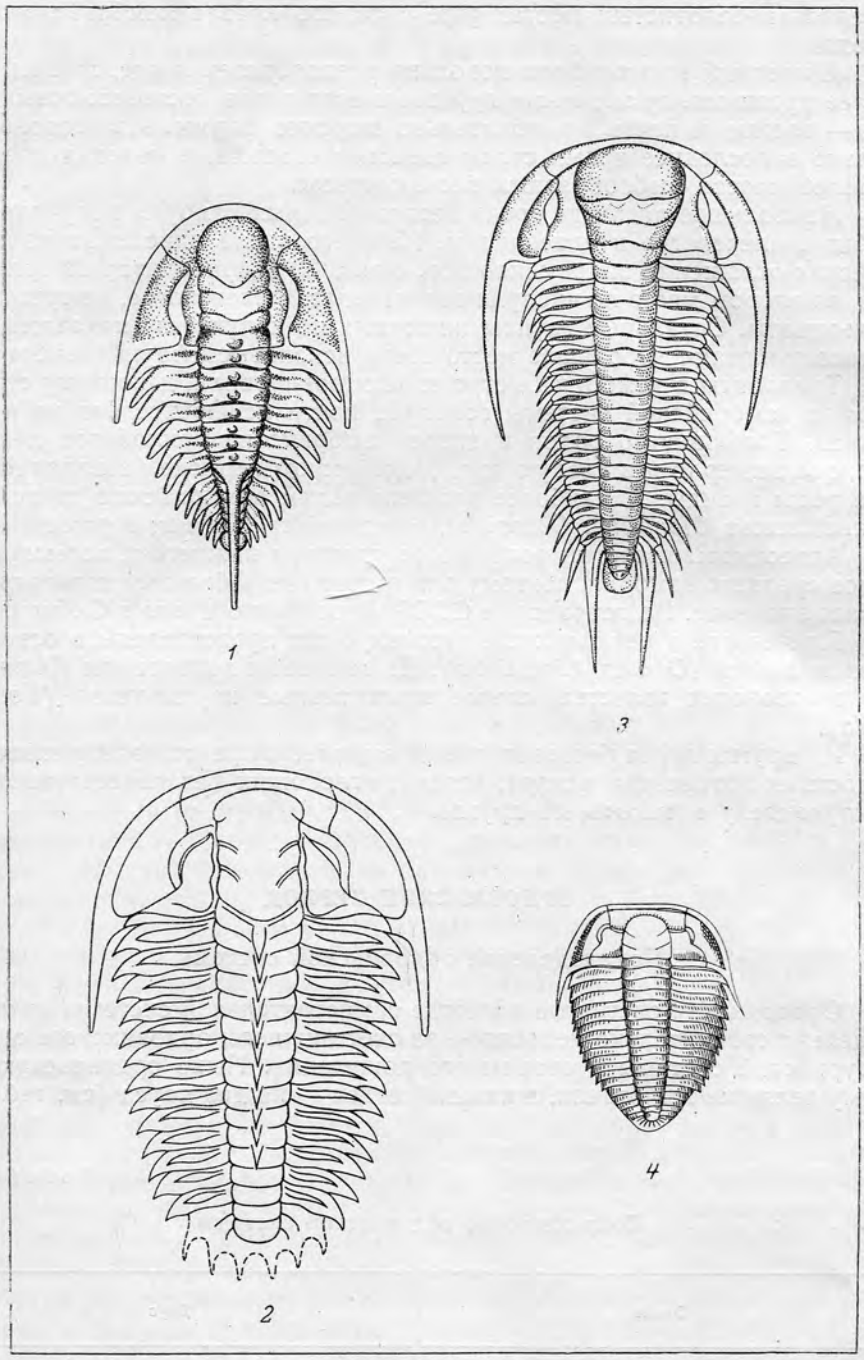


Рис. 116. Некоторые руководящие ископаемые кембрийского периода
1—Olenellus (Schmidtiellus) mickwitzi Schm. (нижний кембрий); *2—Olenoides obrutschevi* Lerm. (средний кембрий); *3—Paradoxides bohemicus* Barr. (средний кембрий); *4—Olenus truncatus* Brun. (верхний кембрий)

сто в кембрийских известняках встречаются строматолиты сине-зеленых водорослей. Достоверные остатки вегетативных органов[1] наземных растений неизвестны, но как в континентальных, так и в мелководных морских отложениях кембрия обнаружены характерного вида споры. Это

[1] К вегетативным органам относятся корни, стебли и листья наземных растений.

дает основание предполагать, что наземные или полуназемные растения имелись в болотистых местах уже с самого начала кембрийского периода.

Животный мир кембрия довольно разнообразен и представлен наиболее древними, архаичными группами всех типов беспозвоночных. Все это — водные и почти исключительно морские формы. Из позвоночных только в последнее время стали известны единичные находки представителей класса рыбообразных бесчелюстных.

Наибольшее развитие среди беспозвоночных кембрия получили трилобиты, плеченогие и археоциаты. Из всего числа описанных из кембрийских отложений видов животных около 60% приходится на трилобитов, на втором месте по числу видов находятся плеченогие, на третьем — археоциаты. Остальные группы животных по количеству находимых остатков занимают небольшое место среди ископаемой фауны кембрия.

Трилобиты в кембрии быстро эволюционировали, и поэтому стратиграфия кембрийской системы основана почти исключительно на их остатках. Большинство родов и видов кембрийских трилобитов к концу периода вымерло и в следующем, ордовикском периоде развивались новые роды и виды. К наиболее важным родам кембрийских трилобитов принадлежат *Olenellus, Olenoides, Paradoxides, Olenus, Agnostus* и др.

Археоциаты известны только в отложениях нижнего и, возможно, из низов среднего кембрия, поэтому они имеют очень большое стратиграфическое значение. На территории СССР их особенно много в Сибири.

Плеченогие в кембрийском периоде были представлены в основном беззамковыми (*Obolus, Lingulella*). Из замковых характерны *Kutorgina*. Из головоногих известны самые примитивные наутилоидеи (*Volborthella*).

Из других групп беспозвоночных выявлены представители кишечнополостных (отпечатки медуз), червей, иглокожих (из классов текоидей и карпоидей) и некоторые другие.

ОРДОВИКСКИЙ ПЕРИОД

Подразделение ордовикской системы

Ордовикская система в качестве самостоятельной системы палеозоя выделена сравнительно недавно — за счет нижнего, ордовикского отдела силурийской системы в старом его понимании. Ныне ордовикскую систему делят на три отдела, а каждый отдел — на два яруса (см. табл. 4).

Таблица 4

Подразделение ордовикской системы

Отдел	Ярус
Верхнеордовикский O_3	Ашгильский O_3a Карадокский O_3c
Среднеордовикский O_2	Лландейльский O_2l Лланвирнский O_2ln
Нижнеордовикский O_1	Аренигский O_1ar Тремадокский O_1t

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

В ордовикском периоде продолжали существовать те же платформенные и геосинклинальные области, что и в кембрийском периоде. Геосинклинальные области (особенно в начале периода) оставались сильно расчлененными, в них происходило значительное погружение, и это обуславливало накопление мощных толщ почти исключительно морских осадков.

Происходившие в конце кембрийского периода регрессии моря с наступлением ордовикского периода сменились общей трансгрессией. Море непрерывно расширяло свою площадь и во второй половине ордовикского периода покрыло наибольшую территорию за всю палеозойскую эру.

В результате ордовикской трансгрессии Северо-Американская платформа почти на всей своей территории оказалась занятой эпиконтинентальным морем. Значительно увеличилась по сравнению с кембрийским периодом площадь моря на Русской платформе. Здесь оно от Прибалтики вдоль западной окраины платформы протянулось в юго-западные области Украины и, кроме того, покрыло на северо-востоке платформы район Тиманского кряжа. Китайская и, по-видимому, Таримская платформы полностью покрылись морем. Несколько шире в сравнении с кембрийским периодом эпиконтинентальное море увеличилось на юго-востоке Гондваны (в Австралии) и возникло новое море на северо-западной окраине этой платформы. Только на Сибирской платформе в отличие от других платформ ордовикская трансгрессия была несколько меньше кембрийской (рис. 117).

Таким образом, для ордовикского периода в целом весьма характерен морской режим; континентальные условия широко сохранились только на Гондване.

К концу ордовикского периода в ряде геосинклинальных областей проявились горообразовательные движения или одна из фаз каледонской складчатости; эта фаза проявилась в тех же местах северного полушария, где происходила складчатость и в кембрийском периоде. В связи с этой фазой складчатости некоторые участки геосинклинальных областей превратились в высоко поднятые горные системы (Северные Аппалачи, северные хребты Тянь-Шаня и др.).

Примерно одновременно с этими движениями в геосинклинальных областях имели место поднятия довольно обширных площадей земной коры и регрессии морей на платформах.

В геосинклинальных областях, испытавших в течение ордовикского периода глубокие погружения, накапливались в основном мощные толщи глинистых пород, которые вследствие метаморфизма превратились в глинистые сланцы и филлиты. Им подчинены иногда песчаники и конгломераты, реже известняки. Многие из этих глинистых сланцев представляют собой глубоководные образования и содержат остатки граптолитов и трилобитов.

В результате активной вулканической деятельности шло накопление разнообразных вулканогенных пород: лав и туфов основного и кислого состава, туфобрекчий, туфопесчаников и туфоконгломератов. Под влиянием подводного вулканизма возникали также и кремнистые породы (яшмы, кремнистые сланцы).

На платформах, где развивались обширные трансгрессии, отложения широко представлены органогенными известняками, глинами, сланцами и песчаниками. Обычно это мелководные осадки. На окраинах платформ, на границе с геосинклинальными областями, где погружение платформ проявлялось наиболее энергично, могли отлагаться и более глубоководные отложения.

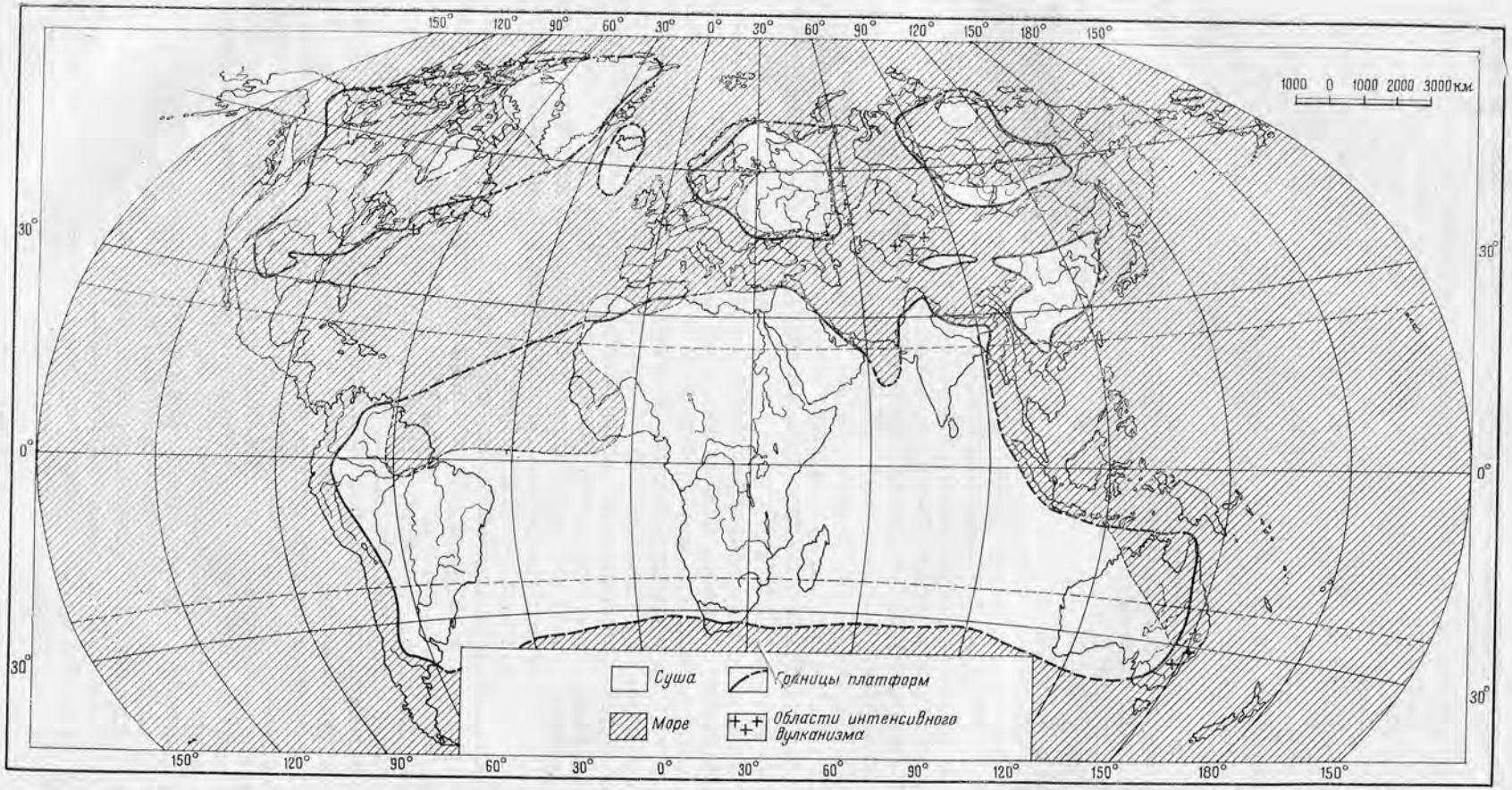


Рис. 117. Схематическая структурно-палеогеографическая карта ордовикского периода (по Н. М. Страхову, с изменениями)

Среди платформенных морских отложений местами накапливались горючие сланцы (например, в Эстонии и Ленинградской области). В ряде районов ордовикские отложения являются нефтеносными (например, крупные промышленные месторождения нефти и горючего газа на Северо-Американской платформе). Признаки нефтегазоносности ордовикских отложений установлены на юго-западе Сибирской платформы (совместно с кембрийскими отложениями).

Учитывая, что среди ордовикских отложений преобладают тонкообломочные и карбонатные осадочные породы, исследователи приходят к выводу, что участки суши на платформах и приподнятых участках геосинклинальных областей не были достаточно высокими. Вероятно, на обширных пространствах климат был теплым, что подтверждается, в частности, широким распространением в ордовикских морях колониальных, рифостроящих кораллов.

Выходы ордовикских отложений наблюдаются примерно в тех же местах, где и кембрийские отложения. В СССР ордовикские отложения выходят на Русской платформе (Прибалтика) и в Тиманском кряже. Широко распространены ордовикские отложения на Сибирской платформе (но значительно слабее кембрийских). Они выходят во многих местах на Урале, в Казахской складчатой стране, на Алтае, в Саянах, на Тянь-Шане и в некоторых других местах.

Органический мир

Ископаемый органический мир ордовикского периода более богат и разнообразен, чем в кембрии. В растительном мире широкое распространение имели водоросли. Из наземных растений известны лишь весьма примитивные формы, близкие к псилофитам, ведшие полуводный образ жизни.

Важнейшие группы морских животных, характерные для кембрия — трилобиты и плеченогие, — получили еще бóльшее развитие в ордовикском периоде. Трилобиты представлены в основном новыми родами. Эволюция трилобитов происходила очень быстро, благодаря чему ордовикские формы, в общем значительно отличаются как от кембрийских, так и от силурийских. В ордовикских отложениях насчитывают не менее 90 родов и свыше 1200 видов трилобитов. Важнейшими родами ордовикских трилобитов являются: *Asaphus, Megalaspis, Illaenus* и др. (рис. 118). Среди членистоногих появилась своеобразная группа морских животных — рако-скорпионы, или «гигантские раки».

Ордовикские плеченогие представлены в большинстве случаев замковыми формами с известковой раковиной. Многие из них являются важнейшими руководящими ископаемыми (например, *Orthis, Parambonites*). Из беззамковых плеченогих руководящей формой является *Obolus*.

В ордовикском периоде началось широкое развитие кишечнополостных — табулят и четырехлучевых кораллов. К этому же времени относится широкое развитие иглокожих, особенно древних классов, в том числе и цистоидей. Род *Echinosphaerites* из цистоидей служит руководящей формой для ордовикских отложений. В ордовикской фауне важное место занимают головоногие моллюски, представленные группой наутилоидей. Из них особенно характерным является род *Endoceras*.

В расцвете находились граптолиты. В связи с этим в местах широкого развития граптолитов ордовикские отложения поддаются расчленению на большое число горизонтов. Исключительно для ордовикских отложений характерны граптолиты *Didymograptus, Tetragraptus, Diplograptus* и др. Из позвоночных в ордовикских отложениях обнаружены примитивные и редкие находки щитковых бесчелюстных.

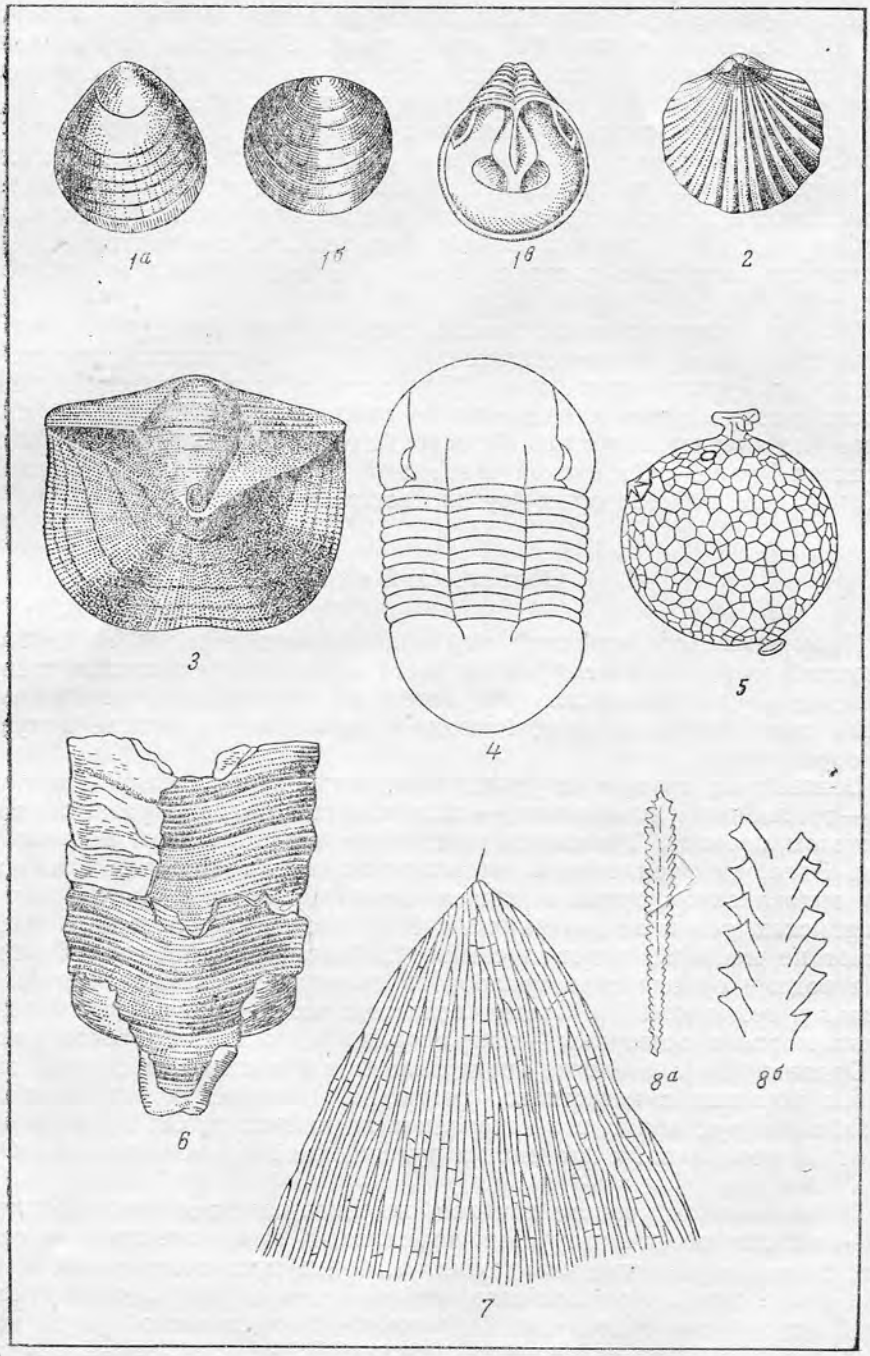


Рис. 118. Некоторые руководящие ископаемые ордовикского периода

1, а, б, в – Obolus apollinis Eichw. (нижний ордовик); *2 – Orthis calligramma* Dalm. (нижний ордовик); *3 – Clitambonites anomalus* Pand. (средний и верхний ордовик); *4 – Illaenus lamarckii* Schloth; *5 – Echinosphaerites aurantium* Gyll. (средний ордовик); *6 – Endoceras (Cyclendoceras) vaginatum* Schloth. (нижний ордовик); *7 – Dictyonema flabelliforme* Eichw. (нижний ордовик); *8, а, б – Diplograptus (Orthograptus) truncatus* Lerm. (верхний ордовик)

СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Подразделение силурийской системы

Силурийская система выделена в Англии почти одновременно с кембрийской (1835 г.). Свое название она получила по имени древнего народа — силуров, населявших в далекой древности территорию Уэлса.

Силурийская система до последнего времени делилась на два отдела: нижний, или ордовикский (S_1), и верхний, или готландский (S_2). В Западной Европе и в Северной Америке этим отделам уже давно присвоено значение самостоятельных систем. В последнее время эта точка зрения утвердилась и в СССР и готландскому отделу присвоено название силурийской системы.

Силур принято делить на два отдела, причем в нижнем отделе выделяют два яруса, а в верхнем — только один (табл. 5).

Таблица 5

Подразделение силурийской системы

Отдел	Ярус
Верхнесилурийский S_2	Лудловский S_2ld
Нижнесилурийский S_1	Венлокский S_1w Лландоверский S_1ln

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

В начале силурийского периода после сравнительно небольшой позднеордовикской регрессии развивается примерно в тех же местах новая трансгрессия моря, по своим масштабам почти равная ордовикской. Однако во второй половине периода, в связи с продолжением, а затем к концу его и завершением каледонской эпохи складчатости, происходит общее поднятие обширнейших пространств не только в геосинклинальных областях, но и на платформах, где снова развивается регрессия моря; на этот раз многие территории надолго освободились от морских вод и стали сушей. Континентальный режим к концу периода установился на Сибирской и Китайской платформах, на большей части Северо-Американской платформы и на Гондване.

В результате завершения к концу силурийского периода каледонской эпохи складчатости Грампианская и Восточно-Гренландская геосинклинальные области превратились в складчатые горные сооружения и как геосинклинальные области прекратили свое существование. С большой силой складчатость и горообразование проявились в Аппалачской геосинклинальной области, в северо-восточной части которой возникли значительные по размерам горные складчатые сооружения. К концу силурийского периода складчатые горы образовались также на месте современной Саянской горной системы, обширные гористые острова и крупные участки суши поднялись среди геосинклинальных морей в Казахской складчатой стране и Тянь-Шане; возникли складчатые горы на западе Австралийской геосинклинальной области и в некоторых других местах.

По окончании каледонской эпохи складчатости структура земной коры значительно усложнилась. Возникшие на месте Грампианской и соседних с ней геосинклинальных областей каледонские складчатые сооружения соединили прилегающие к ним с востока и запада Русскую

и Северо-Атлантическую платформы в единый материк, получивший название Северо-Атлантического материка. Закончилось формирование каледонид Саян и Прибайкалья, и они примкнули с юго-запада к Сибирской платформе. Заметно уменьшились в своих размерах Монголо-Охотская, Аппалачская и Урало-Тяньшаньская геосинклинальные области.

Если ранее, в кембрийском и ордовикском периодах, проявление отдельных фаз каледонской складчатости сопровождалось обычно активной вулканической деятельностью, то в силурийском периоде, особенно к концу его, в связи с общим завершением эпохи складчатости очень широко проявилась интрузивная деятельность. Поэтому в пределах каледонских складчатых сооружений, возникших к концу силурийского периода, прослеживаются крупные интрузивные тела, преимущественно гранитные.

С завершением каледонской складчатости физико-географические условия на земной поверхности сильно изменились. Особенно это сказалось в отношении рельефа. Еще на границе ордовикского и силурийского периодов в ряде геосинклинальных областей в результате тектонических движений возникли многие гористые острова. В дальнейшем участки суши с горным рельефом неуклонно разрастаются и к концу силурийского периода охватывают огромные площади. Вместе с усложнением рельефа изменялись и климатические условия, а также и состав органического мира. В первой половине силурийского периода климат, как и в ордовикском периоде, продолжал оставаться на значительных пространствах теплым. Затем в результате горообразования и обширных регрессий климат становится более разнообразным (дифференцированным): в одних местах континентальным, сухим или влажным, — в других — более теплым, или, наоборот, холодным.

В связи с усложнением структуры и изменением физико-географических условий в течение периода изменяется также состав и характер накопления осадков.

В геосинклинальных областях, где продолжалось прогибание, накапливались мощные толщи глинистых сланцев (обычно граптолитовых) и песчаников; в более мелководных участках отлагались органогенные известняки, в том числе нередко рифовые. Там же активно проявлялась складчатость (Грампианская, Урало-Тяньшаньская и другие геосинклинальные области) и отлагались преимущественно грубообломочные породы — песчаники и конгломераты. Местами в межгорных впадинах ранних каледонид (возникших еще в кембрийском и ордовикском периодах) возникали уже мощные континентальные толщи (например, в северных хребтах Тянь-Шаня).

Отложения платформ, занятых эпиконтинентальными морями, носят преимущественно мелководный характер. Они выражены мелкообломочными глинистыми породами и довольно широко — органогенными, карбонатными породами. Морские отложения нередко чередуются с лагунными, а к концу периода лагунные осадки на платформах стали преобладающими. Для последних характерны красноцветные глины и пески, соленосные отложения. Морские платформенные осадки нередко являются фосфоритоносными (например, в среднем течении р. Днестра на Украине).

С многочисленными магматическими телами, внедрившимися в областях каледонской складчатости, связаны месторождения разнообразных рудных ископаемых: железа, меди, никеля, хрома и др., в частности в Скандинавских горах, в Саянах и т. д.

В СССР силурийские отложения в своем распространении в основном совпадают с областями развития ордовикских отложений, но они представлены на меньших площадях и особенно слабо на Сибирской платформе.

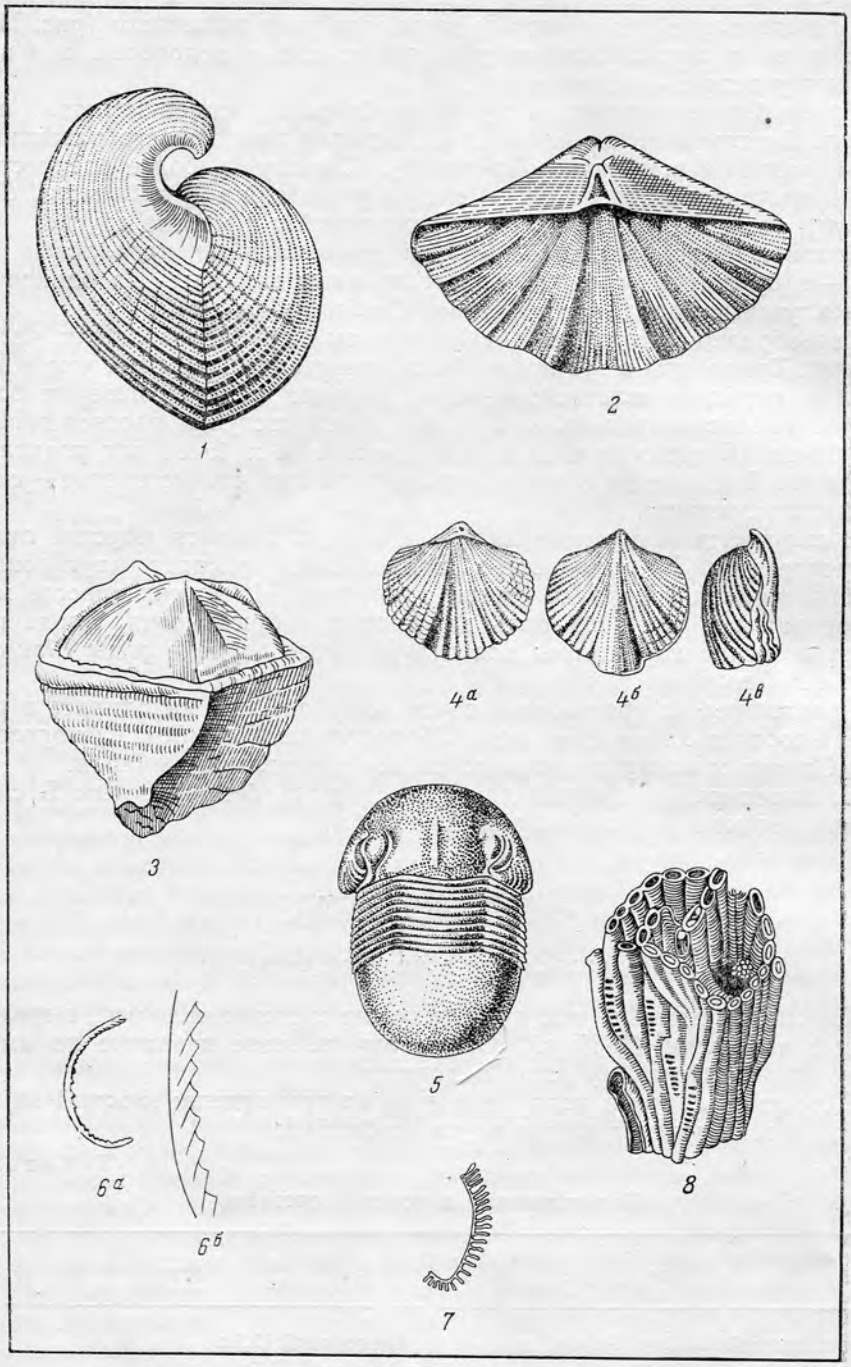


Рис. 119. Некоторые руководящие ископаемые силурийского периода

1—Pentamerus (Conchidium) Knighti Sow.; (верхний силур); *2 – Spirifer (Eospirifer) radiatus* Sow; *3—Goniophyllum piramidale* His.; *4, а, б, в—Atrypa marginalis* Dalm. (силур, иногда низы девона); *5—Bumastus barriensis* Murch; *6, а, б—Monograptus (Pristiograptus) bohemicus* Barr. (верхний силур); *7—Rastrites longispinus* Perner (нижний силур); *8—Halysites catenularia* L.

Органический мир

В силурийском периоде продолжалось дальнейшее усложнение и совершенствование органического мира, особенно животного (рис. 119). Из растений в морях были широко представлены водоросли, а в прибрежных участках — псилофиты.

Среди беспозвоночных наступил необычный расцвет замковых плеченогих. В этом периоде плеченогие достигли наибольшего развития и разнообразия за всю палеозойскую эру. К числу наиболее распространенных плеченогих относится семейство пентамерид (*Pentamerus, Conchidium*), роды *Atrypa, Eospirifer, Camarotoechia* и многие другие.

Значительного расцвета достигли колониальные коралловые полипы — табуляты и особенно четырехлучевые кораллы. Из одиночных четырехлучевых кораллов характерен *Goniophyllum.*

Своеобразно протекала в силурийском периоде эволюция членистоногих. Трилобиты в это время были представлены слабее, чем в предыдущие периоды палеозоя; к концу периода подавляющее их большинство полностью вымерло. В то же время наступил расцвет гигантских раков (*Eurypterus* и др.), а в мелководных бассейнах появились остракоды. Впервые на суше возникли наземные членистоногие — скорпионы и многоножки.

В силурийском периоде широко стали развиваться морские лилии и морские ежи. Из головоногих продолжался расцвет наутилоидей. В конце периода появились первые гониатиты. Из других классов моллюсков заметно возросла роль двустворок и брюхоногих. Среди последних особенно характерны для силурийского периода роды *Pleurotomaria* и *Bellerophon.*

Граптолиты на протяжении почти всего периода находились в расцвете. Особенно характерны роды *Monograptus, Rastrites, Cyrtograptus* и др. Однако к концу периода почти все граптолиты вымерли.

Из позвоночных продолжали существовать бесчелюстные. В силурийском периоде появились хрящевые рыбы.

ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД

Подразделение девонской системы

Девонская система, как и предыдущие системы палеозоя, выделена впервые в Англии (1839 г.). Она получила свое название по имени одного из английских графств (Девоншир).

Девонская система подразделяется на три отдела: каждый из них в свою очередь делится на два яруса (табл. 6).

Таблица 6

Подразделение девонской системы

Отдел	Ярус
Верхнедевонский D_3	Фаменский D_3fm Франский D_3fr
Среднедевонский D_2	Живетский D_2gv Эйфельский D_2e
Нижнедевонский D_1	Кобленцский D_1c Жединский D_1gd

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

С начала девонского периода в составе материковой части земной коры, помимо платформ с докембрийским складчатым основанием и геосинклинальных областей, существовали и платформы с каледонским, или раннепалеозойским, складчатым основанием. Новые для этого времени структуры — каледонские, в одних случаях совместно с докембрийскими образовали обширные материки, в других — в виде обширных островов располагались среди геосинклинальных областей. В связи с возникновением каледонских структур число и размеры некоторых геосинклинальных областей, существовавших с конца докембрия, заметно сократились.

К началу девонского периода на территории каледонид и древних докембрийских платформ установился континентальный режим, который удерживался почти на протяжении всей раннедевонской эпохи.

В среднедевонскую эпоху стала развиваться новая трансгрессия, которая наиболее сильно проявилась на Русской платформе; здесь она развивалась с востока, из Урало-Тяньшаньской геосинклинальной области. Во франском веке трансгрессия моря достигла максимальных размеров и охватила почти всю Русскую платформу, за исключением некоторой части Прибалтики, Балтийского и Украинского щитов. Знаменательно, что впервые с начала палеозоя трасгрессия моря охватила восточную половину Русской платформы, которая до этого была сушей (рис. 120).

На других платформах средне-позднедевонская трансгрессия моря проявлялась либо на сравнительно небольших площадях, либо вообще отсутствовала. Так, трансгрессия моря в девонском периоде не происходила на Китайской платформе; на Сибирской платформе она охватила небольшую территорию на северо-западе, в нижнем течении Средней и Нижней Тунгусок. На Северо-Американской платформе трансгрессия развивалась шире, охватив ее северо-западную, западную и юго-западную части. Гондвана в течение девонского периода сохраняла почти повсеместно континентальный режим и только на некоторых ее окраинах возникли краевые моря (в бассейне Амазонки, на северо-западе Африки и в Северной Австралии).

В конце девонского периода — в фаменский век, снова произошло поднятие платформ и вследствие этого некоторая регрессия моря. В результате фаменской регрессии на Русской платформе (в ее западной и центральной частях) возникли обширные лагуны.

Девонский период в отличие от других периодов палеозоя отличается малым масштабом структурных изменений земной коры. Размеры геосинклинальных и платформенных областей, сложившиеся к началу периода, до самого его конца оставались практически без изменения. Складкообразование в девонском периоде проявлялось слабо. Только в конце периода в некоторых геосинклинальных областях (в Аппалачской, на северо-западе Средиземноморской геосинклинальной области) проявилась довольно заметная складчатость, которая ознаменовала собой начало новой, герцинской эпохи складчатости, характерной для позднего палеозоя.

В девонском периоде в некоторых геосинклинальных областях (особенно в Урало-Тяньшаньской) продолжалась весьма энергичная вулканическая деятельность. Довольно часто вулканогенные породы возникали за счет подводного вулканизма. Имел место также и платформенный вулканизм, например на Русской платформе, где возникли в некоторых местах глубокие трещины, по которым изливалась лава.

Очень интересным событием середины девонского периода является образование на юге Русской платформы узкого Донецкого прогиба, в котором на протяжении длительного времени (до конца камен-

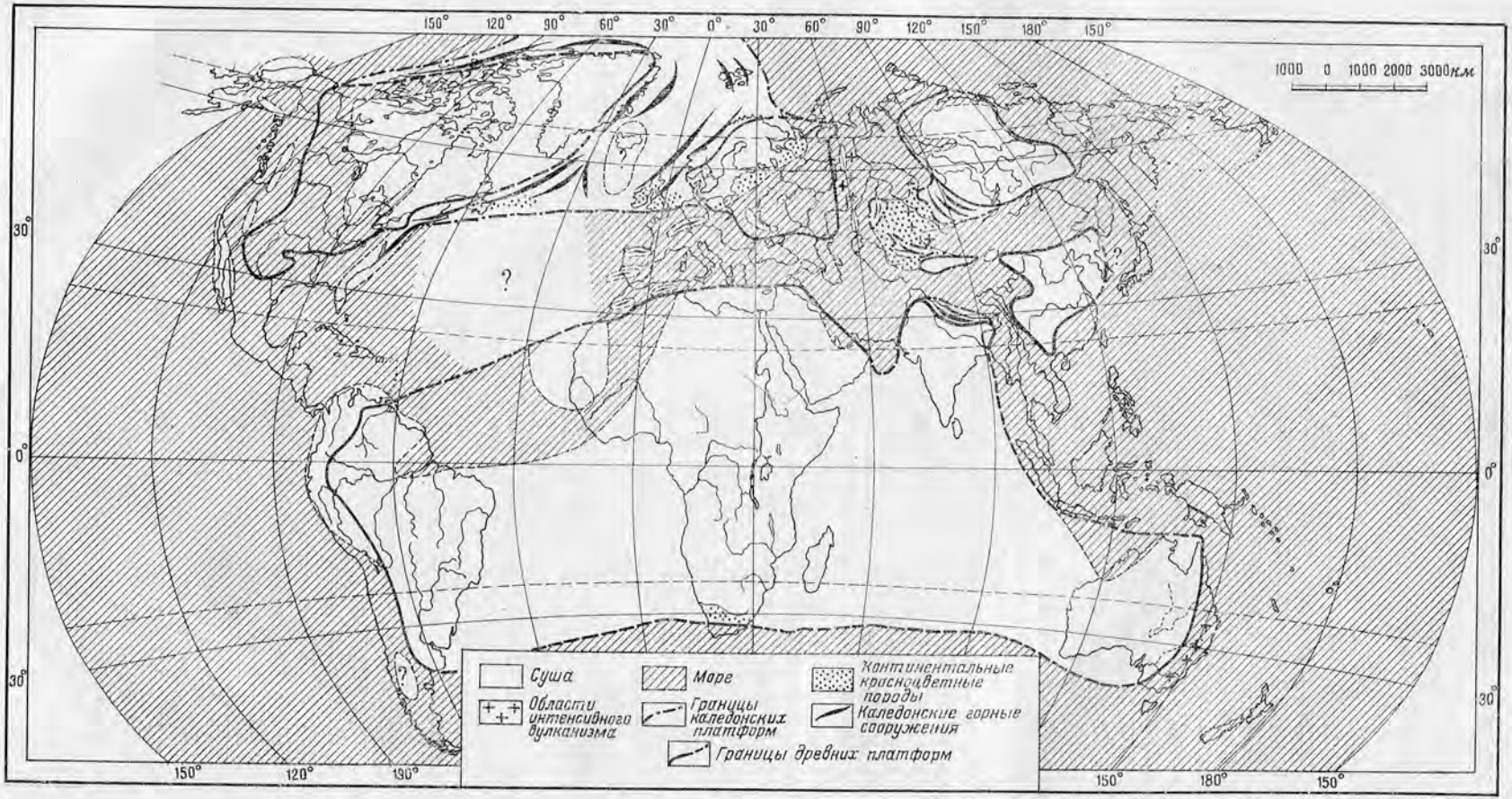


Рис. 120. Схематическая структурно-палеогеографическая карта позднедевонской эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

ноугольного периода) накапливалась мощная многокилометровая толща осадков. Начало развития этого прогиба сопровождалось образованием вдоль его краев мощных расколов и сбросов, по которым в девонском периоде произошли излияния базальтовой лавы.

В начале девонского периода каледонские сооружения представляли собой в основном высокие горы и имели сильно расчлененный рельеф. Позднее, в среднедевонскую и особенно в позднедевонскую эпохи, каледонские горы оказались уже значительно денудированными.

Климатические особенности девонского периода еще недостаточно освещены. Развитие лагунных отложений в средней части Русской платформы и красноцветных пород в Западной Европе служат указанием на наличие здесь в то время сухого и жаркого климата. Известны находки моренных отложений раннедевонского возраста в Южной Африке, но не ясно, связаны ли они с материковыми оледенениями или же с горными ледниками.

В образовании девонских отложений отмечаются следующие характерные особенности. В результате энергичной денудации каледонских складчатых сооружений вокруг них, а также в межгорных прогибах каледонид накапливались мощные толщи континентальных обломочных отложений (пески, песчаники, глины), обычно окрашенные в красноватые тона и нередко называемые древним красным песчаником (old red sandstone) по аналогии с названием таких же толщ, отложившихся на территории каледонид Шотландии. Маломощные толщи подобного состава образовались на северо-западе Русской платформы, на западе и юго-западе Сибирской платформы и в других местах.

Кроме красноцветных грубообломочных пород, образование которых происходило в условиях сухого и теплого климата, на девонской суше отмечается накопление и других типов континентальных отложений, в том числе в конце периода возникли кое-где отложения с растительными остатками в условиях уже влажного, умеренного или теплого климата. Это привело к образованию первых в истории земной коры, пока еще маломощных и небольших залежей каменного угля. Верхнедевонские угли образуют Барзасское месторождение на северо-востоке Кузнецкого бассейна и известны также на Шпицбергене и Тиманском кряже.

Широкое развитие получили на платформах лагунные отложения, среди которых содержатся соленосные и гипсоносные породы. Они отлагались в усыхающих водных бассейнах, существовавших как с конца силурийского периода (например, на западе Русской платформы), так и возникших в течение девонского периода, в местах, где происходили регресии. Толщи солей (в том числе и калийных) накопились на юге Белоруссии и в пределах Днепровско-Донецкой, или Украинской, впадины на севере Украины. Здесь девонские соли впоследствии образовали хотя и немногочисленные, но очень крупные соляные купола (в районе гг. Ромны, Исачки и др.).

На платформах, где проявлялись трансгрессии моря (особенно на Русской платформе), широко накапливались морские отложения, преимущественно известково-глинистые, содержащие в большом числе органические остатки. Местами одновременно с трансгрессией происходили значительные прогибания (например, в районе Предуральского краевого прогиба и прилегающей с запада к нему части Русской платформы) и в результате накопились относительно глубоководные толщи битуминозных известняков и мергелей, которые оказались нефтепроизводящими, т. е. такими, из которых выделяются жидкие битумы, дающие начало нефти и горючему газу. Нефть легко мигрирует и скопляется в пористых породах (песках, песчаниках, известняках), пропитывая их, образуя месторождения. Так возникли крупнейшие нефтяные месторождения Волго-Уральской нефтеносной области, где нефть скопи-

лась в породах девонского, каменноугольного и пермского возраста. Промышленные залежи нефти на Русской платформе, связанные с девонскими отложениями, установлены в Татарии, Башкирии, в районе г. Перми, на Самарской Луке, на юге Тиманского кряжа (Ухта) и в других местах Урало-Волжской области. Девонская нефть вскрыта также на юге Белоруссии и севере Украины. Платформенные нефтеносные морские отложения развиты и на Северо-Американской платформе.

Иначе проходило осадконакопление в геосинклинальных областях. В них также местами, особенно в начале периода (например, в Казахстане), образовались континентальные толщи, близкие к древнему красному песчанику. Но все же уже в раннем, а тем более в среднем и позднем девоне в геосинклинальных областях господствовали морские условия и в них отлагались в основном обломочные породы (глинистые сланцы, песчаники); известняки довольно широко отлагались в позднедевонскую эпоху. Во многих местах (Урал, Казахстан, Аппалачи и др.) в результате напряженной вулканической деятельности накапливались толщи лав, туфов и других вулканогенных пород.

Наибольшее распространение в СССР девонские отложения имеют на Русской платформе, где они во многих местах выходят на дневную поверхность. Девонские отложения участвуют также в строении складчатых структур Урала, Казахстана, Алтая, Средней Азии. В остальных складчатых структурах в пределах СССР вследствие плохой обнаженности или глубокого метаморфизма они известны мало. Очень слабо представлены они на Сибирской платформе.

Органический мир

Органический мир в девонском периоде испытал дальнейшее усложнение. Его отличие от органического мира силурийского периода выражается в том, что ряд типичных представителей раннепалеозойских групп животных к началу девонского периода почти полностью исчезли с земной поверхности. Наступил расцвет других групп организмов, многие из которых в течение девонского периода в свою очередь неуклонно эволюционировали (рис. 121).

Особенно серьезные изменения произошли в растительном мире. В начале и середине периода псилофитовая флора находилась в расцвете, однако к концу его она почти полностью изчезла. Уже в среднедевонскую эпоху стали развиваться более высокоорганизованные типы растений — плауновые, членистостебельные и папоротниковые. В конце девонского периода появились даже первые примитивные представители голосеменных растений. В позднедевонскую эпоху широкое распространение получили представители папоротников *Archaeopteris,* по имени которых археоптерисовой называют и всю позднедевонскую флору. В ее составе уже были широко представлены древовидные растения, образовавшие леса. Эволюция флоры на протяжении девонского периода шла в направлении лучшего приспособления к наземным условиям существования.

Среди беспозвоночных установлено исчезновение ряда групп, известных в силурийском периоде, или сокращение их видового и родового состава. Из кишечнополостных значительно сократилось число родов табулят, но зато наступил расцвет четырехлучевых кораллов. Из них большое распространение получили, например, род *Cyathophyllum* и одиночный коралл *Calceola.* Ведущее место в морской фауне беспозвоночных заняли плеченогие и головоногие.

Плеченогие в девонском периоде были представлены несколько меньшим числом родов, чем в предыдущем периоде, но зато широкое развитие получили высокоорганизованные представители замковых,



платформ, к этому времени
ацией и частично опустившихся. Эпи-
часть каледонид на северо-западе Ев-
ьшую часть Русской платформы (но
чем во франском веке), западную
гформы и небольшую часть Сибирской
исею в его среднем течении (рис. 122).
нноугольной эпохи по мере развития
обширные площади в геосинклиналь-
моря. Одновременно в той или иной
платформы северного полушария. Ис-
тформа, где до конца периода сохра-
лишь немного уменьшившееся в раз-
итайской, Северо-Американской плат-
донид, то к концу каменноугольного
шу. На Гондване, наоборот, площадь
проникли в бассейн Амазонки, на
тии.

дчатости относится еще к концу де-
чные изменения в структуре земной
ще раннекаменноугольной и средне-
новая гораздо более значительная
складчатости. Она охватила Среди-
часть в пределах Западной Европы,
область, значительные пространства
ской и Аппалачской геосинклиналь-

Рис. 121. Некоторые руководящ и началу позднекаменноугольной
1—Karpinskia conjugula Tschern. (нижн ладчатости, под воздействием кото-
ний девон); *3—Pentamerus (Conchidium) ba* складчатых структур и воздымание
(Cyrtospirifer) archiaci Murch. (верхний
(верхний девон); *б, а, б—Spirifer (Cyrtc* е районах, где проявилась преды-
тате этих фаз складчатости в камен-

в особенности семейства Spiriferidae и Rhynchonellidae. Появились первые представители продуктид. В начале девонского периода продолжали существовать еще некоторые типично силурийские роды плеченогих: пентамериды, атрипы (род *Karpinskia*); к концу периода эти роды вымерли.

Спириферицы и ринхонеллиды образуют целый ряд важнейших руководящих ископаемых, особенно для верхнего отдела девонской системы, например: *Spirifer (Cyrtospirifer) archiaci, Sp. (Cyrtospirifer) disjunctus, Rhynchonella (Hypothyridina) cuboides, Rh. (Ladogia) meyendorfi* и др.

Головоногие моллюски были представлены главным образом новой группой — гониатитами (из аммоноидей); количество наутилоидей, находившихся в силурийском периоде в расцвете, так же как и разнообразие их, в этом периоде сильно уменьшилось. Наиболее важными представителями гониатитов девонского периода являются роды *Manticoceras, Timanites, Clymenia* и некоторые другие.

Типичные представители морских членистоногих предыдущих периодов — трилобиты — в девонском периоде находились в упадке и были представлены единичными родами. Из них чаще всего встречается род *Phacops*.

Из членистоногих появились насекомые. Среди иглокожих характерны представители морских лилий, например *Cupressocrinus*. В девонской фауне немалое место занимают и другие группы беспозвоночных.

В раннедевонскую эпоху вымирают последние граптолиты. На представлены ... периода продолжалась дальнейшая эволюция панцирные, акуловые и двоякорыбы, из которых уже в конце воночные животные — земноводн

Органическ

Органический мир в девонском п нение. Его отличие от органического жается в том, что ряд типичных п групп животных к началу девонского с земной поверхности. Наступил р многие из которых в течение девон уклонно эволюционировали (рис. 121

Особенно серьезные изменения В начале и середине периода псил цвете, однако к концу его она почти девонскую эпоху стали развиваться растений — плауновые, членистостеб девонского периода появились да тели голосеменных растений. В п пространение получили представит имени которых археоптерисовой флору. В ее составе уже были ши тения, образовавшие леса. Эволю периода шла в направлении лучш ловиям существования.

Среди беспозвоночных устан вестных в силурийском периоде, вого состава. Из кишечнополост родов табулят, но зато наступи. Из них большое распространение *lum* и одиночный коралл *Calceo*беспозвоночных заняли плеченоги

Плеченогие в девонском пер меньшим числом родов, чем в п развитие получили высокоорган

...ИЙ ПЕРИОД

...угольной системы

...системы во многих местах свя...аньше полагали, что уголь встре... объясняется ее название (слово ... означает уголь). Позднее выяс...жениях других систем и особенно ...орской системах. Однако название ...тства углями отложений этой си...

Таблица 7

...оугольной системы

Западная Европа	
Ярус	Отдел
Стефанский C_2s	Верхнекаменноугольный C_2
Вестфальский C_2w	
...орский C_2n	
...йский C_1v	Нижнекаменноугольный C_1
...ейский C_1t	

Стратиграфия каменноугольной системы разработана довольно детально, но единого расчленения ее для всех стран в настоящее время нет. В СССР, где каменноугольная система широко представлена морскими отложениями, ее принято делить на три отдела: нижнекаменноугольный (C_1), среднекаменноугольный (C_2) и верхнекаменноугольный (C_3). В Западной Европе и Северной Америке придерживаются двучленного деления системы, причем в Северной Америке эти подразделения рассматриваются даже в качестве самостоятельных систем.

В табл. 7 приводится соотношение подразделений каменноугольной системы в СССР и Западной Европе.

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

На каменноугольный период приходится проявление главных фаз герцинской эпохи складчатости, что приводит к дальнейшему значительному усложнению структуры земной коры и ее палеогеографических особенностей. С развитием герцинской складчатости тесно связаны поднятия и опускания обширных площадей земной коры как в геосинклинальных областях, так и на докембрийских и каледонских платформах.

Регрессия моря, имевшая место в конце девонского периода, была продолжительной и устойчивой только в пределах Гондваны, где континентальная обстановка сохранялась на протяжении всей раннекаменноугольной эпохи. На северных платформах в начале периода снова началась трансгрессия, которая, помимо докембрийских платформ, охватила и некоторые участки каледонских платформ, к этому времени значительно выровненных денудацией и частично опустившихся. Эпиконтинентальные моря заняли часть каледонид на северо-западе Европы (Англия), восточную, большую часть Русской платформы (но в несколько меньших размерах, чем во франском веке), западную часть Северо-Американской платформы и небольшую часть Сибирской платформы, примыкающую к Енисею в его среднем течении (рис. 122).

Начиная с конца раннекаменноугольной эпохи по мере развития складчатости и горообразования обширные площади в геосинклинальных областях освободились от моря. Одновременно в той или иной мере постепенно поднялись и все платформы северного полушария. Исключением является Русская платформа, где до конца периода сохранилось эпиконтинентальное море, лишь немного уменьшившееся в размерах. Что касается Сибирской, Китайской, Северо-Американской платформ и примыкающих к ним каледонид, то к концу каменноугольного периода они все превратились в сушу. На Гондване, наоборот, площадь моря расширилась и морские воды проникли в бассейн Амазонки, на север Африки и юго-запад Австралии.

Начало герцинской эпохи складчатости относится еще к концу девонского периода, однако существенные изменения в структуре земной коры тогда не произошли. На границе раннекаменноугольной и среднекаменноугольной эпох проявилась новая гораздо более значительная по силе и размаху фаза герцинской складчатости. Она охватила Средиземноморскую геосинклинальную область в пределах Западной Европы, Австралийскую геосинклинальную область, значительные пространства Урало-Тяньшаньской, Монголо-Охотской и Аппалачской геосинклинальных областей.

К концу среднекаменноугольной и началу позднекаменноугольной эпохи относится следующая фаза складчатости, под воздействием которой продолжалось формирование складчатых структур и воздымание горных систем, в основном в тех же районах, где проявилась предыдущая фаза складчатости. В результате этих фаз складчатости в камен-

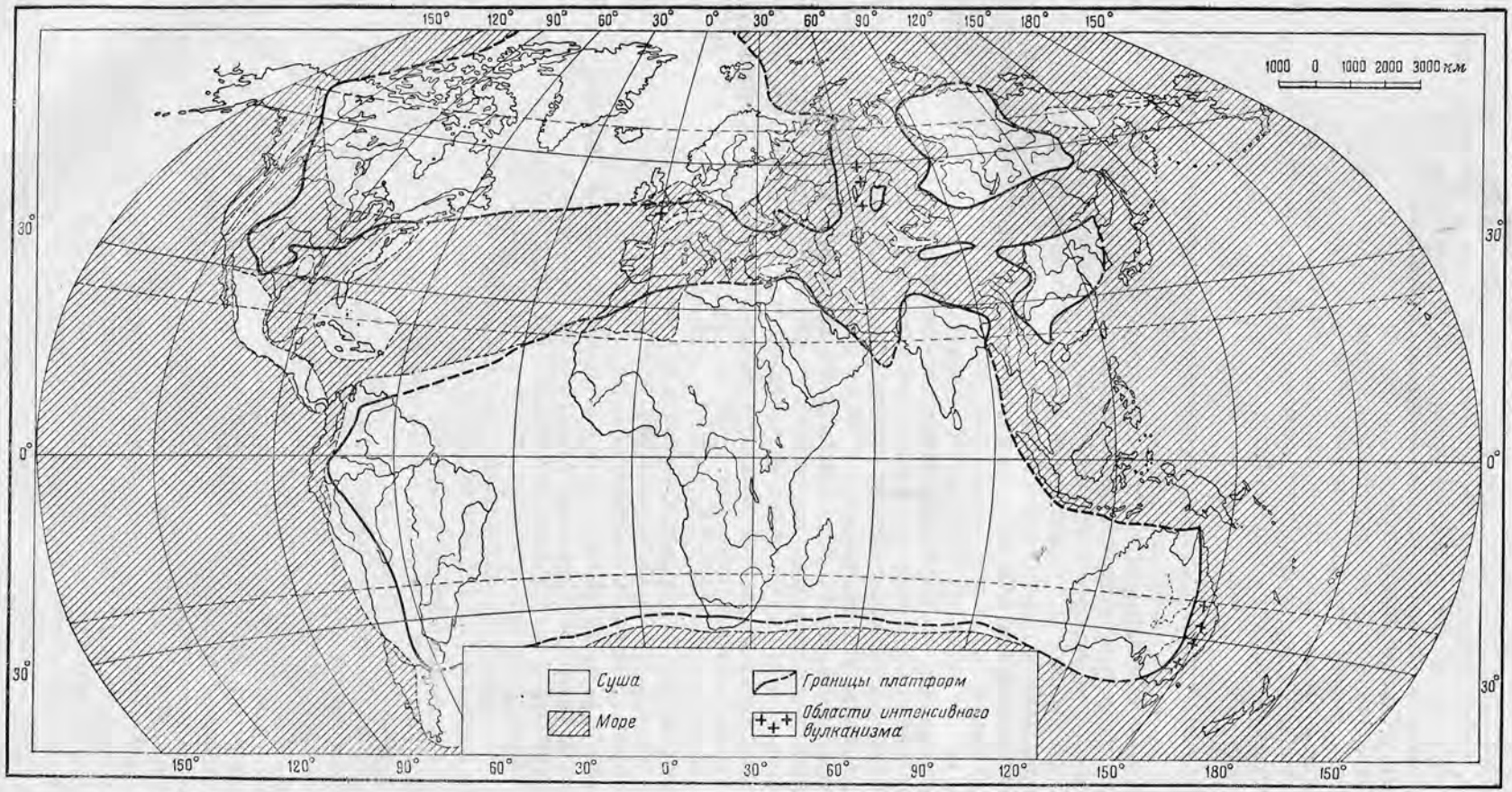


Рис. 122. Схематическая структурно-палеогеографическая карта раннекаменноугольной эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

ноугольном периоде заметно сократилась площадь большинства существовавших в то время геосинклинальных областей и к концу периода окончательно оформились некоторые герцинские складчатые сооружения (так называемые ранние герциниды), например герциниды Западной Европы, целый ряд герцинских структур на юге Урало-Тяньшаньской геосинклинальной области и др. (рис. 123).

Регрессия на платформах и заполнение геосинклинальных прогибов мощными толщами обломочного материала, сносимого с поднимающихся гор, теплый и влажный климат, господствовавший на больших площадях, — все это благоприятствовало возникновению обмелевших бассейнов или заболоченных участков суши, где обильно развивалась растительность и происходило угленакопление.

Особенно характерны угленосные толщи пород для краевых участков геосинклинальных областей, где они отлагались в прогибах, тянувшихся вдоль подножий в то время молодых и высоких герцинских гор. Впоследствии такие участки превращались в складчатые сооружения, а угли в процессе складкообразования претерпевали глубокий метаморфизм и становились каменными или антрацитовыми. Поэтому наиболее высококачественные угли каменноугольного периода, как, впрочем, и других периодов, связаны с краевыми участками геосинклинальных областей.

Наиболее энергично угленакопление в краевых и межгорных прогибах происходило на протяжении среднекаменноугольной эпохи; к этому времени относится образование в данном периоде наиболее крупных и важных месторождений описанного типа. В Западной Европе они образовали почти непрерывную цепь, которая тянется вдоль северной окраины Средиземноморской геосинклинальной области от Южного Уэлса через Рур в Верхнюю Силезию. К этой же полосе относится и Донецкий бассейн; его вторичный геосинклинальный прогиб заполнялся обломочным материалом, сносившимся с герцинских гор, которые поднялись к тому времени на Северном Кавказе. Крупные угленосные бассейны возникли в пределах воздымающихся тогда герцинид в Урало-Тяньшаньской (например, в районе Караганды), Аппалачской и других геосинклинальных областях.

На плитах докембрийских и каледонских платформ, как уже указывалось, также накапливались угленосные континентальные толщи. Однако по своей мощности, качеству и числу угленосных пластов они значительно уступают угленосным толщам краевых и межгорных прогибов. Такие угленосные толщи известны на Русской, Северо-Американской, Сибирской и Китайской платформах, на территории каледонид Великобритании. Полоса угленакопления в северном полушарии достигала местами необычайной ширины: от Донецкого бассейна до Шпицбергена. Платформенные угли — бурые.

В связи с активным проявлением герцинской складчатости рельеф большинства геосинклинальных областей, начиная с конца раннекаменноугольной эпохи, сильно усложнился; возникли многочисленные горные хребты, примкнувшие к платформам или отделенные от них краевыми или предгорными прогибами. Горные цепи возвышались также и среди геосинклинальных морей. Краевые прогибы в рельефе представляли большей частью плоские прибрежные равнины. Как очень подвижные участки земной коры, они в результате частых колебаний становились то сушей, то морем. Вследствие общей тенденции к глубокому погружению краевые прогибы заполнялись огромными многокилометровыми толщами осадков, среди которых слои морского происхождения часто и многократно чередуются со слоями континентальных, обычно угленосных отложений. Что же касается межгорных впадин средне- и позднекаменноугольной эпох, то и они испытывали весьма значительные прогибания, в результате чего в них также на-

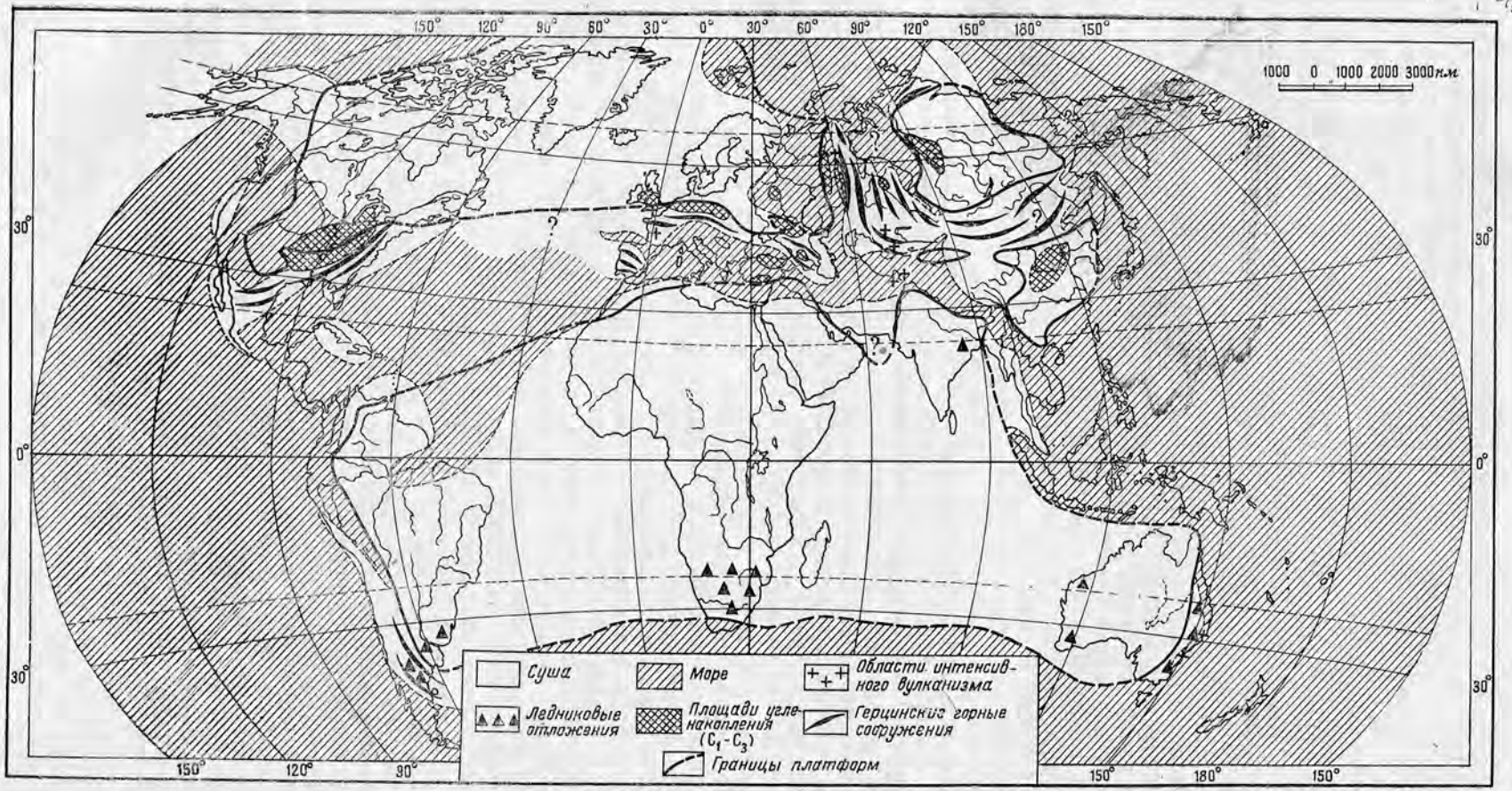


Рис. 123. Схематическая структурно-палеогеографическая карта позднекаменноугольной эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

капливались довольно мощные угленосные толщи главным образом континентального происхождения.

В целом в северном полушарии, где в основном и происходило угленакопление, было теплее, чем в южном. В раннекаменноугольную эпоху климат на всей земной поверхности был довольно теплым, влажным, равномерным; для этого времени из разных частей земной суши известны сходные между собой остатки теплолюбивых растений, а из различных морских бассейнов — рифостроящие кораллы и беспозвоночные с толстостенными раковинами. Начиная со среднекаменноугольной эпохи по растительным остаткам четко выделяются три климатические зоны: две умеренные и одна (между ними) теплая — тропическая или субтропическая.

В отложениях позднекаменноугольного возраста на Гондване из разных его частей обнаружены ледниковые образования. Однако это еще не дает основания полагать, что Гондвана в то время была сплошь покрыта оледенением. В действительности же здесь существовали отдельные центры оледенений, а на всей остальной площади был умеренный климат со своеобразной растительностью, свойственной почти исключительно Гондване.

Угленакопление является лишь одной из своеобразных черт осадконакопления каменноугольного периода. На платформах в это время, помимо континентальных, в том числе угленосных толщ, во многих местах, где проявлялись морские трансгрессии, накапливались также и морские отложения. Среди платформенных морских отложений наибольшее распространение получили мелководные органогенные известняки (брахиоподовые, коралловые, фузулиновые). В ряде участков платформ, как и в девонском периоде, вследствие значительных опусканий накапливались довольно мощные органогенные толщи известняков, которые являются в ряде районов нефте- и газоносными (восток Русской платформы, Северо-Американская платформа). Возможно, в значительной своей части нефтеносность каменноугольных отложений обусловлена миграцией нефти из более древних отложений палеозоя (на Русской платформе — из девонских).

Для геосинклинальных областей каменноугольного периода характерны самые различные комплексы пород: морские — мелководные и глубоководные, континентальные и вулканогенные. Мелководные морские отложения выражены обломочными (песчано-глинистыми) и карбонатными породами. Среди последних хорошо представлены разнообразные органогенные известняки. Карбоновые сланцы с гониатитами и пелециподами относят к глубоководным фациям. Среди морских, в основном более глубоководных, толщ нередко присутствуют эффузивные породы, их туфы и туфобрекчии.

Каменноугольные отложения в СССР имеют большое распространение, особенно на территории Русской платформы и в пределах уралотяньшаньских герцинид. На Сибирской платформе отложения каменноугольной системы выражены значительно слабее (только в западной части, где в основном слагают нижнюю часть так называемой тунгусской серии пород). В других структурах они обнажаются слабо.

Органический мир

В каменноугольном периоде широко развивается наземный растительный мир. Он представлен различными группами споровых растений: членистостебельными, плауновыми и папоротниками. Наряду с ними продолжают развиваться и получают значительное распространение представители более высокоорганизованного типа растений — голосеменные; это семенные папоротники и кордаиты. Последние к концу периода постепенно заняли господствующее положение.

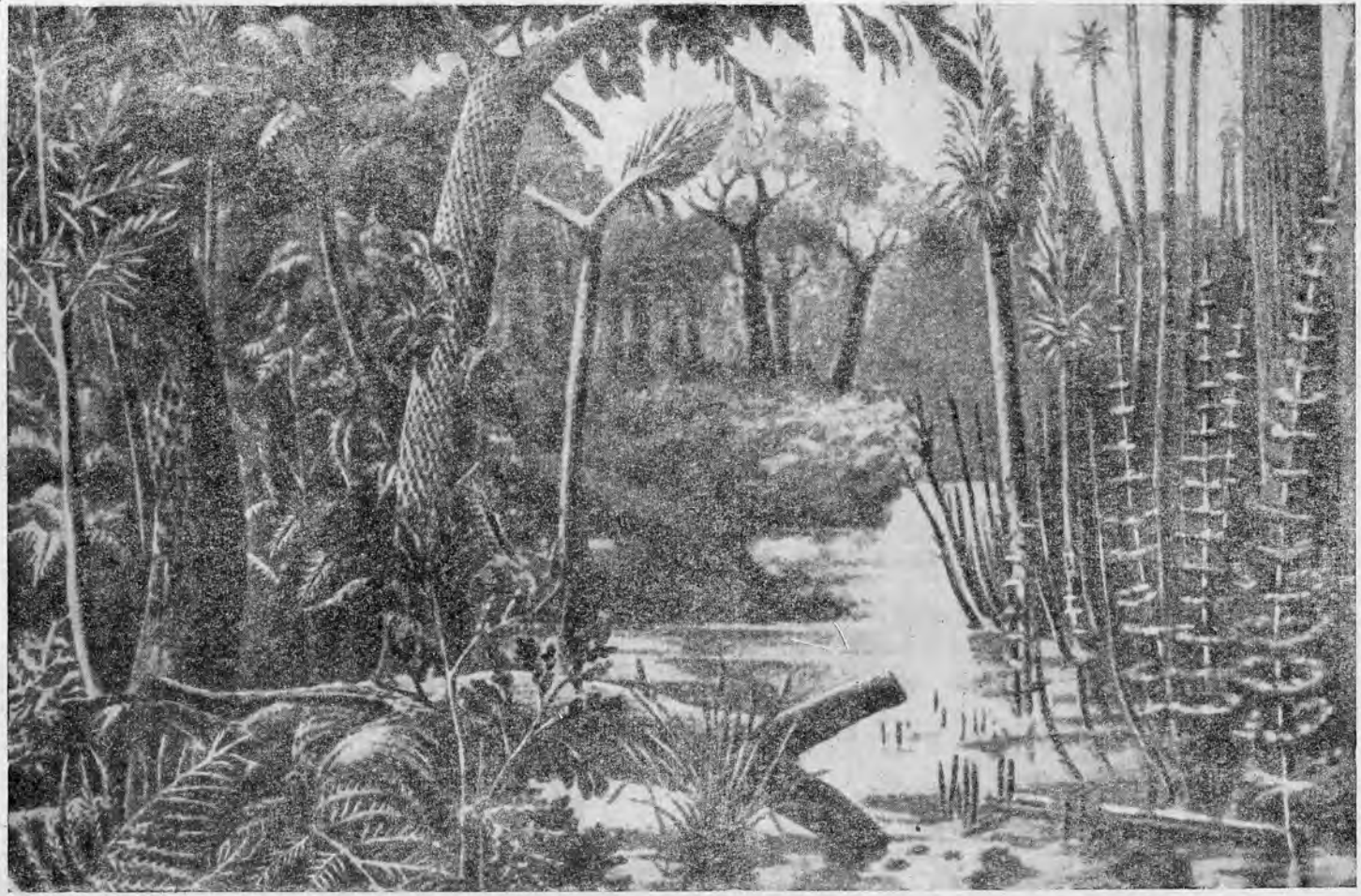


Рис. 124. Растительность каменноугольного периода

Слева, среди папоротников, видны два больших лепидодендрона, левее их — молодой кордаит; в правом углу — побеги каламитов, за ними — крупный [illegible] на втором плане — три пихты, как свечи, сигиллярии; вдали на пригорке — роща лепидодендронов

Большое развитие в каменноугольном периоде получили древовидные формы, так как суша на обширных пространствах была покрыта настоящими лесами (рис. 124). Анализ некоторых угленосных фаций этого периода, в которых наблюдается чередование континентальных и морских осадков, показывает, что во многих местах древовидная растительность существовала в прибрежно-морской обстановке, напоминая этим современные примитивной и своеобразной тропиках.

Плефалы). В конце периода появились группой чешуйчатостволь-
ных — со стволами высотой в не-
сколь лее распространение получили
Lepido ПЕРМСКИЙ ПЕР ы только для каменноугольного
ного р азвиваться до конца палеозоя.

Ч **Подразделение перм** основном представлены древовидны кже клинолистниками, которые имели ходились настоящие и семенные папоротники. От тех и других папоротниковидными.

Пермская система получила свое название по г. Она делится на два отдела: ский (P_2). Более дробные различных типов перистых листьев (*Pecopteris,* фациальным составом южном полушарии (на Гондване) широкое развитие получили семенные папоротники, которые были представлены родами *Glossopteris* и *Gangamopteris,* имевшими ланцетовидные листочки и своеобразное сетчатое жилкование.

Растительным остаткам каменноугольного периода принадлежит очень важная роль в решении стратиграфических задач; многие из них являются важнейшими руководящими ис **кой системы** угленосных толщ, где остатки флоры встреча ьном числе при хорошей сохранности.

Ярус	
тарский	P_2t
занский	P_2kz
имский	P_2u
гурский	P_1kg
Артинский	P_1a
Сакмарский	P_1s

В пресноводных бассейнах широко леные водоросли, с накоплением которых связ левых углей и горючих сланцев.

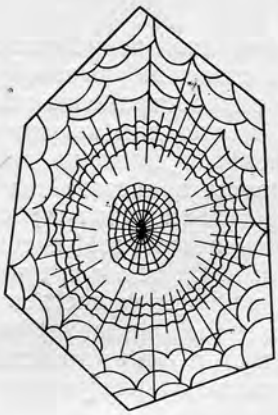
В каменноугольном периоде продол групп морских беспозвоночных, характерных д , особенно брахиопод, кораллов, гониатитов (

Из брахиопод исключительное развити одукти и спириферид, которые обр руководящих ископаемых Из них можно отмети (*Gigantoprodu culatus* (C_1) и мно (C_2)

География, осадконакопление и структура земной коры

Широ рмском периоде происходило по существу завершение герцинлучевых эхи складчатости, что привело к очень резкой перестройке струк Каме мной коры и значительному изменению палеогеографических городочн на земной поверхности. В начале периода сохранялись те же пастей и инальные области, что и в каменноугольном периоде, но Уралова ть также ьская, Средиземноморская и Аппалачская геосинклинальные Значи к этому времени значительно сократились в своих размерах. которых пти, территория восточного склона Урала, значительные участки периоде, бо складчатой страны, Алтая и Тянь-Шаня к началу пермского легочные же почти закончили геосинклинальный этап своего развития, лилий. вание герцинских складчатых структур в них было близко Среди ом ию. Западно-Европейские герциниды (в Средиземноморской ных форами альной области) и значительная часть Аппалачей оформидящими иск дчатые области до начала пермского периода.

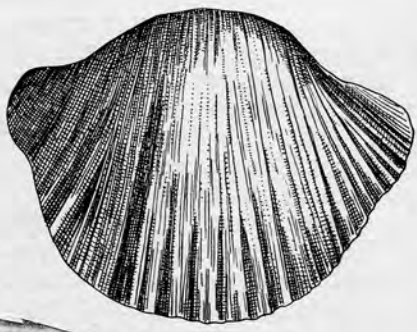
особенно тип ение герцинской складчатости в геосинклинальных областях роко развить в пермском периоде с общим поднятием платформ и огромские раки — ией моря, наибольшей за весь палеозой. Морской режим числом родо нальных областях сохранялся только там, где герцинская ракообразны ь не проявлялась или проявлялась слабо. На платформах



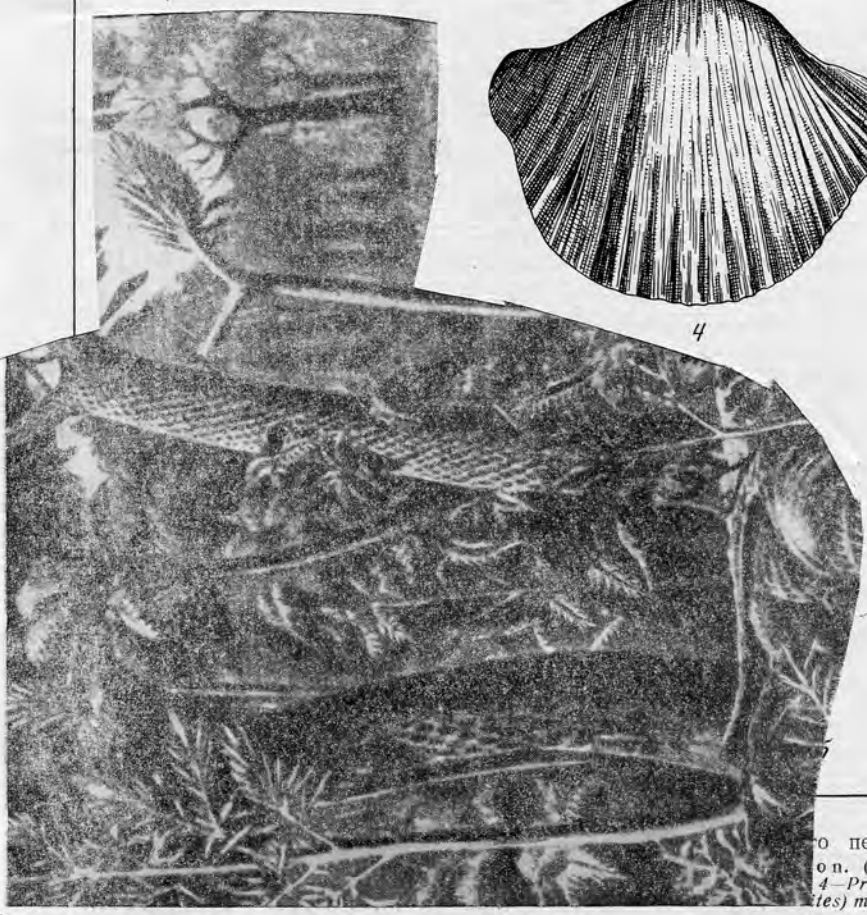
1



2



4



о периода
о п. (нижний
4—Productus
tes) mosquen-

многоножки, пауки. Некоторые каменноугольные стрекозы достигали в размахе крыльев нескольких десятков сантиметров.

На протяжении периода продолжалась дальнейшая эволюция позвоночных. В расцвете находились акулоподобные рыбы и настоящие акулы из подкласса хрящевых рыб; панцирные рыбы уже отсутствовали. Наступил расцвет земноводных, которые широко заселили сушу. Они представлены примитивной и своеобразной группой — *покрытоголовыми* (*стегоцефалы*). В конце периода появились первые пресмыкающиеся.

ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД

Подразделение пермской системы

Пермская система получила свое название от г. Перми и выделена в 1841 г. Она делится на два отдела: нижнепермский (P_1) и верхнепермский (P_2). Более дробные подразделения в связи с очень изменчивым фациальным составом осадков носят исключительно местный характер. Для Европейской части СССР и Урала, где пермские отложения достаточно хорошо изучены, приняты следующие подразделения на ярусы (табл. 8).

Таблица 8

Подразделение пермской системы

Отдел	Ярус
Верхнепермский P_2	Татарский P_2t Казанский P_2kz Уфимский P_2u
Нижнепермский P_1	Кунгурский P_1kg Артинский P_1a Сакмарский P_1s

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

В пермском периоде происходило по существу завершение герцинской эпохи складчатости, что привело к очень резкой перестройке структуры земной коры и значительному изменению палеогеографических условий на земной поверхности. В начале периода сохранялись те же геосинклинальные области, что и в каменноугольном периоде, но Урало-Тяньшаньская, Средиземноморская и Аппалачская геосинклинальные области к этому времени значительно сократились в своих размерах. В частности, территория восточного склона Урала, значительные участки Казахской складчатой страны, Алтая и Тянь-Шаня к началу пермского периода уже почти закончили геосинклинальный этап своего развития, и формирование герцинских складчатых структур в них было близко к завершению. Западно-Европейские герциниды (в Средиземноморской геосинклинальной области) и значительная часть Аппалачей оформились в складчатые области до начала пермского периода.

Проявление герцинской складчатости в геосинклинальных областях сочеталось в пермском периоде с общим поднятием платформ и огромной регрессией моря, наибольшей за весь палеозой. Морской режим в геосинклинальных областях сохранялся только там, где герцинская складчатость не проявлялась или проявлялась слабо. На платформах

обширное эпиконтинентальное море в течение всего периода оставалось только в районе о-вов Шпицберген, но и оно к концу периода заметно сократилось. На Русской платформе морской режим, как и в конце каменноугольного периода, сохранялся в восточной ее половине, но только в начале периода. К концу раннепермской эпохи на месте этого моря возникла обширная лагуна; аналогичная лагуна, но меньших размеров, образовалась и в Западной Европе. В эти лагуны время от времени поступали свежие порции морской воды из северного эпиконтинентального моря и иногда даже кратковременно в них возобновлялись морские условия. К концу периода и на месте этих лагун установился континентальный режим. Морские условия, сменившиеся позднее лагунной обстановкой, существовали также и на юге Северо-Американской платформы.

К концу пермского периода платформы почти повсеместно стали сушей и только на отдельных, сравнительно небольших участках сохранялись морские условия. Пермский период — это период наибольшего развития континентальных условий за всю палеозойскую эру (рис. 126).

Герцинская складчатость в пермском периоде наиболее активно проявлялась в ранней перми, а затем в завершающей своей фазе — в конце периода, на границе с триасовым периодом, а местами даже в начале последнего. Наиболее интенсивно эти фазы герцинской складчатости проявились в пределах Урало-Тяньшаньской, Монголо-Охотской, Австралийской и Аппалачской геосинклинальных областей. Они также ощущались на многих участках Кордильерской (Восточно-Тихоокеанской), Верхоянской и Средиземноморской геосинклинальных областей. Западно-Тихоокеанская геосинклинальная область по существу герцинской складчатостью не была затронута.

С завершением герцинской складчатости полностью прекратили свое существование и превратились в складчатые горные сооружения Урало-Тяньшаньская, Монголо-Охотская (за исключением ее крайней восточной части), Аппалачская и Австралийская геосинклинальные области. Ряд крупных складчатых структур возник в пределах Среднеземноморской, Кордильерской и Верхоянской геосинклинальных областей.

С образованием герцинских горных сооружений все северные платформы (докембрийские и каледонские) оказались объединенными в единый северный платформенный массив, который может быть назван *Ангаридой*. Огромный южный материк Гондвана также увеличился в своих размерах за счет присоединения к нему герцинид Восточной Австралии, Южной Америки и некоторых других.

Наряду со складчатостью в геосинклинальных областях проявлялась очень активная магматическая деятельность, вследствие чего в пермском периоде внедрилось много крупных интрузий (особенно гранитных), с которыми связаны разнообразные рудные полезные ископаемые. В пермском периоде своеобразный магматизм проявился и на платформах, главным образом на Сибирской, где по многочисленным трещинам и разломам происходили обширные внедрения и излияния основной магмы. На Сибирской платформе они охватили площадь свыше 1,5 млн. *км*^{2}. Такого типа магматическая деятельность (характерная для платформ) получила название *траппового вулканизма*. С Сибирскими траппами связан определенный комплекс полезных ископаемых: алмазы, никелевые, медные и железные руды, платина и др. Излияние и внедрение сибирских траппов началось только в позднепермскую эпоху и в основном происходило позже — в триасовом периоде.

В конце пермского периода на обширном материке Гондваны возник глубокий прогиб в районе Мозамбикского пролива, который был занят морем. С заложением этого прогиба началось разделение Гондваны на отдельные части, которое особенно интенсивно проявилось в мезозойской эре, во второй ее половине.

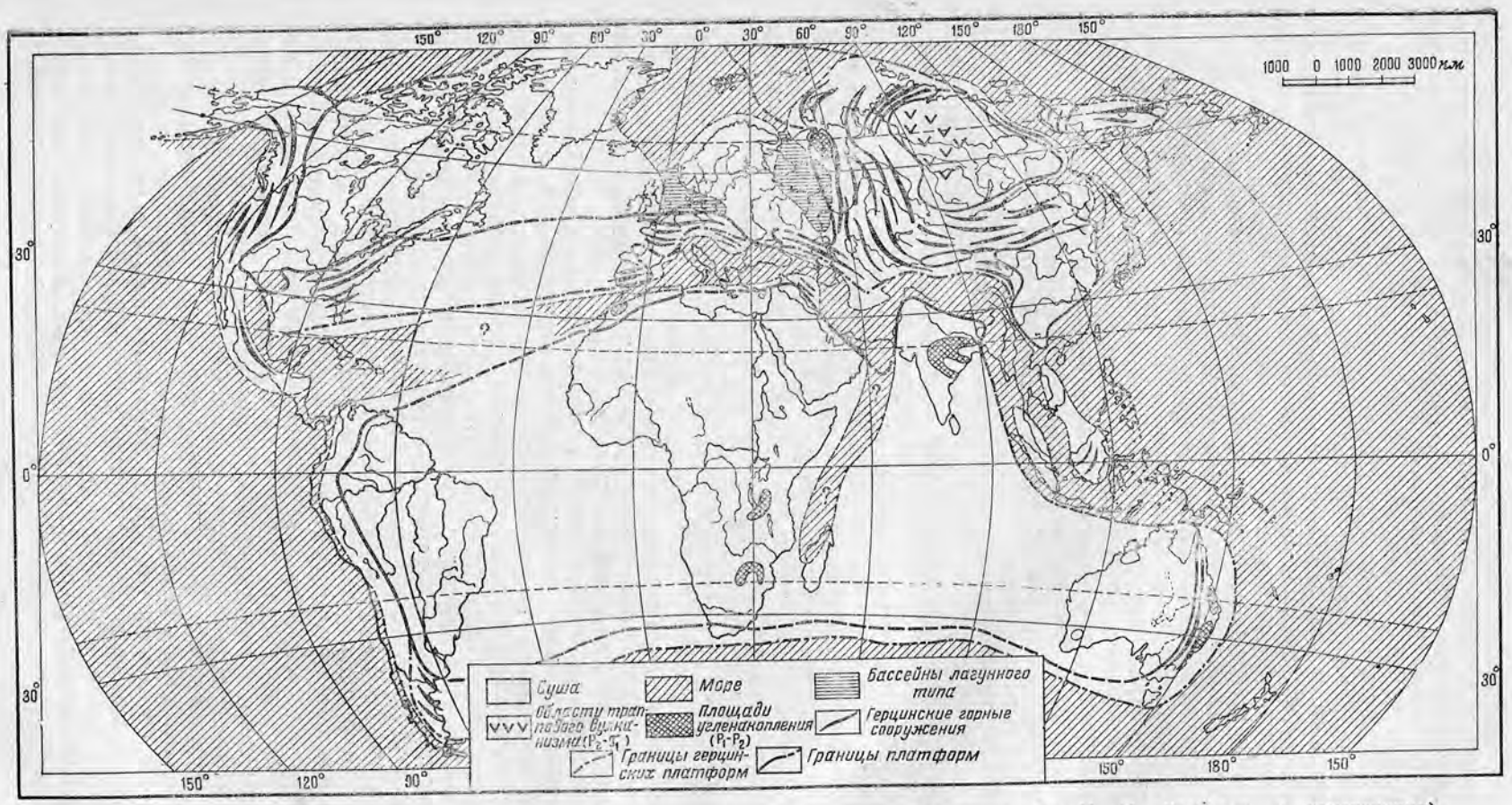


Рис. 126. Схематическая структурно-палеогеографическая карта позднепермской эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

Среди пермских осадочных толщ наибольшим распространением пользуются континентальные фации пород, за ними следуют лагунные; слабее всего представлены морские. Континентальные фации отличаются большим разнообразием; среди них встречены фации пустынь (красные песчаники с гипсом), пресноводные, местами угленосные и др. Лагунные фации широко выражены угленосными и соленосными толщами, которые нередко занимают обширные пространства. Морские фации в своем распространении связаны в основном с геосинклинальными областями и то не везде. На платформах морские отложения представлены на весьма ограниченных площадях.

Изучая географическое распространение разнообразных фаций, в том числе ископаемых организмов, можно наметить для пермского периода несколько климатических зон. Тропический пояс располагался в районе Средиземноморской геосинклинальной области и охватывал Южную Европу, Индокитай и Малайский архипелаг. О наличии здесь такого пояса свидетельствует накопление морских известняковых толщ с теплолюбивой фауной рифостроящих кораллов и своеобразных крупных брахиопод, а также (для участков суши) континентальных толщ с теплолюбивой флорой каменноугольного типа (древовидные членистостебельные и папоротники).

Севернее тропического, влажного пояса, в Северной Америке и Европе (кроме ее южной части) располагалась зона теплого, но сухого (аридного) климата; в пределах его в береговых лагунах внутренних морей происходило соленакопление (Германия, Приуралье, Северная Америка). Так, на Русской платформе, в Приуралье, в окраинах обширной лагуны, на полосе протяженностью свыше тысячи километров отложились мощные залежи каменных и калийных солей и, в частности, образовалось знаменитое Соликамское калийное месторождение. Накопление многосотметровых толщ солей в лагунах происходило в условиях очень медленного, но длительного прогибания отдельных участков платформ.

На Северном Урале, северо-востоке Русской платформы и в Сибири располагался умеренный влажный пояс, в котором богато развивалась растительность и происходило угленакопление. В его пределах накопились угленосные толщи Печорского, Кузнецкого и Тунгусского бассейнов (последний — на Сибирской платформе).

Тунгусский угольный бассейн — один из самых крупнейших в мире — связан с мощной континентальной угленосной толщей, образование которой началось еще в среднекаменноугольной эпохе, а закончилось в начале триасового периода; эта толща получила название тунгусской серии пород.

Бо́льшую часть тунгусской серии составляют отложения пермского возраста; к ним же приурочиваются и основные пласты углей.

К югу от тропического пояса сухой жаркий пояс не установлен, но южный умеренный, влажный пояс хорошо прослеживается на Гондване, где во многих местах выявлены угленосные толщи с глоссоптеривой флорой, приспособленной к обитанию в условиях умеренного и влажного климата. Если в карбоне угленакопление было свойственно почти исключительно северному полушарию, то в пермском периоде оно проявлялось и в южном полушарии (на Гондване), в частности в Индии. На некоторых платформах морские карбонатные отложения перми являются нефте- и газоносными (Северо-Американская платформа, восток Русской платформы — Предуралье).

Пермские отложения в СССР представлены на значительной площади. Они развиты в восточной половине Русской платформы, на западном склоне Урала, в Донецком бассейне, в Прибалтике (Литовская ССР), в Карпатах, в Крыму и на Кавказе. На Сибирской платформе они распространены на огромной территории в ее западной половине.

Пермские осадки заполняют некоторые обширные впадины платформ с герцинским и каледонским основанием (например, Кузнецкий прогиб). Наконец, пермские отложения широко распространены и на Северо-Востоке СССР — в пределах Верхоянской геосинклинальной области.

Органический мир

Органический мир в пермском периоде приобрел много новых отличительных черт. Прежде всего значительные изменения испытал растительный, а затем и животный мир суши (рис. 127).

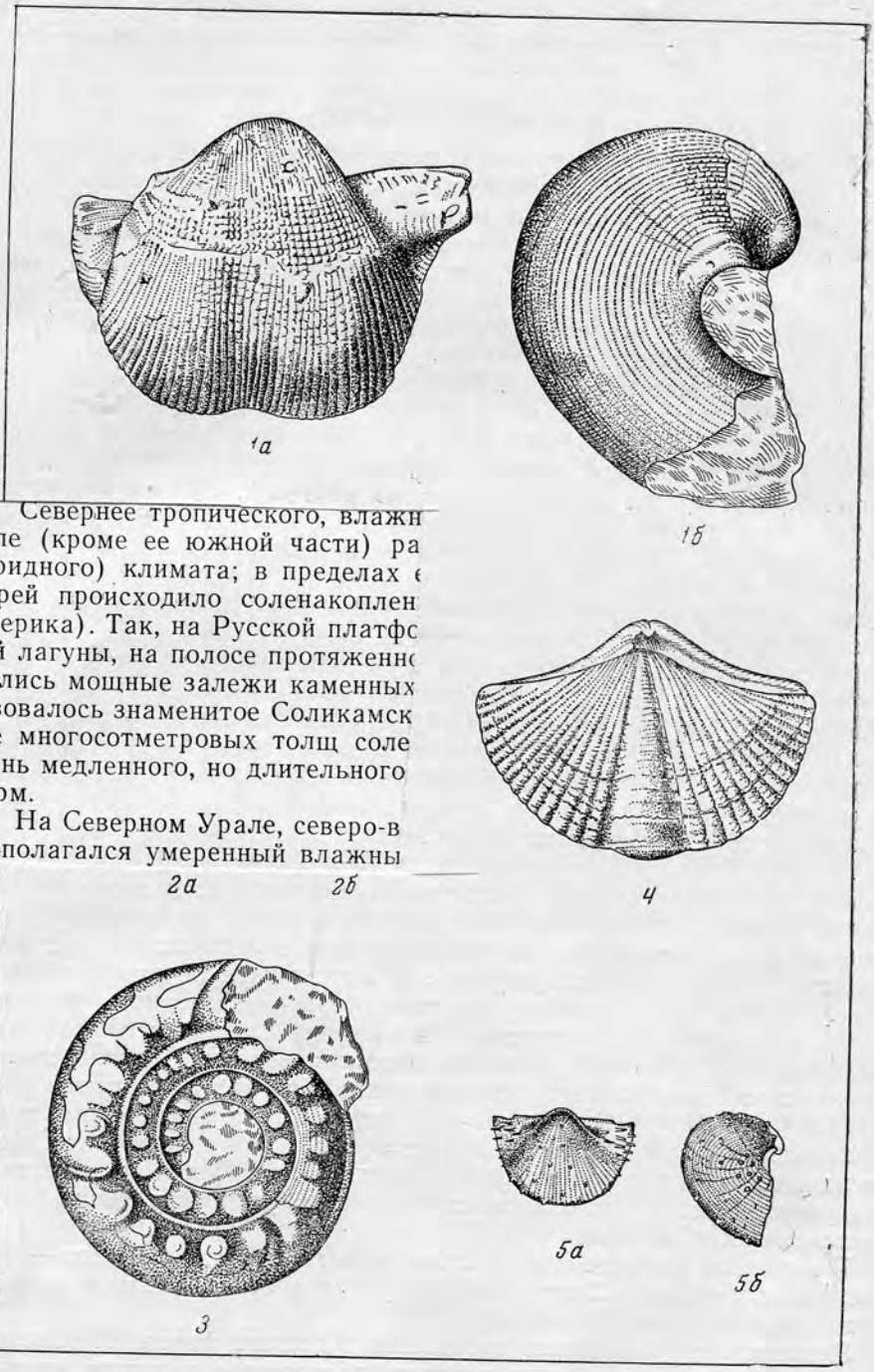
В раннепермскую эпоху наземный растительный мир имел еще сходство с каменноугольной флорой, однако типичные для каменноугольного периода чешуйчатостволь**ные** были уже слабо развиты. Лепидодендроны в пермском периоде неизвестны, а сигиллярии представлены небольшим числом форм. Широкое развитие получили папоротники (простые и семенные) и членистостебельные. Продолжалось развитие голосеменных, среди которых в ранней перми появились первые хвойные, саговниковые и гинкговые. В начале поздней перми голосеменные достигли расцвета, особенно представители древних хвойных (*Walchia, Woltzia* и др.) и гинкговые. А что же касается споровых растений, широко распространенных ранее, то они пришли в упа[произошли новые, очень крупные частью вымерли. Таким образом, н[коры, главным образом вдоль произошло обновление флоры, и во [ровались обширные складчатые многом больше напоминала мезозойс[асти, Сихотэ-Алиня, Северо-Амесмена флоры произошла еще на гран[йская эра ознаменовалась также ление новой флоры было обусловлен[ических впадин, продолжающих вий, которые установились на значит[время, — Атлантической и Ин тальный, более сухой климат). Слаб[сьма своеобразным. В это время влажных климатических зон Гондван[аммониты и белемниты, крупные нии всего пермского периода продолж[нные, а к концу периода и по тов и семенных папоротников, развив[периоде (особенно глоссоптериевая).

Беспозвоночные животные пермс[риода: триасовый, юрский и ме большее сходство с фауной предыдущего периода, но и среди них произошли крупные изменения. По-прежнему важная руководящая роль принадлежала плеченогим; из них наибольшее распространение имели семейства продуктид и спириферид. В морской фауне продолжали играть большую роль крупные фораминиферы — швагерины, фузулины и др. Из головоногих на первый план наряду с гониатитами выдвинулись представители новой, более высокоорганизованной группы аммоноидей с усложненной перегородочной линией; из них наибольшее развитие получила *Medlicottia* и некоторые другие роды, характерные только для пермского периода. Значительно возросла роль пелеципод, особенно для континентальных пресноводных фаций; в этих же фациях, а также в лагунных фациях устанавливается широкое распространение низших ракообразных (*Estheria*).

В пермском периоде слабее были развиты группы кораллов — четырехлучевых и табулят. Зато рифообразующими организмами в пермских морях стали мшанки (*Fenestella*).

Значительные изменения произошли в составе фауны позвоночных. Акуловые рыбы уменьшились в числе, дальнейшее развитие получили костные рыбы. Из наземных позвоночных в расцвете находились земноводные (группы покрытоголовых). Появившиеся в конце каменноугольного периода пресмыкающиеся в пермском периоде также достигли расцвета. Они были представлены в это время своеобразными древними группами — пеликозаврами и звероподобными.

К концу пермского периода окончательно вымерли многие типичные для палеозоя группы животных и взамен них появились более высокоор-



Севернее тропического, влажн
ропе (кроме ее южной части) ра
(аридного) климата; в пределах е
морей происходило соленакоплен
Америка). Так, на Русской платфс
ной лагуны, на полосе протяженно
жились мощные залежи каменных
разовалось знаменитое Соликамск
ние многосотметровых толщ соле
очень медленного, но длительного
форм.

На Северном Урале, северо-в
располагался умеренный влажны

Рис. 127. Некоторые руководящие ископаемые пермского периода

1, а, б—Productus (Dictyoclostus) uralicus Tschern. (нижняя пермь); *2, а, б—Medlicottia orbignyana* Vern. (нижняя пермь); *3—Paragastrioceras jossae* Vern. (нижняя пермь); *4—Spirifer (Rugulatia) rugulatus* Kut. (верхняя пермь); *5а, б—Productus (Cancrinella) cancrini* Vern. (верхняя пермь)

ганизованные группы, характерные уже для мезозойской эры. К исчезнувшим к концу палеозойской эры группам животных принадлежат: подавляющее большинство плеченогих — семейства продуктид и спирифферид и др.; почти все гониатиты и наутилоидеи, четырехлучевые кораллы и, за небольшим исключением, все табуляты; древние морские ежи и древние морские лилии, последние трилобиты, своеобразные гигантские фораминиферы позднего палеозоя и некоторые другие.

Таким образом, на границе двух эр завершилось обновление фауны, которое началось еще в каменноугольном периоде.

ГЛАВА 20

МЕЗОЗОЙ (Mz)

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Мезозойская эра получила свое название благодаря ее промежуточному положению между древней — палеозойской и новой — кайнозойской эрами. В переводе на русский язык слово *мезозой* означает «эра средней жизни».

На протяжении мезозойской эры произошли новые, очень крупные тектонические преобразования земной коры, главным образом вдоль берегов Тихого океана, где сформировались обширные складчатые структуры Верхоянско-Колымской области, Сихотэ-Алиня, Северо-Американских Скалистых гор и др. Мезозойская эра ознаменовалась также возникновением двух огромных океанических впадин, продолжающих свое существование и по настоящее время, — Атлантической и Индийской.

Органический мир в мезозое был весьма своеобразным. В это время широкое распространение получили аммониты и белемниты, крупные наземные и водные рептилии, голосеменные, а к концу периода и покрытосеменные растения.

Мезозойская эра делится на три периода: триасовый, юрский и меловой.

ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД

Подразделение триасовой системы

Триасовая система была выделена в 1834 г. в Германии и получила свое название благодаря подразделению ее в этой стране на три части, резко различающиеся по литологическим и палеонтологическим признакам. За пределами Германии триасовая система нередко представлена литологически более однообразно, но по остаткам организмов она всюду легко расчленяется, как и в Германии, на три отдела.

Деление триасовой системы на отделы и ярусы приводятся в табл. 9.

Таблица 9

Подразделение триасовой системы

Отдел	Ярус
Верхнетриасовый T_3	Рэтский T_3r Норийский T_3n Карнийский T_3k
Среднетриасовый T_2	Ладинский T_2l Анизийский T_2a
Нижнетриасовый T_1	Оленекский T_1o Индский T_1i

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

После крупной перестройки земной коры, происшедшей в результате герцинской эпохи складчатости, в структуре ее с начала триасового периода устанавливаются следующие черты. Платформенные области — докембрийские, каледонские и герцинские — слагают два огромных материка: Ангариду (в северном полушарии) и Гондвану (в южном). Из геосинклинальных областей продолжали существовать только Кордильерская, или Восточно-Тихоокеанская, Западно-Тихоокеанская, Верхоянская, Средиземноморская (значительно суженная к этому времени) и небольшая часть (восточная) Монголо-Охотской геосинклинальной области (рис. 128).

На поверхности северного материка и Гондваны почти повсеместно в течение триасового периода продолжал сохраняться установившийся в пермском периоде континентальный режим. Возможно, что площадь суши на этих материках стала еще большей, чем в предыдущем периоде. Морской режим был характерен почти исключительно для геосинклинальных областей. Трансгрессии моря на платформах проявлялись слабо. Эпиконтинентальное море продолжало существовать только на севере Ангариды, в районе о-вов Шпицберген, причем оно здесь заметно сократилось в сравнении с пермским периодом. Небольшие трансгрессии моря имели место в раннетриасовую эпоху на крайнем юго-востоке Русской платформы (в Прикаспийской низменности), в среднетриасовую эпоху — в Западной Европе, на территории Германии. В триасовом периоде в связи с продолжавшимся расширением и углублением прогиба, возникшего на Гондване в районе Мозамбикского пролива еще в конце предшествующего периода, существующее здесь море заметно увеличилось в своих размерах.

Таким образом, для триасового периода в целом характерна величайшая регрессия моря, пожалуй наибольшая за всю историю земной коры. Она проявилась не только на платформах, но также и в пределах геосинклинальных областей. Так, на западе Средиземноморской геосинклинальной области морские условия временно сменились лагунной обстановкой; континентальные условия установились на значительных участках Верхоянской и Западно-Тихоокеанской геосинклинальных областей.

Горообразовательные тектонические движения проявлялись в триасовом периоде, в общем, слабо. В начале его кое-где заканчивались последние проявления складкообразования герцинской эпохи складчатости, которые отмечены на Урале, на п-ове Мангышлак, в Казахстане и некоторых местах Центральной Азии. Зато на границе триасового и юрского периодов в Верхоянской и Кордильерской геосинклинальных областях складкообразование проявилось довольно интенсивно. Оно рассматривается как начало новой — киммерийской эпохи складчатости, которая широко проявилась в последующие периоды мезозоя. Складкообразование конца триасового периода сопровождалось также бурной вулканической деятельностью.

Мощная вулканическая деятельность в начале периода продолжалась на Сибирской платформе еще с большей силой, чем в конце пермского периода. Обширные излияния и пластовые интрузии базальтовой магмы образовали формацию пород (главным образом базальтов и диабазов), известную под названием сибирских траппов.

В начале триасового периода герцинские структуры продолжали еще сохранять высоко приподнятый горный рельеф, но в течение периода они большей частью оказались размытыми. В процессе денудации герцинид в ряде мест стала формироваться кора выветривания. В триасовом периоде отчетливо намечается тропический и субтропический пояс, совпадающий с областью расположения Средиземноморской геосинкли-

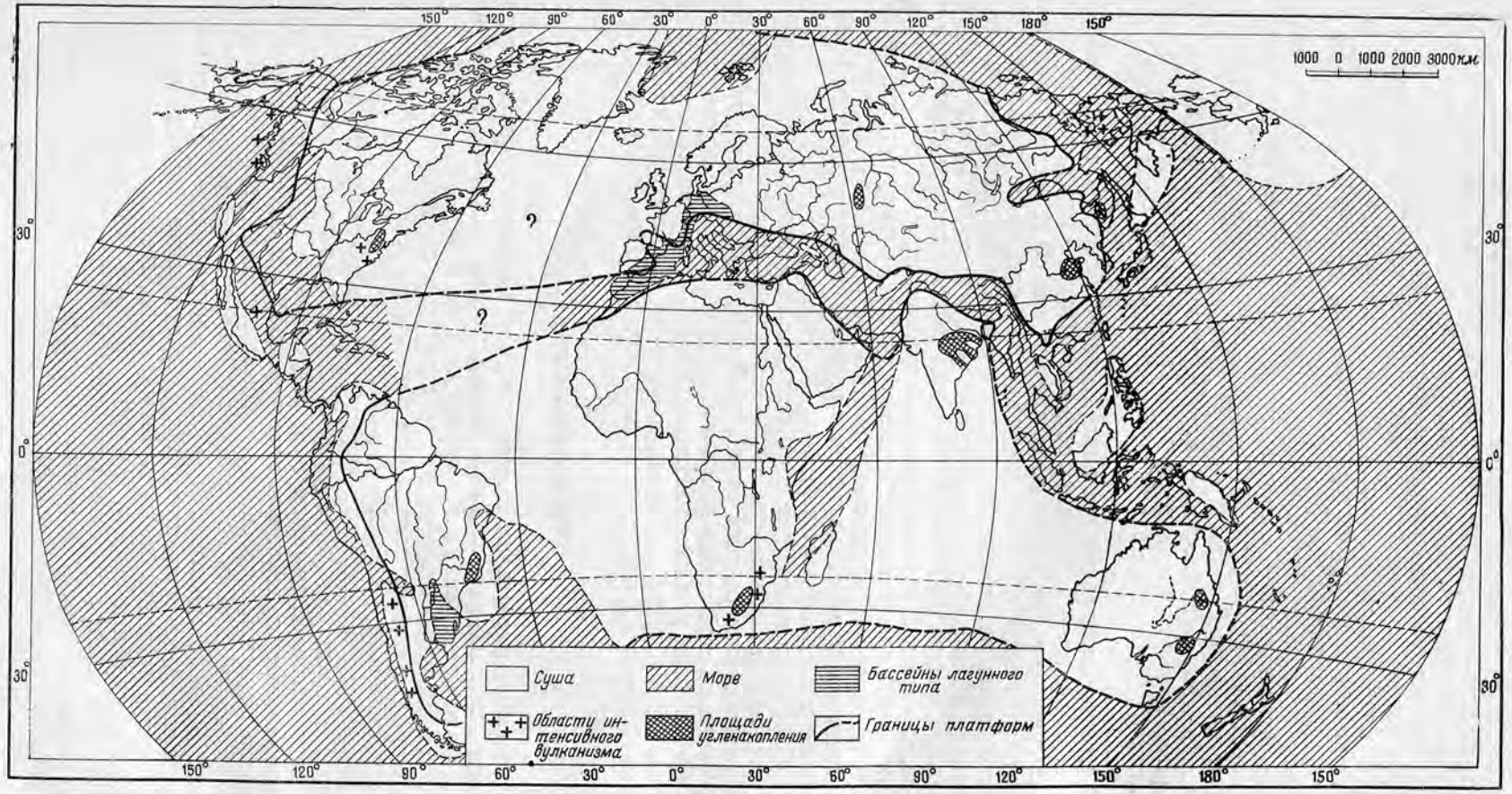


Рис. 128. Схематическая структурно-палеогеографическая карта позднетриасовой эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

нальной области (включая и южную часть Северной Америки) и по обе стороны от него — умеренные пояса. На поверхности обширнейших тогда площадей суши климат был преимущественно сухой, местами влажный. С конца среднетриасовой эпохи влажность климата возрастает, что способствует угленакоплению на многих участках платформ на протяжении всей позднетриасовой эпохи. Районы с проявлением оледенений для триаса неизвестны, что указывает на общее потепление климата в сравнении с поздним палеозоем.

Среди триасовых отложений наибольшим распространением пользуются континентальные осадки; на территории Европы, отчасти Северной Америки и Африки, где преобладал сухой климат, это главным образом красноцветные глины и пески. В Азии, где на значительной части территории в позднетриасовой эпохе существовал влажный умеренный и субтропический климат, нередко встречаются угленосные свиты (мальцевская свита Кузнецкого бассейна, угленосная серия Челябинского бассейна и др.).

В Средиземноморской геосинклинальной области в триасовом периоде образовывались главным образом обычные осадочные морские породы, среди которых очень много известняков и глинистых сланцев. В геосинклинальных областях, окружающих Тихий океан, в составе триасовой системы из осадочных пород преобладают глинистые сланцы и песчаники. Кроме того, здесь местами, особенно вдоль Тихоокеанского побережья Северной и Южной Америки, очень много различных лав и туфов, указывающих на интенсивный вулканизм.

Триасовые отложения СССР распространены примерно в тех же местах, где и пермские отложения.

В пределах Русской платформы развиты преимущественно континентальные триасовые отложения.

На Сибирской платформе континентальные, в основном вулканогенные триасовые, отложения известны в ее западной и центральной частях. Континентальные отложения триаса выявлены в некоторых котловинах Урало-Тяньшаньской складчатой зоны. Значительно шире других систем триас представлен на Северо-Востоке СССР — в Верхоянской складчатой зоне, в Забайкалье и в Приморском крае, а также на Юго-Западе СССР, в Крыму, на Кавказе, на п-ове Мангышлак, на Памире.

Органический мир

В наземном растительном мире триасового периода основное место занимали голосеменные: хвойные, саговиковые и гинкговые. Довольно широко были представлены папоротники.

Животный мир этого периода, имевший уже, в общем, мезозойский облик, сохранял в своем составе еще некоторых представителей позднепалеозойской фауны (рис. 129).

Среди морских беспозвоночных широкое распространение получили аммоноидеи, представленные формами как с цератитовой, так и аммонитовой, иногда очень сложной перегородочной линией; продолжали также существовать некоторые формы с гониатитовой линией. Некоторые роды аммонитов характерны только для данного периода (например, *Pinacoceras*). Цератиты (*Meekoceras, Sibirites, Ceratites* и др.) к концу периода вымерли. В конце триасового периода появились первые белемниты. Наряду с аммонитами значительное распространение получили пелециподы. Они представлены большим числом родов, среди которых имеются важные руководящие формы (Monotis, Halobia). Появились новые — шестилучевые кораллы и новые ежи. Последние табуляты просуществовали до конца периода. Плеченогие были широко представлены семействами ринхонеллид и теребратулид.

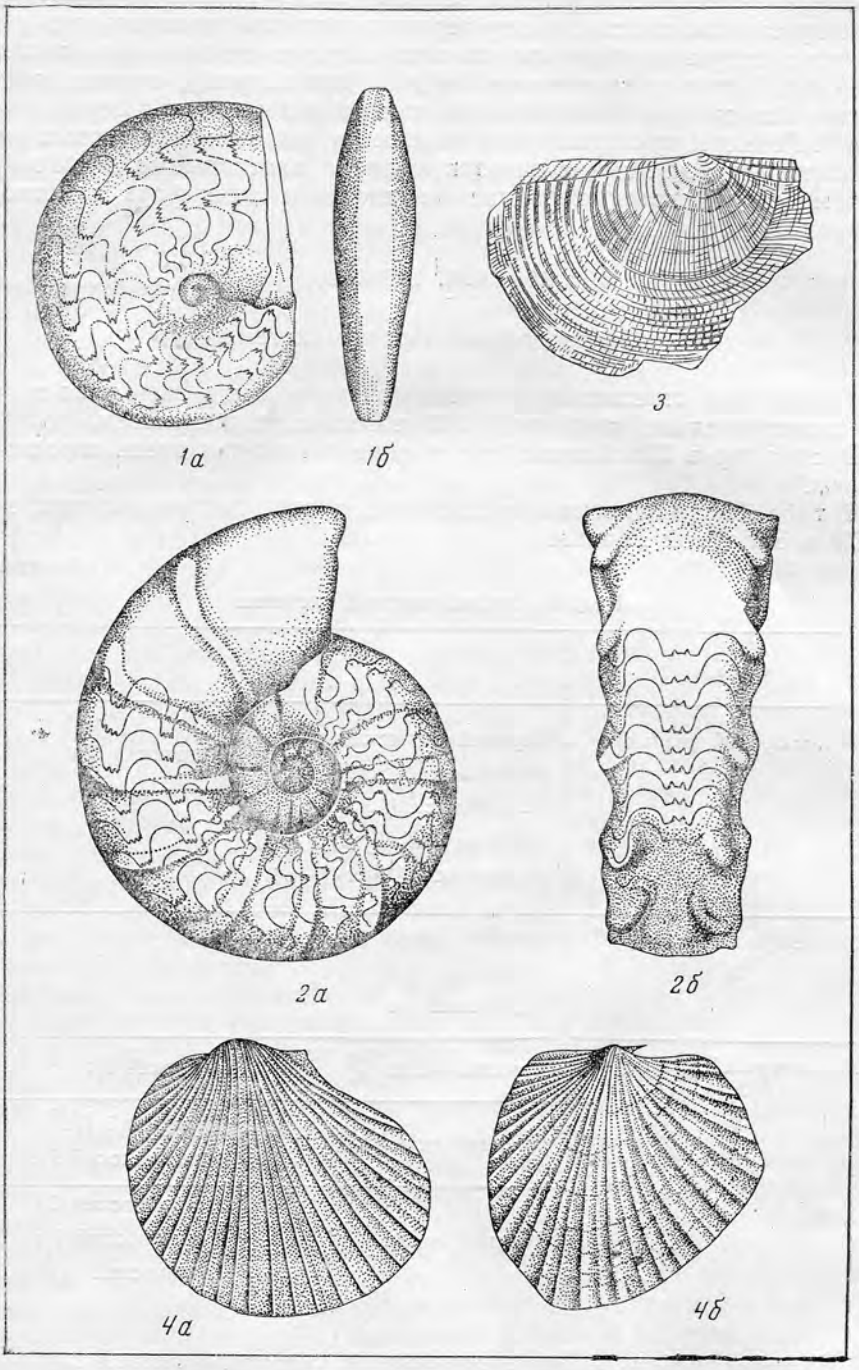


Рис. 129. Некоторые руководящие ископаемые триасового периода
1, а, б—Meekoceras boreale Dien (нижний триас); *2, а, б—Ceratites nodosus* Brug. (средний триас); *3—Halobia neumayri* Bittn. (верхний триас); *4а, б—Monotis ochotica* Keys. (верхний триас)

Среди позвоночных ведущее место занимали новые, типично мезозойские группы пресмыкающихся. Только в начале периода встречались еще представители пермских групп. Доживали последние века и представители палеозойской группы земноводных — покрытоголовые. Триасовые пресмыкающиеся к концу периода достигли значительного разнообразия и подразделялись уже на типичных для мезозоя наземных ящеров (среди которых выделяется группа динозавров), водных ящеров (первые ихтиозавры и плезиозавры) и первых летающих ящеров (птерозавры). Размеры триасовых ящеров и некоторых покрытоголовых амфибий достигали 5 *м*. Многие динозавры имели массивные задние конечности и массивный хвост; передние конечности у таких форм заметно атрофировались.

ЮРСКИЙ ПЕРИОД

Подразделение юрской системы

Отложения, отнесенные к юрской системе, были выделены в качестве самостоятельной системы в 1829 г. Свое название система получила от Юрских гор в Швейцарии, где юрские отложения очень хорошо выражены.

В табл. 10 приводится подразделение юрской системы, принятое для СССР и Западной Европы.

Таблица 10

Подразделение юрской системы

Отдел	Ярус	
Верхнеюрский (мальм) J_3	Верхний волжский J_3v_2 Нижний волжский J_3v_1	Титонский J_3t
	Кимериджский J_3km	
	Оксфордский J_3ox	
	Келловейский J_3cl	
Среднеюрский (доггер) J_2	Батский J_2bt	
	Байосский J_2bj	
	Ааленский J_2a	
Нижнеюрский (лейас) J_1	Верхний лейас J_1^3	Тоарский J_1t
	Средний лейас J_1^2	Домерский J_1d Плинсбахский J_1p
	Нижний лейас J_1^1	Лотарингский J_1l Синемюрский J_1s Геттангский J_1h

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

Платформенные и геосинклинальные области, известные в триасовом периоде, продолжали существовать и на протяжении юрского периода, но их очертания и размеры к концу периода в результате происходившего горообразования и возникновения многих разломов, впадин и прогибов в земной коре значительно изменились.

В начале юрского периода — в лейасовую эпоху, как и в конце триасового периода, на платформах сохранялся в основном континентальный режим. Но в конце лейасовой эпохи в результате опусканий стала развиваться новая трансгрессия, которая значительно расширилась в доггере и достигла наибольшего размаха в мальме. Средне- и позднеюрская трансгрессии охватили всю Западную Европу и Русскую платформу (за исключением Балтийского и Украинского щитов и некоторых приподнятых участков каледонид и герцинид Центральной Европы), проникли на территорию Западно-Сибирской низменности (в пределах которой палеозойские сооружения оказались значительно денудированными и опущенными), заняли обширную северную полярную область и сравнительно не надолго охватили восточную часть Сибирской платформы, в пределах Вилюйской синеклизы.

В позднеюрскую эпоху теплые воды Средиземноморской геосинклинальной области через Восточно-Русское эпиконтинентальное море получили прямую связь с обширным Северным, относительно более холодным, морским бассейном. Эпиконтинентальные моря возникли также на западной окраине Северо-Американской платформы и на севере Африкано-Аравийской платформы. Дальнейшее расширение претерпел занятый морскими водами прогиб в районе Мозамбикского пролива, и, кроме того, морские воды проникли в район, прилегающий с запада к Австралии, что связано с возникновением еще одного, нового и обширного прогиба, отделившего Австралию от остальной части Гондваны.

В конце поздней юры в связи с проявлением крупной складчатости произошла регрессия как на платформах, так и в геосинклинальных областях (рис. 130).

Несмотря на значительное развитие средне- и позднеюрской трансгрессии, все же бóльшая часть платформ представляла собой сушу.

Тектонические движения в юрском периоде проявлялись со значительной силой. В начале периода на границе с триасовым периодом возникли поднятия во многих участках Средиземноморской геосинклинальной области: в Индокитае и Южном Китае, на Кавказе, в Крыму, Восточных Карпатах. Все же горообразование в это время большого размаха не достигло. Значительно сильнее проявились процессы горообразования в конце периода, причем оно происходило главным образом в геосинклинальных областях, примыкающих к Тихому океану. Последняя особенность является характерной для всей мезозойской эры в целом. Вот почему многие ученые киммерийскую эпоху складчатости часто именуют тихоокеанской.

В результате позднеюрской фазы киммерийской эпохи складчатости возникли обширные горные сооружения в Верхоянской, на востоке Монголо-Охотской и в Кордильерской геосинклинальных областях. Их окончательное оформление закончилось в меловом периоде. Сравнительно небольшие следы этой складчатости имеются и в Средиземноморской геосинклинальной области: на Кавказе, в Крыму и Гималаях. Рассматриваемая складчатость сопровождалась очень бурным вулканизмом, преимущественно в Кордильерской и Верхоянской геосинклинальных областях.

Заметные изменения в юрском периоде происходят и в структуре платформ. Как отмечалось, территория огромной Гондванской платформы еще в конце перми начала расчленяться прогибом и в районе Мозамбикского пролива. Возникновение в юрском периоде второго прогиба западнее Австралии усилило этот процесс расчленения, который продолжался и в последующем периоде. В связи с опусканием по глубоким разломам крупных участков Гондванской платформы начала формироваться впадина современного Индийского океана. На больших территориях на юге Африки и Южной Америки по многочисленным разломам происходили интенсивные вулканические извержения и вне-

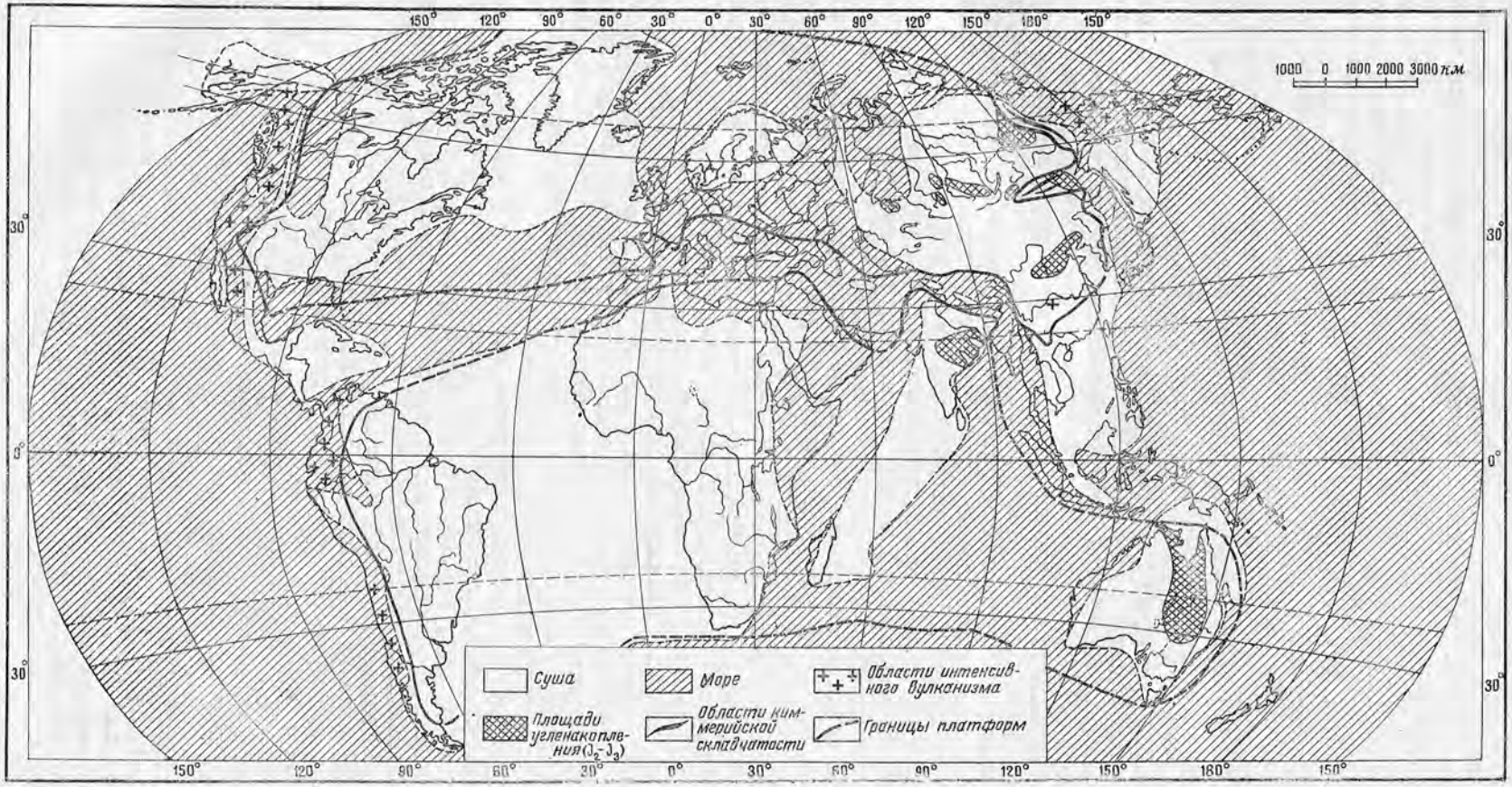


Рис. 130. Схематическая структурно-палеогеографическая карта позднеюрской эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

дрения основной магмы, т. е. проявился трапповый вулканизм. В результате образовались мощные толщи базальтовых лав и многочисленные интрузивные тела основного состава (долериты), во многих чертах сходные с Сибирскими траппами пермо-триасового возраста. На докембрийских и особенно палеозойских платформах закладываются обширные впадины (синеклизы), например Вилюйская и Хатангская синеклизы на Сибирской платформе, Англо-Парижская впадина в пределах герцинид Центральной Европы и др. К этому времени относится образование весьма обширных по своим размерам Западно-Сибирской и Туранской плит.

В начале юрского периода возник ряд вторичных геосинклинальных прогибов в пределах Китайской платформы — явление, уже ранее отмеченное для юга Русской платформы, где в конце девонского периода образовался глубокий Донецкий геосинклинальный прогиб. В результате Китайская платформа распалась на ряд глыб, а в прогибах накопились мощные многокилометровые толщи осадков, в том числе и угленосные, смятые впоследствии (в конце юрского периода) в складки.

Таким образом, структура земной коры в течение юрского периода значительно усложнилась, что в свою очередь сказалось и на характере рельефа земной поверхности, на климатических особенностях, составе органического мира и осадконакоплении. Рельеф на суше был в это время довольно расчлененным, что подтверждается широким развитием среди юрских отложений терригенных осадков. Климат в юрском периоде, в общем, был довольно теплым и на больших пространствах влажным. Хорошо прослеживаются тропический и субтропический пояса, переходящие к югу и северу в умеренные пояса. Тропический и субтропический пояса, как и ранее, охватывали территорию Средиземноморской геосинклинальной области и прилегающие к ней участки платформ. В пределах этих поясов в морях отлагались карбонатные породы (наряду с обломочными); в морях, расположенных в пределах других климатических зон, накапливались песчано-глинистые, в основном мелководные отложения; известняки для них нехарактерны.

В засушливых областях тропической и субтропической зон, где возникли обособленные лагуны, происходило также накопление солей и гипса (Средняя Азия, Западная Европа, Северная и Южная Америка).

Для эпиконтинентальных морей, расположенных преимущественно в зонах умеренного климата, характерно накопление оолитовых железных руд. В результате возникли очень важные промышленные железорудные месторождения в Западной Европе — на территории Англии, Франции, Германии, Липецкое на Русской платформе, Халиловское на Южном Урале и др. В этих же морях образовывались промышленные скопления желвачных фосфоритов, например в бассейне р. Волги на Русской платформе. В ряде районов юрские отложения являются в настоящее время газо- и нефтеносными. Нефтяные месторождения, связанные с юрскими отложениями, уже давно известны в Северной Америке, в Западной Европе, на юго-востоке Русской платформы (Урало-Эмбенская нефтеносная область). Теперь оказалось, что нефть и газ имеются в юрских отложениях обширной Западно-Сибирской плиты, на Сибирской платформе и в других местах.

На обширных площадях юрской суши в условиях влажного умеренного или жаркого климата отлагались толщи континентальных песчано-глинистых пород содержащие почти повсеместно угольные пласты. Только на территории Северной и Южной Америки угленосность в юрских отложениях практически отсутствует. На других же современных материках — в Европе, Азии и Австралии — угленосность юрских отложений выражена весьма широко, особенно в Азии. Здесь угленосные от-

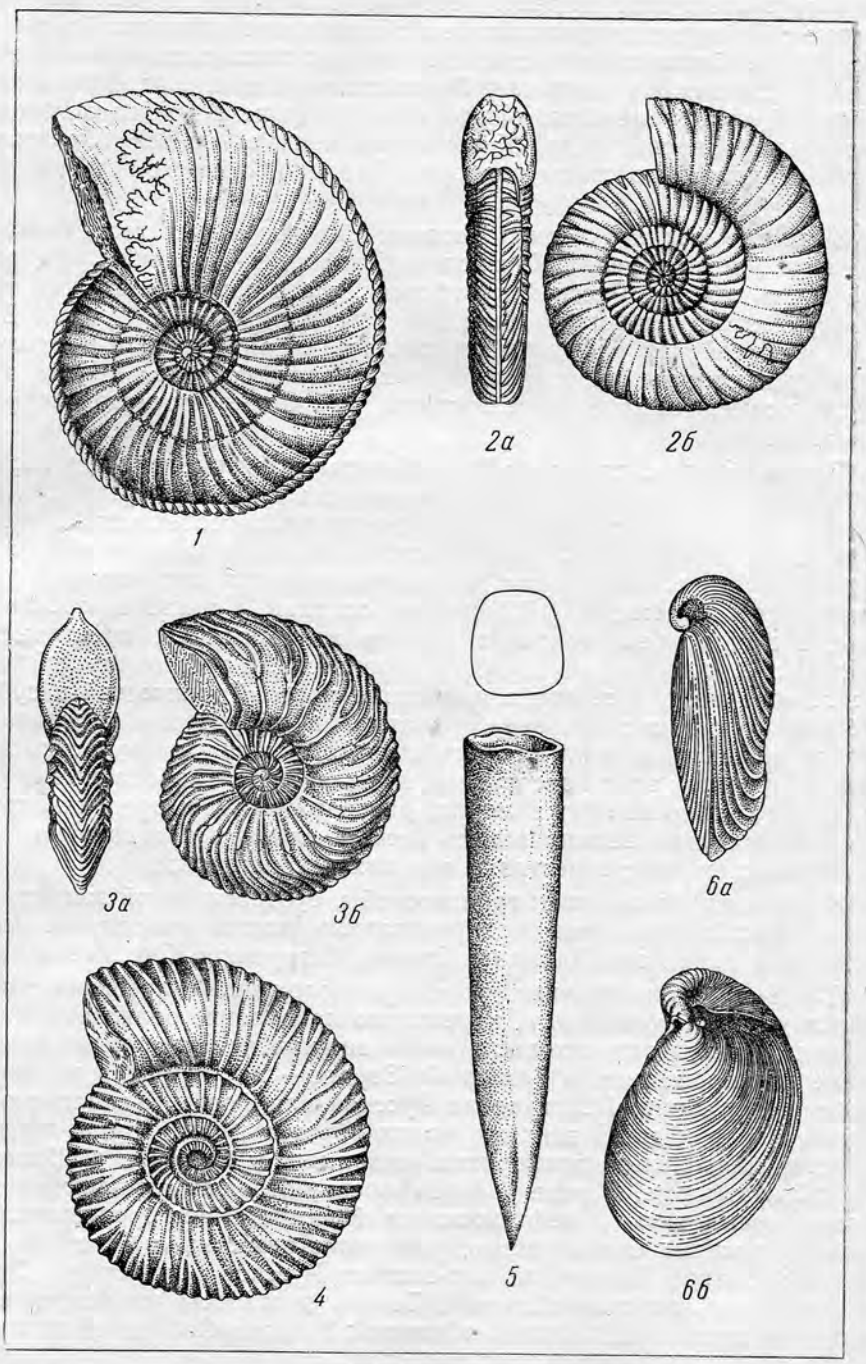


Рис. 131. Некоторые руководящие ископаемые юрского периода

1—Amaltheus margaritatus Montf. (нижняя юра); *2, а, б—Parkinsonia parkinsoni* Sow. (средняя юра); *3, а, б—Cardioceras cordatum* Sow. (верхняя юра); *4—Perisphinctes (Epivirgatites) nikitini* Mich. (верхняя юра); *5—Belemnites (Pachyteuthis) panderianus* Orb. (верхняя юра); *6, а, б—Aucella mosquensis* Buch. (верхняя юра)

ложения юрской системы выполняют многочисленные синеклизы и впадины.

Юрское угленакопление по своим масштабам, а также по подсчитанным ныне геологическим запасам, очевидно, значительно превышает масштабы карбонового угленакопления.

В Советском Союзе юрские отложения широко представлены на Русской и Сибирской платформах, в пределах обширных впадин уралотяньшаньских палеозойских структур, на территории киммерид Верхоянской складчатой страны и Приморья, а также в пределах альпийских складчатых сооружений Кавказа, Крыма и Восточных Карпат.

Органический мир

Органический мир юрского периода очень богат и носит типично мезозойский облик. Из растений, населявших юрскую сушу, богато представлены все высшие классы голосеменных: гинкговые, саговиковые и хвойные. Значительную роль играют и папоротники. Юрская флора в целом сходна с флорой триасового периода и раннего мела, но представлена в основном иными родами и видами. Широкое развитие на севере хвойных со стволами, имеющими хорошо выраженные годичные кольца, и приуроченность цикадовых и других групп к средним широтам позволяют установить наличие определенной климатической зональности в размещении флоры.

Из морских беспозвоночных необычайного расцвета достигли аммониты. Все юрские аммониты имеют сложную перегородочную линию. На аммонитах, в общем, разработана вся стратиграфия юрской системы. Многие юрские аммониты обладали широким горизонтальным распространением и известны почти на всех современных материках. К наиболее распространенным и широко известным аммонитам принадлежат *Phylloceras, Lytoceras* (юра и мел), *Amaltheus* (средний лейас), *Parkinsonia* (средняя юра), Stephnoceras, *Macrocephalites*, *Perisphinctes*, *Cosmoceras* (средняя и верхняя юра) и многие другие. Для юрского периода характерны также многочисленные белемниты — особенно роды *Pachyteuthis* и *Cylindroteuthis* (рис. 131). Из других беспозвоночных большое распространение получили в юрском периоде пелециподы; среди них наиболее важное стратиграфическое значение имеют роды *Aucella, Diceras, Trigonia* и др. Гораздо шире, чем в триасовом периоде, развиты гастроподы, новые морские ежи, причем в юрском периоде появились первые неправильные ежи.

Из позвоночных лучше всего представлены пресмыкающиеся, особенно группа наземных ящеров (динозавры). Среди них встречаются своеобразные формы гигантских размеров (*Diplodocus, Stegosaurus* и др.); многие из них вели земноводный образ жизни. В юрском периоде появились первые птицы (Archaeopterух), у которых наряду с типичными признаками птиц (перья, грудной киль и др.) сохранились еще многие признаки, свойственные пресмыкающимся (зубы, хвост с позвонками и т. д.). В среднеюрской эпохе появились первые млекопитающие.

МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

Подразделение меловой системы

Меловая система впервые была выделена в 1822 г. на территории Франции. Свое название она получила из-за широкого распространения в отложениях этой системы белого писчего мела[1]. Эта порода харак-

[1] Индекс меловой системы Cr происходит от начальных букв латинского названия мела.

терна почти исключительно для данной системы, хотя встречается неповсеместно.

На основании многочисленной фауны (в меньшей степени флоры) для Европы были приняты следующие, в общем единые подразделения меловой системы на отделы и ярусы (табл. 11).

Таблица 11

Подразделение меловой системы

Отдел	Ярус	
Верхнемеловой Cr_2	Датский Cr_2d	
	Маастрихтский Cr_2mt	Сенонский Cr_2sn
	Кампанский Cr_2cp	
	Сантонский Cr_2st	
	Коньякский Cr_2cn	
	Туронский Cr_2t	
	Сеноманский Cr_2cm	
Нижнемеловой Cr_1	Альбский Cr_1al	
	Аптский Cr_1ap	
	Барремский Cr_1b	Неокомский Cr_1nc
	Готеривский Cr_1h	
	Валанжинский Cr_1v	

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

В меловом периоде закончилась киммерийская эпоха складчатости, поэтому земная кора (ее структура и физико-географические условия) испытали особенно сильные изменения.

Регрессия морей на платформах, начавшаяся в самом конце юрского периода, продолжалась и в раннемеловую эпоху, вследствие чего почти совершенно исчезло море на площади герцинид в Западной Европе. На Русской платформе оно сохранилось лишь в полосе, примыкающей к Уралу. В других местах также произошли значительные сокращения морей, лишь Западно-Сибирское море, в общем, сохранило свои размеры (рис. 132).

В геосинклинальных областях, продолжавших свое существование, но в той или иной мере сократившихся к концу юрского периода, на границе раннемеловой и позднемеловой эпох проявилась новая фаза складчатости, особенно сильно в пределах Верхоянской, восточной части Средиземноморской и в оставшейся после палеозоя части Монголо-Охотской геосинклинальных областей. Для Верхоянской геосинклинальной области и оставшейся части Монголо-Охотской проявление этой складчатости привело по существу к окончанию геосинклинального развития и оформлению в их пределах повсеместно поднятий и горных сооружений. К этому же времени относится образование некоторых поднятий в Южной Европе (в пределах Средиземноморской геосинклинальной области). Одновременно с этой складчатостью произошли новые расколы и крупные опускания обширных территорий на Гондване; Гондвана распалась на отдельные материковые глыбы — Южно-Американскую, Африканскую, Индийскую и Австралийскую. Стала закладываться впадина в северной части Атлантического океана, вследствие чего Ангарида начала разделяться на две части — огромную Евразийскую и Северо-Американскую глыбы.

В начале позднемеловой эпохи произошла снова, на этот раз необычайная по своим размерам трансгрессия, которая охватила не только вновь возникшие обширные океанические впадины, но и многие участки

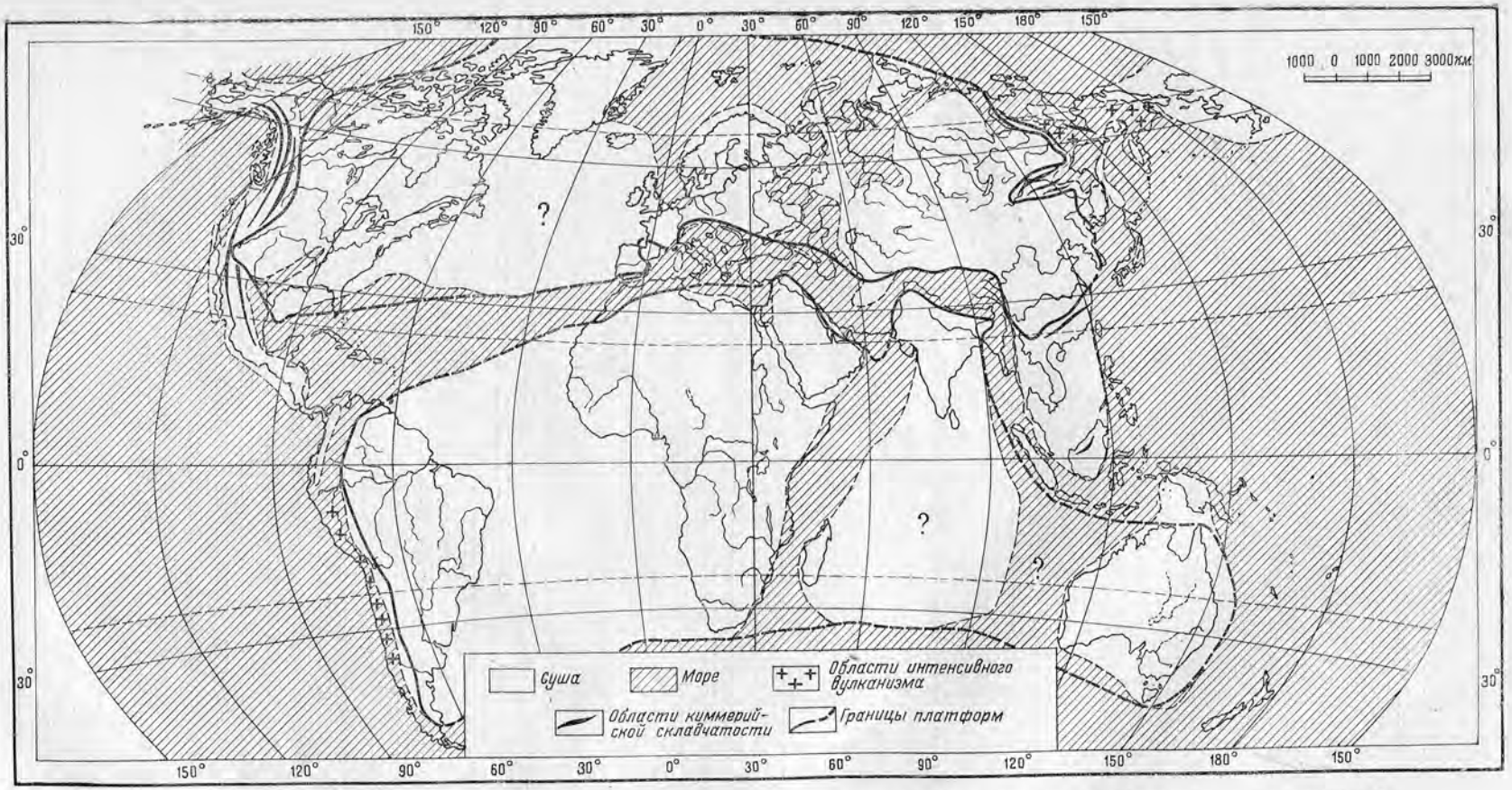


Рис. 132. Схематическая структурно-палеогеографическая карта раннемеловой эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

платформ, особенно прилегающие к Средиземноморской и Кордильерской геосинклинальным областям (рис. 133). Снова возникло обширное море в герцинской части Западной Европы и в южной половине Русской платформы. Оно простиралось далеко на восток и по опустившимся в это время участкам Тургайской плиты и Средней Азии соединялось с Западно-Сибирским морем. Во время наибольшего развития трансгрессии узкая полоса моря протягивалась и на востоке Русской платформы вдоль Уральского хребта, вследствие чего Урал и Новая Земля занимали островное положение.

На Гондване морская трансгрессия, помимо впадин Индийского и Атлантического океанов, охватила огромные площади в Северной Африке, Индии и Австралии. Значительная трансгрессия происходила, кроме того, на Северо-Американской платформе. Если учесть еще и то, что Средиземноморская геосинклинальная область (в существовавших тогда пределах) была почти вся занята морем, то станет ясно, на какой огромной площади установились морские условия в позднемеловую эпоху. По размаху позднемеловая трансгрессия может сравниться только с ордовикской трансгрессией, хотя и последнюю она, по-видимому, значительно превышала.

К концу позднемеловой эпохи (на границе уже с палеогеновым периодом) относится новая, заключительная фаза складчатости, которая с наибольшей силой проявилась в Кордильерской геосинклинальной области, где окончательно оформились складчатые структуры в пределах Скалистых гор и Анд. Для Кордильерской геосинклинальной области эта фаза складчатости является крупнейшей за всю ее историю существования. После завершения этой фазы складчатости геосинклинальные условия в пределах земной коры сохранились только в краевой, прилегающей к Тихому океану части Кордильерской геосинклинальной области, в Западно-Тихоокеанской и Средиземноморской геосинклинальных областях. В самом конце позднемеловой эпохи (в датском веке) в связи с общим поднятием многих частей земной коры произошла регрессия, и площадь суши заметна возросла.

Завершение в меловом периоде геосинклинального развития Верхоянской и восточной части Монголо-Охотской геосинклинальных областей, а также формирование киммерид в пределах Кордильерской и на востоке Средиземноморской геосинклинальных областей сопровождалось чрезвычайно интенсивной магматической деятельностью — вулканической и интрузивной. Особенно обильно происходило внедрение кислых (гранитных) интрузий, с которыми связаны многочисленные и крупные месторождения различных металлов, в частности золота, олова, вольфрама, свинца, молибдена и др. В процессе формирования молодых складчатых горных областей киммерид в ряде участков на границах с платформами возникли краевые прогибы. Примерами их являются Предверхоянский краевой прогиб на границе с Сибирской платформой и краевые прогибы вдоль границы Кордильерской геосинклинальной области и Северо-Американской платформы.

В меловом периоде энергичная вулканическая деятельность проявилась и на платформах — на Гондване. На территории Африки происходило внедрение многочисленных даек и, вероятно, излияния лав основного состава, а также формирование знаменитых вулканических трубок, заполненных алмазоносной породой — кимберлитом. Начались мощные излияния и внедрения траппов по многочисленным разломам на Индийской плаформе, где они известны под названием деканских траппов. Эти излияния проявлялись в Индии и позже — в палеогеновом периоде, охватив площадь около 300 тыс. *км*². Общая мощность толщи деканских траппов достигает 2000 *м*.

С завершением складчатости к концу мелового периода рельеф материков стал снова очень сложным. Однако высокие горные массивы и

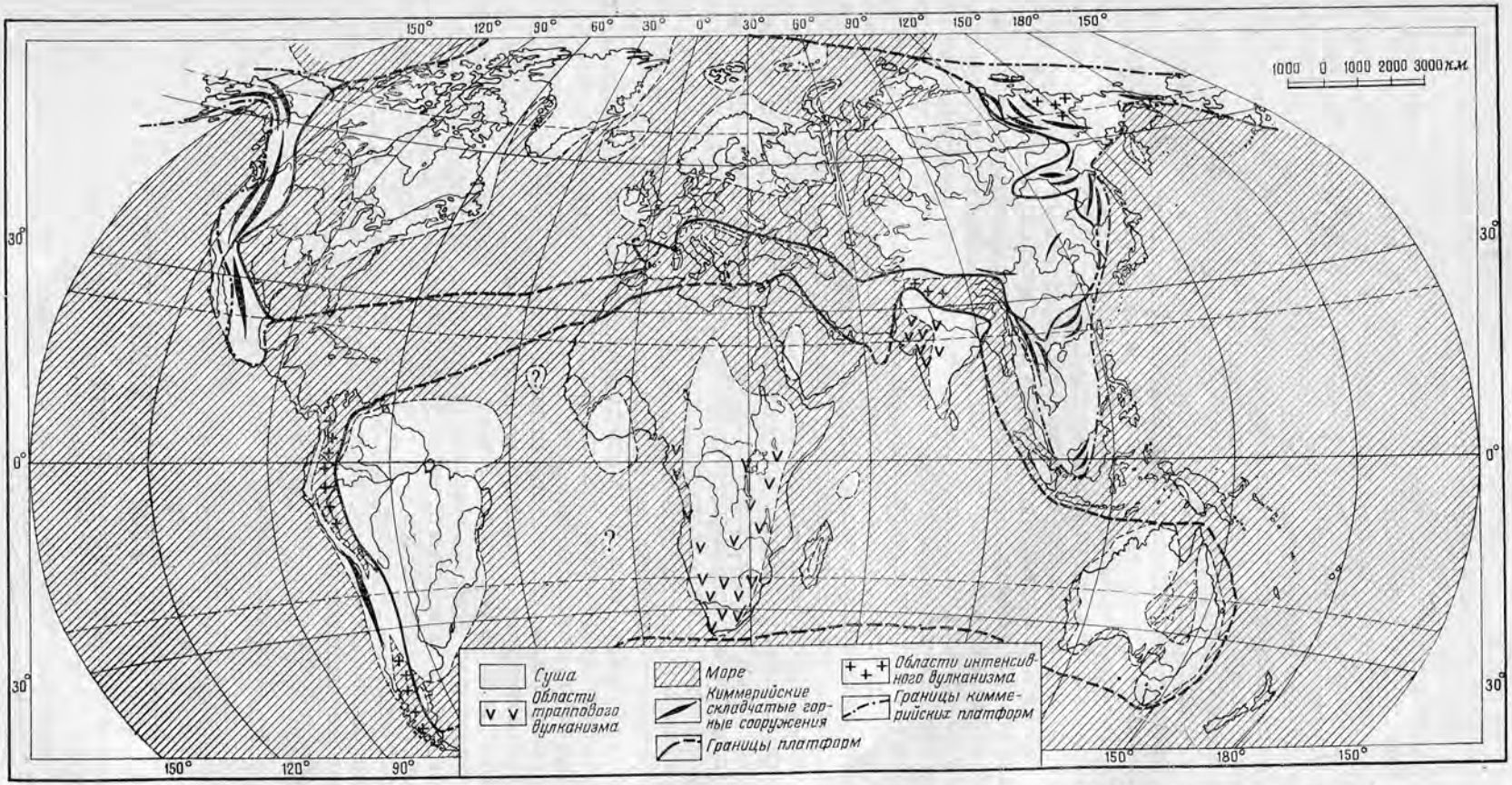


Рис. 133. Схематическая структурно-палеогеографическая карта позднемеловой эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

хребты протягивались в основном только по берегам Тихого океана, в других местах молодые и высокие горы могли встречаться спорадически только в пределах Средиземноморской геосинклинальной области.

Климатическая зональность в меловом периоде во многом аналогична юрской. В позднемеловой эпохе в связи с необычайным развитием морских трансгрессий теплый влажный климат устанавливается на огромном пространстве — вплоть до Арктики, откуда известны остатки флоры широколиственных растений и пальм. К концу периода вследствие проявления горообразовательных движений и общего поднятия материков климатические условия начинают меняться, и устанавливается зональность климата, близкая к современной.

Характер осадконакопления в раннемеловую и позднемеловую эпохи не был одинаковым. Отложения нижнемеловой эпохи по своему составу очень напоминают отложения юрского периода, и почти все, что было сказано выше о составе юрских отложений применимо и к нижнемеловым отложениям. В позднемеловую эпоху в связи с огромной трансгрессией среди морских отложений платформ и Средиземноморской геосинклинальной области необычайно широко распространились карбонатные осадки. Из них для платформ особенно типичен белый писчий мел и мергель — пелагические осадки, состоящие из химически осажденного кальцита, а также в значительной части из микроскопических известковых скорлупок фораминифер и скелетов кокколитофорид (из жгутиковых). Кроме того, на платформах встречаются также пелагические кремнистые осадки — трепела и опоки, сложенные раковинками диатомовых водорослей, впервые широко распространившихся в позднемеловую эпоху. Наряду с этим встречаются и явно мелководные глины, мергели, пески, часто глауконитовые, а вблизи Средиземноморской зоны — известняки с кораллами и пелециподами.

Среди геосинклинальных отложений верхнего мела широко развиты флишевые толщи, характеризующиеся частым и ритмичным переслаиванием глинистых сланцев, известняков, мергелей и песчаников. Флиш формируется в обстановке непрерывных колебаний морского дна и почти лишен ископаемых организмов. В Центральной Европе и Средиземноморской геосинклинальной области большое распространение имеют коралловые и массивные известняки, сложенные своеобразными рифообразующими двустворчатыми моллюсками — рудистами, свидетелями теплого, тропического климата.

Континентальные отложения меловой системы представлены песками, конгломератами, глинами; во многих случаях они угленосны, главным образом на территории Азии и Северной Америки. Характерно, что на территории Азии (Сибирская платформа, Приморье) угленосность приурочена к нижнемеловым отложениям, а в Северной Америке — к верхнемеловым. Угли бурые, но там, где угленосные толщи после накопления подвергались складчатости (например, в Предверхоянском краевом прогибе—в бассейне Лены), они превратились в каменные.

Среди меловых отложений известны и лагунные осадки, например в Средней Азии, где они выражены красноцветными песчаниками, солью и гипсом.

В СССР меловые отложения лучше всего представлены в западной части, включая Западно-Сибирскую низменность и Среднюю Азию; восточнее они выражены гораздо слабее.

Органический мир

Органический мир мелового периода в целом сохраняет еще мезозойский облик, но вместе с тем заметное развитие, особенно к концу периода, получают некоторые группы организмов, широко распространившиеся уже в последующую эру.

Наиболее разительная перемена произошла на протяжении периода в растительном мире. В раннемеловую эпоху флора напоминала юрскую: продолжали существовать хвойные, гинкговые, саговниковые, папоротники. Из саговниковых особенно большого развития достигли беннеттиты. Вместе с тем появились первые покрытосеменные (цветковые), которые быстро эволюционировали и распространялись на меловой суше. К началу позднемеловой эпохи покрытосеменные начинают занимать господствующее положение, а голосеменные отодвигаются на второй план, причем типичные мезозойские группы голосеменных стали постепенно вымирать и к концу периода резко сократились в численности, а беннеттиты вымерли полностью. В верхах верхнемелового отдела обнаружены остатки таких представителей современной флоры, как дуб, береза, лавр, магнолия и др.

Таким образом, во второй половине мелового периода флора в целом приобретает кайнозойский облик.

В морской фауне наряду с широким развитием характерных для мезозоя аммонитов и белемнитов большое распространение получили и другие группы беспозвоночных, особенно пелециподы, а также морские ежи, губки, кораллы, фораминиферы и пр. Многие семейства и роды аммонитов, характерные для юрского периода, в меловом периоде уже отсутствовали, зато появились новые роды этой важнейшей для мезозоя группы животных.

Характерная особенность аммонитов мелового периода состоит в появлении и широком распространении развернутых форм, означающих новый этап в специализации аммонитов. У одних форм развернутых аммонитов обороты не соприкасались между собой *(Crioceras)*, у других *(Baculites)* раковина была совершенно прямой, как у палеозойских наутилоидей; у третьих раковина приобретала улиткообразную форму (Turrilites) или же начальные обороты оставались завернутыми в одной плоскости и тесно прилегали друг к другу, а последние вытягивались (*Scaphites*). Но все же преобладали в меловом периоде формы с раковинами обычного для аммонитов типа — свернутые в одной плоскости *(Polyptychites, Schloenbachia, Hoplites, Simbirskites* и многие другие). Наутилоидеи в меловом периоде представлены родом *Nautilus*. Среди белемнитов в меловом периоде появились новые роды: *Duvalia* (Cr_1), *Belemnitella, Actinocamax* (Cr_2). Из пелеципод в меловом периоде было широко развито семейство устриц *(Ostrea, Gryphala, Exogyra)* и род *Inoceramus*. Эти роды, особенно *Inoceramus,* представлены большим числом видов. Некоторые иноцерамы достигали 2 *м* величины и имели очень мощные створки (рис. 134).

Среди ископаемых позвоночных в меловых отложениях по-прежнему ведущее место занимают пресмыкающиеся. На суше появились многие крупные динозавры причудливой формы (бегающий на мощных задних конечностях *Iquanodon*, гигант *Brontosaurus*, трехрогий *Triceratops* и др.). Из водных ящеров, обитавших в море, на протяжении всего периода были широко распространены плезиозавры, змееподобные мозазавры слабее — ихтиозавры. Летающие ящеры были широко представлены крупным *Pteranodon* (с размахом крыльев до 8 *м* и др.). В группе наземных пресмыкающихся появились змеи. Меловые птицы представлены формами, еще имевшими во рту зубы, но уже лишившимися признаков, напоминающих пресмыкающихся. В меловом периоде наступил расцвет костистых рыб, продолжалось развитие млекопитающих, среди которых выделился уже подкласс последовых (насекомоядные).

Вымирание мезозойских групп животных происходило постепенно: отдельные роды аммонитов и других животных начали исчезать еще с конца юрского периода. К концу мелового периода вымерли все аммониты и почти все белемниты. Из головоногих в кайнозой перешли

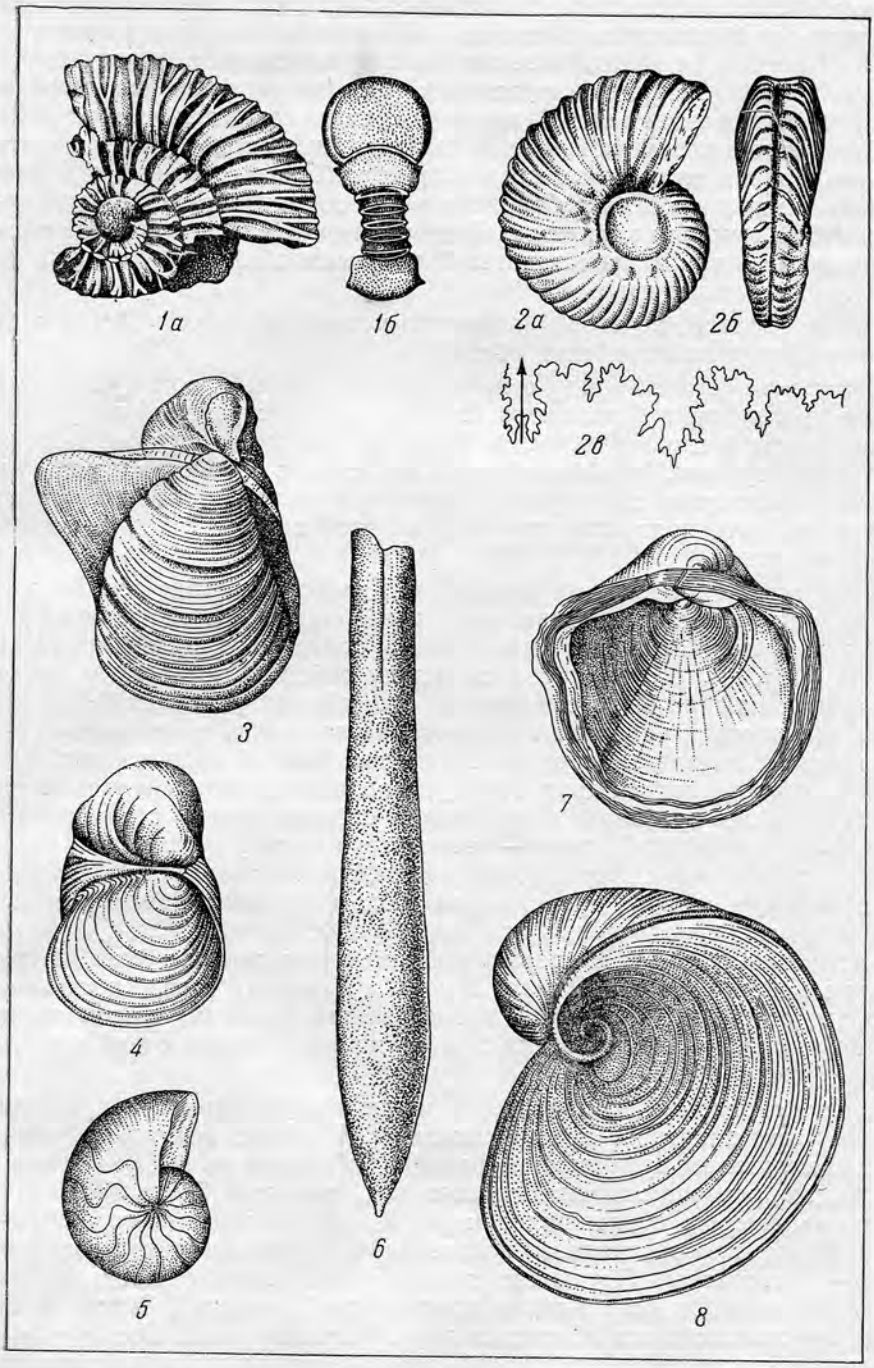


Рис. 134. Некоторые руководящие ископаемые мелового периода

1, а, б—Simbirskites (Speetoniceras) versicolor Trautsch. (нижний мел); 2, *а, б, в—Hoplites dentatus* Sow. (нижний мел); *3—Inoceramus lamarcki* Park. (верхний мел); *4—Inoceramus involutus* Sow. (верхний мел); *5—Nautilus (Hercoglossa) danicus* Schloth. (верхний мел); *6—Belemnitella lanceolata* Schloth. (верхний мел); *7—Gryphaea vesicularis* Lam. (верхний мел); *8—Exogyra conica* Sow. (верхний мел)

только наутилусы, кальмары, каракатицы и осьминоги; в палеогене доживали последние белемниты.

К концу мелового периода исчезли многие семейства, роды и виды и из других групп беспозвоночных. К началу кайнозоя полностью вымерли типичные мезозойские пресмыкающиеся (ящеры); продолжали существовать и позднее только четыре отряда: черепахи, змеи, ящерицы и крокодилы.

На смену частично или полностью вымершим группам животных пришли новые формы, которые широко распространились в последующую эру (пелециподы, гастроподы, млекопитающие, птицы, костистые рыбы).

ГЛАВА 21

КАЙНОЗОЙ (Kz)

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Кайнозойская, или новая (по-гречески *кайнос* — новый), эра геологической истории Земли включает и современный этап развития. Подобно минувшим эрам, она отличается дальнейшим изменением и усложнением структуры земной коры, а также органического мира.

На протяжении кайнозойской эры проявлялась *альпийская эпоха складчатости,* которая продолжается местами по настоящее время. Наряду со складчатостью в геосинклинальных областях происходила дальнейшая перестройка докембрийских и палеозойских платформ, а также и киммерийских складчатых структур. В результате структура земной коры еще больше усложнилась.

Характерной особенностью органического мира кайнозоя является необычайный расцвет покрытосеменных растений, млекопитающих и птиц на суше, пелеципод и гастропод в море.

Кайнозойская группа в настоящее время подразделяется на три системы: палеогеновую, неогеновую и четвертичную.

ПАЛЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД [1]

Подразделение палеогеновой системы

Стратиграфия палеогеновой системы впервые была подробно разработана в Западной Европе; здесь выделены общепринятые подразделения ее на отделы: палеоцен, эоцен и олигоцен и установлены многочисленные ярусы, которые, однако, не получили всеобщего признания. Дело в том, что начиная с палеогенового периода на земной поверхности уже не существовало таких обширных водных бассейнов, какие были в предыдущие периоды, и широкого горизонтального распространения одинаковых ископаемых организмов в палеогене уже не наблюдается, что усложняет стратиграфическое сопоставление толщ отдаленных районов. Поэтому в различных странах вследствие местных различий в фауне и флоре приняты и разные ярусные подразделения. В Советском Союзе стратиграфия палеогена в ряде районов (особенно на Русской платформе) также разработана довольно подробно, но и здесь отсутствует универсальность, и в различных регионах применяются местные деления, имеющие различные названия и объем. Поэтому в табл. 12 приводятся только подразделения палеогена на отделы и подотделы.

---

[1] До недавнего времени палеоген и неоген в ряде стран считались отделами третичной системы. В последние годы они переведены в ранг самостоятельных систем.

Таблица 12

Подразделение палеогеновой системы

Отдел	Подотдел	Примечание
Олигоценовый Pg_3	Верхнеолигоценовый Pg_3^3 Среднеолигоценовый Pg_3^2 Нижнеолигоценовый Pg_3^1	Общепринятых ярусных делений нет; местные деления — серии, свиты и слои В Западной Европе олигоцен делят на три яруса, эоцен — на четыре, палеоцен — на два
Эоценовый Pg_2	Верхнеэоценовый Pg_2^3 Среднеэоценовый Pg_2^2 Нижнеэоценовый Pg_2^1	
Палеоценовый Pg_1	Верхнепалеоценовый Pg_1^2 Нижнепалеоценовый Pg_1^1	

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

После завершения в конце мезозойской эры киммерийской складчатости структура земной коры приобрела следующий вид. Обширный северный платформенный массив Ангариды, возросший за счет тихоокеанских складчатых структур, разделялся еще не совсем оформившейся на севере впадиной Атлантического океана на Северо-Американскую и Евразийскую глыбы, или материки. Восточная, евразийская, часть этого платформенного массива имела сложное строение. Ядром ее являлись докембрийские платформы — Русская, Сибирская, Китайская и Таримская, — спаянные складчатыми сооружениями каледонид и герцинид, а с востока и юго-востока к ним примыкали киммерийские складчатые структуры, возникшие на месте Верхоянской, восточной части Монголо-Охотской и восточной части Средиземноморской геосинклинальных областей. Кроме того, с запада к Русской платформе примыкали каледонские и герцинские структуры Скандинавии и Западной Европы. Западная—Северо-Американская часть Ангариды состояла из Северо-Американской платформы, окаймленной с востока и юго-востока каледонскими и герцинскими, а с запада киммерийскими складчатыми сооружениями.

В южном полушарии вместо единой Гондваны существовали разделенные океаническими впадинами платформенные массивы Южной Америки, Африки, Мадагаскара, Индии и Австралии, в строении которых, помимо докембрийских платформ, участвовали складчатые сооружения палеозоя, а в Южной Америке отчасти и мезозоя.

В платформенных массивах к началу кайнозоя возникли многочисленные синеклизы и антеклизы, впадины и прогибы и подчиненные им структуры.

В кайнозойской эре продолжали существовать Западно-Тихоокеанская и сильно сократившаяся к этому времени Кордильерская и Средиземноморская геосинклинальные области, которые в начале палеогенового периода стали ареной новой альпийской эпохи складчатости (рис. 135).

В начале палеогенового периода регрессия моря, проявившаяся в конце позднемеловой эпохи, снова сменилась трансгрессией, которая достигла наибольшего размаха к концу эоценовой, а местами и началу олигоценовой эпохи. Это последняя крупная трансгрессия в минувшей

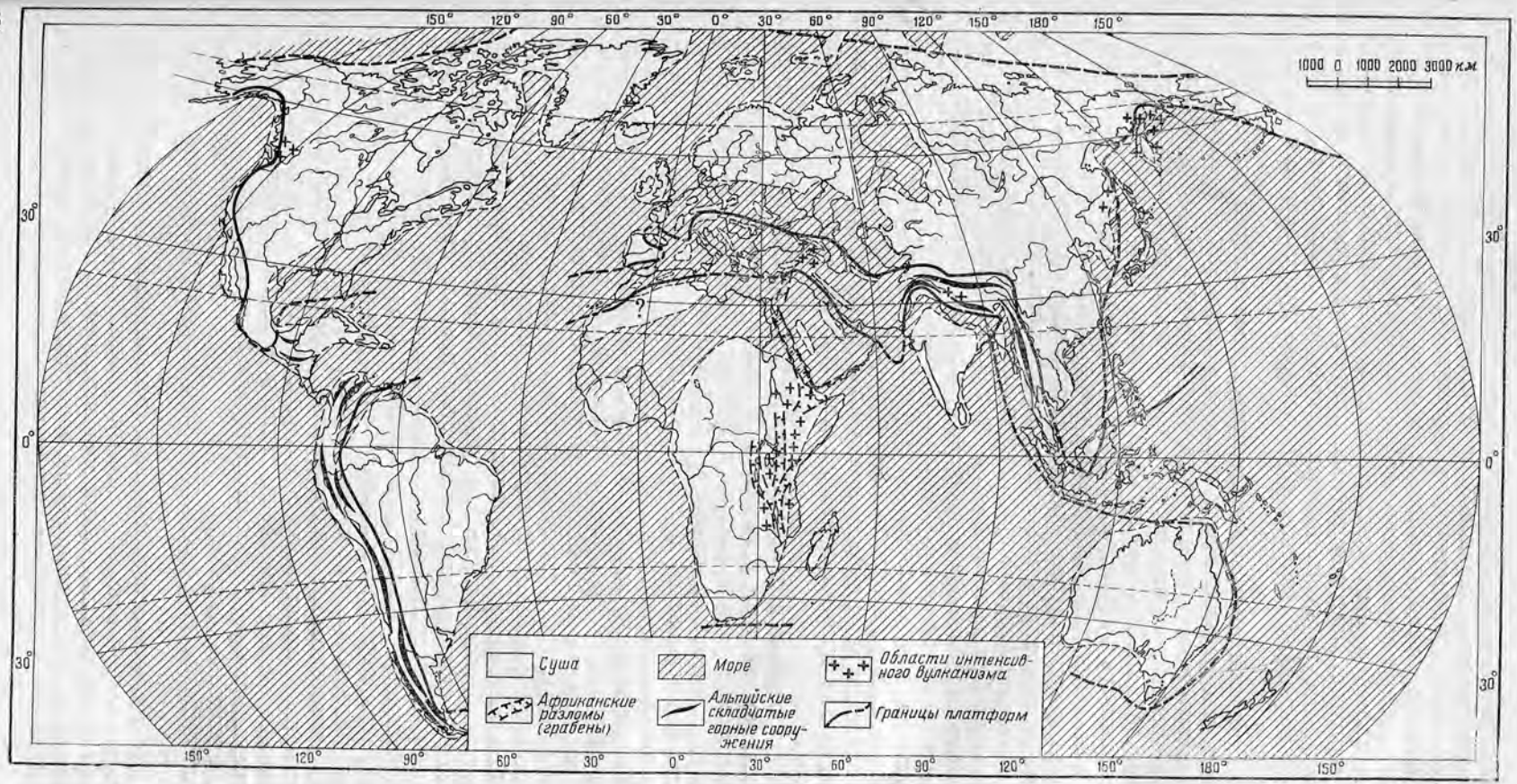


Рис. 135. Схематическая структурно-палеогеографическая карта палеогенового периода (по Н. М. Страхову, с изменениями)

истории земной коры; она охватила юг Русской платформы и герциниды Западной Европы, Западно-Сибирскую плиту, Тургайский прогиб, Туранскую плиту (Кызылкумы и Каракумы), проникла в южную часть Северо-Американской платформы и северную часть Африканской платформы. В Северной Африке и Западной Сибири она превысила размах позднемеловой трансгрессии. В конце олигоценовой эпохи в связи с общим поднятием, охватившим все платформенные массивы, произошла регрессия. Почти вся территория платформ стала сушей, в частности исчезло Западно-Сибирское море, которое существовало с юрского периода.

В Средиземноморской геосинклинальной области сокращение моря началось еще раньше. Уже в конце эоценовой эпохи здесь происходило мощное складкообразование и горообразование. Возникшие складчатые горные хребты протянулись в виде двух полос по окраинам геосинклинальной области. К этому времени относится образование осевых частей складчатых структур Альп, Карпат, Кавказа, Атласа и Гималаев. Вначале они поднялись над уровнем моря в виде обособленных гористых островов и архипелагов. Во второй половине олигоценовой эпохи поднятия и складкообразование вновь повторились, и увеличившие свою высоту и площадь горные хребты отгородили некоторые участки единого ранее моря Средиземноморской геосинклинальной области, превратив их в полуобособленные внутренние бассейны, связанные друг с другом лишь узкими проливами. Складчатость сопровождалась здесь активной интрузивной и вулканической деятельностью, особенно на Кавказе и в Гималаях. В геосинклинальных областях, окаймляющих Тихий океан, вулканическая деятельность проявлялась исключительно бурно; мощные излияния лав протекали здесь и на площади мезозойских складчатых структур.

На протяжении палеогенового периода продолжались дальнейшие расколы земной коры в пределах Гондваны; к этому времени относится возникновение ряда разломов в Африке («великие африканские разломы»), с которыми связаны современные впадины Красного моря и восточноафриканских озер. По возникшим разломам изливалась базальтовая лава.

Климатические зоны палеогенового периода не были так резко разграничены, как сейчас. Так, зона тропического и субтропического климата охватывала не только территорию Средиземноморской геосинклинальной области, но распространилась и севернее нее. В Центральной Европе и на юге Русской платформы существовал субтропический климат. Севернее, вплоть до Гренландии, располагались зоны с умеренным климатом, благоприятные для угленакопления; среди континентальных отложений этих зон широко известны пресноводные осадки (речные и озерные), с которыми еще севернее в довольно высоких широтах связаны обширные по площади и значительные по мощности толщи бурого угля. Таким образом, полярной климатической зоны в северном полушарии, видимо, вовсе не существовало.

В палеогеновом периоде имелись области с сухим полупустынным и пустынным климатом, но они занимали меньшие площади, чем сейчас. Связанные с ними накопления гипсов и солей известны в Монголии, Туркмении, Египте, Техасе, Испании и в других местах.

Ледниковые отложения для палеогенового периода неизвестны. В олигоценовой эпохе в Центральной Европе установился умеренный климат.

Для палеогенового осадконакопления можно отметить следующие основные особенности. Морские отложения на платформах и в большей части геосинклинальных областей выражены в основном мелководными осадками. В геосинклинальных областях местами накапливались флишевые толщи (ритмичное чередование песчаников, глин и мергелей

и глубоководные отложения: глинистые сланцы, мелоподобные мергели, известняки и др. В Средиземноморской геосинклинальной области на всем ее протяжении и на прилегающих к ней непосредственно участках платформ широко отлагались нуммулитовые известняки, сочетающиеся местами с рифостроящими кораллами. Такие отложения указывают на высокую температуру вод морских бассейнов, а следовательно, на жаркий тропический климат.

В предгорных прогибах в основном отлагались молассы — мощные грубообломочные толщи пород, с которыми связаны крупные месторождения нефти и горючих газов, особенно в Калифорнии, Карпатах, на Северном Кавказе.

За пределами тропической зоны в эпиконтинентальных морских бассейнах (на Русской платформе, на Западно-Сибирской плите) известняковые толщи нехарактерны, зато широко представлены песчано-глинистые отложения, а также трепел, опока, сложенные скорлупками диатомовых водорослей, ныне широко распространенных лишь в морях умеренных и субполярных зон. На платформах с морскими песчано-глинистыми отложениями связаны некоторые крупные месторождения оолитовых марганцевых руд (например, Никопольское на Украине, Ивдельское — в Западно-Сибирской низменности), фосфоритов (Северная Африка — Тунис, Алжир, Марокко), осадочных железных руд и др.

Для континентальных отложений палеогена весьма характерны угленосные толщи и красноцветные глинистые породы; последние встречаются нередко с бокситами (в зонах теплого климата). Угленосные толщи, как и в конце мелового периода, широко отлагались на Северо-Американской платформе (США, Канада), а также на Дальнем Востоке (в межгорных прогибах киммерид и формирующихся альпид), в Западной Европе (Германия), во многих мелких впадинах Украинского щита на юге Русской платформы и в других местах.

Палеогеновые отложения в СССР в целом развиты слабее, чем отложения предыдущего периода. На Русской платформе они широкой полосой протягиваются почти по всей ее южной части.

Широко распространен палеоген в Закаспии (обычно под неогеном), в Средней Азии, Тургайском прогибе и особенно в Западно-Сибирской низменности. Большое участие принимают палеогеновые отложения в сложении окраинных зон Карпат, Горного Крыма и Кавказа. На востоке страны палеоген развит в Приамурском крае, на Сахалине и на Камчатке.

Органический мир

В растительном мире палеогенового периода продолжалось начавшееся в позднемеловую эпоху господство покрытосеменных и происходило их дальнейшее развитие. В зависимости от климатических условий выделилось несколько фитогеографических областей. Тропическая и субтропическая флоры известны в поясе, прилегающем к Средиземноморской геосинклинальной области. В Западной Европе и на юге Русской платформы произрастали пальмы, фикусы, лавры, магнолии, из хвойных — секвойи, болотные кипарисы; известны также папоротники. К северу от этого пояса (Северная Америка, Северный Урал, Арктическая область) располагалась флора умеренных широт: дуб, береза, тополь, клен и многие другие представители древесных листопадных растений, из хвойных — тисс, ель. К концу палеогенового периода флора умеренных широт появилась и несколько южнее — на Украине, в Поволжье; это указывает на происшедшее здесь похолодание.

Животный мир в палеогеновом периоде имел уже вполне кайнозойский облик, но сохранял и некоторые архаичные черты, что позволяет довольно легко отличать палеогеновую фауну от неогеновой. Прежде всего эта особенность касается млекопитающих, которые на обширных

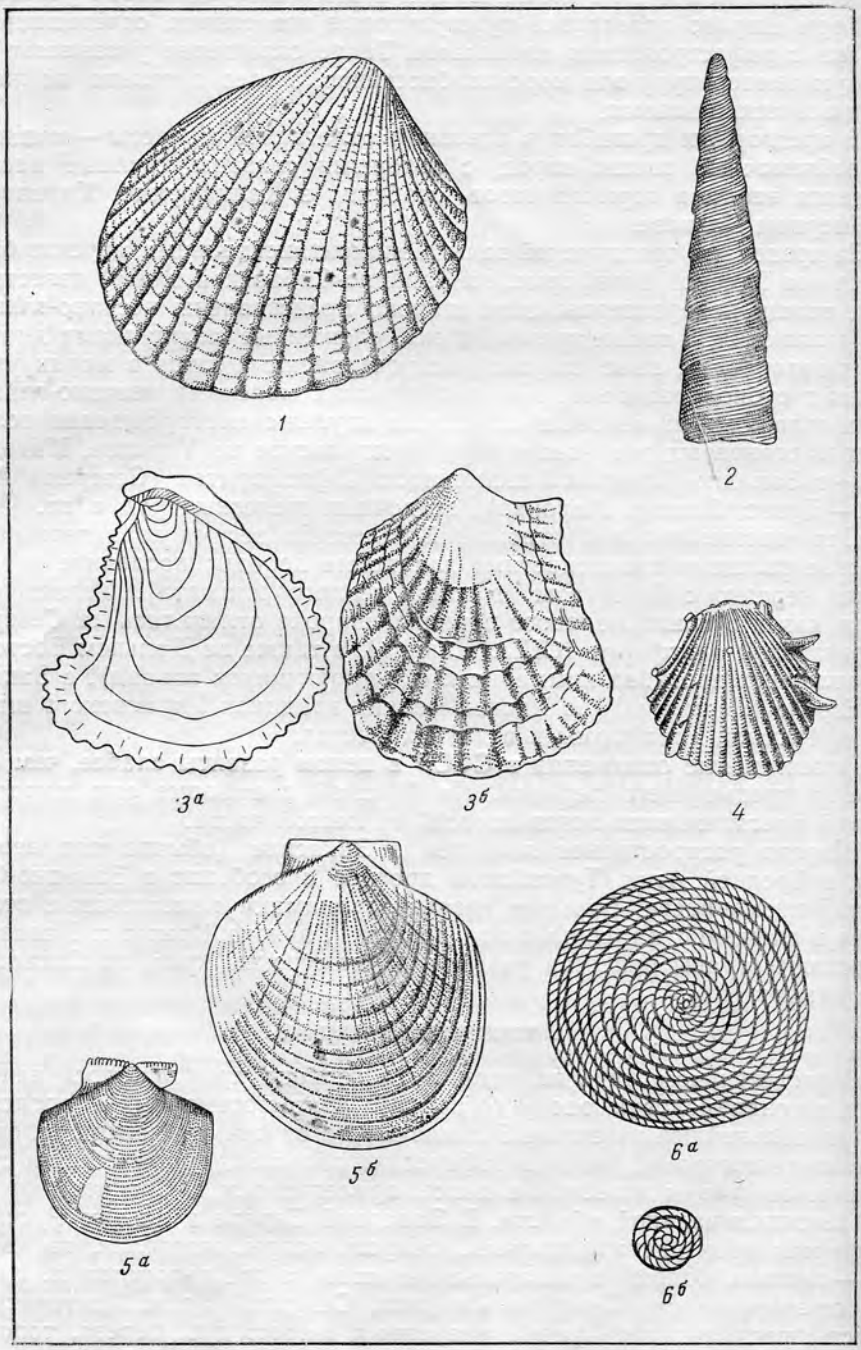


Рис 136. Некоторые руководящие ископаемые палеогенового периода
1—Cardita volgensis Barb. (палеоцен); *2—Turritella kamyschinensis* Netsch. (палеоцен); *3, а, б—Ostrea ventilabrum* Goldf. (олигоцен); *4—Spondylus buchi* Phill. (эоцен); *5, а, б—Pecten (Variamussium fallax* Korobk. (эоцен); *6, а, б—Numulites distans* Desh. (эоцен)

палеогеновых континентах были чрезвычайно широко развиты. В отличие от предыдущих эпох допалеогеновой истории находки позвоночных в палеогеновых, как и в более молодых осадках, относительно более многочисленны и лучшей сохранности, что облегчает выяснение путей их эволюции и воссоздание палеогеографических условий данного времени.

Млекопитающие в палеогеновом периоде развивались быстро. Они, как и в свое время мезозойские пресмыкающиеся, широко распространялись на суше; некоторые формы переходили к водному (киты, дельфины, тюлени) и даже к воздушному (рукокрылые — летучие мыши) образу жизни.

В начале палеогенового периода, в палеоцене, последовые млекопитающие были представлены примитивной группой — насекомоядными. Позднее, в эоцене, выделились отряды хищных, примитивных копытных и др. Копытные разделились на парнокопытные и непарнокопытные. Среди непарнокопытных появились древнейшие представители семейства лошадиных и носорогов. В конце периода появились и первые представители отряда хоботных, отрядов китообразных, грызунов, приматов. Все эти отряды были представлены группами, в настоящее время вымершими; имеются и целиком вымершие отряды. В Австралии, отделенной от остальных материков еще с конца мелового периода, широкое развитие получили своеобразные группы млекопитающих: сумчатые и однопроходные. Из других позвоночных в палеогеновом периоде широкое развитие получили костистые рыбы и птицы; слабо были развиты пресмыкающиеся и земноводные.

Из морских беспозвоночных наибольшее распространение получили пелециподы и гастроподы, находки которых положены в основу стратиграфии палеогена. Они представлены большим числом родов и видов (рис. 136). В теплых палеогеновых морях наступил расцвет своеобразных групп крупных донных фораминифер — нуммулитов и орбитоидов. Им принадлежит большая роль в породообразовании; за пределами тропической и субтропической зон крупные фораминиферы не встречаются. В умеренных широтах большое распространение в морях получили совсем иные, микроскопические организмы — кремневые водоросли (диатомеи), в связи с чем среди морских осадков палеогена умеренного пояса часто встречаются кремнистые породы — опоки и трепела.

Из других групп беспозвоночных в палеогене известны морские ежи, кораллы, губки и другие организмы, стратиграфическое значение которых, в общем, не так велико. В начале периода доживали последние представители белемнитов, некоторые характерные для позднемеловой эпохи роды морских ежей и др.

НЕОГЕНОВЫЙ ПЕРИОД

Подразделение неогеновой системы

Неогеновый период является временем максимального проявления альпийской эпохи складчатости. Наряду с образованием величайших горных складчатых сооружений в это время продолжается общее поднятие платформ. Морские трансгрессии в неогене уже не имеют большого размаха, и моря приобретают характер замкнутых, зачастую опресненных бассейнов, нередко постепенно превращающихся в озера и лагуны. Фауна в каждом из них приобретает своеобразные черты, что весьма усложняет сопоставление осадков и объясняет отсутствие единой стратиграфической схемы неогена.

В настоящее время для Юга СССР и Западной Европы принимаются следующие подразделения неогена (табл. 13).

Таблица 13

Подразделение неогеновой системы

Отдел	Подотдел	Ярус	Примечание
Плиоценовый N_2	Верхнеплиоценовый N_2^3	Апшеронский N_2ap Акчагыльский N_2ak	Часто пользуются местными подразделениями (свиты, слои, реже серии)
	Среднеплиоценовый N_2^2	Куяльницкий N_2kl Киммерийский N_2k	
	Нижнеплиоценовый N_2^1	Понтический N_2pn	
Миоценовый N_1	Верхнемиоценовый N_1^3	Мэотический N_1m Сарматский N_1s	
	Среднемиоценовый N_1^2	Тортонский N_1t	
	Нижнемиоценовый N_1^1	Гельветский N_1h Бурдигальский N_1b	

Палеогеография, осадконакопление и структура земной коры

Тектонические движения, проявившиеся на протяжении палеогенового периода, заметно усложнили структуру земной коры, особенно в пределах геосинклинальных областей, но все же в начале неогенового периода продолжают существовать те же геосинклинальные области и платформы, что и раньше. В результате значительных общих поднятий и связанных с ними регрессий, происшедших к концу палеогенового периода, в начале нового, неогенового периода платформенные массивы — Евразийский и Северо-Американский в северном полушарии, и «обломки» некогда обширной Гондваны — Южно-Американский, Африканский, Австралийский и другие материки стали почти повсеместно сушей. В это время район Зондского архипелага представлял собой сплошную сушу, соединенную с Евразийским платформенным массивом.

Полагают, что в неогеновом периоде существовала сухопутная связь между Северо-Американским и Евразийским платформенными массивами в районе Британских островов и Гренландии, а также между Европой и Африкой в районе Средиземного моря. Средиземноморская геосинклинальная область в начале неогенового периода была занята морем островного характера: в виде островов среди него возвышались горы, возникшие в палеогеновом периоде. По обеим сторонам Тихого океана протягивались узкие геосинклинальные области — Восточно-Тихоокеанская и Западно-Тихоокеанская.

На протяжении неогенового периода в геосинклинальных областях с новой силой проявились альпийская складчатость и горообразование, придавшие альпийским горным сооружениям в основном современный облик; это высокие и самые молодые горы на земной поверхности, причем в этих молодых складчатых областях всегда горные хребты соответствуют положительным структурам — антиклинориям, а впадины и депрессии — отрицательным структурам, синклинориям.

Складкообразование достигло наибольшей силы в конце миоценовой и начале плиоценовой эпох. В конце плиоценовой эпохи оно заметно ослабело, но зато стали проявляться с большей силой дизъюнктивные (разрывные) дислокации, охватившие как области недавней, альпийской складчатости, так и участки палеозойских и мезозойских складчатых сооружений, к этому времени уже значительно или полностью денудированных. В результате такие участки древних горных сооружений подверглись повторному поднятию и до настоящего времени они по своей высоте не уступают или даже превышают многие альпийские складчатые сооружения. К таким, вторично приподнятым по линиям разломов «глыбовым» горным сооружениям принадлежат каледонские структуры Скандинавии, каледонские и герцинские структуры Урала, Средней и Центральной Азии, Сибири (Тянь-Шань, Алтай Саяны и т. д.), Австралии, киммерийские структуры Северо-Востока СССР, Китая и Северной Америки (рис. 137). В пределах Гондваны продолжались расколы и формирование системы грабенов на Африканской платформе, сопровождавшиеся вулканическими извержениями.

Наиболее сложно происходило тектоническое развитие Средиземноморской геосинклинальной области. По своему развитию и современному тектоническому состоянию она существенно отличается от относящихся к альпийскому же циклу Западно-Тихоокеанской и Восточно-Тихоокеанской геосинклинальных областей. В пределах Средиземноморской области на протяжении неогенового периода имело место несколько фаз складчатости. В результате к концу периода под влиянием альпийской складчатости она почти закончила этап своего геосинклинального развития или, как говорят, пришла к стадии общей стабилизации, хотя некоторые черты геосинклинального развития сохранились в ее пределах и до сих пор (разрывные и складчатые дислокации, землетрясения, вулканические извержения). Что же касается остальных геосинклинальных областей, расположенных по берегам Тихого окана, то, несмотря на образование в их пределах огромных по протяженности молодых альпийских горных сооружений, в них сохранились до сих пор все характерные черты геосинклинального развития, причем на довольно молодой своей стадии, что подтверждается рядом особенностей. Таковыми являются: сильно расчлененный рельеф поверхности земной коры (чередование глубоких и узких океанических впадин с высокоподнятыми островными дугами), резко дифференцированный характер тектонических движений, чрезвычайно высокая и в настоящее время сейсмичность (глубокофокусные землетрясения) и интенсивная вулканическая деятельность.

Альпийская складчатость в неогеновом периоде сопровождалась местами активным внедрением и излиянием магмы в воздымающихся складчатых структурах, особенно в Средиземноморской геосинклинальной зоне. С неогеновыми интрузиями связаны промышленные месторождения меди, свинца, цинка, молибдена, вольфрама и других цветных металлов. В частности, полиметаллические месторождения такого возраста имеются на Кавказе. В процессе формирования альпийских складчатых сооружений между возвышающимися дугами складчатых гор возникали обширные изолированные котловины, иногда значительной глубины. В качестве таких котловин рассматриваются современные Средиземное, Черное и другие моря, а также моря Зондского архипелага и Тихоокеанского побережья Азии. Наряду с такими котловинами, занятыми морями, образовались краевые (предгорные) и межгорные прогибы, заполнившиеся мощными толщами песчаных и глинистых осадков и являющиеся в настоящее время предгорными равнинами и низменностями (Предкарпатский, Предкавказский, Месопотамский и др.). Часть из них представляет собой занесенные осадками моря. В палеогеновых и особенно в неогеновых отложениях ряда таких про-

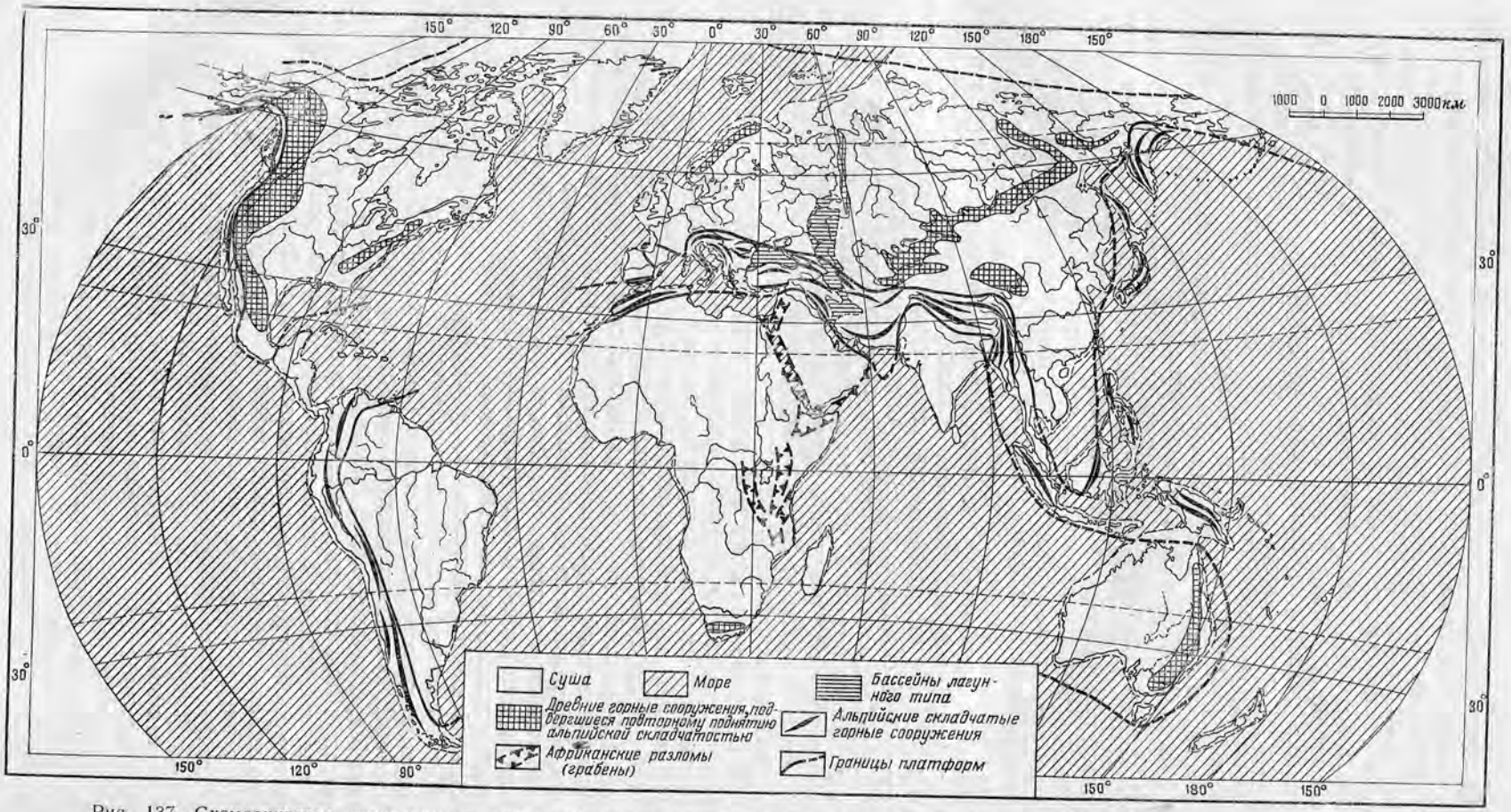


Рис. 137. Схематическая структурно-палеогеографическая карта плиоценовой эпохи (по Н. М. Страхову, с изменениями)

гибов обнаружены огромные скопления нефти. В неогеновое время не было сколько-нибудь значительных трансгрессий, и моря охватывали только краевые участки платформ, главным образом в районах, прилегающих к Средиземноморской геосинклинальной области. Так, временами южные окраины Русской платформы заливались водами морей, располагавшихся в основном в пределах соседней, Средиземноморской геосинклинальной области. В начале периода, в раннем и среднем миоцене, эти моря являлись еще прямым продолжением морей Средиземноморской области Европы, но с начала позднего миоцена новые поднятия и складкообразование в Альпах, на Карпатах, Балканах и в Закавказье привели к полному отделению бассейнов Юго-Восточной Европы. Возникло громадное замкнутое сарматское озеро-море, которое протягивалось от Венгрии на западе через Молдавию и юг Украины, вдоль Предкавказья до Аральского моря, охватывая и область современного Черного моря и Каспия. В конце миоценовой эпохи (мэотическом веке) это море несколько сократилось, но вплоть до начала плиоценовой эпохи (понтический век) оно оставалось единым.

После понтического века море юга Европы окончательно разделилось на ряд изолированных бассейнов — Средиземное, Черное, Каспийское моря и др., которые то сокращались до размеров меньше современных, то расширяли свои пределы. Так, в позднем плиоцене возникла обширная трансгрессия Каспийского (акчагыльского) моря, когда оно покрыло всю Прикаспийскую низменность и внедрилось узкими длинными заливами в уже существовавшие тогда долины рек Волги и Камы. Плиоценовые моря Черноморско-Каспийской области были временами сильно опреснены, и их осадки наряду с морской содержат и пресноводную фауну моллюсков.

В результате образования альпийских гор, значительного повторного поднятия многих областей древних денудированных складчатых сооружений, а также общего поднятия платформ рельеф земной поверхности в сравнении с предыдущими периодами приобрел совершенно новые черты, которые в основном сохранились по настоящее время.

Климатические особенности неогенового периода восстанавливаются довольно хорошо. В Западной Европе и на юге Русской платформы в начале периода существовал теплый умеренный или субтропический климат, но с зимним сезоном; это подтверждается составом растительных и животных остатков и другими признаками. К северу от этой зоны, вплоть до Гренландии, климат был умеренным. Во второй половине периода, в плиоценовую эпоху, климат в Европе стал на всем протяжении континентальным, умеренным (но все же более теплым, чем в современную эпоху). В конце неогенового периода наступило похолодание, и климатическая обстановка стала походить на современную. Некоторые ученые полагают даже, что климат в Западной Европе был более суровым, чем в настоящее время.

В связи с широким установлением континентального режима и воздыманием гор среди неогеновых отложений значительное развитие получили континентальные осадки и осадки внутренних морей и озер. В первой и начале второй половины периода в сравнительно узких эпиконтинентальных бассейнах, располагавшихся вдоль геосинклинальных областей, отлагались ракушечные известняки, глины и пески. На окраинах и заливах таких бассейнов, расположенных в зоне теплого и сухого климата, отлагались соли и гипс (например, в Предкарпатье и Закарпатье, в Закаспийской области). На суше формировались во многих местах речные и озерные песчано-глинистые отложения, нередко угленосные, как в США, на Дальнем Востоке, в Западной Европе, на юге Русской платформы.

На тех участках геосинклинальных областей, где морской режим продолжал сохраняться на протяжении всего периода или большей его части, отлагались мощные толщи глин и песков с морской фауной. В краевых (предгорных) и межгорных прогибах и впадинах за счет разрушения уже существующих и еще воздымающихся горных сооружений накапливались очень мощные толщи обломочных пород типа моласс; они отличаются очень обильной нефтеносностью и местами газоносностью. Такие нефтеносные толщи прослеживаются с небольшими перерывами как вдоль Средиземноморской, так и вдоль тихоокеанских геосинклинальных областей. К ним приурочены крупнейшие месторождения нефти на юге Западной Европы, Карпат, Кавказа, Ближнего и Среднего Востока (Иран, Ирак, Саудовская Аравия и др.), Бирмы, Малайского архипелага, Японии, Сахалина, Калифорнии, Центральной Америки (Мексика, Венесуэла, Колумбия и др.), Аргентина и т. д.

Нередко морские и озерные отложения неогена содержат мощные пласты оолитовых бурых железняков большого промышленного значения (Керченский полуостров, Тургайский прогиб, Западно-Сибирская низменность и др.).

Неогеновые отложения в СССР известны примерно в тех же местах, что и палеогеновые, но развиты они на значительно меньшей площади. На Русской платформе они представлены вдоль ее южных окраин. Они почти полностью отсутствуют на Сибирской платформе. Зато неогеновые толщи пород хорошо выражены на северных и восточных склонах Карпат и Горного Крыма, в Предкавказье и Закавказье, на обширных пространствах Средней Азии и Западно-Сибирской низменности. Хорошо представлен неоген на Камчатке, Курильских островах и Сахалине.

Органический мир

Состав неогеновой фауны и флоры во многом сходен с современным, но географическое распределение их было иное. В Южной Европе в начале неогена (в миоцене) продолжала существовать теплолюбивая флора, представленная как вечнозелеными растениями — пальмами, секвойями, болотными кипарисами, папоротниками, так и растениями с опадающей листвой — дубами, кленами, тополями, буком, акацией и др. К северу распространялась растительность умеренного климата — лиственная и хвойная. В плиоцене площадь, занятая теплолюбивыми растениями, сильно сократилась; они продолжали существовать лишь на крайнем юге Европы. На остальной части Западной Европы, в Восточной Европе и на юге Сибири существовала флора теплого умеренного пояса, а на севере росли хвойные леса. Таким образом, в неогене определились фитогеографические провинции, близкие современным, за исключением тундровой зоны.

В морской фауне неогена, как и в палеогене, широко представлены такие классы, как пелециподы и гастроподы; за ними по обилию форм следуют морские ежи, мшанки и др. Среди пелеципод и гастропод много современных родов (*Cardium, Mactra, Venus, Tapes, Limnocardium, Congeria, Spirialis* и др.), но они выражены иными видами (рис. 138).

Большим разнообразием отличались млекопитающие. В неогеновом периоде возникли многие современные семейства и роды млекопитающих, но наряду с ними существовали семейства и роды, свойственные только этому периоду. Изучение неогеновых млекопитающих (и растений), которые сравнительно быстро распространялись на суше, показало, что некоторые ныне разобщенные материки время от времени получали сухопутную связь друг с другом и снова ее теряли. Такие связи устанавливаются, например, между Азией и Америкой через Берингов пролив и между Европой и Америкой через Исландию и Гренландию.

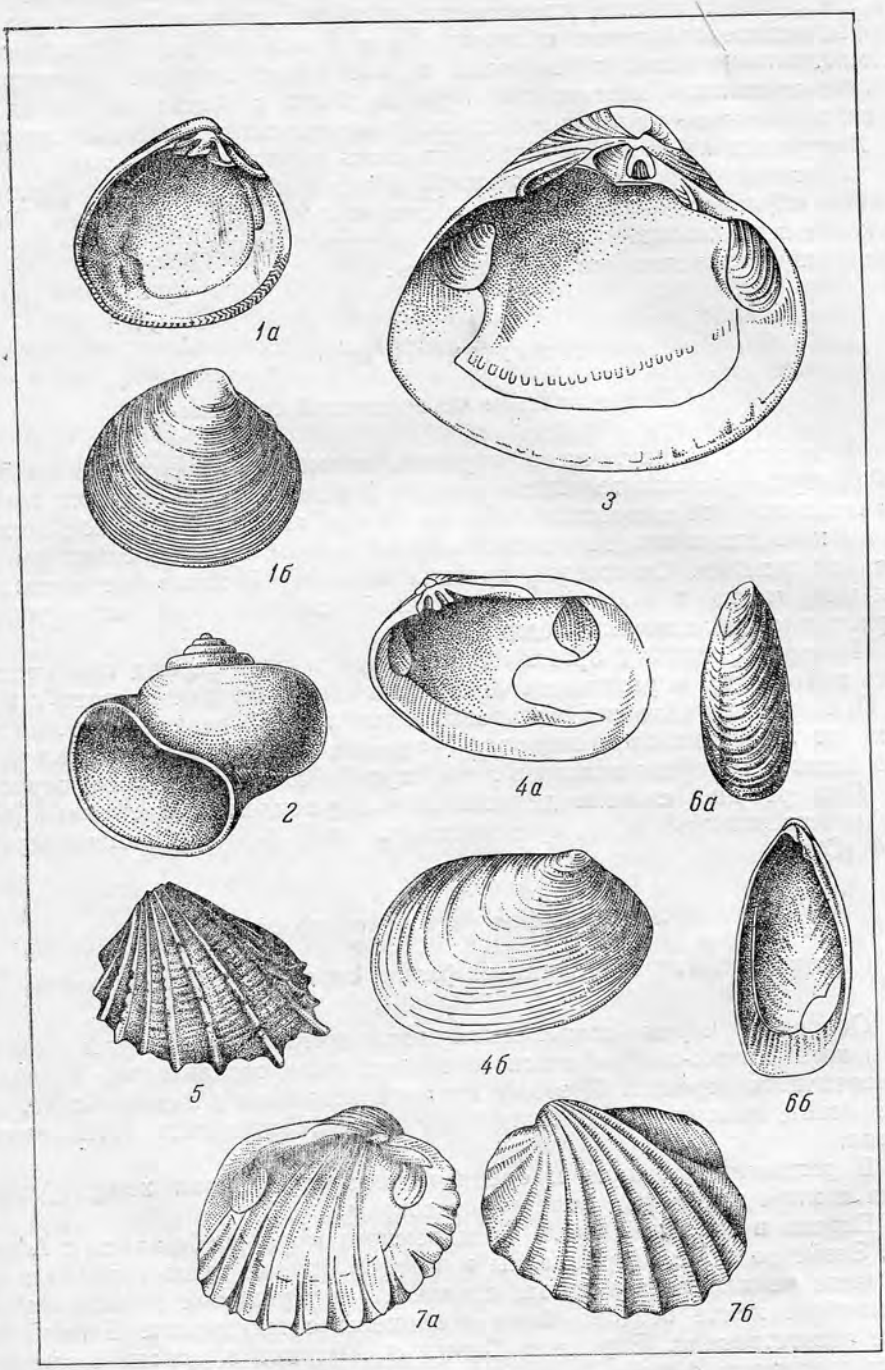


Рис. 138. Некоторые руководящие ископаемые неогенового периода

1, а, б—Venus konkensis Sokol. (средний миоцен); 2—*Spirialis tarchanensis* Kittl. (средний миоцен); 3—*Mactra vitaliana* Orb. (верхний миоцен); 4, а, б—*Tapes vitalianus* Orb. (верхний миоцен); 5—*Cardium fittoni* Orb. (верхний миоцен); 6, а, б—*Congeria subnovorossica* Oss (верхний миоцен); 7, а, б—*Limnocardium squamulosum* Desh. (плиоцен)

В неогеновом периоде широкое распространение получили семейства хищных, копытных и хоботных. В это время появились медведи, гиены, куницы, собаки, мастодонты, носороги, свиньи, быки, овцы, жирафы, человекообразные обезьяны, а в конце периода (плиоцен) — слоны, гиппопотамы, гиппарионы и настоящие лошади. Зоогеографические провинции неогенового периода были в общих чертах сходны с современными, но отличались очертаниями своих границ и размерами. В Австралии по-прежнему продолжалось развитие сумчатых.

В связи с резко выраженной изоляцией неогеновых бассейнов фауна образует комплексы, имеющие чисто местное значение. Среди руководящих ископаемых формы, имеющие широкое пространственное распространение, малохарактерны.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД

Подразделение четвертичной системы

В течение четвертичного периода, несмотря на его сравнительно небольшую продолжительность (около 1 млн. лет), произошли весьма значительные геологические события. В нем произошло резкое похолодание климата, и вследствие этого на обширных пространствах проявились оледенения. Отложения древних оледенений занимают настолько большое место в составе четвертичной системы, что четвертичный период иногда называют ледниковым.

История развития органического мира в этот период ознаменовалась появлением и развитием человека и его культуры. В связи с этим А. П. Павлов предложил именовать четвертичный период антропогеновым (от греческих слов *антропос* — человек и *генос* — происхождение). Это название широко вошло в литературу и стало синонимом периода.

Четвертичная система делится на четыре отдела: современный (Q_4), верхнечетвертичный (Q_3), среднечетвертичный (Q_2) и нижнечетвертичный (Q_1).

Палеогеография четвертичного периода

Возникновение современных физико-географических условий

Основные черты современной геологической структуры земной коры и ее физико-географического облика были созданы уже к началу четвертичного периода. К этому времени возникли докембрийские, палеозойские, киммерийские платформы и альпийские складчатые сооружения.

В раннечетвертичную и среднечетвертичную эпохи конфигурация суши и моря имела ряд отличий от современной.

Европа в западной части Средиземного моря сообщалась с Африкой. Эгейское море, Дарданеллы и Босфор еще не существовали и на их месте располагалась суша, соединявшая Грецию с Малой Азией. Великобританские острова были соединены с материком. Балтийское море отсутствовало. Европа и Северная Америка в районе Исландии были соединены сушей. Были соединены и Азия с Аляской. Берингов пролив отсутствовал. Черное море имело меньшие размеры, Каспийское же море, наоборот, занимало и нынешнюю Прикаспийскую низменность.

Об иной конфигурации и уровне морей в начале четвертичного периода и об их изменении в последующее время свидетельствует наличие по берегам многих современных морей морских террас. Найденная в отложениях этих террас фауна показывает, что на протяжении

четвертичного периода происходило также изменение температурного и химического режима морских вод.

В четвертичном периоде продолжалось воздымание альпийских складчатых сооружений, причем в них проявлялись главным образом разрывные дислокации. Под влиянием таких дислокаций происходило расширение ранее заложенных и образование новых тектонических впадин, с чем в основном и связано оформление современных контуров морских бассейнов альпийской складчатой зоны (Средиземное, Эгейское, Мраморное, Черное и другие моря). Разрывные дислокации проявились и на всех платформах, вследствие чего произошло дальнейшее поднятие и усложнение горных хребтов, возникших в неогене на площади каледонид, герцинид и мезозойских складчатых структур. Горный пояс Юга Азиатской части СССР от Тянь-Шаня до Забайкалья стал еще более высоким. На фоне его поднятия происходило образование или дальнейшее развитие обширных впадин и грабенов (озера Байкал, Телецкое и др.). Продолжалось развитие системы грабенов и на востоке Африки.

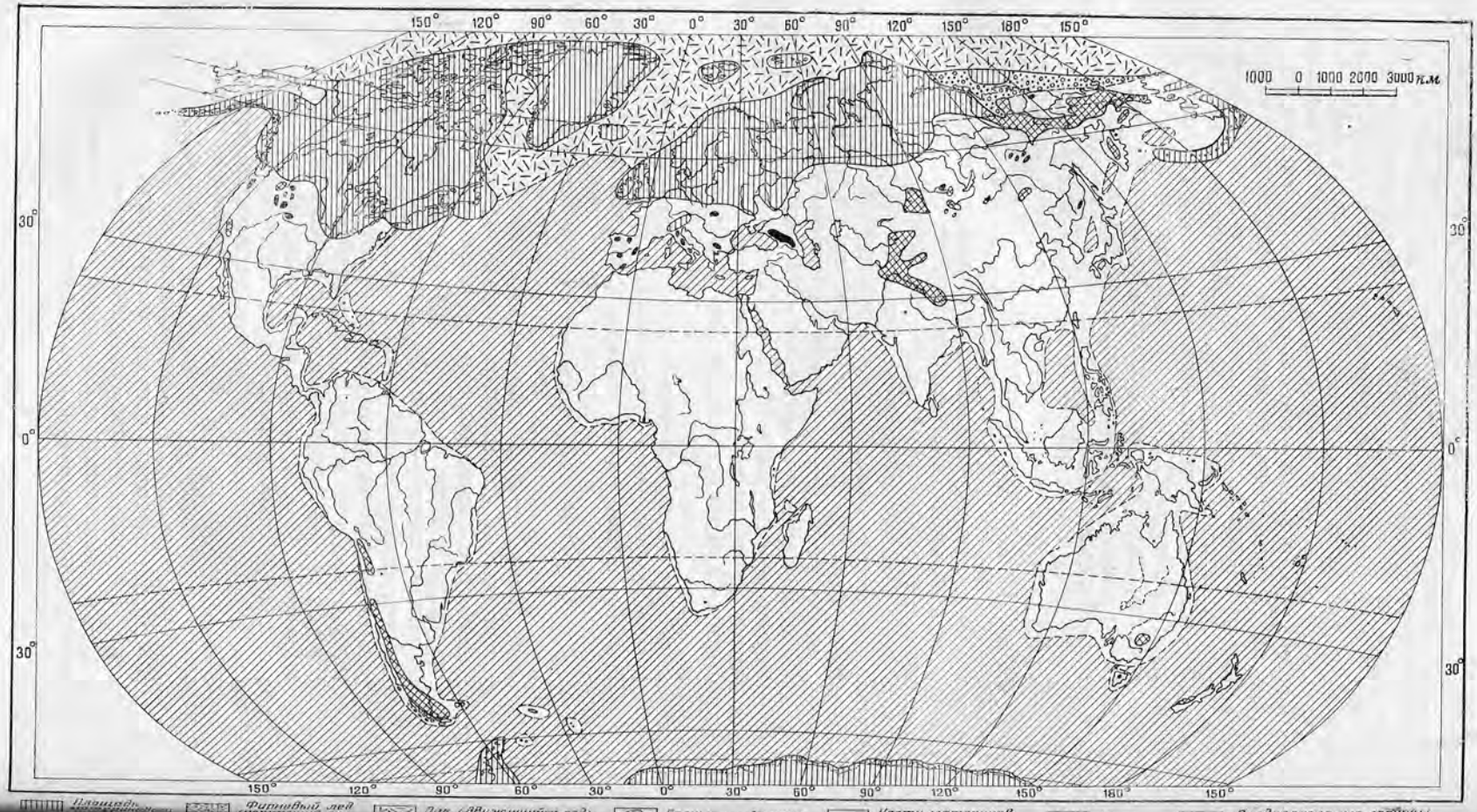
Складчатые дислокации четвертичного возраста установлены на Кавказе и в некоторых других областях.

Как указывалось, в четвертичный период возникли обширные оледенения, покрывшие громадные площади материков северного полушария. Возникновение оледенений было вызвано похолоданием климата, которое наступило в результате поднятий обширных территорий, происшедших в течение неогенового и четвертичного периодов. В северном полушарии временное похолодание наступило еще ко второй половине неогенового периода, так что к концу этого времени здесь уже стали возникать обширные оледенения. Значительно расширилась площадь оледенения в четвертичном периоде. Четвертичные оледенения охватили большие территории в Европе, Северной Америке и Азии. Признаки четвертичных оледенений установлены и в южном полушарии, но здесь они проявлялись в гораздо меньших масштабах, чем в северном.

Установлено, что на протяжении четвертичного периода несколько раз происходило значительное расширение площади оледенений, а в промежуточные эпохи — в эпохи потеплений эта площадь, наоборот, сильно сокращалась. Большинство ученых считает, что в эпохи потеплений льды почти исчезали и климат становился похожим на современный. Таким образом, по их представлениям, в четвертичном периоде было несколько самостоятельных оледенений. Некоторые же ученые полагают, что в четвертичном периоде существовало только одно оледенение, но с несколькими фазами временного расширения и сокращения площади. Первый, *общепринятый* взгляд получил название *полигляциализма,* второй — *моногляциализма.*

В Европе центры оледенений находились в Скандинавских горах и Альпах. Наиболее крупным было скандинавское оледенение, сыгравшее особенно большую роль в выработке рельефа и в накоплении четвертичных осадков на территории Европейской части СССР и Западной Европы. Вначале были изучены оледенения в Альпах, а затем на севере Европы и на Русской равнине (рис. 139).

В Альпах западноевропейские ученые установили четыре оледенения, которые по названию некоторых альпийских рек и озер получили название: *гюнцское, миндельское, рисское* и *вюрмское.* Гюнцское оледенение, по мнению многих ученых, происходило еще в конце плиоцена. Таким образом, в течение четвертичного периода в Альпах было три оледенения. Три четвертичных оледенения установлены также на севере Европы — в Скандинавии и Германии. В СССР эти оледенения в хронологическом порядке получили название *лихвинского, днепровского* и *валдайского.*


150° 120° 90° 60° 30° 0° 30° 60° 90° 120° 150° 180° 150°
1000 0 1000 2000 3000 км
30°
0°
30°
Фирновый лед
Лед (движущийся лед)
Горные сооружения
Части материков, покрытые льдом
Море

Ледниковые массы из центров оледенения постепенно расползались по всем направлениям и покрывали обширные равнинные территории или сползали в море, образуя там плавучие льды-айсберги. На Евроазиатском материке особенно далеко расползались льды, спускавшиеся из Скандинавии. Днепровское оледенение было наиболее крупным. Льды этого оледенения покрывали бóльшую часть европейской территории СССР. Днепровский ледник в виде двух широких языков достигал по долине Днепра г. Днепропетровска и по долине Дона — места впадения в него р. Медведицы. Южные границы лихвинского и валдайского оледенений в Европейской части СССР проходили гораздо севернее: первая — примерно на широте среднего течения р. Оки, вторая — к северу от Москвы.

Время распространения оледенений — ледниковые века — чередовались с межледниковыми веками, когда вследствие потепления климата происходило «отступание», таяние или полное исчезновение льда. После исчезновения ледниковых масс на равнинных территориях оставались ледниковые осадки: валунные суглинки, пески. Ледниковые талые воды принимали очень деятельное участие в выработке многих речных долин современных рек.

Наиболее молодое, валдайское оледенение оставило во многих местах хорошо сохранившиеся ледниковые аккумулятивные формы рельефа: конечноморенные гряды, озы, друмлины, а в районах развития твердых пород также и эрозионные формы рельефа — следы ледниковой обработки скал, «бараньи лбы». В СССР ледниковые формы рельефа (аккумулятивные и эрозионные) особенно хорошо сохранились на территории Карельской АССР, где на поверхность выходят кристаллические породы докембрия, в Белоруссии, на Валдайской возвышенности.

Обширные четвертичные оледенения происходили также в Азиатской части Евроазиатского материка, но здесь они не имели сплошного распространения. Центры оледенения находились на Новой Земле, Северном Урале, Таймыре, в Забайкалье и в горах Северо-Востока Азии. В Сибири достоверно установлены только два оледенения. В горных районах Средней Азии и на Кавказе оледенения были также значительно бóльшими, чем в настоящее время. Колоссальное по размерам оледенение, еще большее, чем в Европе, покрывало материк Северной Америки — к северу от 38° с. ш. Оледенения возникали в Андах Южной Америки, в горах Австралии и Африки.

Во внеледниковых районах на суше в четвертичное время шло накопление различных континентальных осадков, энергично разрабатывались речные долины, в формировании которых деятельное участие принимали также и ледниковые талые воды. В речных долинах накапливались довольно мощные (в несколько десятков метров) толщи аллювиальных и флювиогляциальных осадков, которые слагают ряд речных террас, местами достигающих в ширину десятков километров. Флювиогляциальные и озерно-ледниковые осадки накапливались нередко и на обширных равнинных площадях, где талые воды собирались во временных озерных водоемах, подпираемых моренными грядами.

В зонах современных пустынь на протяжении всего четвертичного периода (возможно, еще с конца неогенового периода) шло накопление эоловых песков, а в их периферических зонах — лёсса.

В результате эпейрогенических движений в четвертичный период менялись и контуры морских бассейнов, их соленость и состав органического мира. Для примера рассмотрим четвертичную историю Черного моря.

На месте Черного моря в начале четвертичного периода существовал бассейн, получивший название *чаудинского;* несколько позже, в среднечетвертичную эпоху — так называемый *древнеэвксинский* бас-

Рис. 139. Карта максимального (днепровского) оледенения (по Н. М. Страхову)

сейн. Эти бассейны сходны с предшествующим позднеплиоценовым и уступают по размерам современному Черному морю. И чаудинский, и древнеэвксинский бассейны были сильноопресненными, в них обитала фауна моллюсков, сходная с современной каспийской. Со Средиземным морем они связи не имели, но в древнеэвксинское время существовала связь с Каспийским бассейном (через Маныч). Древнеэвксинские отложения образуют морскую террасу на северном побережье Азовского моря, на Керченском и Таманском полуостровах и на Кавказском побережье. На Кавказском побережье древнеэвксинская терраса находится на высоте до 60 *м* над современным уровнем Черного моря.

В начале позднечетвертичной эпохи в связи с опусканием Эгейской суши средиземноморские воды проникли в область Черного моря через Дарданеллы и Босфор, и возник *карангатский* бассейн, который по размерам, в общем, совпадал с размерами современного Черного моря. В карангатском бассейне соленость воды, по-видимому, превышала соленость современного Черного моря. Фауна в этом бассейне была в основном средиземноморского облика. Для карангатского бассейна характерны, например, крупные, богато украшенные скульптурой кардиумы.

В следующий этап позднечетвертичной эпохи связь со Средиземным морем снова нарушилась и возник полупресноводный бассейн, получивший название *новоэвксинского*. Фауна новоэвксинского бассейна вновь получила каспийский облик.

Следующая стадия развития Черноморского бассейна, наступившая в начале современной эпохи, получила название *древнечерноморской*. В это время по опустившемуся Босфорскому проливу в него снова проникли средиземноморские соленые воды, а связь с Каспийским морем нарушилась.

Древнечерноморский бассейн, существовавший до образования современного Черного моря, был еще слабо соленым, но фауна уже напоминала современную. Современное Черное море отличается дальнейшим повышением солености, которая все же значительно ниже солености Средиземного моря (в последнем она равна 3,8%, тогда как в Черном море всего 1,8%). Поэтому в Черном море обитают далеко не все средиземноморские организмы, и его фауна в целом гораздо беднее.

Не менее сложной представляется четвертичная история Каспийского и Балтийского морей.

В течение четвертичного периода на Русской платформе трансгрессии моря происходили и в арктической области. Из них больше всего известна так называемая северная, или бореальная, трансгрессия Баренцева и Белого морей.

Отложения четвертичной системы — наиболее молодые из всех отложений земной коры характеризуются повсеместным распространением; они почти сплошным покровом перекрывают все более древние отложения.

Мощность четвертичных отложений, в общем, небольшая, обычно она колеблется от десятых долей метра до нескольких десятков метров, в среднем составляя 10—30 *м;* значительно реже мощность четвертичных отложений превышает сотню метров и редко достигает нескольких сотен метров.

В составе четвертичных отложений сравнительно легко устанавливаются породы различного происхождения, или генезиса. По происхождению среди четвертичных отложений выделяют: ледниковые, или гляциальные, отложения ледниковых талых вод или флювиогляциальные, эоловые, озерные, морские и др. В связи с этим на геологических картах четвертичных отложений, а также в геологических разрезах и колонках к ним к возрастному индексу принято приставлять также и

генетический индекс. Например: Q_3gl — ледниковые отложения верхнечетвертичного отдела; Q_2fgl — флювиогляциальные отложения среднечетвертичного отдела; Q_4al и Q_1al — аллювиальные отложения современного отдела и древнечетвертичного отдела; Q_3l — лёссовые отложения верхнечетвертичного отдела; Q_4ae — эоловые отложения современного отдела; Q_3m — морские отложения и т. д.

Органический мир

Органический мир четвертичного периода в целом напоминает современный (рис. 140). Изменения в физико-географических условиях вызывали главным образом миграцию фауны и флоры, в результате чего на различных участках и в различные эпохи четвертичного периода были распространены различные комплексы организмов, свойственные тем или иным климатическим зонам. Все же на протяжении четвертичного периода произошло и некоторое изменение видового состава организмов; некоторые виды и роды организмов вымерли.

Как и в предшествующий период, среди водных организмов особенно большим разнообразием и обилием отличались пелециподы и гастроподы. Многие виды и некоторые роды четвертичных пелеципод и гастропод вымерли и служат важными руководящими ископаемыми. К ним относятся некоторые виды из родов: *Cardium, Didacha, Dreissensia, Mya, Littorina,* а также роды *Ioldia, Ancylus* и др. В морях четвертичного периода, как и в современную эпоху, обитали, кроме того, кораллы, морские ежи, морские лилии, губки и другие животные.

Однако среди ископаемых организмов четвертичного периода наиболее широко известны наземные животные и растения. Это обусловлено тем, что четвертичные эпиконтинентальные моря занимали лишь незначительные участки земного шара и континентальные осадки этого периода хорошо сохранились.

Растительный мир в четвертичном периоде испытал столь небольшие изменения, что полностью вымершие формы растений почти неизвестны.

В нижнечетвертичных отложениях неледникового происхождения в центральной полосе Европейской части СССР (Тульская, Воронежская, Московская, Смоленская, Вологодская области, Белоруссия) и на севере Западной Европы (Великобританские острова, Германская низменность) обнаружены ископаемые остатки теплолюбивых растений — бука, тиса, некоторых папоротников и др., многие из которых в настоящее время встречаются только в умеренно-теплом и даже субтропическом поясах. В Средней и даже Южной Европе в связи с похолоданием в периоды оледенений появлялись некоторые растения, свойственные ныне приполярной тундровой полосе, — карликовая береза, полярная ива, а вместе с ними и животные севера — северный олень, мускусный овцебык, песец и др.

В конце позднечетвертичной эпохи почти повсеместно установились фитогеографические и зоогеографические области, близкие к современным.

Из фауны для ранне- и среднечетвертичной эпох весьма характерны некоторые вымершие виды слоновых, а для раннечетвертичной эпохи — также представители неогеновой фауны хоботных, как мастодонты *(Mastodon arvernensis)*. Из хищных в начале периода еще жил саблезубый тигр (*Machairodus*), из лошадей — гиппарион (*Hipparion*), также типичные для неогенового периода. В ранне- и среднечетвертичную эпохи жил своеобразный носорог *Elasmotherium,* в средне- и позднечетвертичную эпохи — гигантский олень *(Cervus giganteus)*, у которого расстояние между концами рогов достигало 2 *м*.

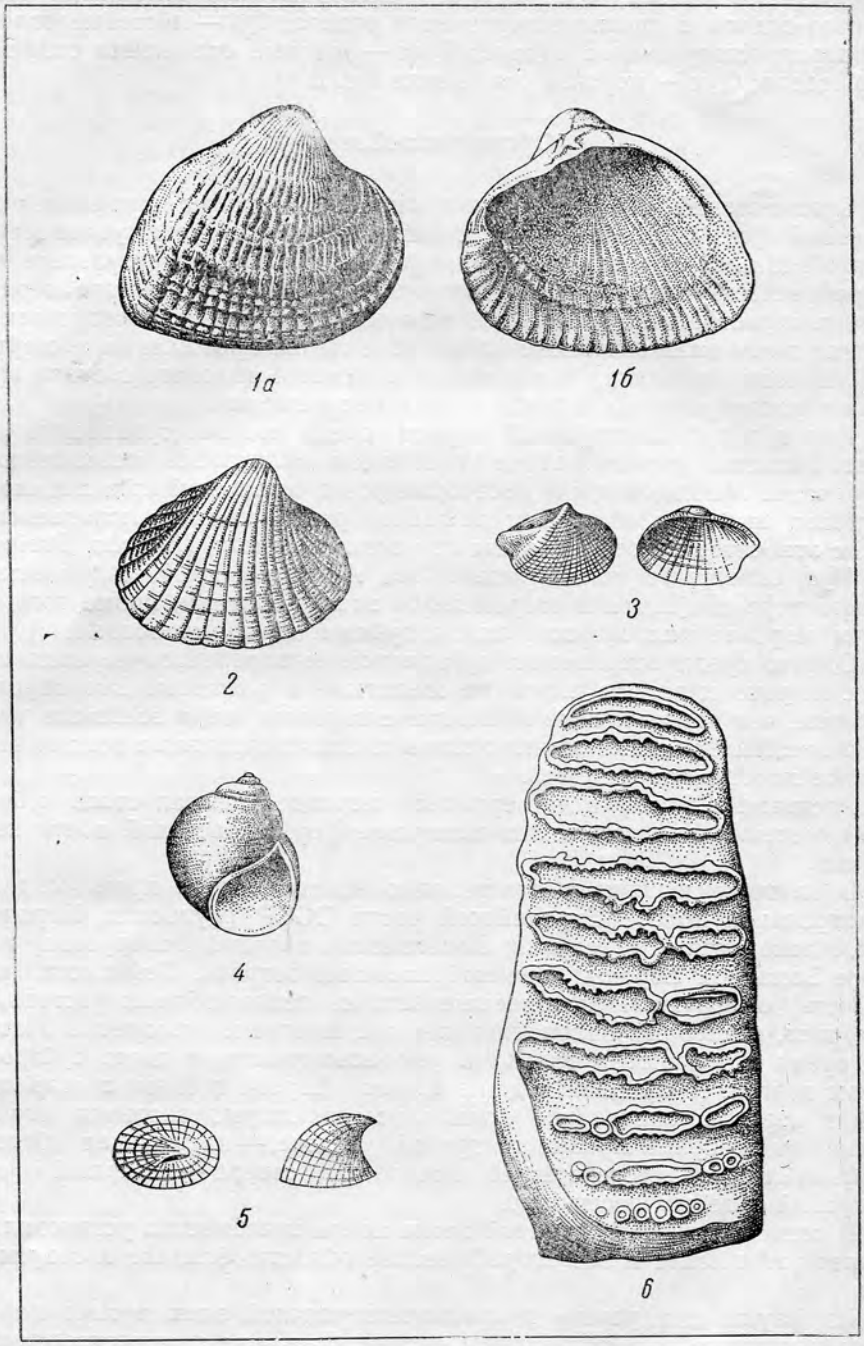


Рис. 140. Некоторые руководящие ископаемые четвертичного периода
1, а, б—Didacna praetrigonoides N a l; *2—Cardium edule* L.; *3—Ioldia (Portlandia) arctica* G r a y; *4—Littorina littorea* L.; *5—Ancylus fluviatilis* L.; *6*—коренной зуб *Elephas meridionalis* Nesti

В средне- и позднечетвертичную эпохи широкое распространение получили мамонты и шерстистые носороги. Большое число остатков мамонтов находят в Сибири. Здесь в мерзлой почве обнаружены даже целые, полностью сохранившиеся трупы мамонтов.

Наличие ископаемых остатков всех этих вымерших форм позволяет определять возраст отдельных комплексов четвертичных отложений палеонтологическим методом.

Как указывалось, наиболее важной особенностью четвертичной истории органического мира является появление и развитие в этом периоде человека и его культуры.

Раздел IV

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ СССР

ГЛАВА 22

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ ТЕРРИТОРИИ СССР

На территории Советского Союза в отличие от большинства других стран развиты все основные типы структур земной коры.

Советскими геологами в пределах нашей страны выделяются следующие основные структуры:

1) Русская платформа с докембрийским складчатым основанием;

2) Сибирская платформа с докембрийским складчатым основанием;

3) область палеозойской складчатости (каледониды и герциниды);

4) область киммерийской, или мезозойской, складчатости Восточной Сибири и Приморья;

5) область альпийской, или кайнозойской, складчатости Востока СССР;

6) область альпийской складчатости Юго-Запада и Юга СССР.

Совместное рассмотрение каледонских и герцинских структур объясняется их многими общими чертами развития.

В ряде случаев тектоническое районирование территории нашей страны усложняется тем, что в пределах некоторых древних, давно стабилизированных платформ выявляются участки с проявлением новых интенсивных тектонических движений. Наиболее ярким примером такого нового состояния тектонического развития является новейшая история Тянь-Шаня, Саян, Алтая и некоторых других древних складчатых горных сооружений.

В Тянь-Шане платформенные условия окончательно установились в конце палеозойской эры. Однако начиная с олигоценовой эпохи здесь стали усиленно проявляться вертикальные движения большой амплитуды. В результате в условиях сильнопенепленизированной страны возникли высокие хребты, разделенные глубокими межгорными впадинами. Вторичное формирование горного рельефа сопровождалось небольшими излияниями базальтовой магмы. В настоящее время Тянь-Шань, подобно молодым альпийским горным сооружениям, принадлежит к зоне высокой сейсмичности. Значительная активизация тектонических процессов подтверждает, что в Тянь-Шане и других местах проявляется новая, ранее не проявлявшаяся форма развития земной коры.

Как отмечалось, на платформах в процессе их последующего тектонического развития возникают различные структурные элементы, из которых наиболее крупными являются щиты и плиты. В пределах плит в строении платформенного чехла в свою очередь выделяются также крупные структурные элементы — синеклизы и антеклизы.

Синеклизы — это длительно развивающиеся впадины складчатого фундамента, выполненные отложениями платформенного чехла, мощностью до нескольких километров (иногда более 10 *км*).

Антеклизы — выступы между синеклизами, прикрытые сравнительно маломощным платформенным чехлом.

Синеклизы и антеклизы представляют собой чрезвычайно пологие и обширные вогнутые и выпуклые структуры. Форма их обычно неправильно-округлая или неправильно-овальная. Их размеры бывают самые различные и нередко достигают многих сотен и даже свыше тысячи километров в поперечнике. В связи с этим углы падения слоев очень малы и могут быть выявлены только при региональных исследованиях, охватывающих большие площади. При этом углы падения слоев уменьшаются снизу вверх: вышележащие слои положе глубоко залегающих слоев. Мощность слоев в центральных частях синеклиз значительно бóльшая, чем на крыльях, и в сторону антеклиз слои часто выклиниваются. С этим обстоятельством связано также изменение фаций: в направлении к антеклизам слои становятся более грубыми (по механическому составу). Осадочный чехол в сводах антеклиз значительно сокращается по мощности. Синеклизы и антеклизы, как правило, осложняются более мелкими платформенными структурами (особенно на крыльях). Основными из таких структур являются: валы, флексуры, плакантиклинали, плакосинклинали, купола и др.

Вал — это обычно вытянутое, часто более или менее асимметричное в поперечном сечении поднятие с пологими крыльями. Углы падения слоев в валах обычно не превышают 1—2°, но в местах, где крылья валов осложнены флексурами, могут резко увеличиваться до десятков градусов. Ширина валов измеряется от нескольких до десятков километров. Длина их измеряется от десятков до нескольких сотен километров. Валы, как правило, состоят из ряда более мелких структур — плакантиклиналей. *Плакантиклиналь* — пологая платформенная антиклинальная, часто асимметричная складка. Падение слоев в плакантиклиналях возрастает от более молодых к более древним. На сводах плакантиклиналей мощность слоев обычно меньше, чем на крыльях; иногда на сводах выпадают отдельные горизонты или же в слоях наблюдаются фациальные изменения (более грубые осадки), указывающие на более мелководные условия образования. По форме плакантиклинали бывают куполовидные, коробчатые и овально-вытянутые. Цепи отдельных плакантиклиналей образуют валы.

Плакосинклиналь — структура, противоположная плакантиклинали. Эти структуры встречаются реже положительных.

Купол — складка с округлыми или овальными очертаниями в плане. Углы падения на крыльях куполов 5—30°. Размеры куполов колеблятся от десятков метров до десятков километров.

Флексуры, валы, плакантиклинали и плакосинклинали, являясь структурами пликативными, часто протягиваются вдоль крупных расколов (дизъюнктивов), рассекающих нижележащий жесткий кристаллический фундамент платформы. Эти структуры являются отражением в платформенном чехле перемещений блоков фундамента вдоль разломов и располагаются соответственно над тектоническими уступами — горстами или грабенами в фундаменте. Как отмечалось, крупные пликативные структуры платформенного чехла — синеклизы и антеклизы — генетически связаны с медленными перемещениями крупных блоков нижележащего кристаллического фундамента, отделенных друг от друга длительно существующими разрывами. Таким образом, для фундамента платформ в целом характерно блоковое строение. Расколы фундамента местами пересекают платформенный чехол, особенно его нижние части, и только вверх по разрезу переходят во флексуры или валы. Структуры типа валов и плакантиклиналей обычно представляют большой практический интерес, так как именно к ним часто приурочены скопления нефти и газа.

На платформах среди крупных структур в случае их недостаточно выясненной геологической природы или наличия у них каких-либо своеобразных признаков часто выделяют структуры под названиями впадины, прогиба, выступа, массива. По своим размерам и строению они могут приближаться к щитам, синеклизам и антеклизам или же соответствовать более мелким структурам. В складчатых областях, еще не достигших в своем развитии платформенного состояния, а иногда и на участках платформ, лишенных осадочного чехла, в качестве основных структурных элементов выделяют *синклинории* и *антиклинории*.

Среди киммерийских и альпийских складчатых структур встречаются так называемые *срединные массивы* — древние, давно стабилизированные участки с обычно хорошо выраженным и довольно мощным осадочным чехлом платформенного типа. В пределах срединных массивов возможно выделение синеклиз, антеклиз и более мелких платформенных структур.

ГЛАВА 23

РУССКАЯ ПЛАТФОРМА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Русская платформа занимает огромное пространство, включающее всю Восточно-Европейскую равнину, почти весь Скандинавский полуостров и часть Великопольской низменности.

Граница Русской платформы на востоке проходит вдоль западного склона Урала, затем поворачивает на юго-запад и запад и проходит через северную часть Каспийского моря до устья Волги. Далее южная граница платформы следует к Донецкому бассейну, огибает восточный выступ Украинского щита, протягивается вдоль северного берега Азовского моря, Перекопского перешейка и северной части Одесского залива к устью Дуная. Отсюда граница платформы поворачивает на северо-запад, проходит вдоль Восточных Карпат, по долине Вислы и протягивается до Ютландского полуострова (Дания). Северо-западная граница тянется от Дании вдоль Скандинавских гор. Северная граница платформы неясна; она проходит в пределах Баренцева моря, где-то между северной оконечностью Скандинавских гор и Новой Землей.

Русская платформа почти со всех сторон ограничивается палеозойскими структурами (главным образом герцинскими и на Скандинавском полуострове — каледонскими). Только на юго-западе к ней примыкает непосредственно альпийские структуры (Восточные Карпаты).

Складчатый фундамент Русской платформы образован главным образом под влиянием архейских и протерозойских складчатостей. В некоторых своих частях он оформился несколько позже — в рифейское (синийское) время, т. е. в период проявления байкальской эпохи складчатости. В качестве байкалид рассматривается часть фундамента в пределах п-ова Канин, Тиманского кряжа и Большеземельской тундры.

Складчатый фундамент платформы выходит на поверхность в пределах двух щитов: очень крупного *Балтийского* и значительно меньшего *Украинского*. На этих щитах выступают породы докембрийского возраста. Остальные положительные структуры платформы на всем протяжении прикрыты относительно маломощным платформенным чехлом. К ним принадлежат: *Воронежская, Белорусская* и *Волго-Уральская антеклизы* и *Тиманское поднятие*. Лишь в пределах Воронежской антеклизы имеется два незначительных выхода докембрия по Дону.

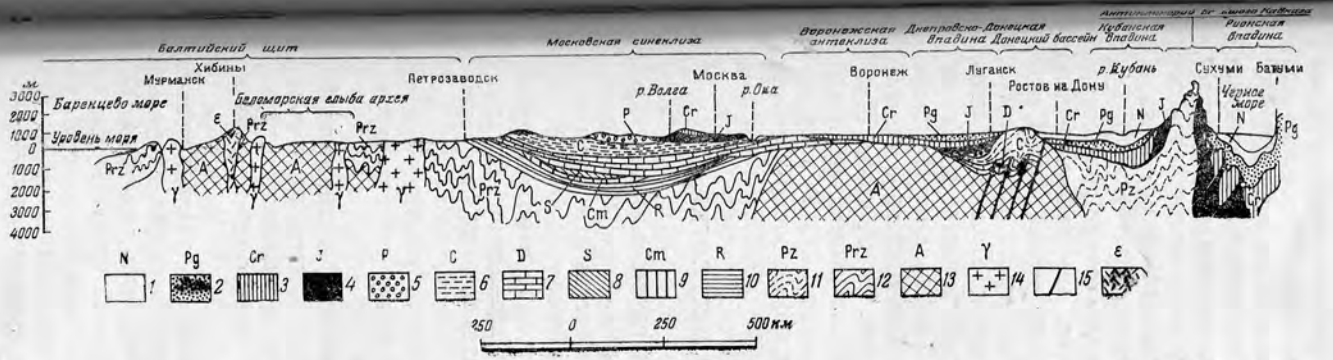


Рис. 141. Геологический разрез через Русскую платформу по линии: Баренцево море—Батуми (по М. В. Муратову)
1 — неоген; *2* — палеоген; *3* — мел; *4* — юра; *5* — пермь; *6* — карбон; *7* — девон; *8* — силур; *9* — кембрий; *10* — рифей; *11* — палеозой; *12* — протерозой; *13* — архей; *14* — гранитные интрузии; *15* — сбросы и взбросы; *16* — щелочные интрузии

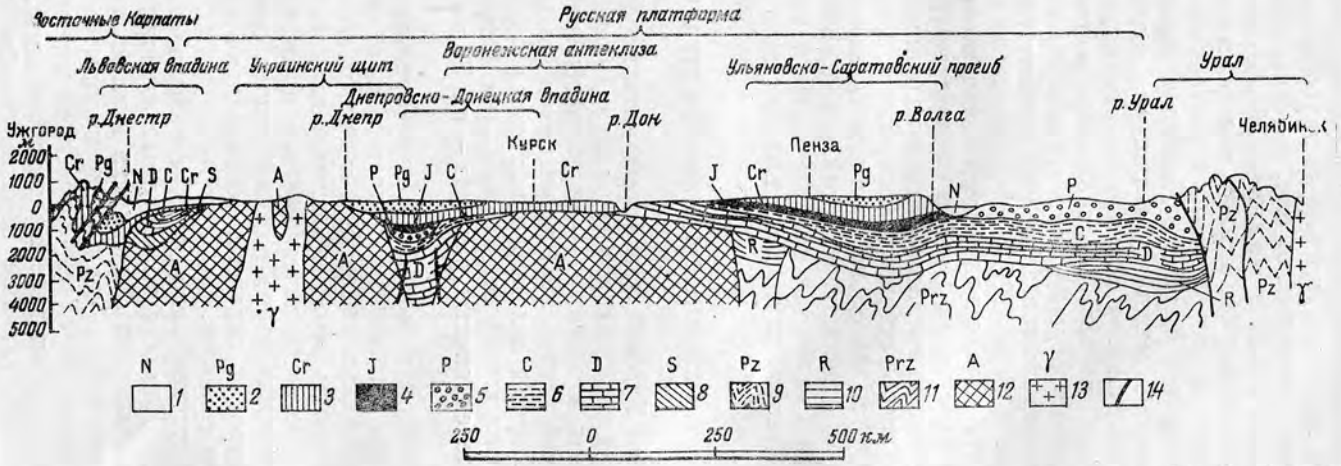


Рис. 142. Геологический разрез через Русскую платформу по линии: Восточные Карпаты — Урал (по М. В. Муратову)
1 — неоген; *2* — палеоген; *3*—мел; *4* — юра; *5* — пермь; *6* — карбон; *7* — девон; *8* — силур; *9* — палеозой; *10* — рифей; *11* — протерозой; *12* — архей; *13* — гранитные интрузии; *14* — сбросы и взбросы

Остальная, бóльшая часть платформы занята отрицательными структурами: синеклизами, впадинами, прогибами (рис. 141, 142). К числу наиболее крупных и древних отрицательных структур относятся *Московская* и *Прикаспийская синеклизы*. Первая расположена в северной части платформы, вторая — на юго-востоке. В Прикаспийской синеклизе фундамент платформы опущен наиболее глубоко. Вдоль Урала, параллельно ему, на всем протяжении тянется *Предуральский краевой прогиб*, западный борт которого расположен на окраине Русской платформы. На юге платформы, между Украинским щитом и Воронежской антеклизой и к востоку от них, протягивается так называемый прогиб *Большого Донбасса*. Западная часть этого прогиба, расположенная между указанными положительными структурами платформы, названа *Днепровско-Донецкой*, или *Украинской, впадиной*. Восточная же часть прогиба, образующая собственно Донецкий бассейн, настолько переработана герцинской складчатостью, что рядом ученых рассматривается даже как элемент герцинских сооружений Юга Европейской части СССР.

На западе платформы находятся *Балтийская* и *Польско-Литовская синеклизы*. Первая отделяется от Московской синеклизы подземным поднятием, получившим название *Латвийской седловины*. На крайнем северо-востоке платформы, в пределах Большеземельской тундры находится довольно крупная *Печорская синеклиза*. В Среднем Приуралье, отделяясь от Московской синеклизы Вятским валом, располагается *Глазовская синеклиза*. На тектонической карте СССР в пределах Русской платформы выделяется и ряд других, более мелких структур.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ И ЛИТОЛОГИИ

На Русской платформе развиты породы всех групп и систем. Породы докембрия образуют фундамент платформы, а породы палеозоя, мезозоя и кайнозоя — ее платформенный чехол. Местами породы рифейской (синийской) группы также входят в состав чехла.

Породы докембрия выходят на поверхность только в положительных структурах платформы — на Балтийском и Украинском щитах и в виде единичных выходов — на Воронежской антеклизе и Тиманском поднятии.

Состав и мощность докембрийских комплексов в разных частях Русской платформы существенно отличаются, поэтому их стратиграфическое расчленение имеет пока местное значение.

Породы *архея* представлены в основном гнейсами, гранито-гнейсами и кристаллическими сланцами. Они обнаруживаются не только в названных выше положительных структурах, но, по данным глубоких буровых скважин, устанавливаются также и под платформенным чехлом синеклиз.

Протерозойские породы развиты также во многих пунктах платформы. Для них характерны различные, в основном кристаллические, сланцы, кварциты, песчаники и железистые кварциты, или джеспилиты.

Рифейские (*синийские*) породы в составе фундамента Русской платформы выявлены слабо. Они имеют выходы на поверхность только на северной окраине Балтийского щита, где представлены метаморфизованными, главным образом грубообломочными породами (конгломератами, песчаниками), и в центральных частях Тиманского поднятия.

В составе платформенного чехла рифейские отложения развиты значительно шире. Наиболее четко они выделяются в основании осадочного покрова в западной и центральной частях платформы, где широко развиты в пределах Латвийской седловины и Московской синеклизы. На востоке платформы рифейские отложения выделены в Па-

челмском прогибе, а также и в приуральской части платформы. Для рифейских отложений платформенного чехла характерны песчаники, аргиллиты, доломиты. Из органических остатков в них встречены водоросли и споры. Мощность рифейских отложений в некоторых прогибах достигает значительной величины (например, в Пачелмском прогибе до 2000 *м*).

Из послерифейских пород на Русской платформе лучше всего выражены отложения палеозоя. При этом в составе палеозоя не все системы представлены одинаково. Широким распространением пользуются здесь породы девонской и каменноугольной систем.

Отложения *кембрийской* системы выходят в Прибалтике, на Украине и на побережье Белого моря.

В Прибалтике кембрийские отложения обнажены в береговом уступе Финского залива и по берегам Ладожского и Онежского озер. Выходящие в этом районе на поверхность нижнекембрийские отложения в основании представлены небольшой толщей песчаника, выше которого залегают синие глины и песчаники, общая мощность которых около 100 *м*. Средний и верхний кембрий в Прибалтике, как и вообще на Русской платформе, отсутствует. Кембрийские отложения вскрыты скважинами в Великих Луках, Валдае, Вологде, Калинине и Котласе. Однако далее к юго-востоку и востоку эти отложения в составе платформенного чехла не участвуют. В последнее время они установлены глубоким бурением на крайнем юго-западе Белоруссии.

На Украине кембрийские отложения выделены только в среднем течении Днестра, где они представлены глинами и песчаниками.

Ордовикские отложения развиты, в общем, в тех же местах, где и кембрийские отложения, но отсутствуют в районе Белого моря. В районе Прибалтики, вдоль Финского залива, эти отложения представлены мелководными осадками. Они представлены здесь внизу белым кварцевым песчаником и диагональнослоистым песком, а выше глинистыми сланцами с граптолитами, глауконитовыми песчаниками и толщей известняков (мощность около 100 *м*). В Эстонской ССР и на западе Ленинградской области среди известняков залегают слои горючего сланца — кукерсита.

Силурийские отложения на Русской платформе выходят в Прибалтике и на Украине.

В Эстонии силурийские отложения представлены в основном известняками и доломитами. Кверху известняки сменяются пестроцветными песками и глинами.

На Украине, в Приднестровье, образования силура выражены песчаниками, глинистыми сланцами, известняками и доломитами общей мощностью в несколько сотен метров. Глубоким бурением силурийские отложения выявлены также в Белоруссии, Молдавии и на юге Украины, в районе Одессы.

Девонские отложения на Русской платформе развиты особенно широко не только по сравнению с другими системами палеозоя, но и по сравнению с отложениями всех последующих групп. На обширном пространстве западной части платформы — в пределах Белоруссии, Прибалтийских республик и Ленинградской области — они залегают непосредственно под четвертичными отложениями, но естественных выходов на поверхность не образуют. Выходы их наблюдаются по долинам многих рек в Курской, Воронежской и прилегающих к ним областях, в среднем течении Днестра, в Донецком бассейне, на Тиманском кряже. Буровыми скважинами эти отложения установлены под более молодыми отложениями палеозоя в Москве, в Поволжье и Заволжье.

Девонские отложения участвуют в строении всех крупных структурных элементов Русской платформы, за исключением Балтийского и Украинского щитов. В ряде районов (Воронежская антеклиза, цент-

ральные части Волго-Уральской антеклизы) они залегают в самом основании осадочного чехла. Несмотря на очень широкое распространение, отложения девонской системы на Русской платформе, как правило, имеют неполный разрез. На огромных территориях платформы отложения нижнего девона полностью отсутствуют; они установлены лишь в юго-западной части платформы (по Днестру). В нижнем девоне почти вся платформа была высоко поднята.

Средний девон на западе платформы представлен преимущественно лагунно-континентальными осадками, на востоке преобладают типично морские отложения.

Верхнедевонские отложения на Русской платформе имеют наибольшее распространение (особенно отложения франского яруса). Образования франского яруса представлены главным образом карбонатными породами — известняками, доломитами; на востоке же платформы, в основании этого яруса залегают терригенные породы — пески, песчаники, глины. В нижней, терригенной части яруса выделяется несколько слоев, в том числе *пашийские слои*, с которыми на территории Башкирии и Татарии связаны богатейшие нефтеносные залежи.

Отложения фаменского яруса в восточной части платформы также выражены карбонатными породами, на западе же ее распространены гипс, каменная и калийная соли. Мощные залежи соли известны на юге Белоруссии и на севере Украины.

Каменноугольные отложения представлены на Русской платформе на несколько меньшей площади, чем девонские.

Выходы каменноугольных отложений наблюдаются в пределах Подмосковного бассейна, занимающего значительную территорию Московской, Тульской, Калужской и Рязанской областей. От Подмосковного бассейна широкая полоса каменноугольных отложений (под довольно мощным четвертичным покровом) протягивается на север через Калининскую, Ленинградскую и Архангельскую области до Белого моря. Другой обширный выход этих отложений установлен в пределах Донецкого бассейна. Остальные выходы на Русской платформе занимают сравнительно небольшие участки.

В восточной части Русской платформы каменноугольные отложения скрыты под толщами пермской системы, а местами под толщами мезозоя и кайнозоя. Вообще, отложения этой системы на Русской платформе широко распространены во всех крупных синеклизах и впадинах и отсутствуют только на щитах и в некоторых антеклизах, где к поверхности подведены более древние породы палеозоя и докембрия.

На Русской платформе представлены все три отдела каменноугольной системы. Особенно хорошо изучены и детально расчленены отложения каменноугольной системы в угольных бассейнах — Подмосковном и Донецком.

В Подмосковном бассейне каменноугольные отложения мощностью в несколько сотен метров представлены как морскими, преимущественно карбонатными, так и континентальными песчано-глинистыми породами. Из них континентальные отложения угленосны.

В Донецком бассейне каменноугольные отложения достигают огромной мощности—до 10 *км*. Из каменноугольных отложений Донецкого бассейна особый интерес представляет средняя, песчаниково-глинистая толща с прослоями известняков и пластами угля, общая мощность которой достигает 8—8,5 *км*.

В восточной части платформы каменноугольные отложения представлены преимущественно морскими, карбонатными толщами и лишь иногда содержат пласты угля. На этой территории каменноугольные отложения приобретают большое значение в связи с их нефте- и газоносностью. Промышленные залежи нефти и газа в каменноугольных

отложениях имеются также и на юге платформы — в пределах Днепровско-Донецкой впадины.

Отложения *пермской* системы представлены главным образом в восточной части платформы. Фациальный их состав здесь очень сложен и весьма изменчив как в горизонтальном, так и вертикальном направлении. В основном это лагунные и континентальные отложения (доломиты, гипсы, соли, красноцветные породы — глины, песчаники, конгломераты), но имеются и морские образования (известняки).

С нижнепермскими отложениями в пределах Волго-Уральской нефтеносной области также связаны довольно крупные промышленные залежи нефти. К соленосным отложениям, протягивающимся полосой вдоль Урала, приурочены крупнейшие месторождения калийных и каменных солей. В Северном Приуралье отложения перми угленосны (Воркутинский угольный бассейн).

Кроме Предуральского прогиба, пермские отложения выполняют осевые части всех крупных синеклиз и впадин (Московской, Печорской, Днепровско-Донецкой). В Донецком бассейне они выражены лагунными (соленосными) отложениями.

Мезозойские отложения на Русской платформе в отношении площадного распространения уступают палеозойским. Наиболее широко они развиты в южной половине платформы и в виде отдельных участков в ее северо-восточной части. Залегают они на палеозойских отложениях часто с размывом и несогласием.

Триасовые отложения развиты главным образом на северо-востоке и востоке платформы, где они лежат на пермских отложениях. Представлены они здесь песками с прослоями конгломератов, красноцветными глинами и мергелями континентального происхождения.

Триасовые отложения, как и пермские, выполняют осевые части синеклиз и впадин. Морские же отложения триасовой системы известны только на юго-востоке платформы — в пределах Прикаспийской синеклизы.

Юрские отложения развиты шире триасовых, особенно в южной половине Русской платформы. В северной и северо-восточной частях они сохранились только на отдельных изолированных участках. Эти отложения в большинстве случаев залегают с перерывом на более древних отложениях.

Морские и континентальные отложения нижнего отдела юры известны только в Донецком бассейне и в Прикаспийской синеклизе. Отложения среднего отдела развиты на юге (Украина, Поволжье) и на северо-востоке (Печорская синеклиза) Русской платформы, где они представлены песчано-глинистыми толщами.

В Прикаспийской синеклизе (Урало-Эмбенский район) средняя юра представлена нефтеносными песчано-глинистыми осадками континентального происхождения.

Верхнеюрские отложения развиты наиболее широко. Для них характерны почти исключительно темные, часто черные глины, реже глауконитовые пески. Известняки верхней юры установлены только в Донецком бассейне и в Прикаспийской синеклизе.

Мощность юрских отложений Русской платформы невелика: от нескольких десятков до 100—150 *м* и лишь в Донецком бассейне составляет 300 *м*.

Меловые отложения развиты на Русской платформе главным образом в ее южной половине. Они протягиваются широкой полосой от Прибалтики до Южного Урала.

Севернее меловые отложения отмечаются в Московской синеклизе. В северо-восточной части Русской платформы отдельные участки развития меловых пород выявлены в бассейнах верховьев рр. Северной Двины, Камы и Печоры.

Нижнемеловые отложения Русской платформы представлены песчано-глинистыми осадками (глауконитовые фосфоритоносные пески, темные глины), верхнемеловые — глауконитовыми фосфоритоносными песками, белым писчим мелом и мергелем. На севере Украины мощность мела и мелоподобных мергелей достигает местами нескольких сотен метров.

Из отложений кайнозойской группы палеогеновые и неогеновые отложения представлены почти исключительно в южной половине Русской платформы.

Отложения четвертичной системы хотя и в виде маломощного, но сплошного покрова развиты повсеместно.

На Русской платформе четко устанавливаются два типа разрезов *палеогеновых* пород: Северо-Украинский и Поволжский. На севере Украины палеоген выражен в основном песчано-глинистыми отложениями. В Поволжье, помимо песчано-глинистых пород, широко представлены кремнистые породы — опоки, трепела. В пределах Украинского щита во впадинах развиты континентальные отложения с бурым углем.

Мощность палеогеновых отложений на Русской платформе достигает 100—200 *м*.

Неогеновые отложения (в основном морского происхождения) развиты на южной окраине Русской платформы — в пределах Южной Украины, Молдавии и Прикаспийской низменности.

На юге Украины и в Молдавии неогеновые отложения представлены песками, глинами и особенно широко ракушечными известняками.

Неогеновые озерные и речные отложения имеются в Тамбовской и Воронежской областях, а также на Общем Сырте.

Общая мощность неогеновых отложений достигает многих десятков метров, а нередко и нескольких сотен метров.

Четвертичные отложения развиты повсеместно. Они представлены разнообразными генетическими комплексами пород. Преимущественное развитие имеет комплекс ледниковых отложений — моренных суглинков и флювиогляциальных песков мощностью 30—50 *м*, покрывающих бóльшую, северную половину платформы. По окраинам Русской платформы на побережье Черного, Азовского, Балтийского и Баренцева морей и особенно в пределах Прикаспийской низменности развиты морские отложения (пески, глины с морскими моллюсками). В Прикаспийской низменности мощность четвертичных отложений достигает 100 *м*.

На юге платформы широко развиты лёсс и лёссовидные суглинки мощностью до 30—50 *м*.

В долинах многочисленных рек хорошо выражены аллювиальные отложения; в пределах террас их мощность составляет несколько десятков метров.

На Донецкой и других возвышенностях развит маломощный покров элювиальных отложений. На склонах плато и рек имеются делювиальные отложения. Широкое развитие имеют также озерные и болотные образования. С последними связано накопление торфа.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Балтийский щит

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В пределах СССР располагается только восточная часть Балтийского щита, охватывающая территорию Карельской АССР и Кольского полуострова.

В этой части Балтийского щита выделяют три складчатые зоны: юго-западную — Карельскую, центральную — Беломорскую и северо-

восточную — Кольскую. Карельская и Кольская зоны образованы протерозойской складчатостью.

Беломорский массив (или зона), занимающий южную часть Мурманской области и Карельское побережье Белого моря, является наиболее древним структурным элементом восточной части Балтийского щита. Его образование связано с архейской складчатостью. Как для архейской, так и для протерозойской складчатых областей характерны в основном северо-западные простирания структур.

В Карельской и Кольской зонах выделяются три складчатых комплекса: нижнепротерозойский (ранние карелиды), среднепротерозойский (поздние карелиды) и верхнепротерозойский.

Архейские и раннекарельские структуры имеют изоклинальные, сжатые складки, позднекарельские — в основном пологие складки с падением крыльев под углом 15—30°. В пределах щита устанавливаются расколы каледонского и герцинского возраста, с которыми связаны интрузии основной, ультраосновной и щелочной магм в Хибинах и Ловозере. Ладожское и Онежское озера признаются грабенами, возникшими, очевидно, под влиянием самых молодых тектонических движений.

СТРАТИГРАФИЯ

В строении расположенной в пределах СССР (восточной) части Балтийского щита участвуют породы докембрия. Осадочный чехол представлен лишь четвертичными отложениями. Местами толщи пород докембрия прорваны магматическими породами последокембрийского (палеозойского) возраста. В зарубежной (западной) части Балтийского щита в отдельных впадинах отмечается присутствие пород нижнего и среднего палеозоя.

В целом в отложениях докембрия Балтийского щита выделяют снизу вверх пять комплексов пород: архейский, нижнепротерозойский, среднепротерозойский, верхнепротерозойский и рифейский (синийский).

Породы архея Балтийского щита известны под местными названиями: *беломорской серии* в Карелии и *кольской серии* на Кольском полуострове. Беломорская серия представлена гнейсами и кристаллическими сланцами. Кольская серия содержит также магнетитовые сланцы и кварциты, с которыми связаны железорудные месторождения Кольского полуострова. Мощность беломорской серии — много тысяч метров.

Отложения нижнего протерозоя названы *нижнекарельским комплексом*, а отложения среднего протерозоя — *верхнекарельским комплексом*. В Беломорском (архейском) массиве эти отложения отсутствуют.

Нижний протерозой в Карелии и на Кольском полуострове представлен несколькими по времени образования типами пород: разнообразными гнейсами и сланцами в одних случаях и вулканогенно-осадочными толщами в других. В Карелии с ними связаны месторождения серного колчедана и магнетитовых кварцитов.

Средний протерозой по составу пород резко отличается от нижнего. В Карелии в его составе распространены кварциты, доломиты и осадочно-вулканогенные толщи пород с большим количеством диабазов. Доломиты содержат строматолиты, а в осадочно-вулканогенной толще встречаются прослойки графитизированного угля — *шунгита*. Несколько сходный состав пород имеет средний протерозой и на Кольском полуострове.

Нижне- и верхнекарельский комплексы пород прорваны относящимися к этому же времени массивами основных и ультраосновных пород.

Верхний протерозой в Карелии и на Кольском полуострове выделяется под названием *иотнийской серии*. Эта серия пород протерозоя по своему составу и характеру залегания принципиально отличается от предыдущих комплексов протерозоя.

Иотнийская серия представлена слабометаморфизованным комплексом пород, главным образом кварцитами, кварцитовидными песчаниками и конгломератами. Эти отложения почти не смяты в складки. Распространены они лишь на отдельных участках щита во впадинах типа грабенов. Залегание их на подстилающих метаморфизованных и дислоцированных более древних породах характеризуется большим перерывом и резким несогласием. С иотнийской серией связаны одновозрастные с ними интрузии своеобразных гранитов — *рапакиви*, развитые в Выборгском районе.

Отложения иотния имеют платформенный облик и отвечают той стадии развития, когда бо́льшая часть территории Балтийского щита уже закончила геосинклинальный этап развития.

В самой северной части Балтийского щита (п-ова Рыбачий и Средний, о-в Кильдин) выделяется еще одна, более молодая *гиперборейская серия*, представленная в основном песчаниками и конгломератами значительно большей мощности (до 6600 *м*), чем иотнийская серия. Эти отложения значительно дислоцированы.

Гиперборейская серия по возрасту относится к рифею, или синию. Она формировалась в тех зонах, где в отличие от большей части Балтийского щита геосинклинальное развитие продолжалось в течение рифейской (синийской) эры и завершилось байкальской эпохой складчатости.

В восточной части Балтийского щита известны проявления платформенного магматизма палеозойского возраста. Раннепалеозойские интрузии щелочных гранитов отмечены на Кольском полуострове (хребет Кейвы). В среднем и позднем палеозое образовались Хибинский и Ловозерский интрузивные щелочные массивы в центральной части Кольского полуострова. Оба массива в основном выражены нефелиновыми сиенитами.

Четвертичные отложения на Балтийском щите исключительно широко выражены ледниковыми—моренными осадками, распространенными в виде многочисленных гряд (озы, друмлины).

Украинский щит

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Украинский щит располагается на юге Русской платформы, на территории Украинской ССР. Он протягивается с северо-запада на юго-восток через всю республику — не менее чем на 900 *км*. Максимальная ширина его 200 *км*. Центральная, бо́льшая часть щита прикрыта маломощным чехлом кайнозойских отложений. Докембрий обнажается здесь только по долинам рек и крупных оврагов. На северо-западе и юго-востоке (в приазовской части) щита докембрий прикрыт лишь четвертичными отложениями и во многих местах выходит на поверхность.

Украинский щит по склонам ограничен разломами. В истории формирования структур Украинского щита выделяются крупные этапы — архейский и протерозойский. Архейская складчатость проявилась в пределах всего щита, ее складчатые структуры характеризуются очень крутым падением крыльев и преимущественно северо-западным простиранием. Раннепротерозойская складчатость проявилась на востоке щита: с ней связано образование криворожского комплекса пород, структуры которого имеют субмеридиональные простирания. Для ран-

непротерозойских структур характерна мелкая складчатость и плойчатость, особенно в тонкослоистых породах. После завершения раннепротерозойской складчатости по существу здесь заканчивается консолидация геосинклинальной области и превращение ее в поднятую складчатую страну. На ее территории в дальнейшем развиваются крупные расколы.

Вследствие этого верхнепротерозойские породы на территории Украинского щита характеризуются не только слабым метаморфизмом, но и пологой складчатостью уже платформенного типа.

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий Украинского щита разделяется на три комплекса, соответствующие архею, нижнему протерозою и верхнему протерозою. Средний протерозой и рифей (синий) здесь не выделяются.

Из докембрийских комплексов самый древний — архейский. Он развит на всей территории щита и, как и на Балтийском щите, представлен главным образом гнейсами. В нем имеются также амфиболиты и кристаллические известняки. Гнейсовый комплекс образован глубокометаморфизованными осадочными и эффузивными породами, сильно дислоцирован и смят в крупные складки. Он прорван колоссальными гранитными интрузиями архейского возраста. В этих гранитах породы комплекса сохранились в виде отдельных крупных включений, глыб или ксенолитов. В гнейсовом комплексе выделяется несколько свит.

Нижнепротерозойский комплекс докембрия Украинского щита выделяется под названием *приднепровской серии*. Он развит только в приднепровской части щита. Внизу этот комплекс (серия) сложен свитой амфиболитов, выше — метаморфическими породами *криворожской свиты*.

Криворожская свита, содержащая богатейшие месторождения железных руд, делится на три подсвиты. Нижняя подсвита представлена кварцитовидными песчаниками и филлитами. Средняя железорудная подсвита имеет несколько пачек или толщ железистых кварцитов, чередующихся с филлитовидными сланцами.

Общая мощность железорудной подсвиты 1,2—1,5 *км*. Верхняя подсвита состоит внизу из мощного слоя конгломератов, выше — кварцитовидных песчаников, сланцев и доломитов. Мощность более 1 *км*.

Верхнепротерозойский комплекс докембрия Украинского щита известен под названием *овручской толщи*. Он установлен на небольшой площади в северо-западной части щита, в районе г. Овруча. Овручская толща сопоставляется с иотнийской серией Балтийского щита. Она состоит из относительно слабо метаморфизованных и весьма слабо дислоцированных пород — конгломератов, песчаников, кварцитов, сланцев.

В составе докембрия Украинского щита исключительно широкое развитие имеют магматические породы. Наибольшее распространение имеют архейские эффузивные и интрузивные породы. Они участвуют в составе гнейсового метаморфического комплекса пород и образуют обширные интрузии. К архею относятся гранитные интрузии *кировоградского комплекса*, слагающие основу всего Украинского щита. В кировоградском гранитном комплексе выделяют две разновидности: серый равномернозернистый гранит житомирского типа и серый порфировидный гранит кировоградского типа. В составе кировоградского комплекса широко выражены мигматиты. С ранними этапами архейского магматизма связано возникновение небольших интрузий основных и ультраосновных пород.

Наиболее важным проявлением протерозойского магматизма является образование красных и розовых гранитов *днепровско-токовского*

гранитного комплекса и образование лабрадоритов, рапакиви, красных крупнозернистых гранитов позднепротерозойского *коростенского комплекса.* Породы коростенского комплекса известны в разных частях щита. Протерозойские эффузии участвуют также в составе приднепровской метаморфической серии пород.

Докембрийский складчатый фундамент изредка прорывают более молодые (палеозойские) магматические образования. К ним относят установленные в приазовской части щита палеобазальты и андезиты.

Последокембрийские отложения на Украинском щите не имеют значительного развития. Они представлены главным образом породами кайнозоя; палеозойские же и мезозойские отложения редки. Единичные островки юрских и меловых пород обнаружены в глубоких впадинах щита. Мощность толщи последокембрийских отложений невелика.

Породы палеогеновой системы представлены отложениями бучакской, киевской и харьковской свит и полтавской серией.

Отложения бучакской свиты обнаруживаются только в депрессиях, погружениях щита, где они выражены континентальными толщами с слоями бурого угля мощностью иногда до 10 *м.*

Отложения киевской и харьковской свит и полтавской серии имеют широкое площадное распространение на водораздельных пространствах центральной (бóльшей) части щита. Для киевской свиты характерны карбонатные глины, для харьковской — глауконитовые пески. Полтавская серия сложена кварцевыми, каолинистыми песками континентального происхождения. Суммарная мощность палеогеновой толщи свыше 100 *м.*

К неогеновой системе на Украинском щите принадлежат верхи полтавской серии и толща пестроокрашенных плотных глин. В юго-западной и южной частях щита отмечается присутствие морских отложений неогена мощностью до нескольких десятков метров, представленных песками, глинами, иногда известняками с фауной морских пелеципод и гастропод. Эти отложения относятся к сарматскому и понтическому ярусам.

Четвертичные отложения выражены суглинками и лёссом мощностью до 25—35 *м.* В северо-западной части щита в разрезе четвертичных отложений участвуют и ледниковые образования — валунные суглинки и флювиогляциальные пески.

Воронежская антеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Воронежская антеклиза представляет собой пологое сводовое поднятие докембрийского фундамента Русской платформы, вытянутое, подобно Украинскому щиту, в запад-северо-западном направлении. Размеры Воронежской антеклизы близки к размерам Украинского щита: длина свыше 700 *км,* ширина до 250 *км.* Она расположена на территории Брянской, Орловской, Курской, Воронежской и Белгородской областей.

В додевонское время Воронежская антеклиза и Украинский щит составляли одно целое. Затем с образованием прогиба Большого Донбасса эти структуры были разъединены, и антеклиза выделилась как самостоятельная положительная структура в теле Русской платформы. В наиболее приподнятой части антеклизы докембрий находится на глубине 100—200 *м* от поверхности и только в районе городов Богучара и Павловска-на-Дону выходит в естественных обнажениях.

Осевая, приподнятая часть Воронежской антеклизы протягивается через города Старый Оскол, Курск и Михайловку. К юго-западу и се-

веро-востоку от осевой части поверхность фундамента погружается. Погружение ее, в общем, пологое, но на юго-западном склоне более резкое. Юго-западный склон осложнен продольными разломами и уступами; слабее они выражены на северо-восточном склоне.

Воронежская антеклиза составляет центральную часть территории Курской магнитной аномалии (КМА).

Докембрийский фундамент ее перекрыт относительно маломощным чехлом осадочных пород. На северном крыле антеклизы на докембрий налегают средне- и верхнедевонские отложения, на южном крыле — нижнекаменноугольные. Девонские отложения на севере и каменноугольные на юге трансгрессивно перекрыты отложениями верхней юры и верхнего мела.

СТРАТИГРАФИЯ

Из отложений Воронежской антеклизы наибольший интерес представляет докембрий, с которым связан богатейший железорудный бассейн Курской магнитной аномалии.

В докембрии Воронежской антеклизы выделяют два комплекса пород: архейский и нижнепротерозойский. В состав архейского комплекса входят разнообразные гнейсы, подчиненные им амфиболиты и гранодиориты. Нижнепротерозойский комплекс делится на две серии: нижнюю — *метабазитовую*, состоящую из метаморфизованных основных пород, и верхнюю—*курскую*, представленную метаморфизованными первичноосадочными породами.

Курская серия считается аналогом криворожской свиты Украинского щита. Она подразделяется на три свиты: нижнюю, среднюю и верхнюю. Нижняя свита состоит из кварцитовидных песчаников и сланцев общей мощностью до 800 *м*. Средняя свита—железорудная, состоит из железистых полосчатых кварцитов мощностью 200—400 *м*. Верхняя свита сложена в основном сланцами и в меньшей мере конгломератами, песчаниками, кристаллическими известняками; мощность свиты не менее 1 *км*. Общая мощность курской серии Воронежской антеклизы до 2 *км*.

Курскую серию пород прорывают розовые микроклиновые граниты, сопоставляемые по времени образования с днепровско-токовскими гранитами Украинского щита.

На породах докембрия залегает древняя (додевонская или довизейская) кора выветривания.

Платформенный чехол на Воронежской антеклизе начинается девонскими отложениями. Эти отложения прослежены на ее северном склоне. Представлены они верхами живетского яруса, франским и фаменским ярусами.

Верхи живетского яруса состоят из глин, песков, известняков мощностью 1—65 *м*.

Франский ярус мощностью 140—150 *м* характеризуется пестрым литологическим составом, в него входят известняки, глины, песчаники с морской фауной.

Фаменский ярус выражен не полностью. Представлен он известняками, доломитами, чередующимися между собой песчано-глинистыми породами. Мощность яруса около 150 *м*.

Каменноугольные отложения, развитые на южном склоне Воронежской антеклизы, представлены преимущественно известняками и песчано-глинистыми образованиями нижнего отдела. Общая мощность каменноугольных отложений от 20 до 150 *м*. На юго-восточном склоне каменноугольные отложения угленосны.

На размытой поверхности каменноугольных (а на севере — девонских) отложений залегают юрские породы — в основном жирные глины и реже пески и песчаники. Их мощность 150—180 *м*.

Залегающие выше меловые отложения разделяются на две свиты: нижнюю — песчано-глинистую мощностью до 40 *м* и верхнюю — мергельно-меловую мощностью до 250 *м*.

На водораздельных пространствах на меловые отложения налегают палеогеновые — преимущественно глинистые пески.

Четвертичные отложения представлены в основном лёссовидными суглинками, а в долинах рек и оврагов — аллювием и аллювиально-делювиальными образованиями.

Волго-Уральская антеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Волго-Уральская антеклиза — очень древняя (раннепалеозойская), впоследствии значительно погрузившаяся положительная структура Русской платформы. Она разделяется на ряд поднятий и прогибов. Поверхность докембрийского фундамента в приподнятых, сводовых частях антеклизы находится на глубине 800—1000 *м*, а в осевых зонах прогибов и понижений на глубине до 2500 *м*. Такие глубины залегания докембрийского фундамента синеклизы обусловлены движениями среднепалеозойского и позднепалеозойского времени, значительно преобразовавшими ее структуру.

Осадочный покров антеклизы сложен девонскими, каменноугольными, пермскими, мезозойскими и кайнозойскими отложениями.

Волго-Уральская антеклиза отделена от Воронежской антеклизы узким и глубоким Пачелмским прогибом. На северо-западе и севере она граничит с Московской синеклизой, а на северо-востоке — с Глазовской синеклизой. На востоке она резко срезается и обрывается Предуральским краевым прогибом, а с юга ограничивается Прикаспийской синеклизой.

В пределах Волго-Уральской антеклизы выделяют два свода, или крупных поднятия: на западе — *Токмовское*, на востоке — *Татарское*. Восточную часть Татарского поднятия нередко выделяют под собственным названием Башкирского свода. Токмовское и Татарское поднятия (своды) отделяются четко выраженной в кристаллическом фундаменте седловиной.

Кроме этих крупных структур, антеклиза осложнена и рядом более мелких поднятий и прогибов. На северном ее крыле расположен *Вятский вал*, на юго-западном — *Окско-Цнинский вал*, на южном — *Жигулевский вал* и *Мелекесский прогиб*, восточнее—*Бугурусланская* и *Бузулукская флексуры*. В пределах Татарского свода строение осадочного чехла осложнено наличием большого количества отдельных плакантиклиналей, с которыми связаны нефтяные месторождения.

Токмовское поднятие имеет простирание с юго-востока на северо-запад. Склоны его в направлении к Пачелмскому прогибу более крутые, чем на востоке и севере. С северо-запада поднятие окаймляется крупным Окско-Цнинским валом.

Татарское поднятие характеризуется тем же простиранием, что и Токмовское, но уступает ему по размерам. Фундамент его залегает глубже, склоны погружаются значительно резче и только на западе спускаются полого.

Столь сложное строение Волго-Уральской антеклизы, вероятно, обусловлено и относительно более сложным строением фундамента этой части платформы, расколом его серией разломов на ряд блоков.

Прилегающий к Волго-Уральской антеклизе Пачелмский прогиб является самостоятельной и своеобразной структурой платформы. Он представляет собой крупную грабенообразную впадину, формирование которой наиболее активно происходило в рифейское время и закончилось в начале палеозойской эры.

По данным буровых скважин, кристаллический фундамент Волго-Уральской антеклизы представлен архейскими инъекционными гнейсами и мигматитами. Местами отмечены породы протерозоя. Нижний палеозой в сводовых частях антеклизы не установлен. Здесь непосредственно на докембрийский фундамент налегают среднедевонские отложения.

В осевой части Пачелмского прогиба, в Мелекесском прогибе и на восточных окраинах Татарского поднятия в основании осадочного седла присутствуют рифейские и, возможно, нижнепалеозойские отложения. В Пачелмском прогибе мощность рифея превышает 2000 *м*. Здесь в его составе выделяется так называемая *катерикская свита*, представленная аргиллитами, алевролитами и песчаниками.

Девонские отложения в Волго-Уральской антеклизе развиты повсеместно, но вследствие перекрытия их каменноугольными и пермскими отложениями естественных выходов не имеют. Представлены они живетским, франским и фаменским ярусами.

Живетский ярус сложен преимущественно известняками. В его составе встречаются также песчаники, алевролиты и аргиллиты. Мощность отложений яруса от нескольких до 120 *м*.

Франский ярус по фауне хорошо разделяется на подъярусы и слои. Представлен он в основном известняками, битуминозными сланцами и мергелями с богатой фауной брахиопод и гониатитов. Мощность отложений яруса от 60 до 430 *м*.

В нижней части франского яруса выделяются нефтеносные пашийские слои, сложенные преимущественно кварцевыми тонкозернистыми песками, алевролитами и иногда песками общей мощностью от нескольких до 70 *м*.

Выше пашийских слоев выделяются кыновские слои, сложенные в значительной степени глинами. Кыновские глины служат часто экранирующим горизонтом для нижележащих залежей нефти.

Фаменский ярус представлен известняками с подчиненными им доломитами. В основании яруса имеются доломиты с включениями гипса и ангидрита. Мощность 300—400 *м*.

Общая мощность отложений девона во впадинах и прогибах Волго-Уральской антеклизы достигает 1000 *м*.

Каменноугольные отложения в Волго-Уральской антеклизе имеют также повсеместное распространение.

Отложения нижнекаменноугольного отдела обычно в приподнятых частях антеклизы отсутствуют, а встречаются главным образом в погруженных участках. В составе этого отдела лучше всего представлены отложения визейского яруса; породы турнейского и намюрского ярусов встречаются редко. В целом для нижнекаменноугольного отдела характерны известняки и доломиты общей мощностью до 300 *м*.

Среднекаменноугольный отдел выражен как башкирским, так и в основном московским ярусом. Башкирский ярус представлен в одних местах известняками, в других — терригенными породами с прослоями известняков. Мощность от нескольких до 65 *м*. Для отложений московского яруса характерны карбонатные породы — известняки, доломиты; в некоторых горизонтах — и песчано-глинистые отложения. Мощность отложений московского яруса 200—340 *м*.

Верхнекаменноугольный отдел выражен в пределах антеклизы касимовским и гжельским ярусами. В целом оба яруса представлены, как и предыдущие отложения системы, известняками и доломитами. Мощность в среднем 200 *м*. Мощность каменноугольных отложений

Волго-Уральской антеклизы весьма изменчива и колеблется от 200 до 900 *м*. С отложениями каменноугольной системы связаны крупные залежи нефти и газа.

Пермские отложения развиты почти на всей территории Волго-Уральской антеклизы. Оба отдела пермской системы представлены здесь всеми ярусами.

Сакмарский ярус сложен сульфатно-карбонатными породами — доломитами, ангидритами и гипсами — общей мощностью несколько десятков метров.

Артинский и кунгурский ярусы нижней перми представлены лагунными и лагунно-морскими фациями с преобладанием галогенных образований (ангидритов). На востоке Татарии мощность отложений этих ярусов достигает 150 *м*. В западной же части антеклизы нижняя пермь во многих местах отсутствует или имеет незначительную мощность. К отложениям нижнепермского отдела приурочиваются промышленные залежи нефти и газа.

Верхнепермский отдел начинается маломощными отложениями уфимского яруса, развитыми на северо-востоке антеклизы. Эти отложения представлены красноцветными глинами с прослоями алевролитов, карбонатных пород и гипсов с пресноводной фауной остракод.

Отложения казанского яруса залегают трансгрессивно на более древних отложениях. Представлены они известняками с брахиоподами. Мощность их до 100 *м*.

Для отложений татарского яруса характерны красноцветные, сильно огипсованные терригенные осадки мощностью до 70 *м*.

В целом мощность пермских отложений антеклизы возрастает с запада на восток и на восточном ее борту достигает 500 *м*. Далее к востоку, в пределах Предуральского краевого прогиба она составляет несколько километров.

Породы мезозоя имеются только в западной части Волго-Уральской антеклизы. Выражены они юрскими и меловыми отложениями. Триасовые и нижнеюрские отложения отсутствуют.

Среднеюрские отложения внизу представлены глинами, выше — песками. Мощность их до 50 *м*.

Верхнеюрские отложения развиты значительно шире и по фауне легко разделяются на все ярусы, за исключением не выявленного здесь верхневолжского яруса. В целом для верхней юры характерны глины. В келловее встречаются также прослои мергеля, а в нижневолжском ярусе — фосфориты и горючие сланцы.

Максимальная мощность отложений юры в юго-восточном погружении Токмовского поднятия 150 *м*.

Меловые отложения антеклизы представлены всеми ярусами, за исключением сеноманского и датского.

В нижнемеловом отделе для неокома характерны песчано-глинистые отложения; аптский ярус представлен битуминозными глинистыми сланцами; альбский ярус сложен песками и песчаниками.

Максимальная мощность нижнего мела 200 *м*.

Верхний мел начинается мергельно-меловой толщей туронского и коньякского ярусов. Для сантонского и кампанского ярусов характерны пески, песчаники и глины. Маастрихтский ярус представлен мергелями.

Общая мощность верхнемеловых отложений 50—80 *м*.

Палеогеновые отложения развиты на юго-западе и юге антеклизы. На юго-западе в толще палеогена хорошо выделяются отложения палеоцена — опоки сызранской свиты, пески и песчаники саратовской свиты. Другие отделы палеогена выражены слабо. Общая мощность палеогеновых отложений антеклизы 100 *м*.

В центральной части антеклизы, между Ульяновском и Казанью, развита толща глин с фауной акчагыльского яруса. Мощность ее 10—20 *м*.

Четвертичные отложения в антеклизе выражены суглинками, делювиальными и аллювиальными отложениями и флювиогляциальными образованиями.

Московская синеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Московская синеклиза — крупнейшая отрицательная структура Русской платформы. Ее размеры 500×1200 *км*, максимальная глубина залегания докембрийского фундамента около 3 *км*. Она вытянута с запада на восток и ограничивается с юго-запада, юга и юго-востока соответственно Белорусской, Воронежской и Волго-Уральской антеклизами. На северо-западе она обрамлена склонами Балтийского щита, на северо-востоке — Тиманским поднятием. На востоке Московская синеклиза постепенно переходит в Глазовскую синеклизу, на западе Латвийской седловиной отделяется от Балтийской синеклизы.

Конфигурация и строение Московской синеклизы довольно сложные. Центральная ее часть имеет субширотное простирание. В восточной части оно сменяется на северо-восточное, затем северное и северо-западное (параллельно простиранию Тиманского поднятия). Наиболее глубокая осевая часть синеклизы совпадает с линией, проведенной от Ярославля к Котласу.

Крылья синеклизы осложнены поднятиями, плакантиклиналями, флексурами. Северо-западное крыло имеет моноклинальное строение. Ряд плакантиклиналей внутренней части синеклизы объединены в вытянутый вдоль ее оси *Сухонский вал.*

В юго-западном направлении Московская синеклиза продолжается в виде *Оршанской впадины*, отделяя Воронежскую антеклизу от Белорусской. На юге Московская синеклиза через узкий, но глубокий Пачелмский прогиб соединяется с Прикаспийской синеклизой.

Московская синеклиза является одной из самых древних депрессий Русской платформы. Это подтверждается наличием в составе основания ее платформенного чехла рифейских отложений.

СТРАТИГРАФИЯ

Породы докембрия вскрыты в фундаменте Московской синеклизы рядом опорных скважин. В нем установлено наличие как архейских, так и протерозойских пород. Архей выражен обычно биотитовыми гнейсами. На северо-западном крыле синеклизы, совпадающем с юго-восточным склоном Балтийского щита, вскрыты отложения иотнийского времени — песчаники, конгломераты, туфопесчаники. В основании платформенного чехла скважинами выявлены рифейские образования, залегающие под фаунистически охарактеризованными нижнекембрийскими или ордовикскими отложениями. Отложения рифея внизу представлены песчанистой толщей с прослоями гравелитов и галечников, вверху — глинистой толщей с пленками углистого вещества. Рифейские отложения в составе чехла широко распространены во всех частях синеклизы. Их мощность составляет несколько сотен метров.

Палеозойские отложения начинаются нижним кембрием; средний и верхний кембрий отсутствуют. К среднему кембрию иногда относят толщу песчаников и сланцев, развитых на крайнем западе синеклизы. В целом кембрийские отложения распространены только в северо-западной и северной частях синеклизы.

Нижний кембрий в Московской синеклизе представлен песчаниками и глинами. Мощность его возрастает в осевой части и в районе Котласа достигает 120 *м* и более.

Ордовикские отложения распространены лишь в западной части и на севере центральной части синеклизы. Они представлены нижним и средним отделами; верхний отдел отсутствует. В целом для ордовикских отложений характерны карбонатные породы: известняки, реже мергели. Встречаются глины, аргиллиты. Суммарная мощность этих отложений превышает 250 *м*.

Силурийские отложения в пределах Московской синеклизы не установлены.

Девонские отложения по существу развиты повсеместно. На юго-западном ее крыле они выходят на поверхность. В наиболее погруженной части синеклизы общая мощность девонских отложений достигает около 1000 *м*. Здесь девонская система начинается отложениями живетского яруса; эйфельский ярус среднего девона и нижний девон отсутствуют.

Живетский ярус установлен на всей территории синеклизы. По литологическому составу отложения данного яруса в разных частях ее неодинаковы. В целом для него характерны пески, песчаники, глины, мергели, доломиты, известняки, каменная соль, ангидрит. Общая мощность отложений живетского яруса 250—500 *м*.

Верхний девон представлен франским и фаменским ярусами, которые по фауне хорошо разделяются на подъярусы и слои.

Литологический состав франского яруса также очень пестрый. В целом для франского яруса характерны глины, известняки, мергели, пески. Органогенные известняки преобладают в его верхних слоях. Общая мощность отложений данного яруса 350—550 *м*.

Для фаменского яруса характерны карбонатные породы (известняки, доломиты, мергели), внизу отмечаются глины, песчаники, конгломераты, а вверху среди карбонатных пород — прослои ангидритов и гипсов.

Общая максимальная мощность отложений данного яруса 220—280 *м*.

Каменноугольные отложения синеклизы имеют, как и девонские, широкое развитие. Их выходы приурочены к ее южной окраине. Широкая полоса таких отложений выходит под мощным покровом четвертичных отложений на ее западном борту.

В синеклизе представлены все три отдела каменноугольной системы. Благодаря содержанию многочисленных остатков ископаемых организмов они хорошо разделяются на ярусы и зоны.

Отложения нижнего отдела начинаются турнейским ярусом, который местами залегает на девонских отложениях с размывом. Для турнейского яруса характерны известняки, глины, пески и конгломераты.

Общая мощность отложений данного яруса 30—40 *м*. На южном крыле синеклизы верхи турнейского яруса размыты.

Визейский ярус внизу представлен в основном песками и глинами, с пластами бурого и сапропелевого угля, а выше — почти исключительно известняками. В Подмосковном угольном бассейне визейский ярус является продуктивной толщей. Общая мощность отложений этого яруса 100—150 *м*.

Намюрский ярус внизу выражен известняками, а выше, с размывом на них лежат континентальные пестроцветные отложения.

В целом фациальные особенности и мощность нижнего отдела каменноугольной системы в разных частях синеклизы неодинаковы. В северной ее части угленосные отложения, очевидно, отсутствуют.

Средний отдел каменноугольной системы представлен башкирским и московским ярусами. На южном крыле синеклизы башкирский ярус

сложен континентальными отложениями. В центральной же части ее эти отложения сменяются морскими — известняками.

Московский ярус представлен морскими отложениями. В основании его залегают красноцветные пески и глины с прослоями известняков, выше — преимущественно карбонатные породы (доломиты, известняки).

Общая мощность среднекаменноугольных отложений 110—130 *м*.

Верхнекаменноугольный отдел делится на касимовский и гжельский ярусы. Представлен он также в основном карбонатными породами — доломитами, известняками.

На востоке синеклизы выделяется также и оренбургский ярус, представленный псевдофузулиновой толщей.

Пермские отложения в Московской синеклизе развиты весьма неравномерно. В западной и юго-западной ее частях они полностью отсутствуют. В остальной, бо́льшей ее части, мощность этих отложений возрастает с запада на восток. На северо-востоке она достигает 900—1000 *м*. В этом же направлении возрастает мощность отложений верхнепермского отдела.

В составе нижнепермского отдела выделены отложения сакмарского, артинского и кунгурского ярусов.

Сакмарский ярус представлен преимущественно доломитами, в верхней части также гипсом и ангидритом. Мощность 75—125 *м*.

Артинский и кунгурский ярусы представлены в основном ангидритами. Общая мощность отложения артинского и кунгурского ярусов 175—190 *м*.

В верхнепермском отделе выделяются все ярусы.

Для уфимского яруса характерны красноцветные глинистые породы с гипсом и фауной остракод. Мощность отложений этого яруса несколько десятков метров.

Казанский ярус представлен морскими карбонатными породами — известняками, доломитами с брахиоподами, в верхней же его части содержатся гипс и ангидрит. Мощность отложений этого яруса несколько десятков метров.

Татарский ярус развит шире остальных ярусов пермской системы. Он представлен континентальными отложениями — песками, песчаниками, вверху красными глинами. В нем отмечаются прослои доломитов и мергелей озерного происхождения. Отложения татарского яруса содержат фауну позвоночных — амфибии, рептилии. Мощность отложений татарского яруса местами более 200 *м*.

Отложения мезозойской группы развиты значительно меньше, чем палеозойские. Во многих местах они полностью уничтожены денудацией.

Триасовые отложения синеклизы развиты на северо-востоке ее. Здесь они представлены отложениями только нижнего отдела, известными под названием *ветлужской серии;* средний и верхний отделы триаса отсутствуют. В состав нижнего отдела входят песчано-глинистые отложения с остатками рыб, амфибий, рептилий, а также остракод и других пресноводных беспозвоночных. Мощность отложений триаса в синеклизе до 180 *м*.

Юрская система выражена средним и более широко—верхним отделами. Среднеюрский отдел представлен терригенными осадками, к которым приурочены озерные и болотные железные руды.

Верхнеюрский отдел содержит все ярусы. Для келловейского, оксфордского и кимериджского ярусов характерны преимущественно глины. Нижневолжский и верхневолжский ярусы представлены глинами, горючими сланцами, фосфоритовым конгломератом, песками, и песчаниками. Каждый ярус верхнеюрского отдела хорошо охарактеризован руководящей, главным образом аммонитовой, фауной.

Общая мощность юрских отложений в Московской синеклизе достигает 50—70 *м*.

Меловая система в синеклизе представлена обоими отделами. Нижнемеловой отдел по фауне хорошо разделяется на все его ярусы. В общем, для нижнего мела характерны глины и пески, а в верхней части — битуминозные сланцы и песчаники.

Верхнемеловой отдел по фауне также хорошо разделяется на ярусы, но выражен не полностью; датский ярус отсутствует. Для него характерны пески, мергели и мел. Общая мощность меловых пород в местах, сохранившихся от размыва, составляет 50—100 *м*.

Палеогеновые и неогеновые отложения в московской синеклизе, в общем, неизвестны.

Четвертичные отложения широко представлены ледниковым комплексом осадков. Мощность этих отложений в северных частях синеклизы 25—50 *м*, иногда до 80—100 *м*.

Прикаспийская синеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Прикаспийская синеклиза — вторая по величине (после Московской) отрицательная структура Русской платформы. Она занимает юго-восточную часть платформы. Глубина залегания фундамента в ней достигает (в районе оз. Индер) около 10 *км*.

Прикаспийская синеклиза отделяется от Волго-Уральской антеклизы рядом флексур (Бугурусланская, Бузулукская, Токаревская), которые являются отражением крупных разломов в кристаллическом фундаменте. На западе она окаймляется дислокациями Доно-Медведицкого вала. Недостаточно четко определяется граница синеклизы на востоке, где она соприкасается с Предуральским краевым прогибом; здесь ее границу условно проводят по крайним восточным выходам соляных куполов. Юго-восточная, южная и юго-западная границы синеклизы определяются положением погруженных герцинских структур, окаймляющих с юга Русскую платформу.

Прикаспийская синеклиза, как и Московская, относится к наиболее древним структурам. Тектоника синеклизы и состав слагающих ее пород указывают на сложность и неоднородность ее строения.

Одной из наиболее характерных черт строения Прикаспийской синеклизы является соляная тектоника, обусловленная наличием на большой глубине мощной соленосной толщи кунгурского яруса нижней перми. Соляные купола представляют собой развитые в платформенном чехле куполовидные складки, ядра которых сложены солью. Соляные купола широко развиты в центральной и юго-восточной частях синеклизы (Урало-Эмбенская соляно-купольная область). Прикаспийская синеклиза — самая крупная в мире область развития соляных куполов. Надсолевые слои в соляных куполах разбиты сбросами различной амплитуды и направления.

Из крупных структур Прикаспийской синеклизы заслуживают упоминания *Сталинградская флексура* на ее западных границах и *Токаревская* и *Бузулукская флексуры* у северного ее ограничения. На юго-востоке синеклизы протягивается *Южно-Эмбенская плакантиклиналь*, на всем протяжении которой в своде прослеживается разлом. Наличие таких дизъюнктивных нарушений оттеняет своеобразие сочленения синеклизы с остальными примыкающими к ней структурами платформы.

СТРАТИГРАФИЯ

Породы, слагающие Прикаспийскую синеклизу, изучены неполно. Буровыми скважинами установлены лишь пермские (кунгурские) глинистые породы и среднекаменноугольные карбонатные породы. О составе более древних пород платформенного чехла, и тем более фундамента,

можно судить лишь по отложениям, выходящим в прилегающих структурах.

Кунгурский ярус нижнепермского отдела развит в синеклизе повсеместно. На востоке синеклизы он представлен в основном залежами соли, на западе — сульфатами. Мощность отложений этого яруса на востоке до 2000 *м*, на западе до 500 *м*.

Верхнепермский отдел синеклизы представлен всеми ярусами. Уфимский ярус выделяется в северной ее части, где к нему условно относят красноцветную толщу пород мощностью до 75 *м*.

Казанский ярус представлен морскими отложениями — доломитами и глинами. В Эльтонской скважине их мощность составляет 147 *м*.

Татарский ярус известен в районе г. Б. Богдо (северная часть синеклизы), где он представлен красными глинами, песчаниками и линзами гипса. Мощность отложений этого яруса до 850 *м*.

В пределах Гурьевской нефтеносной площади имеется пестроцветная песчано-глинистая толща пород мощностью более 1000 *м*, относящаяся в целом к верхней перми и, возможно, к триасовой системе.

Триасовая система выражена нижним и верхним отделами; средний триас отсутствует. Для нижнего триаса характерны пестроцветные песчано-глинистые породы, в основном континентального происхождения, но в районе г. Б. Богдо имеются глины с прослоями известняков с морской и пресноводной фауной. Мощность отложений нижнего триаса несколько десятков метров.

Верхний триас установлен во всех соляных куполах Урало-Эмбенской области в виде песчано-глинистых отложений с растительными остатками. Мощность отложений верхнего триаса 70—200 *м*.

Юрские отложения, как и меловые, представлены всеми тремя отделами.

Нижняя юра представлена континентальными песчано-глинистыми отложениями мощностью 80—150 *м*. Средняя юра, в которой выделяются только байос и бат, представлена как морскими, так и континентальными отложениями — песками, глинами, прослоями бурого угля. Мощность отложений средней юры до 500 *м*. Среднеюрские отложения в Урало-Эмбенском районе являются нефтеносными.

Верхняя юра сложена морскими отложениями и по фауне легко разделяется на все ярусы. Для келловей-кимериджской части верхней юры характерны глины и пески, в волжских же ярусах основное место занимают органогенные известняки и мергели. Мощность верхней юры в отдельных местах достигает 250 *м*, а на севере синеклизы 400 *м*.

Меловые отложения хорошо устанавливаются как в обнажениях, так и в скважинах. В нижнемеловых отложениях по фауне сравнительно легко выделяются все ярусы — валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский. На востоке и севере Урало-Эмбенской области морской альб замещен континентальной толщей песчано-глинистых отложений с растительными остатками. Максимальная мощность отложений нижнего мела на юго-востоке синеклизы достигает 1000 *м*.

Еще лучше фаунистически охарактеризован и стратиграфически легко разделяется верхний мел. Его нижняя часть, относящаяся к сеноманскому ярусу, представлена кварцево-глауконитовыми песками с фосфоритами и глинами. Остальные ярусы — от туронского до датского — сложены мергельно-меловыми породами. Максимальная мощность отложений верхнего мела 500—600 *м*.

Палеогеновые отложения имеют чрезвычайно неравномерное развитие и во многих местах синеклазы не выявлены. На севере, по данным бурения, палеогеновые отложения преимущественно выражены глинами мощностью свыше 500 *м*. В составе палеогеновой толщи отложений выделяют палеоцен, эоцен и олигоцен.

Неравномерное распространение имеют и неогеновые отложения. На юге синеклизы, в районе г. Астрахани, их мощность составляет 500 м. Неогеновые отложения представлены в основном глинистыми, реже песчанистыми породами. В их составе хорошо выделяются отложения акчагыльского и апшеронского ярусов.

Четвертичные отложения выражены бакинским, хазарским и хвалынским ярусами. Мощность их в западной части синеклизы достигает 150—180 *м*.

Прогиб Большого Донбасса

Прогиб Большого Донбасса расположен в южной части Русской платформы. Он представляет собой крупную, субширотного простирания и большой протяженности структуру, отделяющую Воронежскую и Белорусскую антеклизы от Украинского щита; в юго-восточном направлении прогиб постепенно переходит в герцинские сооружения Юга Европейской части СССР.

В составе прогиба Большого Донбасса выделяют различные по своей структуре, но связанные общностью происхождения Днепровско-Донецкую впадину на северо-западе и Донецкий бассейн (Донецкое складчатое сооружение) на юго-востоке. Первая является типичной платформенной структурой, а второй многими исследователями рассматривается в качестве поперечного краевого прогиба, своей значительной частью вдающегося в глубь Русской платформы из Средиземноморской геосинклинальной области. В связи с этим существует взгляд, что Донецкий бассейн не является составной частью Русской платформы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Днепровско-Донецкая впадина. Как отмечалось, эта впадина охватывает северо-западную часть прогиба. Простирание впадины, как и всего прогиба Большого Донбасса, северо-западное, протяженность около 600 *км*.

Днепровско-Донецкая впадина, в общем, представляет собой сравнительно узкую, но глубокую синклинальную структуру, в осевой части которой докембрийский фундамент опущен на глубину 4,5—6 *км*. Падение слагающих впадину пластов уменьшается постепенно снизу вверх и для четвертичных отложений близко к нулю.

Основными структурными элементами Днепровско-Донецкой впадины являются *южный* и *северный* ее *борты* (крылья), *центральный грабен* и *зона сочленения* с Донецким бассейном. Эти основные структуры впадины осложняются разломами, антиклинальными складками, флексурами и соляными куполами, которые обычно ориентированы параллельно оси впадины.

Борты (крылья) впадины характеризуются отсутствием установленных в ней наиболее древних пород — девонских и почти всех каменноугольных. В связи с этим на бортах не выражена соляная тектоника.

Слагающие борта впадины осадочные породы имеют моноклинальное залегание, но на этом фоне устанавливаются также пологие поднятия и разломы. На южном борту впадины выражены *каневские* и другие дислокации.

Дислокации в районе г. Канева на правом берегу Днепра представляют собой серию мелких чешуйчатых складок обычно в виде оттор женцев, перемещенных на несколько сотен метров. Складчатостью охвачены породы от юрских до древнечетвертичных отложений включительно. Мнение большинства геологов сводится к тому, что каневские и другие дислокации на южном борту впадины обусловлены давлением Днепровского ледника на выступающие в рельефе того времени коренные породы.

Центральный грабен отделен от бортов зоной линейных разломов, ступенчатых сбросов и соляных куполов. В пределах самого центрального грабена также имеются брахиантиклинальные поднятия, осложненные иногда соляными куполами. Наиболее крупными из них являются соляной купол в районе г. Лубны (Исачковский купол) и г. Ромны (гора Золотуха).

Западная часть центрального грабена приобретает характер самостоятельной структуры, известной под названием *Припятского прогиба.* Если в основной части центрального грабена разломы в фундаменте находят отражение в чехле в виде складок, то в Припятском прогибе этого не наблюдается. Разломы большой амплитуды разбивают Припятский прогиб на ряд горстов и впадин. В этом прогибе соляные купола полностью отсутствуют.

Переход Днепровско-Донецкой впадины к Донецкому бассейну весьма постепенный.

Переходная зона достигает 150 *км* ширины; она названа *зоной сочленения.* В пределах зоны сочленения сочетаются черты строения, свойственные центральному грабену впадины (развитие соляной тектоники, мощные толщи пермских, триасовых и юрских пород) и Донецкому бассейну (увеличение мощности и степени метаморфизма каменноугольных отложений, линейное расположение антиклинальных поднятий).

Одна из северных складок зоны сочленения — *Шебелинская,* погружена, не осложнена соляной тектоникой и довольно пологая.

В Днепровско-Донецкой впадине выявлены дизъюнктивные нарушения различного возраста, в том числе и молодые — кайнозойские.

Донецкий бассейн. Этот бассейн или иначе — Донецкое складчатое сооружение располагается в восточной части прогиба Большого Донбасса, между восточными окончаниями Украинского щита и Воронежской антеклизы. Если считать Донецкий бассейн уже элементом герцинских сооружений, примыкающих с юга к Русской платформе, то он здесь обусловливает коленообразный изгиб южной границы Русской платформы.

Донецкий бассейн представляет собой систему антиклиналей и синклиналей, протягивающихся с северо-запада на юго-восток. Центральное место в этой системе складок занимает *Главная антиклиналь.* Крылья его падают под углами 60—70°. По обе стороны от него тянутся крупные синклинальные складки: северная — *Главная*, или *Бахмутско-Садкинская*, и южная — *Кальмиус-Шахтинская.*

Главная антиклиналь и сопутствующие синклинали разделяются поперечным *Ровенецким поднятием* почти пополам на западную и восточную части. В связи с этим части синклиналей, расположенные по обе стороны поднятия, получили собственные названия. Северо-западная часть Главной, или Бахмутско-Садкинской, синклинали получила название *Боковской мульды,* или *синклинали,* а юго-восточная — *Сулинской мульды,* или *синклинали.* Боковская синклиналь на западе переходит в *Бахмутскую котловину*, или *синклиналь.* В южной, или Кальмиус-Шахтинской, синклинали различают на востоке *Грушевскую мульду,* или *синклиналь,* и на западе — *Чистяковскую мульду,* или *синклиналь.* В свою очередь Грушевская синклиналь в юго-восточном направлении переходит в обширную *Шахтинскую котловину (синклиналь),* а Чистяковская в северо-западном направлении переходит в огромную *Кальмиус-Торецкую котловину,* или *синклиналь* (рис. 143).

Все названные складки в свою очередь осложнены подчиненными им нарушениями: в них развиты сбросы и надвиги.

Севернее Главной, или Бахмутско-Садкинской, синклинали протягивается полоса относительно мелкой складчатости. Она отделяется от синклинали крупной *Северной антиклиналью.* Еще далее к северу про-

ходит региональный *Главный северный надвиг* Донецкого бассейна, за пределами которого располагается *Преддонецкая впадина.*

Сложно построенные складки отмечаются также к югу от Южной (Кальмуис-Шахтинской) синклинали.

В строении складок Донецкого бассейна принимают участие породы от девонских до четвертичных. Наибольшее развитие имеют здесь каменноугольные отложения, слагающие бóльшую часть открытого Донецкого бассейна. В результате сложных дислокаций все каменноугольные отложения, мощность которых достигает 10 *км*, выведены на дневную поверхность. За пределами открытого Донецкого бассейна каменноугольная толща погружается в западном и восточном направлениях под более молодые породы. В западном же направлении, в сторону Днепровско-Донецкой впадины происходит постепенное затухание донецких складок и вместе с этим уменьшается мощность и угленосность каменноугольных отложений. В восточном направлении погруженные структуры и угленосная толща прослеживаются скважинами до железной дороги Сталинград — Тихорецкая.



Рис. 143. Схема тектоники части Донецкого бассейна

Несмотря на широкое развитие каменноугольных отложений, в Донецком бассейне они, как и вышележащие отложения, выражены неравномерно.

Наибольшая глубина залегания кристаллического докембрийского фундамента в Донецком бассейне 7—9 *км*.

Структуры Донбасса созданы герцинской складчатостью.

В настоящее время герцинские сооружения открытой, обнаженной части Донецкого бассейна представляют остатки размытой и выровненной складчатой страны.

СТРАТИГРАФИЯ

Днепровско-Донецкая впадина. В Днепровско-Донецкой впадине установлены породы докембрия, девонской, каменноугольной и пермской систем палеозоя, мезозоя и кайнозоя.

Докембрий представлен розовыми гранитами, биотитовыми и биотитово-гранатовыми гнейсами. Эти породы однотипны с породами докембрия Украинского щита.

Девонские отложения отмечены только в пределах центрального грабена. Они представлены солью, глинисто-песчаниковыми, карбонатными и вулканогенными породами. Основную часть отложений составляют соли. Вулканогенные породы — более молодые, позднедевонские: они представлены базальтом, диабазом, туфами. Эффузивы в виде покровов многократно переслаиваются с осадочными породами. В районе Чернигова осадочно-эффузивная толща имеет мощность 1160 *м*.

Каменноугольные отложения в пределах впадины выражены неравномерно, но представлены всеми отделами. В целом каменноугольная система представлена обломочными породами с прослоями известняков и пластами угля. Общая мощность каменноугольных отложений 1400—2500 *м*. Наибольшее распространение имеют отложения визейского яруса. На бортах эти отложения лежат непосредственно на докембрийском фундаменте. Верхнекаменноугольные отложения развиты только в зоне сочленения.

Пермские отложения представлены как нижним, так и верхним отделами. Нижний отдел сложен глинами и ангидритами. На размытой

поверхности последних лежат немые красноцветные глины с прослоями песков и песчаников верхнего отдела. Мощность пермских отложений более 400 *м*.

Триасовые отложения в Днепровско-Донецкой впадине имеют повсеместное развитие. Они также представлены немыми песчано-глинистыми, но пестроокрашенными породами мощностью от 70 до 440 *м*.

Юрские отложения равиты во всей впадине, за исключением нижнего отдела, представленного только на востоке впадины, в зоне сочленения.

Нижнеюрские отложения состоят из континентальных грубообломочных пород (песчаники, галечники) с линзами глин общей мощностью 30—70 *м*.

Средняя и верхняя юра представлена как морскими, так и континентальными отложениями. Для средней юры характерны в основном морские глины, но в основании и кровле они выражены континентальными отложениями — преимущественно песками. Верхняя юра представлена морскими отложениями — глинами, сменяющимися на востоке известняками. Общая мощность средне-верхнеюрских отложений 300—500 *м*.

Широкое развитие имеют также и меловые отложения. Нижний мел выделяется условно; к нему относят пестроцветные глины гравелистые пески общей мощностью от нескольких до 350 *м*.

Верхний мел начинается песчано-глинистыми породами сеноманского яруса, а затем сменяется писчим мелом и мелоподобными мергелями туронско-маастрихтского яруса. В последнее время стали выделять и датский ярус, относя к нему условно серо-зеленые глины и песчаники, малоотличимые от аналогичных отложений палеогеновой системы. Мощность верхнего мела также колеблется в широких пределах: от нескольких до 630 *м*.

В сводах некоторых структур верхний мел иногда отсутствует.

Палеогеновые отложения в Днепровско-Донецкой впадине имеют повсеместное развитие. Они разделяются на сумскую (палеоцен), каневскую, бучакскую, киевскую (эоцен), харьковскую свиты и полтавскую серию (олигоцен).

Сумская, каневская и бучакская свиты обычно трудно расчленимы; они представлены зеленовато-серыми глинами, глауконитовыми песками с фосфоритами, а в верхней части — разнозернистыми желто-серыми песками. Для киевской свиты характерны мергели и пластичные глины; харьковская свита представлена глауконитовыми песками и глинами.

Полтавская серия сложена континентальными и, очевидно, отчасти морскими светло-серыми и белыми песками, глинами, внизу с прослоями углистых глин и бурого угля. Эти отложения преимущественно развиты на водораздельных пространствах. Мощность отложений полтавской серии несколько десятков метров. Мощность палеогена 100—400 *м*.

Неогеновые отложения выражены слабо. К ним принадлежат верхи полтавской серии пород и покрывающие их пестроокрашенные глины мощностью до 10 *м*.

Четвертичные отложения представлены комплексом ледниковых отложений (валунные суглинки, флювиогляциальные пески), лёссовидными суглинками и лёссом, а также аллювиальными отложениями. Мощность четвертичных отложений в среднем 30—40 *м*, местами (на древних террасах) до 60—70 *м*.

Донецкий бассейн. Здесь докембрий установлен только в юго-западной части бассейна, где он примыкает к приазовской части Украинского щита. Представлен докембрий гнейсами, кристаллическими сланцами и кварцитами. В остальной, подавляющей части бассейна он залегает глубоко под толщей осадочных пород.

Вышележащие породы палеозоя начинаются с девонских, а местами с нижнекаменноугольных отложений.

Девонские отложения обнажаются в юго-западной части Донецкого бассейна, в долине р. Кальмиус. Здесь представлены отложения верхнего девона, но нижняя часть толщи мощностью 10 *м* предположительно относится к верхам среднего девона. В составе верхнего девона выделяют франский и фаменский ярусы (первый — условно), которые в свою очередь подразделяются на свиты. Франский ярус представлен песчаниками, глинами с прослоями доломитов и известняками. Фаменский ярус начинается свитой палеобазальтов мощностью до 200 *м*, затем следуют континентальные отложения — глины, песчаники с прослоями туфов. В отложениях встречены многочисленные остатки растений. Общая мощность девонских отложений в Донецком бассейне составляет 500—600 *м*.

Каменноугольные отложения лежат на девонских или на докембрии трансгрессивно.

В Донецком бассейне выявлены все три отдела каменноугольной системы, которые по литологическим признакам, фауне и флоре разделяются на 15 свит. Нижний отдел делится на 5 свит; средний отдел — на 7 свит; верхний отдел — на 3 свиты. В пределах свит выделяются также горизонты.

Нижний отдел представлен внизу сланцево-известняковой толщей мощностью 500 *м*, переходящей выше в известняки. Эта толща по характерной фауне соответствует в нижней части турнейскому, а в верхней — визейскому ярусу. На ней без признаков перерыва залегает продуктивная толща песчаниково-глинистых отложений с прослоями известняков и пластами угля общей мощностью 8—8,5 *км*. В продуктивной толще морские отложения многократно чередуются с континентальными. Самая нижняя часть песчаниково-глинистой продуктивной толщи по составу фауны и флоры принадлежит еще к нижнему отделу — к верхам визейского яруса и намюрскому ярусу, а самая верхняя — к низам верхнего отдела каменноугольной системы. Средняя, наибольшая по мощности часть продуктивной толщи составляет средний отдел. Пласты угля известны во всех свитах продуктивной толщи, но наибольшая угленосность приурочена к свитам среднего отдела.

Над песчаниково-глинистой продуктивной толщей залегают пестроцветные песчано-глинистые отложения мощностью 700—1000 *м*. Эти отложения известны в Донецком бассейне под названием араукаритовой толщи (по наличию остатков хвойных растений араукарий).

Пласты продуктивной толщи Донецкого бассейна — известняки, угли и глины — отличаются выдержанностью по простиранию и содержат многочисленную фауну (особенно брахиопод) и флору. Поэтому известняки являются хорошими маркирующими горизонтами.

Пермские отложения развиты в северо-западной части бассейна (Бахмутская и другие синклинали). Лежат они согласно на араукаритовой толще. Разрез их (снизу вверх) представляется следующим:

1) свита медистых песчаников — пестроцветные песчаники с редкими включениями медных руд (сульфидных или карбонатных); мощность 500—1200 *м*;

2) известняково-доломитовая свита — глины, гипсы, песчаники, доломиты, известняки; мощность 130—300 *м;*

3) соленосная свита — ангидриты, гипсы, мощные пласты каменной соли; мощность до 600 *м*.

Все эти свиты относятся к нижнепермскому отделу. К верхней перми условно относят толщу пестроцветных грубозернистых песчаников и конгломератов, известную под названием дроновской свиты.

Триасовые отложения в Донецком бассейне также представлены континентальными пестроцветными глинами и песчаниками мощностью до 100—200 *м*.

Юрские отложения, подобно пермским и триасовым, имеются только в северо-западной части бассейна. Здесь в отличие от всей Русской платформы они представлены, кроме среднего и верхнего отделов, также и нижним отделом. В нижнем отделе имеются внизу углистые глины и кварцевые песчаники, переходящие кверху в глины с прослоями известняков с характерной морской фауной.

Средняя юра местами выражена внизу аллювиальными железистыми песками ааленского яруса, а выше — сланцеватыми глинами, песчаниками и известняками байосского и батского ярусов.

Верхняя юра начинается известняками, глинами и песками и заканчивается континентальной пестроцветной песчано-глинистой толщей. Байосский и батский ярусы средней юры и все ярусы верхней юры, за исключением слоев, отвечающих титонскому ярусу, хорошо охарактеризованы руководящей аммонитовой фауной. Общая мощность юрских отложений не менее 600 *м*.

Меловые отложения имеются на северо-западе, а также в виде островков по всем окраинам открытого Донецкого бассейна. Здесь выявлен верхний отдел, представленный песчаниками, мергелями, белым писчим мелом и глинами с богатой морской фауной. Общая мощность меловых пород в среднем 400—450 *м*.

Палеогеновые отложения развиты широко, главным образом по периферии бассейна. Залегают они трансгрессивно на более древних отложениях. Представлены песчано-глинистыми отложениями. Неогеновые отложения выражены на юге бассейна в виде песков, глин, ракушечников, отвечающих различным ярусам.

Общая мощность палеогеновых и неогеновых отложений до 250—300 *м*.

Четвертичные отложения представлены песками, глинами, лёссовидными суглинками, аллювием и делювием до нескольких десятков метров мощности. В открытой части Донецкого бассейна мощность четвертичного покрова всего несколько десятков сантиметров и лишь иногда несколько метров.

Предуральский краевой прогиб

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Предуральский краевой прогиб расположен на восточной окраине Русской платформы. Он протягивается вдоль всего западного склона Урала — от Урало-Эмбенской области до Баренцева моря.

Основная часть прогиба находится в пределах Русской платформы, остальная — в западной части Уральской складчатой структуры.

Уральский краевой прогиб стал закладываться на западной окраине Уральской геосинклинальной зоны в последние этапы ее геосинклинального развития (позднекаменноугольная — раннепермская эпохи) и замкнулся полностью во время полного завершения герцинской эпохи складчатости (раннетриасовая эпоха). По мере поднятия Урала ось прогиба перемещалась в сторону Русской платформы и в него постепенно вовлекалась ее краевая часть. Платформенная, большая часть прогиба выполнена фациями платформенного типа, восточное же крыло прогиба — геосинклинальными фациями.

Предуральский краевой прогиб в современном виде представляет систему вытянутых в меридиональном направлении впадин, разделенных горстообразными выступами.

Самая южная — *Бельская впадина* Предуральского прогиба расположена в Оренбургско-Актюбинском Предуралье. Она отделена от *Уфимско-Соликамской впадины крупным горстом Каратау*. В северной части Бельская впадина имеет небольшую ширину (20—25 *км*), к югу же она расширяется (в районе р. Урала до 75—80 *км*). В южном направлении происходит погружение впадины и соответственно возрастает мощность слагающих ее пород (до 9—10 *км*).

Породы, слагающие Бельскую впадину, собраны в крупные складки, осложненные надвигами. Наличие солей и ангидритов обусловило образование диапировых структур. В западной зоне Бельской впадины к антиклинальным складкам приурочены рифовые массивы известняков пермского возраста; с ними в районе Ишимбая (Башкирия) связаны крупные месторождения нефти.

В центральной части прогиба выделяется Уфимско-Соликамская впадина (Среднее Приуралье). При сходстве строения с Бельской она отличается от последней мощностью осадков (до 2—3 *км*). На севере ее ограничивает *поднятие Полюдова Камня*.

На крайнем севере Предуральского краевого прогиба располагается *Воркутинская впадина*. Будучи выполнена мощной каменноугольно-пермской толщей терригенных пород, она в верхней, пермской части отложений в отличие от других впадин прогиба представлена угленосными образованиями. Здесь же, на крайнем севере Предуральского прогиба располагаются *поднятия Чернышева* и *Чернова*.

СТРАТИГРАФИЯ

Предуральский краевой прогиб выполнен огромной толщей отложений верхнего палеозоя (каменноугольной и пермской систем) и местами — триасовой системы. Мощность этих отложений достигает нескольких километров (на юге до 10 *км*). Из более молодых пород на севере прогиба (Воркутинская впадина) известны юрско-меловые, а на крайнем юге — также и островки палеогеновых отложений. Четвертичные отложения имеют повсеместное развитие; они довольно мощные на севере (Воркутинская впадина).

Каменноугольные отложения в Предуральском краевом прогибе вскрыты только скважинами. Наибольшим распространением пользуется нижний отдел, для которого характерны главным образом карбонатные породы — известняки с обильной фауной, на основании которой хорошо выделяются все ярусы.

Карбонатный состав осадков в значительной мере остается характерным для среднего и верхнего отделов, хотя в ряде зон представлены глинистые и песчаные отложения с обильной фауной. Общая мощность каменноугольных отложений в наиболее погруженных частях прогиба значительно превышает 1000 *м*.

Особенности осадконакопления с начала пермского периода в связи со складчатостью на Урале резко изменяются. В сакмарско-артинский век ранней перми в полосе, непосредственно прилегающей к Уралу, в результате разрушения молодых складчатых сооружений Центрального Урала накапливались обломочные породы — конгломераты, песчаники, сланцы — общей мощностью до 2000 *м* (Южное Приуралье). В западном направлении эти отложения постепенно сменяются маломощными толщами мергелистых пород. В 20—50 *км* от подножия Урала, по западному краю Предуральского краевого прогиба, протягивалась полоса мощных мшанковых рифов, отделявших глубокое море прогиба от мелкого внутреннего моря Русской платформы.

В кунгурском веке в связи с установлением лагунной обстановки и аридного климата вначале накапливались доломиты, а затем мощная толща гипсов, ангидритов и солей, причем соли концентрировались в ос-

новном вдоль центральной части прогиба, по линии Соликамск — Оренбург. В результате этого в районе Соликамска сформировалось крупнейшее в мире месторождение калийной соли.

В крайней, северной впадине Предуральского краевого прогиба начиная с кунгурского века под влиянием влажного климата стали накапливаться морские и континентальные угленосные отложения. В остальной же, большей части прогиба с кунгурского века и до конца периода за счет разрушения молодых гор Урала отлагалась красноцветная континентальная толща большой мощности — глины, песчаники, конгломераты.

Общая мощность пермских отложений составляет много сотен метров, а в наиболее погруженных участках до 4—5 *км*.

Триасовые отложения в Предуральском краевом прогибе представлены пестроцветными песчано-глинистыми, часто грубообломочными породами мощностью до нескольких сотен метров.

Понятия о других структурах Русской платформы

Белорусская антеклиза. Эта структура располагается на западе Русской платформы. Она со всех сторон окружена синеклизами и впадинами. От Воронежской антеклизы, западным продолжением которой она по существу является, ее отделяет *Оршанско-Могилевский прогиб*.

Наиболее характерной особенностью данной антеклизы является неглубокое залегание докембрийского фундамента (порядка нескольких сотен метров). Платформенный чехол сложен в ней отложениями среднего и верхнего девона, прикрытых сравнительно мощной толщей четвертичных отложений (до 50—100 *м* и более). На западном и южном склонах антеклизы, где фундамент заметно погружается, в платформенном чехле присутствуют отложения рифейских, кембрийских, меловых, а на юге — и палеогеновых отложений.

Тиманское поднятие. Это поднятие представляет собой систему вытянутых платформенных складок типа валов, осложненных сбросами. Простирание тех и других — северо-западное. В складчатом основании установлены метаморфические сланцы рифейского и отчасти, возможно, кембрийского возраста; более древние породы складчатого фундамента неизвестны. На основании этого многие исследователи считают, что территория Тимана на Русской платформе имеет складчатое основание байкальского возраста. Стратиграфически выше устанавливается комплекс пород (песчаники, аргиллиты, доломиты), возраст которого условно принимается за силурийский и нижне-среднедевонский (до верхнеживетского подъяруса). Залегающие выше породы девонской (от верхнеживетского подъяруса до фаменского яруса включительно) и каменноугольной систем отчетливо выражены платформенными породами.

Верхний девон в Тиманском поднятии залегает трансгрессивно на древних породах. Во многих местах он выходит на поверхность. Представлен песчаниками, аргиллитами, известняками и доломитами с фауной. В составе его (франский ярус) хорошо выражены доманиковые слои — переслаивающиеся битуминозные известняки, мергели и битуминозные аргиллиты. Мощность данной толщи отложений несколько сотен метров.

Каменноугольные отложения лежат трансгрессивно на девонских и более древних породах. Представлены они карбонатными породами с богатой фауной. Нижнекаменноугольные отложения угленосны. Пермские отложения отсутствуют.

На окраинах поднятия Тимана развиты мезозойские отложения.

Триасовые отложения выражены континентальными глинами, юрские и меловые — преимущественно морскими песчано-глинистыми образованиями.

Общая мощность мезозойской толщи Тиманского поднятия составляет 500 *м*.

Глазовская синеклиза. Эта структура примыкает к средней части Предуральского краевого прогиба и ограничена соответственно с юга и запада Волго-Уральской антеклизой с Вятским валом, а на севере — Тиманским поднятием.

Синеклиза выполнена мощной толщей средне- и верхнепалеозойских отложений, среди которых значительное место принадлежит пермским отложениям. Складчатый фундамент лежит на глубине 2200—2700 *м*. В пределах Глазовской синеклизы отмечается множество структур.

Печорская синеклиза. Эта структура занимает северо-восточную часть платформы между Тиманским поднятием и северным окончанием Предуральского краевого прогиба. В настоящее время считается, что в ее складчатый фундамент, как и на Тимане, входят рифейские толщи. Фундамент перекрыт мощным чехлом палеозоя и мезозоя.

Балтийская синеклиза. Эта структура располагается на западной окраине Русской платформы. Бóльшая ее часть скрыта под водами Балтийского моря. Выполнена она мощной толщей верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Складчатый фундамент ее лежит на глубине свыше 2 *км*.

Польско-Литовская синеклиза. Возникновение этой структуры относится к концу мезозоя. Отложения верхнего мела в ней достигают 700 *м* мощности.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Размещение полезных ископаемых в недрах земной коры находится в тесной связи с ее тектоническим строением.

Общей закономерностью для всех докембрийских платформ является приуроченность к их складчатому основанию магматогенных и метаморфогенных комплексов полезных ископаемых, доступных для использования лишь на щитах, выступах и в неглубоких погружениях фундамента. Во втором структурном этаже платформ представлены разнообразные полезные ископаемые, свойственные только платформенным комплексам осадочных и иногда изверженных горных пород.

Русская платформа, как одна из многих платформ с докембрийским складчатым основанием, характеризуется как общими для всех платформ, так и частными, присущими только ей особенностями размещения полезных ископаемых. В пределах Русской платформы особенно важное народнохозяйственное значение имеют железорудные богатства Курской магнитной аномалии (КМА), угольные богатства Большого Донбасса, залежи нефти и месторождения газов между Волгой и Уралом и соляные богатства ряда районов.

Решение проблемы КМА, а также открытие ряда других крупных железорудных месторождений на Русской платформе (на Балтийском и Украинском щитах) стали возможным благодаря установлению связи железорудных формаций с породами докембрия.

Проблема Курской магнитной аномалии впервые была выдвинута еще в 1919 г. В. И. Лениным. Многолетнее и всестороннее изучение этой аномалии привело к открытию в ее пределах ряда богатейших рудных залежей, доступных для разработки не только подземным, но и открытым способом. Наиболее важными из них являются залежи Яковлевского месторождения в Белгородской области, которое по своим запасам в несколько раз превышает запасы богатых железных руд Криворожского железорудного бассейна.

Курская магнитная аномалия тянется полосой до 600 *км* при ширине до 100 *км*. В настоящее время КМА становится новой крупной сырьевой базой черной металлургии Центра и Юга.

При всем этом основной железорудной базой для металлургии Юга и Центра Европейской части СССР пока остается Криворожский бассейн, связанный с джеспилитами криворожской свиты.

В настоящее время подготавливается к освоению Кременчугское месторождение и выявляются новые месторождения в пределах криворожской железорудной зоны между Кривым Рогом и Кременчугом и в прилегающих к ним районах.

На Балтийском щите железорудные месторождения, связанные с железистыми кварцитами докембрия, имеются на Кольском полуострове и в Карелии.

Помимо железорудных формаций докембрия, на территории Русской платформы выявлены осадочные железные руды в ряде толщ палеозоя (Тульское месторождение) и мезозоя (Липецкое месторождение).

Основным угольным бассейном в СССР по количеству добываемого угля является Донецкий бассейн. Однако один этот бассейн не в состоянии удовлетворить неуклонно растущие потребности всей Европейской части СССР. В связи с этим на юге платформы были проведены широкие геологоразведочные работы. В результате установлено, что площадь угленосных каменноугольных отложений за пределами открытого Донбасса превышает площадь последнего в несколько раз. Таким образом, нашла свое частичное разрешение проблема «Большого» Донбасса. В восточном секторе Большого Донбасса обнаружены и отчасти эксплуатируются высококачественные антрацитовые угли. В западном секторе Большого Донбасса, в районе Павлограда, установлено промышленное значение углей нижнекаменноугольного отдела, освоение которых уже началось. Все это значительно улучшило угольный баланс промышленности Европейской части страны.

Помимо Донецкого бассейна, угли каменноугольного возраста слагают сравнительно небольшие по запасам Львовско-Волынский и Подмосковный буроугольный бассейны. С пермскими отложениями Русской платформы связан крупный угольный бассейн на ее крайнем северо-востоке (Печорская синеклиза и Воркутинская впадина). Угольные богатства этого района приобретают непрерывно возрастающее народнохозяйственное значение. На юге платформы разрабатываются юрские (Актюбинское Приуралье) и палеогеновые угли (Украина).

Из ресурсов твердого топлива на территории Русской платформы немаловажное народнохозяйственное значение имеют ордовикские (в Прибалтике) и юрские (в бассейне Волги и Заволжье) горючие сланцы.

Одним из выдающихся достижений советских геологов в выявлении минеральных богатств Русской платформы является открытие крупнейшей палеозойской нефтегазоносной провинции на востоке страны — между Волгой и Уралом. Успешное решение этой проблемы вывело нашу страну по запасам нефти на одно из первых мест в мире. В Волго-Уральской нефтегазоносной области известно около 100 нефтяных месторождений и площадей, причем запасы некоторых из этих месторождений значительно превышают запасы Бакинского нефтеносного района. В настоящее время подавляющая часть нефтедобычи СССР приходится на Волго-Уральскую область. Особенно богаты нефтью недра Татарской АССР.

Выявление палеозойской нефти между Волгой и Уралом привело в последующем к открытию промышленных запасов нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине — нефти в районе Миргорода и Чернигова и горючего газа в районе Шебелинки — и позволило успешно

решить проблему нефтеносности ряда других структур Русской платформы, например, в Припятском прогибе и в районе Доно-Медведицких дислокаций.

Помимо месторождений палеозойской нефти, в пределах Русской платформы имеются промышленные залежи ее и в мезозойских отложениях. Примером может служить Урало-Эмбенский нефтеносный район.

К Предуральскому краевому прогибу платформы приурочена обширная пермская соленосная провинция. В этом районе сосредоточены крупнейшие залежи калийной и каменной соли. Промышленные запасы соли установлены и в Донбассе.

На Кольском полуострове в районе развития щелочных сиенитов размещается крупнейшее месторождение апатитов.

Породы складчатого фундамента и осадочного чехла Русской платформы широко используются в качестве разнообразных строительных материалов. Так, кристаллические породы докембрия, особенно граниты, лабрадориты, габбро и кварциты, применяются в качестве облицовочных камней, бута, для строительства дорог. Мел и мергель служат ценнейшим сырьем для цементной промышленности. Известняки, особенно неогеновые, используются для строительства зданий, для обжига на известь, в металлургии как флюсы. Морские отложения юрского, мелового и палеогенового возраста содержат залежи фосфоритов.

В настоящее время в размещении полезных ископаемых в недрах Русской платформы выявляется ряд новых закономерностей. Так, например, установлено, что в основании каменноугольных отложений востока Русской платформы на глубине 1000 *м* и глубже, на значительном пространстве прослеживаются пласты каменного угля. В породах докембрия Украинского и Балтийского щитов обнаружены новые комплексы металлических ископаемых — никель и др. В осадочном покрове Украинского щита устанавливаются аллювиальные месторождения титановых руд. В девонских отложениях Украины и Белоруссии обнаружены промышленные залежи солей. В архейских и протерозойских комплексах пород устанавливаются высокоглиноземистые сланцы — прекрасное и дешевое сырье для производства алюминия и огнеупоров. В качестве такого же сырья с успехом могут быть использованы и нефелиновые сиениты Кольского полуострова.

ГЛАВА 24

СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Сибирская платформа охватывает огромную территорию Центральной, Южной и Восточной Сибири. В ее пределы входят Средне-Сибирское, Алданское и Витимское плоскогорья, Северо-Байкальское, Патомское и Становое нагорья, Яблоновый, Становой, Прибайкальский и некоторые другие хребты.

Граница платформы на западе проходит по долине Енисея от Красноярска до Дудинки. На севере она тянется от Дудинки до устья Хатанги, а затем — с изгибом к устью Лены. От устья Лены, по долине ее граница платформы тянется вдоль западного склона Верхоянского хребта на юг до устья Алдана. Далее по долине Алдана и затем с изгибом на восток она простирается до Охотского моря. Отсюда она резко поворачивает на юго-запад и запад.

Южная граница платформы проходит вдоль южных склонов Станового и Яблонового хребтов до южной оконечности оз. Байкал. Здесь

она поворачивает на северо-запад и протягивается вдоль средней части Восточного Саяна до Красноярска.

Сибирская платформа со всех сторон окружена складчатыми сооружениями палеозойского и мезозойского возраста. На западе и северо-западе к ней примыкают герцинские сооружения, на юго-западе — каледонские, на юге и юго-востоке — герцинские и киммерийские, на востоке и северо-востоке — киммерийские. На севере платформа опущена и омывается водами моря Лаптевых.

Складчатый фундамент платформы неоднородный. Он состоит из архейских, протерозойских и отчасти синийских[1] пород. Формирование его происходило в результате архейских, протерозойских и байкальской складчатостей.

Широкое участие байкалид в составе фундамента является характерной чертой Сибирской платформы. Байкалиды образуют ее юго-западную окраину — Енисейское поднятие, восточную часть Восточного Саяна, Прибайкалье, Забайкалье с хребтами Яблоновым, Становым и Джугджур. До недавнего времени складчатые сооружения восточной части Восточного Саяна, Прибайкалья и Забайкалья относили к каледонским образованиям и лишь теперь, с признанием их байкальского возраста, они включены в состав Сибирской платформы.

Чехол Сибирской платформы образован породами от синия до четвертичных включительно. Мощность его колеблется в широких пределах — местами она достигает 7—8 *км*.

На Сибирской платформе выделяется ряд крупных положительных и отрицательных структур, осложненных в свою очередь более мелкими структурами (рис. 144).

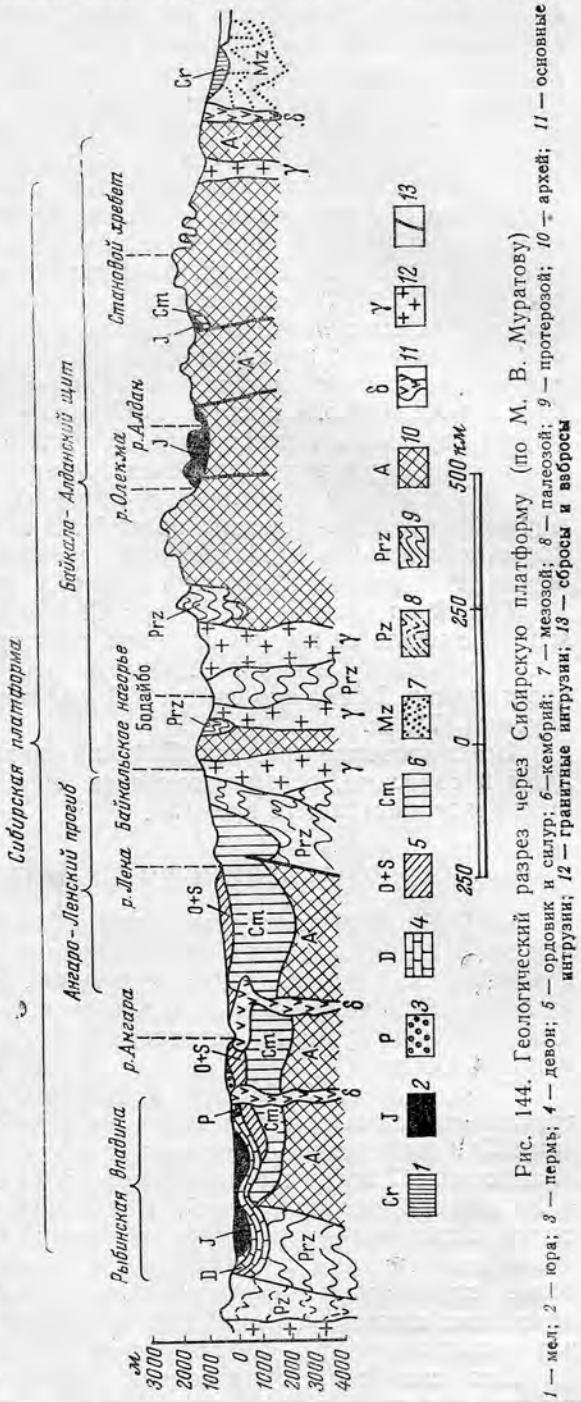


Рис. 144. Геологический разрез через Сибирскую платформу (по М. В. Муратову)

[1] Для Сибирской платформы принято выделять синий; термин «рифей» здесь не применяется.

Наиболее крупными положительными структурами Сибирской платформы являются *Байкало-Алданский щит* и *Анабарская* и *Енисейская антеклизы*. Меньшими по размерам являются *поднятие северо-восточной части Восточного Саяна* и *Туруханское поднятие*. Подавляющую часть платформы занимают отрицательные структуры. Наиболее крупными из них являются *Тунгусская, Вилюйская* и *Хатангская синеклизы, Ангаро-Ленский* и *Предверхоянский краевые прогибы, Иркутская, Канская* и *Рыбинская впадины*.

Формирование складчатого фундамента Сибирской платформы происходило в несколько этапов на протяжении всего докембрия. В конце архея были сформированы наиболее древние платформенные глыбы — Алданская и Анабарская. В начале протерозойской эры эти платформенные глыбы были еще разделены продолжавшими развиваться геосинклинальными областями. Формирование остальной части фундамента платформы происходило в результате проявления последующих эпох докембрийских складчатостей. Последней и очень важной для оформления современных контуров Сибирской платформы была байкальская складчатость. В результате этой складчатости западная и южная части Байкало-Алданского щита и юго-западная и западная окраины платформы перешли в платформенную стадию развития.

В синийскую эру в пределах Сибирской платформы начала развиваться Тунгусская синеклиза. К концу этой эры относится начало формирования Ангаро-Ленского прогиба. В последующем развитии на платформе заложились и оформились остальные крупные структурные элементы. Ряд крупных структур возник в мезозойской эре.

Одной из своеобразных черт Сибирской платформы является размещение вдоль ее южной окраины ряда грабенообразных впадин, в том числе гигантской впадины Байкала. Это озеро имеет северо-восточное простирание. Длина его свыше 635 *км*, ширина до 80 *км*, максимальная глубина 1741 *м*.

Возникновение впадины Байкала связано с очень крупными расколами и сбросами, обозначавшимися еще в неогене, но не завершившиеся и до настоящего времени.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ И ЛИТОЛОГИИ

На Сибирской платформе среди пород докембрия значительно шире, чем на Русской, представлены отложения синийской группы. Из последокембрийских пород преимущественное развитие получили отложения палеозоя. Отложения мезозоя, в общем, развиты значительно слабее. Кайнозойская группа представлена почти исключительно четвертичными образованиями.

Породы *архея* Сибирской платформы широко выражены гнейсами, гранито-гнейсами, кристаллическими сланцами, гранитами и амфиболитами. Они выходят на обширных площадях в положительных структурах платформы. С этими же положительными структурами связаны выходы и *протерозойских* отложений. Последние представлены метаморфическими породами — сланцами, кварцитами, роговиками, кристаллическими известняками, песчаниками; а в более древних комплексах — наиболее глубокометаморфизованными породами — гнейсами и кристаллическими сланцами. Синийские отложения в некоторых крупных отрицательных структурах слагают низы платформенного чехла.

Для синийских образований характерны песчаники, глинистые сланцы, известняки со строматолитами, конгломераты, эффузивные породы. В складчатом фундаменте они более метаморфизованы, чем в платформенном чехле.

Отложения палеозойской группы на Сибирской платформе представлены всеми системами. Наиболее значительное площадное распро-

странение получили отложения нижнего палеозоя, особенно кембрийской системы.

Кембрийские отложения Сибирской платформы выходят на больших площадях на севере, юго-западе, юге и юго-востоке. На остальной площади платформы они скрыты под более молодыми отложениями палеозоя. В фациальном отношении кембрийские отложения характеризуются значительным разнообразием.

Нижнекембрийские отложения имеют наиболее широкое распространение. Во многих районах в нижней своей части они выражены лагунными фациями — пестроцветными глинами и мергелями. Для средней и верхней частей нижнекембрийских отложений характерны в основном морские глинистые породы и известняки.

Среднекембрийские отложения платформы представлены в основном известняками. В ряде районов южной части платформы они либо отсутствуют, либо представлены только своими низами. Верхнекембрийские отложения выражены значительно слабее, для них характерны главным образом отложения лагунного типа — красные песчаники и плотные глины с прослоями известняков и гипса.

Кембрийские отложения на большей части платформы характеризуются слабым метаморфизмом и залегают почти горизонтально. Их мощность достигает 400—1500 *м*. В некоторых частях платформы (например, по Ангаре, вблизи Енисейского поднятия и особенно в Ангаро-Ленском прогибе) кембрийские отложения напоминают отложения краевых прогибов; они собраны в простые складки и заметно метаморфизованы; мощность их в этих местах 2000—3000 *м*.

Ордовикские отложения выходят в бассейне Енисея, особенно на Ангаре и в ряде других мест, преимущественно в западной половине платформы. Для нижнеордовикского отдела наиболее характерны карбонатные породы — известняки, доломиты. В среднем отделе преобладают обломочные породы — аргиллиты, песчаники, алевролиты, встречаются прослои известняков и мергелей. Отложения верхнего отдела ордовикской системы только на северо-западе и севере платформы выражены морскими отложениями — аргиллитами, глинистыми сланцами, с прослоями известняков. На юго-западе и юге платформы они представлены красноцветной толщей пород — алевролитами, песчаниками, мергелями, с прослоями гипсоносных глин и доломитов. Мощность ордовикских отложений колеблется в среднем от 300 до 400 *м*.

Отложения *силурийской* системы развиты примерно в тех же местах, где и ордовикские, но на значительно меньших площадях. От ордовикских отложений они, как правило, отделены перерывом. Наиболее полно они представлены в северо-западной части платформы.

Нижнесилурийские отложения выражены морскими, в основном карбонатными, породами — известняками, доломитами. Для вехнесилурийских отложений характерны красноцветные гипсоносные породы.

Девонские отложения развиты на Сибирской платформе очень слабо. Они установлены лишь на небольших участках в низовьях Средней и Нижней Тунгусок, в бассейне Хатанги, по р. Курейке и в Вилюйской синеклизе. Представлены они морскими (в основном известняками), континентальными (красноцветными породами) и лагунными отложениями. На северо-западе Сибирской платформы в отдельных участках обнаружены морские нижнекаменноугольные отложения.

С конца раннекаменноугольной эпохи на всей территории платформы установился континентальный режим. В интенсивно прогибавшейся Тунгусской синеклизе начала накапливаться мощная серия континентальных отложений, известная под названием *тунгусской*. Нижняя часть этой серии, по возрасту относящаяся к среднему и верхнему карбону и к пермской системе, представлена песчано-глинистыми угленосными отложениями мощностью в несколько сотен метров.

Во второй половине пермского периода на Сибирской платформе началось внедрение трапповых интрузий.

Мезозойские отложения платформы преимущественно представлены континентальными образованиями, а в основании — туфолавами и интрузивами. Морские отложения мезозоя имеют подчиненное значение и приурочиваются к краевым (северным и восточным) частям платформы.

В составе *триасовых* отложений господствующее положение занимают лавы и туфы. Они широко развиты на северо-западе платформы, в пределах Тунгусской синеклизы, где слагают верхнюю часть тунгусской серии пород. К этому же времени относится наиболее интенсивное внедрение трапповых интрузий. Морские отложения триаса известны в Хатангской синеклизе и Предверхоянском прогибе, где они выражены обломочными песчано-глинистыми породами.

Среди *юрских* отложений на Сибирской платформе преобладают континентальные. Имеются также и морские отложения, возникшие в результате кратковременных трансгрессий моря на восточной и северной окраинах ее. Юрские отложения широко представлены в пределах Вилюйской синеклизы, в Предверхоянском краевом прогибе, Хатангской синеклизе, Канской, Иркутской и Рыбинской впадинах.

В Иркутской, Канской и Рыбинской впадинах юрские отложения выражены исключительно континентальными, угленосными осадками. В Хатангской синеклизе они представлены морскими осадками.

В Вилюйской синеклизе, где имеются все отделы юрской системы, развиты преимущественно континентальные угленосные осадки.

Меловые отложения Сибирской платформы развиты на сравнительно ограниченных ее площадях в Предверхоянском краевом прогибе, в Вилюйской и Хатангской синеклизах. Для этой системы характерны континентальные угленосные отложения. Морские отложения представлены только на севере платформы.

Кайнозойские отложения на Сибирской платформе по существу выражены только осадками четвертичной системы. Лишь на небольших участках под четвертичным покровом выделяются песчано-глинистые континентальные отложения, относящиеся к палеогеновой или неогеновой системам.

Четвертичные отложения развиты на платформе повсюду. В основном это континентальные осадки разнообразного генезиса. Среди них в северной половине платформы преимущественное развитие имеют ледниковые отложения. Вдоль морского побережья на севере выделяются также четвертичные отложения морского происхождения.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Байкало-Алданский щит

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Байкало-Алданский щит занимает огромную территорию на юго-востоке платформы. Он размещается в пределах Южной Якутии, Бурятии, Читинской области и Хабаровского края. С северо-запада, севера и северо-востока Байкало-Алданский щит ограничен соответственно Ангаро-Ленским краевым прогибом, Вилюйской синеклизой и Предверхоянским краевым прогибом. С юго-запада и юга к нему примыкают палеозойские складчатые сооружения Забайкалья и Приамурья.

В пределах Байкало-Алданского щита выделяются следующие крупные структурные элементы: *Алданский массив, Байкальская складчатая область* и огромной протяженности *Яблоново-Становой антиклинорий.*

Алданский массив по истории развития и строению значительно отличается от остальных структур, слагающих Байкало-Алданский щит.

От составляющих и примыкающих к Байкало-Алданскому щиту структур Алданский массив по всей своей территории ограничен разломами. Южная часть массива приподнята, и здесь на поверхность (под четвертичным покровом) выходят породы архея. На северной его окраине докембрий прикрыт кембрийскими, а местами и юрскими отложениями.

Фундамент массива сформировался полностью к началу протерозоя и поэтому сложен в основном архейскими породами. В структурном отношении фундамент представляет систему сложных антиклинориев и синклинориев северо-западного простирания. Складчатый фундамент повсеместно усложнен разрывными нарушениями, иногда значительной протяженности и амплитуды. Исключительно широко в архее проявлялся магматизм, преимущественно кислой магмы.

В осадочном покрове массива выделяются пологие поднятия и впадины, куполовидные складки и другие структуры платформенного типа. В его пределах выявлены, кроме того, и многочисленные тектонические разрывы, с которыми связаны дайки габброидных пород. Эти разрывы возникали в палеозойской, мезозойской и, очевидно, в кайнозойской эрах. С мезозойскими разломами связано образование в южной части массива ряда грабенообразных впадин, выполненных юрскими угленосными отложениями. Под влиянием более молодых деформаций юрские толщи были собраны в крутые складки и отчасти метаморфизованы. Наиболее крупной впадиной массива является размещенная в его центре Чульманская впадина, выполненная мощной толщей угленосных отложений.

Байкальская складчатая область охватывает территорию Прибайкалья и Западное Забайкалье.

Яблоново-Становой антиклинорий охватывает Яблоновый и Становой хребты и примыкающую к ним широтную часть хребта Джугджур.

Байкальская складчатая область и Яблоново-Становой антиклинорий являются наиболее молодыми частями Байкало-Алданского щита; они сформировались в результате байкальской складчатости в синийской эре и в самом начале кембрийского периода.

Для Байкальской складчатой области и Яблоново-Станового антиклинория характерны северо-восточные простирания складок. В этих структурах на обширных площадях обнажаются породы докембрия, в том числе древние кислые интрузии.

СТРАТИГРАФИЯ

В стратиграфическом разрезе Байкало-Алданского щита докембрию принадлежит основное место. В нем широко представлены архейские породы — гнейсы, гранито-гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, амфиболиты, мраморы.

Протерозой лучше всего выражен в Байкальской складчатой области. В так называемой внешней (северной) зоне области протерозойский метаморфический комплекс сложен сланцами, роговиками, песчаниками, кварцитами, кристаллическими известняками. В основании породы протерозоя нередко превращены в гнейсы и кристаллические сланцы. Во внутренней же зоне области протерозой представлен преимущественно вулканогенными породами (диабазами) с подчиненными им осадочными породами. Мощность протерозойского комплекса пород иногда составляет несколько тысяч метров.

В составе архейских и протерозойских пород Байкало-Алданского щита весьма широко развиты гранитные интрузии.

Отложения синийской группы представлены на востоке Алданского массива — в бассейне Среднего Алдана и в Байкальской складчатой области — в зоне, прилегающей к Ангаро-Ленскому прогибу. В бассейне

Среднего Алдана к ним относится толща относительно слабо метаморфизованных пород — конгломератов, песчаников, строматолитовых известняков, доломитов. Мощность данной толщи до 3000 *м*.

Сходные по составу породы развиты и в Байкальской складчатой области.

Палеозой в пределах Байкало-Алданского щита представлен почти одними кембрийскими отложениями. Эти отложения широко выходят на поверхность в северной части Алданского массива и в виде отдельных островов в его южной части. В Байкальской складчатой области они развиты спорадически, на небольших участках.

Из кембрийских отложений лучше и шире всего представлены отложения нижнего кембрия. Средний кембрий отмечается на небольших площадях, а верхний кембрий полностью отсутствует.

В нижнекембрийских отложениях выделяются оба яруса — алданский и ленский, которые в свою очередь делятся на подъярусы, зоны и слои. Для алданского яруса характерны доломиты и известняки с строматолитами и редкими трилобитами из семейства Olenellidae. В верхней части отложений имеются археоциаты. Мощность отложений этого яруса 275—300 *м*.

Ленский ярус выражен битуминозными известняками, горючими сланцами и известняками с фауной *Lermontovia*.

Общая мощность отложений данного яруса несколько десятков метров.

Средний кембрий развит на востоке щита, где он подразделен на амгинский и майский ярусы. В целом для среднего кембрия характерны известняки и мергели с фауной трилобитов и брахиопод. Мощность отложений среднего кембрия достигает 300—800 *м*.

На отложениях кембрия или докембрия во впадинах и на северной окраине Алданского массива располагается толща юрских континентальных пород, сложенная конгломератами, песчаниками, алевролитами, сланцами, аргиллитами и пластами угля.

Угленосные толщи юрских отложений в южной части Алданского щита образуют Южно-Якутский угленосный бассейн. Мощность толщи юрских континентальных отложений до 1000 *м*.

Четвертичные отложения Байкало-Алданского щита представлены аллювием и делювием. В Байкальской складчатой области встречаются также ледниковые образования. На Алданском массиве отмечаются дайки, лакколиты и пластовые интрузии щелочных и щелочноземельных пород мезозойского (юрско-раннемелового) возраста.

В Прибайкалье широко развиты молодые, четвертичные эффузии базальтовой лавы.

Анабарская антеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Анабарская антеклиза располагается на севере Сибирской платформы. Она представляет собой группу поднятий докембрийского фундамента, приуроченных к бассейнам рек Анабара, Оленека и Котуя.

Центральное, наиболее крупное, поднятие расположено в бассейне р. Анабара. Оно имеет треугольную форму. В своде его выходят породы архея.

От Центрального поднятия породы фундамента и покрывающего его чехла (синийские, кембрийские, а по окраинам — ордовикские) погружаются по всем направлениям. Наиболее спокойно это погружение происходит в южном и юго-западном направлениях.

На северном склоне Анабарская антеклиза осложнена *Попигайским грабеном,* ограниченном сбросами.

На северо-востоке антеклизы располагается *Оленекское поднятие*, а южнее его — *Мунское поднятие*. В обоих поднятиях обнажаются породы платформенного чехла — синийские и кембрийские. На Оленекском поднятии на ограниченной площади выходят породы нижнего протерозоя. Оба поднятия также разбиты системой сбросов.

Центральное поднятие Анабарской антеклизы отделено от других поднятий, расположенных к востоку от него, Оленекским прогибом, выполненным мощной толщей кембрийских отложений более 1500 *м* мощности.

СТРАТИГРАФИЯ

В пределах Центрального поднятия в складчатом основании Анабарской антеклизы наибольшее развитие имеют метаморфические породы архея.

В состав архея здесь входят главным образом гнейсы, кристаллические сланцы, мигматиты. Подчиненное развитие имеют кварциты, мраморы, амфиболиты. Все эти метаморфические породы прорываются интрузивными, главным образом гранитными, породами также архейского возраста. Общая мощность архея в Центральном поднятии антеклизы 20—25 *км*.

В Оленекском поднятии на небольшой площади выходят собранные в складки северо-западного простирания протерозойские метаморфические породы — рассланцованные алевролиты, окварцованные песчаники, слюдистые и глинистые сланцы. Общая мощность этой метаморфической толщи протерозоя 1,5—2 *км*. Для остальной (подавляющей) части Анабарской антеклизы вследствие перерыва в осадконакоплении протерозой нехарактерен.

Синийские породы широко развиты по периферии Центрального поднятия и в пределах Оленекского поднятия. По периферии Центрального поднятия толща синийских отложений разделяется на две свиты. Для нижней свиты характерны в основном обломочные породы (песчаники, гравелиты), а для верхней — доломиты, известняки и песчаники. В этих отложениях содержатся споры и строматолиты *Collenia* (последние — в верхней свите). Максимальная мощность синийской толщи по периферии Центрального поднятия 1700—1900 *м*.

В Оленекском поднятии синийские породы имеют сходный с приведенным петрографический состав. Они представлены конгломератами, кварцевыми песчаниками, известняками, доломитами, алевролитами; так же, как и синийские породы Центрального поднятия, содержат споры. Мощность синийской толщи Оленекского поднятия 700 *м*.

Кембрийские отложения окаймляют Анабарскую антеклизу со всех сторон и покрывают Оленекское и Мунское поднятие. Они представлены всеми тремя отделами.

Нижний кембрий разделяется на алданский и ленский ярусы. Для алданского яруса характерны известняки, доломиты, мергели и песчаники с *Collenia* и трилобитами. Ленский ярус выражен битуминозными сланцами и известняками с трилобитами *Protolenus*. Общая мощность нижнего кембрия антеклизы свыше 500 *м*.

Средний кембрий, как и нижний, в пределах антеклизы также развит хорошо и легко разделяется на ярусы, зоны и свиты. Фациальный состав отложений среднего кембрия довольно разнообразный. В основании залегают битуминозные сланцы и известняки, выше — красноцветные глинистые известняки и мергели, затем известняки и глинистые сланцы; заканчивается разрез мергелями и известняками. Почти во всех этих отложениях содержатся трилобиты. Мощность толщи отложений среднего кембрия 550—650 *м*.

Верхний кембрий развит лишь на южном и восточном склонах антеклизы. Он представлен морскими, в основном карбонатными, осадками с богатой фауной трилобитов. Мощность верхнего кембрия до 750 *м*.

Более молодые отложения в пределах Анабарской антеклизы почти отсутствуют. Только в пределах Попигайского грабена развиты нижнетриасовые вулканогенные породы — туфы, туффиты, туфопесчаники и туфоалевролиты, а также породы мелового возраста.

С поверхности Анабарская антеклиза прикрыта четвертичными отложениями, среди которых основное место занимают ледниковые.

Ангаро-Ленский прогиб

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Ангаро-Ленский прогиб и находящийся на его северо-восточном продолжении сравнительно небольшой *Березовский прогиб* располагаются на юго-западе Сибирской платформы, занимая пространство протяженностью до 1500 *км*, при максимальной ширине до 250—300 *км*. В тектоническом отношении они представляют собой краевые прогибы, возникшие в процессе завершения байкальской эпохи складчатости и формировавшиеся в конце синия и в раннем кембрии.

Ангаро-Ленский прогиб вытянут вдоль Байкальской складчатой области. Юго-западное окончание его располагается под Иркутской впадиной, а северо-восточное — под юго-западной частью Вилюйской синеклизы. В поперечном сечении прогиб имеет асимметричное строение.

В части, прилегающей к Байкальской складчатой области, породы Ангаро-Ленского, а также и Березовского прогибов собраны в линейные антиклинальные и синклинальные складки. В глубь платформы эти складки ослабевают и затухают.

Ангаро-Ленский прогиб по геофизическим данным выполнен мощной (до 5000 *м*) толщей пород синийской группы и кембрия. По мере удаления от Байкальской складчатой области на этих отложениях появляются породы ордовикской системы.

СТРАТИГРАФИЯ

В Ангаро-Ленском прогибе выражены главным образом нижнепалеозойские отложения.

Кембрийские отложения прогиба широко представлены нижним отделом; средний отдел отсутствует или почти отсутствует; верхний отдел выражен сравнительно небольшой толщей.

В приленской части прогиба (бассейн верхнего течения р. Лены) мощность нижнего кембрия достигает 3000 *м*.

Алданский ярус нижнего кембрия представлен в основании песчаниками, глинистыми сланцами с линзами и прослоями конгломератов, а выше — красноцветными песчаниками, алевролитами и доломитами. Мощность отложений данного яруса свыше 800 *м*.

Ленский ярус начинается соленосной толщей, состоящей из доломитов, мергелей, ангидритов и каменной соли, и заканчивается толщей доломитов и известняков.

Мощность соленосной толщи 800 *м*, мощность карбонатной толщи 1000—1200 *м*.

Верхний кембрий в приленской части прогиба выражен красноцветными лагунно-морскими отложениями без фауны — загипсованными красными глинами, мергелями, песчаниками. Эти отложения объединены в *верхоленскую* свиту. Мощность отложений свиты до 300—400 *м*.

Ордовикские отложения особенно хорошо развиты в западной части прогиба. Здесь представлены все отделы системы. Для нижнего ордовика характерны в основном карбонатные породы — известняки, доло-

миты, мергели. Их мощность 250—300 *м*. Средний ордовик сложен песчаниками, глинами и красноцветными породами мощностью 150 *м*. Верхний ордовик характерен красноцветными глинами, песчаниками и аргиллитами мощностью 170—200 *м*.

Силурийские отложения в Ангаро-Ленском прогибе развиты слабо. На северо-востоке прогиба эти отложения представлены песчаниками и известняками с брахиоподами и кораллами. Их мощность здесь до 100 *м*.

Более молодые отложения палеозоя в Ангаро-Ленском прогибе отсутствуют. Из мезозойских отложений в восточной части прогиба известны континентальные отложения юрской системы.

Тунгусская синеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Тунгусская синеклиза — самая крупная структура Сибирской платформы. Она ограничивается: с запада Туруханским поднятием, Енисейской антеклизой и частично поднятием Восточного Саяна, с севера — герцинскими структурами Таймыра, с востока и северо-востока — Анабарской антеклизой, с юга и юго-востока рядом сравнительно мелких поднятий. По периферии синеклизы прослеживаются крупные зоны разломов; разломы и разрывы характерны и для внутренней части синеклизы. Пликативные дислокации в пределах синеклизы развиты слабо.

Синеклиза выполнена огромной толщей пород, достигающей 8—10 *км* мощности. По строению и составу слагающих пород она неоднородна. В основании синеклизы, очевидно, залегает мощная многокилометровая толща отложений синийской группы.

Главные зоны разломов синеклизы располагаются на юго-востоке (Ангаро-Вилюйская), юго-западе (Ангаро-Енисейская) и северо-востоке (Вилюйско-Котуйская). С этими зонами связаны наиболее интенсивные проявления интрузивных траппов.

В главных зонах разломов разрывы обладают определенной ориентировкой, на участках же широкого развития эффузивных траппов они ее лишены.

Возраст разрывных нарушений синеклизы неодинаков. Некоторые из них, например разрывы Ангаро-Вилюйской зоны, образовались еще в раннем палеозое. В конце палеозоя и начале триаса по ним возобновились тектонические движения и началось внедрение траппов. Большинство же разрывных дислокаций образовалось в период наиболее активного прогибания синеклизы — в конце палеозойской эры и триасе.

СТРАТИГРАФИЯ

Наиболее древними выходящими на поверхность породами Тунгусской синеклизы являются кембрийские. Обнажения кембрийских доломитов мощностью свыше 1000 *м* наблюдаются по р. Нижней Тунгуске. Отдельные выходы среднекембрийских отложений установлены в Норильском районе.

Ордовикские отложения хорошо обнажаются на западных окраинах синеклизы — по р. Курейке, Нижней и Подкаменной Тунгускам, а также на южной и восточной ее окраинах.

Нижний ордовик представлен преимущественно карбонатными породами, средний — пестроокрашенными обломочными, фосфоритоносными и верхний — сланцами и аргиллитами с прослоями известняков. Мощность всей ордовикской толщи несколько сотен метров.

Силурийские отложения, как и ордовикские, характеризуются значительной фациальной изменчивостью. В пределах Сибирской плат-

формы Тунгусская синеклиза является областью наибольшего развития силурийских отложений. Они широко обнажаются по долинам Подкаменной Тунгуски, Нижней Тунгуски и Курейки.

Нижний силур представлен карбонатными породами — известняками, мергелями и доломитами; верхний силур сложен внизу карбонатными, а вверху красноцветными глинистыми породами. Общая мощность силурийских пород несколько сотен метров.

Девонские отложения выходят на поверхность в северной части синеклизы. Фациальный состав их весьма разнообразен. Нижний девон представлен породами континентального и лагунного типа — пестроцветными песчаниками, аргиллитами и мергелями с растительными остатками и панцирными рыбами. Средний девон сложен морскими образованиями — песчаниками, аргиллитами и известняками и лагунными осадками — гипсами и доломитами. Отложения верхнего девона встречаются сравнительно редко. Представлены они известняками. Мощность девонских отложений на р. Курейке 350—360 *м*, в Норильске до 500—700 *м*.

В Норильском районе по р. Курейке и на некоторых других северных участках синеклизы выходят нижнекаменноугольные отложения. Они представлены в основном карбонатными породами турнейского и визейского ярусов. Мощность нижнекаменноугольных отложений недостаточно выяснена.

Специального рассмотрения заслуживает развитая в пределах Тунгусской синеклизы мощная и своеобразная толща континентальных отложений, известная под названием тунгусской серии. Отложения этой серии залегают, несогласно перекрывая в разных частях синеклизы различные по возрасту более древние породы.

Тунгусская серия пород может быть подразделена на продуктивную, туфогенную и лавовую толщи. Нижняя — продуктивная — толща представлена песчано-глинистыми континентальными угленосными отложениями, содержащими остатки флоры и пресноводной фауны. Возраст ее определяется как среднекарбоновый — позднепермский. Общая мощность продуктивной толщи несколько сотен метров.

Средняя туфогенная толща тунгусской серии представлена главным образом туфами, туффитами, туфобрекчиями, песчаниками, аргиллитами и прослоями углей. Общая мощность туфогенной толщи от 100 до 600 *м*. Возраст ее определяется как раннетриасовый.

Верхняя — лавовая — толща тунгусской серии представлена переслаивающимися потоками и покровами базальтов с редкими линзовидными прослоями туфогенных пород. Мощность ее в центральных частях синеклизы до 1000—1200 *м*. В северо-западной части синеклизы низы лавовой толщи частично замещаются отложениями туфогенной толщи. Возраст лавовой толщи тунгусской серии раннетриасовый.

Образование лавовой и туфогенной толщ синеклизы связано с проявлением траппового вулканизма. Туфогенная толща образовалась в результате выброса пирокластического материала вулканами взрывного типа. Лавовая же толща накопилась в результате излияний основной магмы.

Трапповые интрузии Тунгусской синеклизы имеют форму пластовых залежей (силлов), даек, штоков и реже лакколитообразных тел. Пластовые залежи (силлы) часто характеризуются многоярусным строением. Состав интрузий диабазовый. Мощность их от нескольких десятков до сотен метров.

Распространение трапповых интрузий в пределах синеклизы неравномерное. Наибольшая концентрация их наблюдается на окраинах синеклизы, где они размещаются в виде вытянутых зон вдоль систем глубоких расколов.

С трапповым вулканизмом в пределах Тунгусской синеклизы связаны кимберлитовые трубки взрывов, представляющие собой заполненные вулканической брекчией трубкообразные кратеры диаметром до нескольких сотен метров. К этим трубкам приурочены месторождения алмазов.

Осадочные отложения юры и мела в пределах синеклизы развиты слабо. Только в ее юго-восточной части установлены континентальные отложения юры.

Из отложений кайнозоя в пределах синеклизы развиты только четвертичные образования. На севере ее они широко выражены ледниковыми отложениями. Из других генетических типов четвертичных отложений хорошо представлены отложения речных террас.

Вилюйская синеклиза

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Вилюйская синеклиза — вторая по величине на Сибирской платформе. Она расположена на востоке платформы и примыкает к Предверхоянскому краевому прогибу. На севере и юге она ограничена склонами Анабарского массива и Байкало-Алданского щита, а на западе и юго-западе постепенно переходит в Ангаро-Ленский прогиб. К границам ее с прилегающими структурами приурочены разломы и флексурообразные перегибы.

Вилюйская синеклиза возникла в мезозое. Глубина ее в наиболее погруженной части достигает 7 *км*. В основании она выполнена толщей нижнего палеозоя и силурийских отложений общей мощностью не менее 3 *км*. На этой древней толще лежит мощная толща мезозойских, в основном континентальных, отложений, мощность которых в центре синеклизы достигает 4 *км*.

Осадочный покров синеклизы, в общем, нарушен слабо. В ее осевой части на юго-западе известны так называемые Кемпендяйские соляные купола. Пологие брахиантиклинальные складки установлены в нижнем течении р. Вилюя.

СТРАТИГРАФИЯ

Породы докембрия в Вилюйской синеклизе пока нигде не вскрыты. Весьма ограниченно представление о нижнепалеозойских, а также о силурийских отложениях синеклизы. О их составе в пределах синеклизы пока судят лишь по одновозрастным породам, выступающим в прилегающих структурах.

Девонские отложения отмечены в районе Кемпендяйских соляных куполов. К ним условно относят толщу красноцветных алевролитов, глин, песчаников и мергелей со штоками гипса и каменной соли. Общая мощность этой толщи 600—650 *м*. В том же районе на девонских отложениях залегает толща брекчий, известняков, мергелей и глин, также условно принимаемых за пермско-триасовые отложения.

Юрские отложения Вилюйской синеклизы представлены всеми тремя отделами. Залегают они на различных породах палеозоя.

Нижняя юра начинается континентальной толщей — конгломератами, галечниками, песками, песчаниками и прослоями бурого угля. Выше залегает морская песчано-глинистая толща.

Средняя юра на севере и востоке синеклизы представлена морскими отложениями — песками и песчаниками с фауной аммонитов и пелеципод, на юге и во внутренних частях — континентальными образованиями — песчаниками, алевролитами и пластами угля.

Верхняя юра синеклизы полностью сложена континентальными угленосными отложениями — песками, песчаниками, глинами и пластами угля.

Мощность отдельных толщ юрских отложений в разных частях синеклизы неодинакова. Общая мощность их колеблется от 300 до 1600 *м*.

Меловая система представлена нижним и верхним отделами. Нижний отдел связан постепенными переходами с верхней юрой. Выражен он угленосной толщей — песками, песчаниками, прослоями глин и пластами бурого угля. Мощность отложений этого отдела в центральной части синеклизы достигает 1000 *м*.

Верхний отдел мела также сложен обломочными породами с растительными остатками и тонкими линзами угля. Мощность слагающих его пород также до 1000 *м*.

Из более молодых пород синеклизы на водораздельных пространствах ее развиты плиоцен-четвертичные отложения — глины, суглинки, пески, галечники. Мощность этих отложений до 15 *м*. Распространены также аллювиальные и другие четвертичные отложения.

Предверхоянский прогиб

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Предверхоянский прогиб обрамляет Сибирскую платформу с северо-востока. Он возник как краевой прогиб Верхоянской складчатой области в период ее воздымания в позднеюрскую эпоху и развивался до конца мелового периода. В процессе развития прогиба в его пределы была втянута краевая часть Сибирской платформы.

Предверхоянский прогиб представляет собой огромную впадину, протягивающуюся в виде крутой дуги свыше 1200 *км* вдоль долины Лены и Алдана.

На юге прогиб замыкается в районе среднего течения р. Алдана, на севере же, сужаясь, переходит в Хатангскую синеклизу. С Верхоянской антиклинальной зоной на востоке и Байкало-Алданским щитом на юге прогиб сочленяется сериями разломов. На западе в средней своей части он сливается с Вилюйской синеклизой с образованием на стыке глубокой впадины.

Как и все краевые прогибы, Предверхоянский краевой прогиб имеет асимметричное строение. В нем выделяются внешняя и внутренняя зоны. Из них внешняя — приплатформенная, внутренняя — примыкающая к складчатым сооружениям Верхоянских гор.

Во внутренней зоне породы собраны в узкие линейные складки, которые выполаживаются в направлении к внешней зоне. Степень метаморфизма выполняющих прогиб пород при приближении к складчатой области также значительно возрастает. Во внешней зоне дислокации пород имеют платформенный характер.

Прогиб в основном выполнен отложениями верхнеюрского — нижнемелового возраста. Мощность их около 3500 *м*.

СТРАТИГРАФИЯ

В Предверхоянском прогибе пока установлены только отложения мезозоя и кайнозоя.

Из отложений мезозойской группы в прогибе наиболее древними являются нижнетриасовые. Они отмечаются на левобережье Лены во внешней, приплатформенной зоне прогиба. Представлены они здесь морскими, в основном обломочными, отложениями — аргиллитами, алевролитами, песчаниками с линзами ракушечного известняка. Мощность толщи морских отложений 150 *м*. В западном направлении эти отложения сравнительно быстро сменяются сокращающимися в мощности континентальными угленосными отложениями.

Юрские отложения в прогибе выражены достаточно хорошо. Они подразделяются на нижнюю и верхнюю серии.

Нижняя серия по возрасту соответствует нижней и средней юре. Представлена она морскими отложениями — песчаниками с прослоями аргиллитов и алевролитов общей мощностью до 1500 *м*. Во внутренней зоне прогиба нижняя часть данной серии сложена континентальными отложениями.

Верхняя серия по возрасту отвечает верхней юре. Сложена она песчаниками с пачками алевролитов и аргиллитов и пластами угля общей мощностью до 1000 *м*. Во внешней, приплатформенной зоне верхние части данной серии слагаются уже морскими осадками. В нижнем течении Лены верхняя юра вся представлена морскими отложениями.

Толща меловых отложений представлена нижним и верхним отделами. Нижний отдел характеризуется угленосными континентальными отложениями. Во внешней зоне прогиба породы нижнего мела, как и в Вилюйской синеклизе, представлены песками, песчаниками, прослоями, и пачками алевролитов и глин и пластами бурых углей. Во внутренней зоне прогиба нижний мел выражен в основном песчаниками с пластами и пачками каменных углей общей мощностью до 2000 *м* и более.

В целом верхняя юра и нижний мел в Предверхоянском прогибе представляет собой угленосную молассу — грубообломочную толщу пород краевых или предгорных прогибов.

Толща верхнего мела отмечается только в приплатформенной, внешней зоне прогиба. Здесь она делится на нижнюю и верхнюю свиты. Из них нижняя свита сложена песками, песчаниками, конгломератами и тонкими линзами угля общей мощностью 700—800 *м*. Верхняя свита представлена каолинистыми песками и глинами общей мощностью 150—200 *м*.

Из кайнозойских отложений в пределах прогиба развиты только четвертичные.

Понятия о других структурах Сибирской платформы

Помимо охарактеризованных положительных структур Сибирской платформы, в ее пределах размещаются и другие довольно крупные структуры: Туруханское поднятие, Енисейская антеклиза и поднятие северо-восточной части Восточного Саяна. Все эти структуры вытянуты с севера на юг вдоль западной и юго-западной окраин платформы. Присутствие в складчатом фундаменте данных структур синийских отложений указывает на одновременное формирование их с Байкальской складчатой областью.

Туруханское поднятие. К Енисею в месте впадения в него Нижней Тунгуски примыкает Туруханское поднятие. Оно характеризуется сравнительно небольшими размерами и по особенностям строения является структурой типа валов.

Система складок, слагающих это поднятие, отличается довольно крутым падением крыльев (от 25—30 до 90°). В нем широко представлены сложные разрывные нарушения преобладающего северо-западного простирания. Такие нарушения ограничивают Туруханское поднятие как на востоке (по западному борту Тунгусской синеклизы), так и на западе, на границе с палеозойскими сооружениями Западно-Сибирской плиты.

Из выведенных на поверхность отложений поднятия наиболее древними являются различные комплексы синийских пород. На западной окраине поднятия местами развиты отложения ордовикской, силурийской и, возможно, девонской систем.

Енисейская антиклиза. Она относится к числу наиболее крупных структур среди поднятий складчатого фундамента на западе Сибирской

платформы. Енисейская антеклиза, как и Туруханское поднятие, располагается вдоль восточного берега р. Енисея, в основном между низовьями Средней и Верхней Тунгусок. Южнее она значительно сужается и протягивается до широты Красноярска.

С запада и востока антеклиза ограничена крупными разрывными нарушениями. Многочисленные разрывы характерны также и для внутренней ее части.

Возраст разрывных дислокаций в большинстве позднепалеозойский; имеются и более древние, в том числе и докембрийские, дислокации.

В пределах выходов фундамента антеклизы хорошо прослеживается ряд крупных антиклинориев и синклинориев северо-восточного простирания, усложненных более мелкими структурами.

В центральной части антеклизы широко выходит докембрий, представленный протерозоем и синием.

Отложения синия выражены четырьмя комплексами терригенных и карбонатных пород.

Из палеозойских отложений в пределах антеклизы лучше всего развит кембрий (нижний и верхний отделы); в незначительной мере выражены ордовикские, девонские, каменноугольные и пермские отложения. Палеозойские отложения слабо дислоцированы. В плоских прогибах в ограниченных размерах встречаются породы мезозоя и кайнозоя — юрские, меловые и палеогеновые.

На Енисейской антеклизе хорошо представлены докембрийские гранитные интрузии. Известны небольшие тела щелочных пород раннесреднепалеозойского возраста. Ограниченное развитие в форме даек и силлов имеют сибирские траппы.

Поднятие северо-восточной части Восточного Саяна. Оно представляет собой приподнятый южный край Сибирской платформы и протягивается на 700 *км* от Красноярска до Байкала. Вдоль всего поднятия протягивается крупный, так называемый *Большой Саянский разлом*, отделяющий структуру от остальной — каледонской части Восточного Саяна. Складки поднятия усложняются разрывными нарушениями.

В осевой части поднятия выходят архейские, протерозойские и синийские породы. На восточной его окраине появляются кембрийские и ордовикские отложения. В пределах поднятия широко развиты интрузивные породы.

Из отрицательных структур Сибирской платформы, помимо охарактеризованных, заслуживают особого внимания Хатангская синеклиза, Иркутская и Канская впадины.

Хатангская синеклиза. Она расположена на северной окраине Сибирской платформы, между Хатангским заливом и устьем р. Лены. На востоке Хатангская синеклиза переходит в Предверхоянский прогиб, на западе — ограничивается герцинидами Таймыра.

Синеклиза заложена в юрском периоде и продолжала углубляться на протяжении всего мелового периода. В строении ее участвуют породы палеозоя и мезозоя. Центральная ее часть выполнена толщей меловых пород, сменяющейся на крыльях юрскими отложениями. Более древние породы выходят только на крыльях.

Наиболее древними породами синеклизы являются девонские. Они выражены, очевидно, всеми отделами. Отложения девонской системы выходят в районе Нордвика, где соленосные толщи нижнего девона образуют соляные купола. Мощность девонских отложений 1000—1100 *м*.

В Нордвикском районе установлены также нижнекаменноугольные известняки мощностью до 600 *м*.

На северном борту синеклизы, на побережье моря Лаптевых, выходят отложения пермской и триасовой систем. Для первых характерны морские и континентальные терригенные осадки и вулканические породы (туфы, лавы), для вторых — морские песчано-глинистые осадки.

Юрские отложения Хатангской синеклизы в отличие от других отрицательных структур Сибирской платформы представлены полностью морскими осадками — песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Мощность юрских отложений синеклизы возрастает с востока на запад и на крайнем западе составляет 1200—1300 *м*.

Из меловых отложений развиты главным образом отложения нижнего отдела. Низы нижнего мела сложены морской толщей, верхи — континентальной толщей с пластами угля. Общая максимальная мощность нижнего мела на западе достигает 1200—1300 *м*. Спорадически встречаются в пределах синеклизы отложения верхнего мела, представленные морскими осадками.

Более молодые отложения Хатангской синеклизы выражены четвертичными образованиями, среди которых основное место занимают ледниковые.

Иркутская впадина. Она располагается у подножия Восточного Саяна, протяженность ее около 500 *км*, ширина до 100 *км*. Строение впадины асимметричное: слагающие ее юрские отложения в южной, наиболее погруженной части, собраны в складки северо-восточного простирания; в северной ее части слои имеют очень пологий наклон.

Юрские отложения впадины залегают на нижнем палеозое. Они представлены нижним и средним отделами. В состав нижней юры входят обломочные породы — песчаники и конгломераты. Средняя юра сложена также обломочными породами — песчаниками и алевролитами. Нижняя ее часть, известная под названием *черемховской свиты*, угленосна. В районе Черемховского угольного месторождения мощность юрских отложений достигает 700 *м*.

На юрских отложениях в Иркутской впадине отмечаются небольшие островки нерасчлененных палеогеновых отложений.

Канская впадина. Она расположена к северу от Иркутской, где примыкает к южному выступу Енисейской антеклизы. Строение впадины несложное: выполняющие ее отложения юрской системы лежат почти горизонтально и только в зоне, примыкающей к Енисейскому поднятию, приобретают наклон до 20°.

В Канской впадине, как и в Иркутской, представлены отложения только нижнего и среднеюрского отделов — песчаники, алевролиты и глины. В отложениях среднеюрского отдела также содержатся пласты угля. Мощность юрских отложений Канской впадины до 250 *м*.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В размещении важнейших полезных ископаемых на Сибирской платформе прослеживаются как общие черты с Русской платформой, так и некоторые специфические черты, присущие только Сибирской платформе. Из общих для всех докембрийских платформ черт в размещении ископаемых на платформе необходимо прежде всего отметить широкое развитие месторождений железных руд, связанных с железистыми кварцитами (джеспилитами) докембрия складчатого основания. На юге Енисейского поднятия в синийских отложениях развиты осадочные сидеритовые железные руды, образующие Ангаро-Питский железорудный бассейн.

В платформенном чехле Сибирской платформы представлен новый (по отношению к Русской платформе) генетический тип железных руд скарнового типа. Такие руды слагают крупные месторождения Ангаро-Илимского района, приуроченные к интрузивным траппам. Промышленное значение этой группы месторождений очень большое.

Заложение и развитие на Сибирской платформе на протяжении палеозойской и мезозойской эр в условиях своеобразного тектониче-

ского режима крупных прогибов, синеклиз и впадин обусловило накопление в них огромных континентальных толщ пород с исключительной по своим масштабам угленосностью. Общие запасы углей на Сибирской платформе составляют около 5000 млрд. т. Здесь находятся крупнейшие угольные бассейны СССР и мира — Ленский и Тунгусский.

Угленакопление на Сибирской платформе связано с каменноугольно-пермскими, юрскими и меловыми отложениями, причем наибольшая угленосность связана с юрскими отложениями. Угли в подавляющей своей части бурые, но имеются и каменные, в том числе антрацитовые и коксующиеся. Каменные угли выявлены в Тунгусской и Вилюйской синеклизах, в Предверхоянском прогибе, Иркутской впадине, Южно-Якутском бассейне. В Южно-Якутском бассейне обнаружены большие запасы коксующихся углей.

В отличие от Русской платформы Сибирская платформа характеризуется менее выраженной нефтеносностью. Весьма благоприятными перспективами в смысле выявления разнообразных полезных ископаемых располагает трапповая формация пород, представленная на огромной территории платформы. Наличие в составе этой формации кимберлитовых пород привело к открытию крупных, в том числе и коренных, месторождений алмазов. По запасам этого полезного ископаемого СССР теперь вышел на одно из первых мест в мире. С трапповой формацией связаны также никелевые и медные руды, платина и другие полезные ископаемые.

Из нерудных ископаемых в пределах платформы устанавливаются, в частности, значительные залежи солей в отложениях нижнего и среднего палеозоя. Сибирская платформа издавна славится своими россыпными и коренными месторождениями золота (Байкало-Алданский щит и Енисейское поднятие) и месторождениями слюды, которая связана с докембрийскими породами.

ГЛАВА 25

ОБЛАСТЬ ПАЛЕОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В СССР палеозойские складчатые сооружения развиты в основном в пределах так называемой Урало-Алтайской палеозойской платформы — ограниченной территорией между Русской и Сибирской докембрийскими платформами. Эта платформа возникла в пределах Урало-Тяньшаньской геосинклинальной области. К западу от Урало-Алтайской палеозойской платформы палеозойские складчатые сооружения протягиваются в Предкавказье, через Ставропольское плато, Степной Крым и к Устью р. Дуная, где они территориально относятся уже к Средиземноморской геосинклинальной области.

На востоке к Урало-Алтайской платформе примыкают палеозойские складчатые сооружения Забайкалья и Приамурья, которые возникли в пределах Монголо-Охотской геосинклинальной области. На севере палеозойские складчатые сооружения обрамляют Сибирскую платформу (Таймыр).

К складчатым сооружениям, получившим более или менее законченное развитие в каледонскую эпоху, принадлежит прежде всего обширная территория юга Западной Сибири — хребты юго-западной части Восточного Саяна, Хамар-Дабан, Западный Саян, Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Салаир, складчатые сооружения Тувы и хребты, прилегающие к границам Северной Монголии. На складчатом каледонском фундаменте в этой области располагаются более молодые межгорные Чулымо-Енисейская и Минусинская впадины, а также и другие, более мелкие впадины.

В пределах Урало-Алтайской платформы к каледонским образованиям относятся также складчатые сооружения Северного Тянь-Шаня и западной части Центрального Казахстана. Кроме того, каледониды развиты в северной части Таймыра и на о-ве Новая Земля.

В пределах области палеозойской складчатости в СССР главное место принадлежит все же герцинским складчатым сооружениям. Они образуют целый ряд очень крупных структур.

В Урало-Алтайской палеозойской платформе выделяются следующие крупные структуры герцинид: Урал, Центральный Казахстан (за исключением западной части), Тянь-Шань (без северных дуг), Алтай, Западно-Сибирская плита, Тургайский прогиб и Туранская плита.

Область развития Урало-Алтайских герцинид характеризуется, с одной стороны, наличием обширных районов с приподнятым складчатым основанием и типичным горным рельефом (Урал, Алтай и др.), с другой стороны, наличием огромных опущенных участков с мощным покровом нормально залегающих осадочных пород мезозоя и кайнозоя, образующих обширные низменности, например Западно-Сибирская плита (рис. 145).

Среди горных районов высоко приподнятых герцинид имеется большое число межгорных впадин и прогибов, также с мощным плащом осадочных, преимущественно верхнепалеозойских пород. Наиболее крупной из таких отрицательных структур является Кузнецкий прогиб.

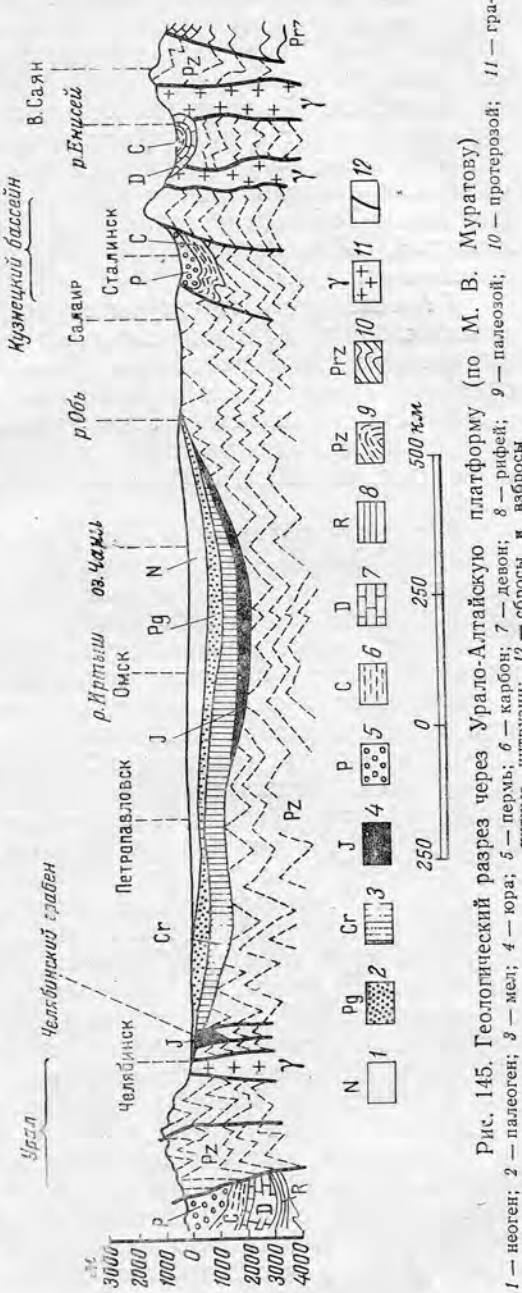


Рис. 145. Геологический разрез через Урало-Алтайскую платформу (по М. В. Муратову)
1 — неоген; *2* — палеоген; *3* — мел; *4* — юра; *5* — пермь; *6* — карбон; *7* — девон; *8* — рифей; *9* — палеозой; *10* — протерозой; *11* — гранитные интрузии; *12* — сбросы и взбросы

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ ОБЛАСТИ ПАЛЕОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

Урал

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Урал является крупнейшей герцинской структурой Урало-Алтайской палеозойской платформы. Его протяженность свыше 2000 *км*. Естественным продолжением Уральской структуры являются: на севере хр. Пай-Хой и Новая Земля, на юге горы Мугоджары.

Уральская складчатая структура занимает крайне западное положение в Урало-Алтайской платформе. При общем выдержанном на всем протяжении долготном плане структуры в ней отмечается ряд изгибов, вызванных, очевидно, обтеканием складчатой структурой Урала древних глыб. Такие изгибы наблюдаются, например, на севере и в районе Уфимского плато.

В составе Урала выделяются следующие крупные антиклинальные и синклинальные структуры долготного простирания (рис. 146): *Башкирский, Центрально-Уральский* (на юге именуемый *Уралтау*) и *Зауральский антиклинории и антиклинальная зона гранитных интрузий* или *Урало-Тобольский антиклинорий* и *Пайхойский антиклинорий*; *Зилаирский, Магнитогорский, Нижнетагильский* и *Восточно-Уральский синклинории.*

Перечисленные структуры группируются в заметно различающиеся между собой по истории развития и геологическому строению западную и восточную складчатые зоны Урала, разделяемые Центрально-Уральским, или Уралтауским антиклинорием.

Западная складчатая зона Урала, оформившаяся в конце герцинской эпохи, является внешней зоной геосинклинальной области и характеризуется, в общем, слабым развитием магматизма (особенно интрузивного).

Восточная складчатая зона Урала, в основном сформировавшаяся несколько раньше — в первые фазы герцинской складчатости, является внутренней частью геосинклинальной области и характеризуется исключительно широким распространением магматических образований.

На Урале на границах крупных структур широко развиты разрывные дислокации — глубокие разломы и надвиги.

Башкирский антиклинорий расположен на западном склоне Южного Урала. С запада он примыкает к Предуральскому краевому прогибу, а на востоке граничит с Зилаирским синклинорием. В северном направлении Башкирский антиклинорий переходит в Центрально-Уральский антиклинорий, к югу — замыкается, погружаясь под нижне- и среднепалеозойские породы. Протяженность Башкирского антиклинория около 400 *км*, ширина до 120 *км*.

В ядре Башкирского антиклинория выходят породы верхнего докембрия и нижнего палеозоя. Складки его часто изоклинальные, большая часть их опрокинута на восток. В южной части простирание антиклинория меридиональное, на севере оно постепенно сменяется восточным направлением. Несмотря на древность пород, слагающих Башкирский антиклинорий, они отличаются в целом слабым метаморфизмом. Среди них особенно широко развиты рифейские конгломераты, песчаники и известняки. Мощность рифейской толщи Башкирского антиклинория свыше 10 *км*.

Зилаирский синклинорий расположен также на западном склоне Южного Урала. Он ограничен Башкирским (на западе) и Центрально-Уральским (на востоке) антиклинориями. В южном направлении он протягивается значительно дальше южного погружения Башкирского антиклинория, а к северу замыкается на стыке Башкирского и Центрально-Уральского антиклинориев.

В геологическом строении Зилаирского синклинория участвуют породы от рифейского возраста (ашинская свита) до турнейского яруса нижнекаменноугольного отдела включительно. В связи с наличием разломов здесь широко развиты интрузивные и эффузивные породы.

Центрально-Уральский, или *Уралтауский антиклинорий* является наиболее крупной и основной антиклинальной структурой Урала: он прослеживается на всем его протяжении.

В строении осевой части Центрально-Уральского антиклинория принимают участие осадочные, метаморфические и магматические породы

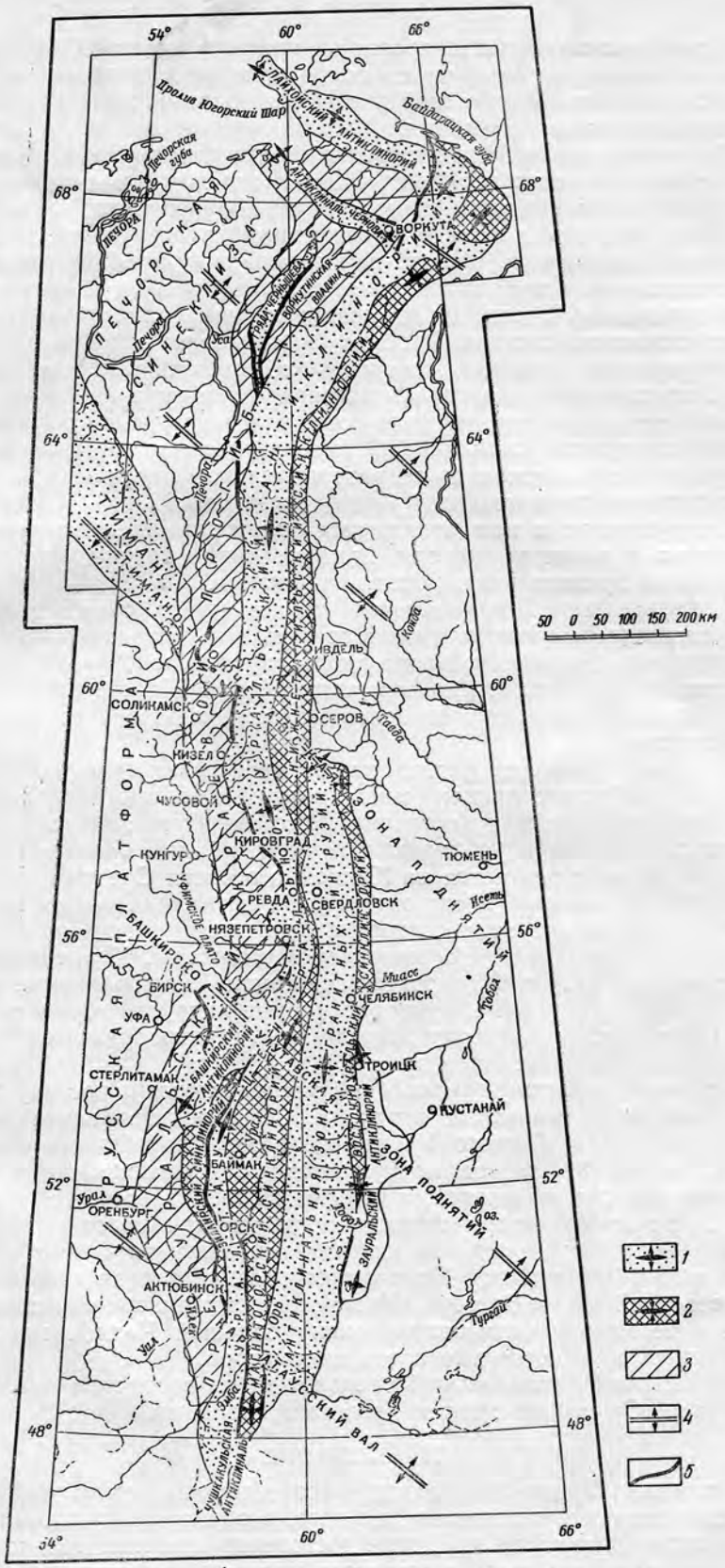


Рис. 146. Схема тектоники Урала (по И. И. Горскому)

1 — антиклинории и антиклинали; *2* — синклинории и синклинали; *3* — Предуральский краевой прогиб; *4* — зоны поднятий; *5* — линии разломов

докембрия (в основном протерозоя) и нижнего палеозоя. На западном крыле антиклинория отмечаются более молодые отложения среднего и верхнего палеозоя. Для южной и северной оконечностей антиклинория характерны породы докембрия.

Магнитогорский и Нижнетагильский синклинории простираются непосредственно к востоку от Центрально-Уральского антиклинория вдоль всей Уральской структуры: первый на юге, второй на севере. В Среднем Урале они, резко сужаясь, соединяются в единую синклинальную структуру. Вдоль крыльев обоих синклинориев на всем протяжении развиты мощные зоны глубинных разломов, по которым в палеозое чрезвычайно интенсивно происходило внедрение интрузий пород основного и ультраосновного состава. В обоих синклинориях широко развиты отложения среднего палеозоя, в том числе вулканические основные породы. Эти породы подвергались зеленокаменному изменению, в связи с чем обе структуры нередко именуются зеленокаменным поясом Урала.

Магнитогорский синклинорий имеет довольно сложное строение. В нем выделяется несколько структурных зон. В центральной части он характеризуется значительным расширением (до 85 *км*). К югу в связи с его погружением в нем появляются отложения среднекаменноугольного отдела и нижнего мезозоя, прикрывающие на значительных площадях более древние палеозойские отложения.

Нижнетагильский синклинорий также имеет сложное строение. В нем широкое развитие получили основные и ультраосновные породы, образующие в его западной зоне вдоль глубинного разлома габбро-перидотитовую платиноносную формацию Урала. На северном погружении синклинория появляются более молодые мезозойские и кайнозойские отложения.

В связи с широким развитием магматических пород в Нижнетагильском и Магнитогорском синклинориях выявлено большое число месторождений полезных ископаемых, особенно металлических.

Антиклинальная зона гранитных интрузий, или *Урало-Тобольский антиклинорий*, располагается на Южном и отчасти Среднем Урале. Она имеет сложное строение и состоит из ряда антиклиналей, ядра которых сложены гранитными и гнейсовыми массивами.

На юге Урала эта зона включает Мугоджары. К антиклинальной зоне гранитных интрузий относятся все крупнейшие гранитные массивы Урала и отчасти основные и ультраосновные интрузии герцинского возраста. Породы, слагающие эту зону, имеют главным образом докембрийский и нижнепалеозойский возраст.

Восточно-Уральский синклинорий располагается к востоку от антиклинальной зоны гранитных интрузий. Он находится почти исключительно в пределах Южного Урала. На севере, захватывая некоторую часть Среднего Урала, он погружается под платформенный покров мезо-кайнозойских отложений, а на юге выклинивается.

В Восточно-Уральском антиклинории развиты молодые отложения палеозоя — каменноугольные и нижнемезозойские (рэт-лейасовые) угленосные толщи (Челябинск). Отмечаются и позднепалеозойские интрузии.

В северной части Восточно-Уральского синклинория располагается (также в меридиональном направлении) большой Челябинский грабен протяженностью в несколько сотен километров.

Зауральский антиклинорий расположен на восточном склоне Южного Урала. Он также сложен древними породами.

СТРАТИГРАФИЯ

В строении Урала принимают участие породы докембрия и палеозоя. Более молодые отложения для него, в общем, мало характерны.

Из пород докембрия на Урале достоверно известны только породы протерозоя и рифея; архей выделяется местами предположительно.

Протерозой выделяется на всем протяжении Уральского хребта, главным образом в пределах Центрально-Уральского антиклинория. Лучше всего он выражен и изучен в пределах Башкирского антиклинория. Здесь протерозойская толща известна под названием *тараташского комплекса.* В состав этого комплекса входят в основном гнейсы и мигматиты. Среди гнейсов имеются магнетитовые кварциты (джеспилиты). Мощность тараташского комплекса пород составляет не менее 2 *км.*

Достоверно выделяется протерозой также в южно-уральской и полярной зонах Центрально-Уральского антиклинория.

Значительно лучше, чем протерозойские породы, выражены и изучены в Башкирском антиклинории рифейские породы. Они подразделяются на несколько серий. В классическом разрезе рифейских отложений Башкирского антиклинория развиты песчаники; глинистые, филлитовые и углистые сланцы; конгломераты; доломиты и доломитизированные известняки; покровы эффузивов и их туфы. С этими отложениями связаны железорудные месторождения.

Мощность рифейских отложений Башкирского антиклинория несколько километров.

Отложения кембрийской системы на Урале представлены значительно беднее, чем отложения остальных систем палеозоя. В основном они развиты на Южном Урале; отмечаются и в Центральной зоне Урала.

На Южном Урале кембрийские отложения выделяются в пределах Башкирского антиклинория и в Уралтау. В Башкирском антиклинории отложения нижнего и среднего кембрия представлены песчаниками, аргиллитами, сланцами, мергелями, доломитами и известняками. Мощность кембрийских отложений в этом антиклинории более 1,5 *км.* Аналогичные по составу кембрийские породы представлены и в Уралтау. На восточном склоне Урала кембрийские отложения существенно метаморфизованы. Представлены они здесь гнейсами, амфиболитами, мраморами. В Центральном и Северном Урале, помимо нижнего и среднего кембрия, выделяется также и верхний кембрий.

Ордовикские отложения на Урале широко распространены, особенно на Среднем Урале. Выделяются все три отдела ордовикской системы. Они широко представлены как обломочными, так и карбонатными породами с фауной брахиопод, головоногих и граптолитов. Значительное распространение имеют и разнообразные эффузивы. Мощность ордовикских отложений на западном склоне Урала до 2 *км*; на восточном склоне — значительно выше.

Силурийские отложения, подобно ордовикским, имеют на Урале значительное развитие. На западном склоне Урала преобладают карбонатные породы — известняки, доломиты, присутствуют также обломочные породы — сланцы. На восточном склоне преимущественно представлены вулканогенные породы. С ними связаны залежи серых и медных колчеданов, месторождения хромита, платины, железа.

Силурийские отложения Урала хорошо разделяются на отделы и ярусы. Мощность их на восточном склоне достигает 3—4 *км.* Нижнепалеозойские и силурийские толщи Урала во многих местах прорваны основными, ультраосновными и щелочными интрузиями. Они представлены габбро, норитами, дунитами, перидотитами, серпентинитами. К ним приурочены месторождения никелевых, платиновых и хромитовых руд.

Основные и ультраосновные интрузии вытянуты поясами вдоль разломов Восточной зоны Урала. Щелочные интрузии нефелиновых сиенитов (миаскитов) слагают массивы Ильменских гор и содержат месторождения драгоценных камней.

Девонские отложения на Урале развиты на обоих его склонах и почти полностью отсутствуют в его средней части. На западном склоне они представлены осадочными породами, на восточном — преимущественно вулканогенными породами. По фаунистическим остаткам девонская толща Урала довольно легко разделяется на отделы, ярусы, свиты и слои. На западном склоне преобладающее развитие имеют нижнедевонские массивные и рифовые известняки и среднедевонские битуминозные, нефтеносные известняки. Мощность девонских отложений на западном склоне Урала достигает 500—700 *м*.

На восточном склоне, помимо вулканогенных пород и эффузивов, отмечаются также известняки, сланцы и песчаники. Здесь мощность осадочной толщи девона достигает 3—4 *км*. На обоих склонах Урала с девонскими отложениями связаны месторождения бокситов.

Каменноугольные отложения Урала характеризуются большим фациальным разнообразием как в меридиональном, так и в широтном направлении. Из них лучше всего выражены нижнекаменноугольные отложения, представленные известняками с богатой фауной брахиопод.

На Западном Урале, в Кизеловском районе, к визейским отложениям каменноугольной системы приурочены промышленные залежи угля.

Аналогичные по возрасту угленосные отложения установлены и на восточном склоне Среднего и Южного Урала.

На восточном склоне с раннекаменноугольной эпохой связана довольно активная эффузивная деятельность, сопровождавшаяся накоплением лавовых и туфовых толщ. Мощность нижнекаменноугольных отложений на восточном склоне достигает 1,5—2 *км*.

Изменение тектонической обстановки на Урале с начала среднекаменноугольной эпохи сказалось на составе и условиях накопления осадков. На восточном склоне средний отдел каменноугольной системы имеет ограниченное распространение. Представлен он сланцами, песчаниками, редкими прослоями известняков. Общая мощность данной толщи 200—700 *м*. Отложения верхнего отдела каменноугольной системы здесь отсутствуют.

На западном склоне среднекаменноугольные отложения в основном представлены карбонатными породами, которые в верхних частях разреза частично замещаются песчано-глинистыми отложениями. Мощность среднекаменноугольных отложений западного склона не превышает 200—250 *м*.

Верхний отдел каменноугольной системы на западном склоне, ближе к Предуральскому краевому прогибу, представлен мелководными карбонатными породами мощностью до 200 *м*, а несколько восточнее его — преимущественно песчано-глинистыми породами мощностью до 800—1400 *м*.

Отложения пермской системы на Урале, за исключением его крайней западной зоны, отсутствуют. В указанной зоне они связаны с отложениями Предуральского краевого прогиба и рассматриваются совместно.

На восточном склоне Урала развиты герцинские интрузии в виде крупных гранитоидных массивов. Эти массивы протягиваются здесь один за другим на протяжении около 1200 *км*. Наиболее широко они представлены в Урало-Тобольском антиклинории или антиклинальной зоне гранитных интрузий.

С герцинским магматизмом на Среднем Урале, в районе Нижнего Тагила, связаны крупные железорудные месторождения. Отложения мезозойской группы на Урале выражены на весьма ограниченных площадях. Они отмечаются только в межгорных впадинах. Мощность таких отложений в отдельных впадинах достигает порядка 1000 *м*.

Триасовые отложения в пределах Урала отмечены лишь на отдельных участках его восточного склона. Представлены они континентальн-

ными, туфогенными и эффузивными породами. В районе Челябинска залегает угленосная толща триасово-нижнеюрского возраста.

Юрские и меловые отложения встречаются на Урале спорадически. И те и другие представлены континентальными отложениями.

Отложения палеогеновой системы в пределах Урала отмечаются на его восточном склоне — на стыке с Западно-Сибирской плитой и Тургайским прогибом.

Неогеновые отложения на Урале не установлены. Четвертичные отложения, как и во всех горных областях, здесь представлены маломощным покровом аллювия, элювия и делювия. На Северном Урале установлены ледниковые отложения трех оледенений. Встречаются также террасовые отложения.

Центральный Казахстан

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Центральный Казахстан, или Казахская складчатая страна, располагается в южной части Урало-Алтайской области. Это — огромный регион со сложным тектоническим строением и своеобразной историей развития. Он окружен палеозойскими структурами: с запада — Тургайским прогибом, с юго-запада — Туранской плитой, с юга — складчатыми сооружениями Тянь-Шаня, с востока — Алтае-Саянской горной страной, с севера — Западно-Сибирской плитой.

В географическом отношении структуры Центрального Казахстана охватывают Казахский мелкосопочник, песчаные пустыни Бет-Пак-Дала и прилегающие горные хребты Улутау, Чингистау, Тарбагатай.

По особенностям тектонического развития Центральный Казахстан делится на две, существенно отличающиеся части: западную — каледонскую и восточную — герцинскую. Из них западная часть в определенной мере испытала и герцинскую складчатость, а восточная — каледонскую.

В западной — каледонской — части Центрального Казахстана выделяются крупные *Кокчетауский, Улутауский* и *Бетпакдалинский антиклинории.* В ядрах их выходят рифейские и протерозойские породы, а на крыльях — рифейские и кембрийские. В прогибах установлены также и силурийские отложения. На севере каледонской части Центрального Казахстана протягиваются *Калмык-Кульский* и *Степнянский синклинории.* В них отложения силурийской системы выражены флишевыми породами.

Из других отрицательных структур каледонид выделяются внутренние *Тенизская, Джезказганская* и *Чуйская впадины.* В этих впадинах девонские, каменноугольные и пермские толщи образуют на размытой поверхности более древних пород второй структурный этаж. Во всех этих впадинах развиты флексуры и купола.

В герцинской части Центрального Казахстана и в Джунгарском Алатау также выделяется ряд антиклинориев и синклинориев. Наиболее крупными антиклинориями являются *Чингизский, Тектурмасский* и *Джунгарский.* В их ядрах собраны в сложные складки породы протерозоя, рифея и нижнего палеозоя, а на крыльях в более простые складки — силурийские и девонские отложения.

Между указанными антиклинориями располагаются *Северо-Балхашский* и *Карагандинский* синклинории. В них представлены породы до перми включительно.

СТРАТИГРАФИЯ

В геологическом строении Центрального Казахстана принимают участие породы докембрия, палеозоя, мезозоя и в меньшей мере кайнозоя. Наибольшее развитие здесь, как и вообще в палеозойских складчатых сооружениях, имеют породы палеозоя. Высокая степень мета-

морфизма древних пород, включая и породы нижнего палеозоя, значительно усложняет выяснение стратиграфических взаимоотношений отдельных толщ.

Самые древние докембрийские породы выходят в антиклинориях каледонского возраста. В целом докембрий Центрального Казахстана представлен самыми разнообразными породами — гнейсами, амфиболитами, слюдяными и кварцитовыми сланцами, аркозами, песчаниками, мраморами, доломитами, интрузивами и эффузивами. Мощность докембрийских отложений составляет много километров.

Кембрийские отложения в пределах Центрального Казахстана развиты широко. Палеонтологически они лучше всего охарактеризованы в средней его части. Здесь они представлены песчаниками, алевролитами и вулканогенными породами всех трех отделов. Общая мощность кембрийских отложений Центрального Казахстана свыше 10 *км*.

Еще большее распространение в пределах Центрального Казахстана имеют ордовикские отложения. Они представлены морскими известняками, сланцами, песчаниками, конгломератами и вулканогенными образованиями. Мощность ордовикских отложений в Центральном Казахстане достигает нескольких километров.

Силурийские отложения Центрального Казахстана представлены морскими известняками, сланцами, песчаниками и эффузивными породами. Мощность силурийских отложений Центрального Казахстана до 2—3 *км*.

Во многих районах Центрального Казахстана развиты каледонские интрузии диоритов и основных и ультраосновных пород. С интрузиями основных и ультраосновных пород связаны оруденения платины, хромистого железняка, никеля, асбеста и других полезных ископаемых.

Девонские отложения в Центральном Казахстане представлены шире всех предыдущих систем палеозоя. В основном они приурочены к герцинской складчатости. Из всех отделов девона лишь верхний отмечается повсеместно, в том числе и в области каледонид. В составе девона имеются морские, континентальные и вулканогенные породы. Для морских фаций характерны известняки, песчаники с фауной брахиопод и гониатитов. Мощность толщи морских образований девона достигает здесь 1—1,5 *км*. Наибольшее развитие имеют вулканогенные породы, особенно в среднем отделе. Мощность этих пород превышает 3—4 *км*.

Каменноугольные отложения, как и девонские, развиты в Центральном Казахстане весьма широко. Они установлены во всех герцинских антиклинориях, синклинориях и впадинах. Особый интерес представляют каменноугольные отложения Карагандинского синклинория и прилегающих к нему площадей. Здесь залегают мощные многокилометровые толщи угленосных отложений, с которыми связан Карагандинский угольный бассейн.

В пределах площади этого бассейна представлены все отделы каменноугольной системы. Нижний отдел начинается морскими отложениями турнейского яруса, выраженными в основном известняками с богатой фауной, особенно брахиопод. Мощность нижнекаменноугольных отложений здесь 200—250 *м*.

Залегающие выше отложения визейского яруса являются угленосными. Низы этого яруса сложены кремнистыми и известковыми отложениями; затем следуют песчаники и сланцы; заканчивается разрез песчано-глинистыми угленосными отложениями.

Намюрский ярус нижнего отдела каменноугольной системы представлен песчано-глинистыми отложениями, выделяемыми в *карагандинскую свиту*. С этой свитой связана главная угленосная толща Караган-

динского бассейна. Общая мощность визейского и намюрского ярусов составляет около 2000—2500 *м*.

Отложения среднего отдела каменноугольной системы разделяются на несколько свит. Представлена она в основном алевролитами и аргиллитами с прослоями и пластами угля. Мощность этих отложений до 950 *м*.

Верхний отдел каменноугольной системы в Карагандинском бассейне сложен аргиллитами, алевролитами и песчаниками. Мощность этой толщи около 300 *м*.

Таким образом, основная угленосность Карагандинского бассейна связана с нижним отделом каменноугольной системы. С аналогичными по возрасту толщами связана также угленосность Экибастузского бассейна.

В Джезказганской впадине к так называемой *джезказганской свите* среднего отдела каменноугольной системы, сложенной алевролитами, красноцветными песчаниками и конгломератами, приурочены медные месторождения Джезказгана. В Тенизской впадине мощность отложений каменноугольной системы составляет 2000 *м*.

В среднем и верхнем отделах каменноугольной системы в Центральном Казахстане преобладают красноцветные отложения и вулканические образования.

Пермские отложения в Центральном Казахстане представлены слабо. Для них характерны континентальные, лагунно-континентальные и эффузивные породы. Красноцветные породы (песчаники, аргиллиты) установлены в Джезказганской (мощность 500 *м*) и Тенизской (мощность 1200 *м*) впадинах. Эффузивно-туфогенная толща пермского возраста развита в Джунгарском Алатау.

Герцинские интрузии в Центральном Казахстане, как и на Урале, широко представлены гранитоидными породами; среди них имеются основные и ультраосновные породы.

Отложения мезозоя и кайнозоя в Центральном Казахстане выражены слабо. Представлены они континентальными породами. В Карагандинском бассейне с конца триасового периода и до среднеюрской эпохи включительно отлагалась континентальная угленосная толща. Мощность ее несколько сотен метров. Песчаники и туфобрекчии нижнего триаса установлены на востоке Центрального Казахстана и на западе Джунгарского Алатау. Верхнеюрские и меловые отложения малоизвестны.

В ряде впадин установлены континентальные отложения палеогеновой системы с обильной флорой и иногда с фауной млекопитающих. Песчано-глинистые отложения с остатками *Hipparion* на северо-западе Центрального Казахстана условно относятся к неогеновой системе.

Четвертичные отложения Центрального Казахстана представлены различными образованиями небольшой мощности. В Джунгарском Алатау встречаются островки древней морены. В депрессиях устанавливаются озерные осадки. Шире представлены покровные суглинки, а в долинах рек — аллювиальные отложения.

Тянь-Шань

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Тянь-Шань и примыкающая к нему Алайская горная страна располагаются на южной окраине Урало-Алтайской палеозойской платформы. На севере Тянь-Шань смыкается с палеозойскими структурами Центрального Казахстана, на юго-востоке продолжается за пределы государственной границы, на юге — ограничивается альпийскими структурами Памира, на западе погружается в сторону Туранской плиты.

В территориальном отношении Тянь-Шань и Алай располагаются в пределах Киргизской ССР и частично в пределах Узбекской ССР, Таджикской ССР и Казахской ССР.

Как и Центральный Казахстан, Тянь-Шань (совместно с Алайской горной страной) делится на области каледонской и герцинской складчатости.

Область каледонской складчатости охватывает северные дуги Тянь-Шаня: хребты Киргизский, Кунгей-Алатау, Терскей-Алатау, Заилийский Алатау, Таласский Алатау. На западном продолжении каледонид Тянь-Шаня располагаются горы Каратау.

В пределах области каледонской складчатости Тянь-Шаня выделяются крупные структуры: *Большой Северо-Тяньшаньский антиклинорий* с Киргизским хребтом и Таласским Алатау и *Иссыкульская впадина*.

Герцинская, большая область Тянь-Шаня охватывает южные и центральные хребты Тянь-Шаня — Ферганский, Чаткальский, Кок-Шаалтау; хребты Алая — Туркестанский, Зеравшанский, Гиссарский и их западные отроги.

В герцинской складчатой области Тянь-Шаня и в Алае выделяются обширная *Чаткало-Нарымская складчатая зона, Зеравшанская антиклинальная зона* и *Кокшаальский антиклинорий*. Между этими структурами располагаются обширная *Ферганская* и *Нарынская впадины*.

В отличие от других основных структур Урало-Алтайской складчатой области Тяньшаньская и Алайская горные системы прошли более сложное и длительное развитие: помимо каледонского и герцинского этапов складчатости, они испытали в своих южных частях и кайнозойский этап горообразования.

Каледонский этап складчатости ознаменовался оформлением антиклинориев Северного Тянь-Шаня и возникновением ряда глубинных разломов, резко отделивших Северный Тянь-Шань от Южного. Ряд каледонских складок образовался и в Южном Тянь-Шане.

Южный Тянь-Шань на протяжении среднего и позднего палеозоя представлял собой очень активную геосинклинальную зону. С завершением герцинской складчатости, к концу палеозоя, территория Тянь-Шаня и Алая приобретает близкий к платформенному — субплатформенный — режим. Позднее, в неогене, после длительной денудации этих структур возобновились тектонические движения, в результате которых стали оформляться современные высокие горные хребты Тянь-Шаня и Алая.

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий в Тянь-Шане изучен слабо. В Северном и Южном Тянь-Шане отмечаются гнейсы и кристаллические сланцы, которые условно относят к архею. В Киргизском хребте развит протерозой, представленный кварцитами, сланцами, мраморами, амфиболитами и филлитами. Верхняя часть протерозоя в ряде пунктов Киргизского хребта рассматривается в качестве рифея. Общая мощность протерозойской толщи в Киргизском хребте 5000—6000 *м*. Породы протерозоя установлены также в Заилийском Алатау, в Кунгей-Алатау и Терскей-Алатау.

Кембрийские отложения в Тянь-Шане представлены широко. В Северном Тянь-Шане они установлены во многих хребтах в виде известково-сланцевых толщ. В Малом Каратау в составе кембрийских отложений содержатся пластовые залежи фосфоритов. В Южном Тянь-Шане благодаря содержанию во многих местах трилобитовой фауны кембрийские отложения устанавливаются гораздо лучше. Здесь, помимо

пород осадочного происхождения — сланцев и песчаников, имеются кислые эффузивы и их туфы.

Ордовикские отложения в Северном Тянь-Шане развиты в Каратау и Таласском Алатау. В Южном Тянь-Шане они выражены слабо и местами выделяются условно. В Каратау выделены отложения всех отделов ордовикской системы. Представлены они здесь черными глинистыми известняками и углистыми сланцами, а в отдельных местах известняками и доломитами.

Мощность ордовикской толщи Каратау 350—1000 *м*.

В Южном Тянь-Шане установлены известняково-сланцевые и песчаниковые отложения ордовикской системы мощностью до 1000—1500 *м*.

Силурийские отложения широко распространены в Южном Тянь-Шане. В Северном Тянь-Шане фаунистически охарактеризованных отложений этой системы не установлено.

В связи со сложным тектоническим режимом Тянь-Шаня в силурийском периоде состав его отложений представляется очень сложным. Нижний силур здесь представлен толщей переслаивающихся песчаников и сланцев. Местами в его составе участвуют эффузивы и их туфы. Для верхнего силура характерны известняки, местами переслаивающиеся с обломочными породами. Максимальная мощность силурийских отложений (в хребте Кок-Шаалтау) до 4500 *м*.

Каледонские интрузивные породы в Тянь-Шане имеют исключительно широкое развитие. Например, в Северном Тянь-Шане каледонские гранитоиды занимают около одной трети площади. С этими гранитоидами связаны месторождения рудных ископаемых — магнетитов и полиметаллов.

Девонские отложения, как и силурийские, развиты почти исключительно в Южном Тянь-Шане. Здесь девонская система представлена морскими толщами, с обильной фауной брахиопод и кораллов, что позволяет легко расчленять ее на отделы и ярусы. Для нижнего девона характерны рифогенные известняки и эффузивы, для среднего — массивные известняки, со сланцами, песчаниками и эффузивами, для верхнего — обломочные породы и местами массивные рифогенные известняки и эффузивы. Общая мощность девонских отложений в Южном Тянь-Шане колеблется в пределах от 1000 до 5000 *м*. В северном Тянь-Шане девонские отложения отсутствуют или выделяются условно.

Каменноугольные отложения в Тянь-Шане характеризуются большим разнообразием состава, мощности и полноты разреза. Наиболее широко и полно они представлены в Южном и Центральном Тянь-Шане. На участках, где в каменноугольный период сохранялся геосинклинальный режим, продолжалось накопление карбонатных, а также обломочных пород. В ряде мест шло накопление континентальных обломочных пород. Отлагались и вулканогенные образования, внедрялись гранитные интрузии.

В Тянь-Шане выделяются все отделы каменноугольной системы, но полностью они выражены редко. В Северном Тянь-Шане почти повсеместно отсутствует верхний отдел. Мощность каменноугольных отложений Тянь-Шаня в ряде мест достигает нескольких тысяч метров.

Пермские отложения в связи с регрессией в пермское время моря и общим поднятием развиты в Тянь-Шане и Алае значительно слабее других отложений палеозоя. Они имеют здесь локальное развитие и в основном представлены лишь нижним отделом. Для этого отдела пермской системы характерны два типа осадков: молласовая толща карбонатных и конгломератовых пород с фауной фузулинид и швагеринид (Алай-Кокшаальская зона) и вулканогенно-обломочная толща с отпечатками растений *Walchia* и *Voltczia* (Гиссарский хребет). Отложения нижней перми в Тянь-Шане и Алае не установлены.

Герцинский магматизм особенно хорошо выражен в Южном Тянь-Шане. В Северном Тянь-Шане с этим этапом магматизма связано образование вулканических пород и их туфов. К герцинским гранитоидам в Южном Тянь-Шане приурочены полиметаллические месторождения.

Отложения мезозоя и кайнозоя имеют в Тянь-Шане и Алае лишь локальное развитие. Они представлены главным образом в обширных депрессиях и впадинах, в составе же складчатых сооружений встречаются лишь местами. Наиболее полно мезозойские и кайнозойские отложения представлены в Ферганской впадине. Здесь имеются все системы этих групп пород.

Юрские отложения в Ферганской впадине представлены толщей песчано-глинистых пород с пластами бурого угля. Мощность данной толщи 770 *м*.

Меловые отложения во впадине в основании разреза представлены толщей континентальных красноцветных пород нижнего мела. Эта толща сменяется морскими отложениями верхнего мела: глинами, мергелями и известняками. Заканчивается разрез меловой системы лагунными осадками — красноцветными гипсоносными глинами и песчаниками.

Палеогеновые отложения Ферганской впадины разделяются (снизу вверх) на следующие (принятые для Средней Азии) свиты: бухарскую, сузакскую, алайскую, туркестанскую, риштанскую, исфаринскую, ханабадскую и сумсарскую. Промежуточное переходное положение между палеогеновой и неогеновой толщами занимает так называемая массагетская серия. Фациальный состав палеогеновых отложений впадины весьма пестрый. Здесь представлены глины, песчаники, известняки, доломиты с фауной пелеципод и гастропод. Верхняя часть палеогеновых пород (часть массагетской серии) — континентальная. Общая мощность всех свит палеогена порядка первых сотен метров. Мощность массагетской серии до 1000 *м*.

Неогеновые отложения в Ферганской и других межгорных впадинах представлены континентальными песчано-глинистыми образованиями мощностью до 6000 *м*.

В четвертичном периоде в Тянь-Шане образовались мощные покровы континентальных отложений на склонах гор и во впадинах. Среди четвертичных отложений отмечаются и ледниковые образования горного типа.

Мощность четвертичных, особенно древнечетвертичных отложений достигает местами нескольких сотен метров. Представлены они конгломератами с прослоями глин и суглинками. Древнечетвертичные отложения местами дислоцированы.

Алтай

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Алтай располагается на юге Урало-Алтайской палеозойской платформы. На западе он связан с герцинидами Центрального Казахстана, на востоке переходит в каледониды Кузнецко-Саянской области. На севере Алтай ограничен Кулундинской впадиной Западно-Сибирской плиты; его продолжением к северу за пределами этой впадины является Томь-Колыванская зона. В южном направлении Алтай продолжается за государственную границу, в Монголию.

Структура Алтая неоднородна и сложна. Крупный структурный элемент, расположенный на северо-западе Алтая, носит название *Рудного Алтая;* частью его на северо-востоке является *Алейский антиклинорий*. С запада к Рудному Алтаю примыкает обширный *Калбинский*

синклинорий, а с юго-запада — *Зайсанская впадина*. Центральная и восточная части Алтая известны под названием *Горного Алтая*. В нем выделяют *Теректинский* и *Катунский антиклинории* и расположенный между ними *Ануйско-Чуйский синклинорий*. Теректинский антиклинорий, обширный по площади и протяженности, значительной своей частью выходит за пределы СССР — в Монгольский Алтай.

В Алтае хорошо выражены зоны глубинных разломов, к которым приурочены внедрения магматических тел.

Герцинская складчатость является главной в формировании Алтая, однако в развитии алтайских структур оказала большое влияние и каледонская складчатость. О влиянии каледонской складчатости на формирование большей части Алтая свидетельствуют многочисленные перерывы и угловые несогласия между толщами нижнего и среднего палеозоя, а также присутствие крупных магматических внедрений раннепалеозойского возраста.

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий в Алтае изучен слабо. Породы архейского возраста пока не выделены. В Горном Алтае к протерозою относят выходящие во многих участках сильнометаморфизованные породы: гнейсы, различные кристаллические сланцы, кварциты, амфиболиты и др. В последние годы выделены и рифейские (синийские) отложения, представленные метаморфизованными известняками, филлитами, иногда с основными эффузивами.

Вышележащие породы палеозоя представлены широко, но не полностью. Из палеозойских отложений исключительное развитие получили кембрийские, ордовикские и девонские. Отложения каменноугольной и пермской систем выражены, наоборот, слабо и присутствуют главным образом во впадинах.

Кембрийские отложения в Алтае выражены очень мощными толщами. Стратиграфически они хорошо разделяются на несколько свит, представляющие все отделы (главным образом нижний и средний). Лучше всего они развиты в Горном Алтае. Здесь кембрийские отложения представлены известняками, доломитами, кварцитами, конгломератами, сланцами, эффузивами и туфами. Хорошо выражена фауна трилобитов, а в нижних свитах — и археоциатов. Общая мощность отложений кембрия свыше 10 *км*.

Ордовикские отложения также широко развиты в Горном Алтае, но изучены они недостаточно. В целом эти отложения на Алтае представлены песчанико-сланцевыми толщами; карбонатные и вулканогенные породы встречаются редко. Мощность ордовикских отложений до нескольких тысяч метров.

Силурийские отложения представлены на ограниченных площадях в Горном Алтае и Калбинском хребте. Их стратиграфия разработана недостаточно из-за глубокого метаморфизма пород и сложных взаимоотношений отдельных толщ. В нижнем силуре преобладают обломочные породы (песчаники, сланцы), в верхнем — карбонатные. Вулканогенный материал отсутствует. Мощность силурийских отложений до 2500 *м*.

Девонские отложения на Алтае весьма разнообразны в разных его частях. Стратиграфически они хорошо расчленяются на отделы и ярусы. Для нижнего и среднего девона характерны песчаники, сланцы и известняки, в верхнем девоне преобладают эффузивные породы. Мощность девонских отложений достигает нескольких километров.

Каменноугольные отложения развиты значительно слабее, в связи с начавшимися с конца девонского периода поднятиями. Морские отложения карбона (песчано-глинистые, карбонатные и туфогенные породы)

характерны только для нижнего отдела. Мощность нижнекаменноугольных отложений в Рудном Алтае около 1000 *м*.

Средне- и верхнекаменноугольные отложения представлены только местами континентальными, иногда угленосными, и эффузивными породами.

В пермском периоде осадконакопление почти не происходило, но активно проявилась эффузивная деятельность и внедрение крупных массивов гранитоидов.

Магматические породы на Алтае в основном герцинские и каледонские. Породы других этапов магматизма выявлены слабо. Каледонские гранитоидные интрузии, известные под названием *горноалтайского комплекса,* широко развиты на северо-востоке Горного Алтая.

Герцинский магматизм энергично проявлялся по возникшим в то время глубоким разломам. В частности, возникли крупные гранитоиды, охватившие большие площади и известные под названием *змеиногорского комплекса* (в Рудном и Южном Алтае).

Пермские и триасовые отложения континентального типа встречаются в отдельных впадинах (Зайсанская).

Юрские и меловые отложения на Алтае не выделены.

В Томь-Колыванской складчатой зоне выявлены мезозойские дайки диабазов.

Значительные толщи палеогеновых и неогеновых пород представлены в Зайсанской впадине. Они сложены континентальными обломочными породами (в основном глинами, неогеновые также песчаниками и песками). Их общая мощность составляет свыше 1000 *м*.

Четвертичные отложения сходны с аналогичными образованиями прилегающих структур. В Зайсанской впадине их мощность достигает 100 *м*.

Кузнецко-Саянская горная страна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Кузнецко-Саянская горная страна, или, как ее часто называют, каледонские сооружения Юго-Западной Сибири, расположена на юго-востоке Урало-Алтайской палеозойской области. С востока и северо-востока она граничит с Сибирской платформой, на западе и юго-западе — с Алтаем и на севере и северо-западе — с Западно-Сибирской плитой. В южном направлении Кузнецко-Саянская горная страна продолжается за пределы государственной границы.

В состав Кузнецко-Саянской горной страны входят горные поднятия Салаира, Кузнецкого Алатау, Горной Шории, Западного Саяна, юго-западной части Восточного Саяна [1], горные сооружения Тувы (Танну-Ола, Сангилен), хр. Хамар-Дабан и межгорные котловины — Кузнецкая, Чулымо-Енисейская, Минусинския и др.

Все эти горные сооружения и котловины представляют собой сложные складчатые структуры, разделенные или разбитые системой крупных разломов. К числу наиболее крупных относятся разломы между Западным Саяном и Тувой, Западным Саяном и Горной Шорией, разлом на западном крае Кузнецкого Алатау и многие другие.

Перечисленные выше горные сооружения группами или в отдельности образуют крупные складчатые зоны, синклинории и антиклинории. Так, сложной складчатой структурой, наиболее крупной в Кузнецко-Саянской горной стране, является *Западный Саян,* состоящий из ряда антиклинориев и синклинориев. Наиболее крупные из них — *Западно-Саянский и Куртушибинский антиклинории* и *располагающийся* между ними *Усинский синклинорий.*

[1] Северо-восточная и крайняя восточная части Восточного Саяна входят в состав Сибирской платформы.

Та часть Восточного Саяна, которая входит в состав Кузнецко-Саянской горной страны, получила название *Восточно-Саянской складчатой зоны*. Горные сооружения Тувы образуют антиклинорий *Восточного Танну-Ола* и *Сангиленский антиклинорий*, хребет Кузнецкий Алатау — *антиклинорий Кузнецкого Алатау*, Горную Шорию — *Бийский антиклинорий*, Кузнецкую и Минусинскую котловины — *Кузнецкий прогиб* и *Минусинская впадина* и т. д.

Кузнецко-Саянская горная страна состоит из разновозрастных элементов, возникших в разное время проявлений каледонской складчатости, а в некоторой части — из структурных элементов, образованных еще в период проявления байкальской эпохи складчатости.

К числу наиболее древних каледонских структур Кузнецко-Саянской горной страны относятся Восточный Саян, Кузнецкий Алатау, Горная Шория, восточная и юго-восточная части Тувы. Они сформировались к началу позднекембрийской эпохи.

Завершающим этапом формирования каледонской Кузнецко-Саянской горной страны является образование межгорных впадин и прогибов. *Чулымо-Енисейская* и Минусинская межгорные впадины возникли в начале девонского периода, Кузнецкий прогиб — в конце палеозоя на каледонском складчатом основании. Накопившаяся в нем огромная по мощности угленосная формация была охвачена также герцинской складчатостью.

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий выходит в ядрах некоторых антиклинориев Западного Саяна, в Восточном Саяне, Кузнецком Алатау и Туве. Здесь встречены архейские и протерозойские образования. На юге Восточного Саяна мощность архея определяется местами в 15 000—20 000 *м*. Здесь имеются гнейсы, кристаллические сланцы, слюдистые сланцы, мраморы. В Западном Саяне докембрий (очевидно, архей) представлен кристаллическими сланцами, среди которых встречены джеспилиты.

Значительно шире отложения протерозоя выявлены в Восточном Саяне и Кузнецком Алатау. Представлены они разнообразными метаморфическими породами: сланцами, кварцитами, карбонатными породами, а также вулканогенными породами, в том числе туфами и туфобрекчиями. Мощность протерозойских отложений достигает нескольких тысяч метров. Верхнюю часть этих образований в некоторых местах относят к рифейским отложениям.

Широко представлены в Кузнецко-Саянской горной стране докембрийские магматические породы, особенно протерозойского возраста. К гранитным интрузиям протерозоя приурочены месторождения слюды и золота в Кузнецком Алатау и Туве.

Кембрийские отложения широко представлены во многих структурах Кузнецко-Саянской горной страны. Они выражены в разных частях разнообразными фациями и мощностями. Стратиграфическое расчленение их в связи с этим также неодинаково в разных местах.

В Кузнецком Алатау и Горной Шории выделяются отложения всех отделов кембрийской системы. Здесь широко представлены карбонатные породы (в нижнем кембрии — с археоциатами) и вулканогенно-осадочные толщи. Общая мощность кембрийских отложений 5000—6000 *м*. Примерно такая же мощность и состав отмечается для кембрийских отложений Салаирского кряжа.

В Туве кембрийские отложения в основном выражены эффузивно-сланцевыми породами с подчиненными им пластами известняков и мраморов. Мощность кембрийских отложений достигает 10—11 тыс. *м*.

Ордовикские отложения (карбонатные породы, эффузивно-осадочные толщи), фаунистически хорошо охарактеризованные, выражены

в Салаире, Горной Шории и Кузнецком Алатау. В Западном Саяне и Туве они обычно выделяются условно и характеризуются резко выраженным несогласием по отношению к кембрию. Мощность ордовикских отложений здесь иногда достигает 3000—4000 *м*.

Силурийские отложения лучше всего выступают в Салаирском кряже, а также в Горной Шории и Кузнецком Алатау. В Салаире они в основании представлены терригенной толщей, выше — карбонатной.

Во многих местах Кузнецко-Саянской горной страны и особенно в Салаире между отложениями силурийской и ордовикской систем, а в ряде случаев и кембрийской, а также внутри отложений этих систем установлены угловые несогласия и перерывы в осадконакоплении, свидетельствующие о весьма активной тектонической деятельности.

Девонские отложения, как и отложения последующих систем палеозоя, локализуются в своем распространении в межгорных впадинах и прогибах. Среди антиклинальных структур морской девон известен только в Салаире. Наиболее полно представлены и лучше изучены девонские отложения в Кузнецком прогибе и в Минусинской и Чулымо-Енисейской впадинах.

В Кузнецком прогибе эти отложения отличаются большим разнообразием фаций как в горизонтальном, так и вертикальном направлении. Стратиграфия девона разработана здесь подробно. Во всех отделах этой системы встречены морские (особенно карбонатные), континентальные и вулканогенные отложения. В среднем девоне северо-восточной окраины бассейна — в Барзасском районе — известны лагунно-континентальные отложения (аргиллиты, песчаники, известняки) с прослоями угля общей мощностью до 300 *м*.

Каменноугольные и пермские отложения представляют исключительный интерес, особенно в Кузнецком прогибе, в пределах которого располагается один из крупнейших в мире угольных бассейнов. Стратиграфия верхнего палеозоя Кузнецкого бассейна разработана достаточно подробно и служит эталоном для ряда других районов Западной Сибири.

Каменноугольные отложения в Кузнецком бассейне начинаются турнейским и визейским ярусами, представленными в основном морскими карбонатными породами общей мощностью от 400 до 1300 *м*.

Выше, на размытой поверхности визейских отложений лежит мощная верхнепалеозойская, каменноугольно-пермская угленосная толща мощностью 5000—8500 *м*. Эта толща делится на две серии пород, представляющие самостоятельные и законченные циклы осадко- и угленакопления: нижнюю — *балахонскую* и верхнюю — *кольчугинскую*.

Балахонская серия отлагалась на протяжении времени от конца раннекаменноугольной эпохи (намюрский век) до конца ранней перми. Она делится на три свиты: острогскую, нижнебалахонскую и верхнебалахонскую. Кольчугинская серия, относящаяся к верхней перми, также делится на три свиты: кузнецкую, ильинскую и ерунаковскую.

Общей особенностью всей каменноугольно-пермской угленосной толщи Кузнецкого бассейна является довольно однообразный литологический состав. Она представлена терригенными породами — песчаниками, алевролитами и аргиллитами с прослоями и пластами угля.

Нижняя часть балахонской серии — острогская свита — принадлежит к намюрскому ярусу и достигает 175—650 *м*.

Нижнебалахонская свита отвечает среднему и верхнему отделам каменноугольной системы; в ней содержатся рабочие пласты угля (от 0,7 до 4,5 *м*). Мощность отложений нижнебалахонской свиты 500—1200 *м*.

Верхнебалахонская свита полностью относится к нижнепермскому отделу. С нею связаны наиболее продуктивные угленосные горизонты Кузбасса.

Две нижние свиты кольчугинской серии — кузнецкая и ильинская — малоугленосны. Их мощность 1250—1800 *м*.

Верхняя свита кольчугинской серии — ерунаковская — является мощной продуктивной толщей мощностью до 2000—2500 *м*. Она содержит многочисленные пласты угля, мощность которых в верхней части свиты достигает 5—10 *м*.

Каменноугольные и пермские отложения выполняют также Минусинскую и другие впадины. В литологическом отношении они сходны с одновозрастными образованиями Кузнецкого бассейна, и их продуктивные угленосные толщи также связаны с средним и верхним отделами каменноугольной системы и отложениями пермского возраста. Общая мощность продуктивной толщи в Минусинской впадине меньше, чем в Кузнецком прогибе. В Чулымо-Енисейской впадине продуктивные пермские отложения отсутствуют.

Палеозойские магматические породы в Кузнецко-Саянской горной стране развиты широко. Здесь наиболее энергично проявлялся каледонский магматизм. С ним связаны эффузивные и особенно интрузивные образования (от ультраосновных до кислых), содержащие многие рудопроявления различных металлов.

Герцинский магматизм развит заметно слабее каледонского. С герцинскими гранитными интрузиями в Горной Шории связаны крупные промышленные месторождения железных руд.

Отложения мезозоя в Кузнецко-Саянской горной стране представлены очень слабо и обнаруживаются местами лишь во впадинах.

Триасовые отложения — мальцевская свита (песчаники, алевролиты и аргиллиты) выделены только в Кузнецком прогибе. Мощность этих отложений здесь 750—900 *м*.

Юрские отложения развиты в Кузнецком прогибе, Чулымо-Енисейской и Минусинской впадинах. Представлены они обломочными породами с пластами каменного угля. Мощность юрских отложений в Кузнецком прогибе и Минусинской впадине 700—800 *м*.

В Кузнецком прогибе имеются континентальные отложения — пестроцветные глины, конгломераты, условно относимые к меловому и палеогеновому периодам.

Четвертичные отложения широко развиты по долинам рек, образуя галечниково-песчаный аллювий и элювиально-делювиальные накопления на склонах и возвышенностях.

В Кузнецком прогибе выявлены триасовые палеобазальты, отражающие уже платформенный магматизм.

В кайнозое базальтовые излияния происходили в Туве, в западной части Хамар-Дабана и Восточного Саяна. Вулканизм проявлялся здесь спорадически на протяжении всей кайнозойской эры.

Западно-Сибирская и Туранская плиты и Тургайский прогиб

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Западно-Сибирская и Туранская плиты и Тургайский прогиб являются крупными отрицательными структурами области палеозойской складчатости.

Западно-Сибирская плита принадлежит к числу крупнейших плит земной коры. Она занимает всю территорию Западно-Сибирской низменности. Площадь ее составляет 3400 тыс. *км*^{2}.

Западно-Сибирская плита характеризуется равнинным характером поверхности. Бóльшая часть ее занята болотами и тайгой. На севере тайга сменяется тундрой, а на юге — переходит в степь (Барабинская и Кулундинская степи).

Туранская плита по размерам значительно уступает Западно-Сибирской плите. Она охватывает полностью Туранскую низменность. В структурном отношении эта плита включает плато Устюрт и восточное побережье Каспийского моря, в том числе и п-ов Мангышлак. На обширных, в основном равнинных пространствах Туранской плиты располагаются песчаные пустыни Каракум и Кызылкум.

Тургайский прогиб располагается в пределах Тургайской столовой страны, занимающей несколько более высокое положение, чем Западно-Сибирская и Туранская низменности.

Западно-Сибирская и Туранская плиты и Тургайский прогиб большей частью окружены положительными, приподнятыми в рельефе структурами палеозойской складчатости, герцинскими и каледонскими. На юго-западе к Туранской плите примыкают структуры Альпийской складчатой области.

Основные черты строения указанных структур определяются составом слагающих их структурных этажей. Нижний структурный этаж, или складчатый фундамент, образован дислоцированными и метаморфизованными породами докембрия и палеозоя; верхний—мезозойскими и кайнозойскими породами.

Полагают, что в структуре фундамента Западно-Сибирской плиты можно выделить области байкальской, каледонской и герцинской складчатостей и древние докембрийские массивы типа срединных.

Бесспорным является факт нахождения в фундаменте Западно-Сибирской плиты целого ряда глубинных разломов. Можно утверждать, что линейно вытянутые структуры герцинид протягиваются в складчатом фундаменте плиты параллельно Уралу примерно до меридиана Тюмени. Структура части плиты, расположенной на юге, между широтно протягивающимся участком долины Оби и Центральным Казахстаном определяется как каледонская.

Считают также, что в фундаменте на восточном крае плиты, вдоль границ с Сибирской платформой, протягивается сравнительно узкая полоса байкалид.

В структуре фундамента Западно-Сибирской плиты под платформенным чехлом отмечаются впадины, выполненные отложениями платформенного типа верхнепалеозойского и триасового возраста. С начала юрского периода в связи с опусканием всей плиты и обширной трансгрессией на всей ее поверхности стали накапливаться отложения, повсеместно образующие платформенный чехол. В стратиграфическом отношении этот чехол представлен отложениями от среднелейасовых до современных включительно. Мощность отложений платформенного чехла колеблется в широких пределах и на отдельных участках превышает 4000 *м*.

В пределах Западно-Сибирской плиты выделяют целый ряд структур. Наиболее крупными из них являются обширная *Иртышская синеклиза* на юге и *Обско-Тазовская* — на севере. В первой из них фундамент опущен (в центральных частях) на 3500—4000 *м*, во второй — свыше 4000 *м*. Между этими синеклизами в центральной части плиты протягивается *Васюганская антеклиза,* в которой складчатый фундамент находится на глубине 1600—2000 *м*.

Вблизи Енисейского поднятия Сибирской платформы, на юго-восточном крае Западно-Сибирской плиты протягивается сравнительно узкая, но глубокая *Касская впадина*; ее фундамент опущен ниже 4000 *м*.

На северо-западе плиты, в приуральской ее части, в платформенном чехле хорошо выражено крупное, валообразной формы *Березовское* поднятие. Оно тянется на 200 *км* параллельно Уралу и достигает 50 *км* ширины. С запада к Березовскому поднятию примыкает глубокий грабен. В пределах плиты известны и другие валы и грабены.

В состав складчатого основания Туранской плиты, помимо пород допалеозоя и палеозоя, в отличие от Западно-Сибирской плиты местами входят также отложения нижнего и среднего триаса, что хорошо видно в структурах Мангышлакского полуострова. Местами нижний триас входит в состав складчатого фундамента и в других структурах Урало-Алтайской палеозойской платформы.

Таким образом, герцинская эпоха складчатости в некоторых районах территории СССР в отличие от герцинид Западной Европы и других стран окончательно закончилась не в пермском, а в триасовом периоде.

Складчатый фундамент Туранской плиты в ряде мест опущен на глубину до 5—6 *км*. Рельеф складчатого основания очень сложный и расчлененный. На хр. Каратау на Мангышлакском полуострове, горе Султан-Уиздаг в нижнем течении Аму-Дарьи, горах Букантау и Кульджуктау в Кызылкумах, хребте Большой Балхан и поднятии Туаркыра породы складчатого основания Туранской плиты выходят на поверхность.

В Туранской плите также устанавливаются обширные впадины типа синеклиз, например *Северо-Кызылкумская* и *Чуйская синеклизы*, *Северо-Устюртский прогиб* и др.

Складчатый фундамент Тургайского прогиба включает все отложения палеозоя. Формирование в нем пород платформенного чехла началось позднее — с мелового периода. Залегает фундамент Тургайского прогиба неглубоко. Мощность осадочного чехла колеблется от нескольких десятков метров до 500—600 *м*. В пределах фундамента, разбитого сбросами, имеется ряд грабенов. Они образовались после окончания герцинской складчатости, в начале мезозойской эры, и выполнены рэт-юрскими угленосными отложениями платформенного типа. Примером такого грабена является *Кушмурунский*.

В северной части Тургайского прогиба поверхность фундамента значительно приподнята: здесь прослеживается поперечная *Кустанайская седловина*, в пределах которой фундамент лежит на глубине 100—200 *м*.

Тургайский прогиб ограничен от прилегающих к нему структур Южного Урала и Казахской складчатой страны зонами древних разломов, особенно значительных на восточном его борту.

В пределах прогиба выделяются синклинальные и антиклинальные структуры меридионального (уральского) простирания.

СТРАТИГРАФИЯ

Стратиграфия и состав пород фундамента Западно-Сибирской и Туранской плит и Тургайского прогиба изучены еще недостаточно.

Самые древние породы выходят в поднятиях складчатого основания Туранской плиты. Здесь, в поднятиях Большого Балхана и Туаркырском выделяют глинистые сланцы предположительно силурийского возраста и магматические породы докембрийского и раннепалеозойского возраста.

Девонские отложения (средний и верхний отдел) выявлены в пределах Кустанайской седловины Тургайского прогиба. Представлены они глинистыми сланцами, известняками, песчаниками и эффузивными породами.

Каменноугольные отложения (нижний отдел) выявлены в Западно-Сибирской плите. К востоку от Петропавловска они представлены песчано-глинистыми осадками с фауной визейских мшанок; у Тюмени по аналогии с отложениями нижнекаменноугольного отдела восточного склона Урала к ним условно отнесены глинистые сланцы, песчаники и изверженные породы.

Нижнекаменноугольные отложения в западной части Тургайского прогиба представлены песчано-глинистыми отложениями и известняками, переслаивающимися с основными эффузивами.

В одном из прогибов складчатого фундамента в западной части Туранской плиты выявлена мощная толща молассовых пород, верхняя часть которых определяется как пермская и триасовая.

Значительно шире представлены мезозойские отложения. Характерной особенностью мезозойских отложений рассматриваемых структур является то, что их нижняя часть (триас — нижняя юра) выполняет отдельные тектонические депрессии типа грабенов в складчатом фундаменте и поэтому представлена спорадически. Остальная часть отложений имеет широкое площадное развитие и вместе с кайнозоем образует собственно платформенный чехол.

Кое-где во впадинах фундамента Западно-Сибирской плиты выявлены песчано-глинистые или туфогенно-осадочные породы, условно относимые к рэт-лейасу; они перекрыты древней корой выветривания. В Туранской плите аналогичный комплекс пород нижнего мезозоя представлен во впадинах в основном темными глинами, местами с пластами угля; их мощность достигает более 1200 *м*.

В Тургайском прогибе триасовые отложения выявлены скважинами в районе оз. Кушмурун (на севере прогиба), где их пройденная мощность достигает 400 *м*. Здесь аргиллиты, алевролиты и песчаники переслаиваются с базальтами, их лавами и туфами. Перекрываются они позднетриасовой корой выветривания. В прогибе выявлены также и верхнетриасовые угленосные отложения.

В Западно-Сибирской плите платформенный чехол начинается отложениями средней юры, неоднородными по составу, мощности и распространению. Для южной половины плиты средняя юра в основном выражена пресноводными песчано-глинистыми, угленосными отложениями с редкими прослоями морских осадков; на севере преобладают морские отложения.

Верхнеюрские отложения представлены главным образом морскими песчаными образованиями мощностью 20—170 *м*, они лежат с перерывом на средней юре или палеозое.

В Тургайском прогибе юрские отложения известны под названием *убаганской серии*; ее возраст — ранне-среднеюрский. Представлена серия континентальными отложениями — конгломератами, песчаниками, алевролитами — мощностью до 500—600 *м*. Средняя часть убаганской серии, выделяемая под названием кушмурунской свиты, содержит мощные пласты бурого угля. Она относится к нижней юре. Верхняя юра в Тургайском прогибе отсутствует.

Меловые отложения имеют на плитах и в Тургайском прогибе почти повсеместное развитие. На Западно-Сибирской плите они выражены всеми ярусами и достигают мощности более 2000 *м*.

Нижнемеловые отложения в основном представлены континентальными отложениями, вверху — морскими аргиллитами, алевролитами с прослоями мергеля.

Верхнемеловые отложения широко представлены морскими отложениями — песчаниками, алевролитами, глинами.

В Березовском поднятии и в прилегающих к нему площадях отложения юры и мела нефтегазоносны.

В Тургайском прогибе нижний мел совместно с сеноманским ярусом образует континентальную толщу мощностью около 100 *м*. В ее состав входят конгломераты, глины, пески и песчаники с пластами угля. Вышележащая верхнемеловая толща (без сеноманского яруса) сложена морскими отложениями — глинами, песчаниками с фосфоритами, алевролитами, вверху — мергелями и глинистым мелом. Мощность верхнемеловых отложений в Тургайском прогибе до 200 *м*.

Юрские и меловые отложения в Туранской плите имеют много общих черт с аналогичными отложениями Западно-Сибирской плиты и Тургайского прогиба.

Кайнозой в рассматриваемых структурах представлен отложениями всех систем.

Палеогеновые отложения на территории Западно-Сибирской плиты выражены всеми отделами. Большой интерес представляют палеоценовые отложения, которые на крайнем северо-западе, в Серовско-Ивдельском районе Северного Зауралья представлены свитой глин аргиллитов и песчаников с морской фауной. В основании этой свиты, в так называемой марсятской подсвите, развиты песчаники с промышленными пластами марганцевой руды.

Вышележащие отложения эоцена — нижнего олигоцена представлены в основном глинами, а в приуральской части — опоками, диатомитами, песками, песчаниками. Отложения среднего и верхнего олигоцена выражены песчано-глинистыми континентальными осадками.

Отложения неогеновой системы в Западно-Сибирской плите представлены осадками озерно-речного происхождения: песками, глинами с известковыми конкрециями.

Общая мощность палеогеновых и неогеновых отложений достигает здесь 400—500 *м*.

В Тургайском прогибе палеогеновая система представлена двумя толщами: нижней — морской и верхней — континентальной. Нижняя толща по возрасту отвечает среднему эоцену — нижнему олигоцену (палеоцен и нижний эоцен в Тургайском прогибе отсутствуют). Она состоит из нуммулитовых известняков, глин, песков и песчаников общей мощностью до 450 *м*. Верхняя (континентальная) толща состоит из ожелезненных песков, песчаников, пластов оолитовых железных руд, алевритов и глин. В ней имеются ильменитовые пески. Мощность толщи до 100 *м*.

Неогеновые отложения в Тургайском прогибе представлены континентальными образованиями — глинами, грубозернистыми и гравийными песками мощностью до 100 *м*.

Палеогеновые и неогеновые отложения в Туранской плите выражены преимущественно морскими отложениями мощностью в несколько сотен метров, на отдельных участках свыше 1000 *м*.

Четвертичные отложения на территории Западно-Сибирской плиты широко представлены аллювиальными, делювиальными, болотными образованиями и ледниковыми отложениями. На северной окраине плиты развиты морские четвертичные отложения. Мощность четвертичных отложений нередко достигает 100—200 *м*.

В Тургайском прогибе четвертичные отложения представлены песчано-глинистыми породами аллювиально-делювиального происхождения и на водораздельных пространствах достигают нескольких десятков метров мощности.

В Туранской плите четвертичные отложения представлены эоловыми песчаными образованиями. Мощность их достигает в отдельных местах 500—1000 *м*.

Остальные структуры области палеозойской складчатости

Палеозойская (герцинская) складчатая зона Забайкалья и Приамурья. Палеозойская (герцинская) складчатая зона Забайкалья и Приамурья представляет собой окраинную часть крупных герцинских структур, образованных в пределах Монголо-Охотской геосинклинальной области и расположенных в основном южнее, за пределами государственной границы — в Монголии и Китае.

Эта зона протягивается в виде относительно узкой полосы от Южного Забайкалья до мезозойских структур Приморья. На севере

она примыкает к байкальским структурам Сибирской платформы, отделяясь от них крупными разломами и цепью впадин и прогибов. В пределах всей складчатой зоны имеются антиклинальные и синклинальные структуры, поднятия и впадины. На востоке складчатой зоны выделяется крупный *Буреинский* массив и *Зейско-Буреинская впадина.*

Палеозойская складчатая зона Забайкалья и Приамурья сформировалась к концу палеозойской эры и в некоторых своих частях она в значительной мере подверглась перестройке в процессе мезозойских тектонических движений. Эта зона разбита многочисленными разломами, вдоль которых в мезозойской эре происходило внедрение гранитной магмы. С отдельными разломами связано образование в мезозойской и кайнозойской эрах впадин, выполненных угленосными континентальными отложениями.

В складчатом основании зоны участвуют породы докембрия и палеозоя. Мезозойские и кайнозойские отложения образуют платформенный чехол во впадинах и прогибах.

Герциниды Юга и Юго-Запада Европейской части СССР. Герциниды Юга и Юго-Запада Европейской части СССР прослеживаются в виде широкой зоны глубоко погруженных складчатых сооружений. Они охватывают здесь Северное Предкавказье, Степной Крым и южную часть Молдавии. К югу от зоны герцинид протягиваются альпийские складчатые сооружения Кавказа, Горного Крыма, Восточных Карпат и прилегающих к ним краевых прогибов.

В структурном отношении в герцинской зоне Юга и Юго-Запада Европейской части СССР, в районе Северного Предкавказья выделяются *Ставропольское поднятие* и *Манычская впадина.*

В составе складчатого фундамента Северного Предкавказья установлены темные сланцы каменноугольного возраста. В северной части герцинид Северного Предкавказья фундамент находится на глубине 1500—2000 *м*, а ближе к его южным границам погружается до 3000—4000 *м*. На фундаменте залегает чехол юрских, меловых и кайнозойских отложений. При этом мощность четвертичных отложений достигает нескольких сотен метров (ст. Тихорецкая—345 *м*).

В Степном (Северном) Крыму складчатый фундамент находится на глубине 1200—1800 *м*; он сложен глинистыми, иногда серицит-хлоритовыми сланцами и кристаллическими известняками. В платформенном чехле участвуют меловые, палеогеновые и неогеновые отложения. Они собраны в системы брахискладок широтного направления.

В пределы Южной Молдавии входит краевая часть Преддобруджинского грабена, расположенного в основном на территории Румынской и Болгарской народных республик. Складчатый фундамент на территории Южной Молдавии опущен на значительную глубину; залегающая на нем только толща юрских песчано-глинистых отложений достигает 2000—3000 *м* мощности.

Полуостров Таймыр и о-ва Северной Земли. Полуостров Таймыр и прилегающие к нему о-ва Северной Земли располагаются в северо-восточной части Урало-Алтайской палеозойской платформы. С запада на восток через весь Таймыр протягиваются горы Бырранга. В Таймырско-Североземельской складчатой зоне выделяют три структурные зоны.

Северная зона, включающая северную часть Таймыра и о-ва Новая Земля, представляет собой область каледонской складчатости. В этой зоне выходят протерозойские гнейсы и кристаллические сланцы, сменяющиеся выше метаморфическими сланцами, прорванными древними гранитами.

Центральная—герцинская зона занимает центральную часть Таймырского полуострова и совпадает с расположением хребта Бырранга. В ней развиты пермские обломочные породы с силлами траппов и частично пермо-триасовые вулканогенные породы.

Южная зона представляет в рельефе низменность. Герцинский фундамент ее глубоко опущен и прикрыт очень мощным чехлом мезокайнозойских отложений.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОБЛАСТИ ПАЛЕОЗОЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

В пределах палеозойской складчатости представлены самые разнообразные комплексы полезных ископаемых. Их образование связано прежде всего с характерным для этой области обширным и многофазным магматизмом каледонской и герцинской эпох складчатости. Вместе с тем многие полезные ископаемые в пределах этой области приурочены к отложениям платформенного чехла как на плитах, так во впадинах и прогибах. Вследствие этого в некоторой части полезные ископаемые данной области аналогичны полезным ископаемым платформенного чехла докембрийских платформ.

В целом в области палеозойской складчатости прослеживаются следующие основные черты в размещении полезных ископаемых.

1. Рудные ископаемые магматического и метаморфического происхождения приурочиваются к положительным структурам. Особенно широко они развиты на Урале, в Центральном Казахстане и Алтае. Урал является одним из крупнейших горнопромышленных районов страны. Здесь разрабатывается огромное количество разнообразных рудных месторождений, многие из которых имеют большое значение. Примерами могут служить месторождения платины, асбеста, магнезита, никеля, железных, никелевых, алюминиевых и медных руд.

Урал является основным поставщиком драгоценных и поделочных камней — изумрудов, аметистов, малахитов и яшм.

Алтай наряду с Уралом принадлежит к богатейшим рудным районам страны. На его территории широко развиты полиметаллические месторождения, содержащие свинец, цинк, медь, серебро. Здесь также имеются оруденения вольфрама и олова.

Центральный Казахстан также чрезвычайно богат рудными полезными ископаемыми. Здесь открыты и эксплуатируются месторождения медных руд Джезказгана и Балхаша. Эти медные руды содержат также серебро, свинец и цинк.

За последние годы на территории Казахстана также выявлены месторождения железных, марганцевых, никелевых и вольфрамовых руд, промышленные месторождения золота.

Чрезвычайное богатство рудными ископаемыми магматического и метаморфического происхождения положительных структур области дает основание считать, что аналогичные комплексы минеральных богатств должны присутствовать и в ее складчатом фундаменте — под плитами. Данный прогноз прекрасно оправдался на примере северной части Тургайского прогиба, где в настоящее время на небольшой, доступной для подземной разработки глубине выявлены крупные месторождения магнетитовых железных руд.

Весьма перспективными в этом отношении являются и другие участки плит, особенно приуральская часть Западно-Сибирской низменности; вскрытие рудных залежей облегчается весьма пологим погружением складчатого фундамента.

2. Многие рудные ископаемые области палеозойской складчатости связаны с осадочным комплексом пород и с корой выветривания на выходах изверженных пород в положительных структурах. На Урале к древней коре выветривания приурочиваются месторождения железных и никелевых руд. В осадочных породах Западно-Сибирской плиты и особенно Тургайского прогиба широко представлены железные руды.

В меловых и палеогеновых отложениях Кустанайской области выявлены крупные доступные для открытой разработки месторождения оолитовых железных руд. Помимо всего этого, в олигоценовых отложениях Тургайского прогиба выявлены месторождения титановых руд, ряд бокситовых месторождений. На северо-западе Западно-Сибирской плиты, в районе Ивделя, с палеогеновыми породами связано крупное месторождение марганцевых руд. Таким образом, есть все основания полагать что на обширных территориях палеозойских плит представляется вполне реальным обнаружение и многих других месторождений указанных руд.

В выходах пород докембрия в положительных структурах также содержатся железные руды. Эти руды связаны с джеспилитами. Такие рудоносные участки наблюдаются, например, в Кокчетавском антиклинории Центрального Казахстана и на Урале.

3. К обширным краевым межгорным прогибам и впадинам приурочены мощные угленосные толщи пород.

Угленакопление в подобных структурных элементах происходило и в каменноугольном и пермском, и триасовом и юрском, и меловом и палеогеновом периодах. Каменноугольно-пермские угольные бассейны содержат в больших размерах ценнейшие для металлургии каменные коксующиеся угли. Угольные месторождения мезозойского и палеогенового периодов в основном представлены бурыми углями. Наиболее крупными палеозойскими угольными бассейнами являются Кузнецкий, Карагандинский, Экибастузский и Минусинский, а из мезозойских — Чулымо-Енисейский, Убаганский и Челябинский. Палеогеновые угли характерны для среднеазиатских впадин, например для Ферганской.

4. Как показали геологические исследования последних лет, плиты, прогибы и впадины области палеозойской складчатости обладают и существенными промышленными запасами нефти и газа. Об этом свидетельствует, например, в отложениях мезозоя открытие крупного газового месторождения в районе Березовского поднятия и месторождения нефти в юрских отложениях к северу от Тюмени.

Огромные размеры Западно-Сибирской плиты и наличие в ней многих благоприятных для нефте- и газонакопления структур создают в этом отношении весьма благоприятные богатые перспективы. Прямые признаки нефтеносности установлены в Кузнецком прогибе и Минусинской впадине. В пределах Туранской плиты, в Каракумах и Прикаспии обнаружены промышленные месторождения нефти и газа. Промышленная нефтегазоносность характерна и для среднеазиатских структур, в частности для Ферганской впадины. В западных отрогах тяньшаньских структур, в районе Бухары (месторождение Газли), выявлены огромные запасы природного горючего газа.

Наконец, крупные нефтяные и газовые месторождения открыты и в пределах герцинид Юго-Запада и Юга Европейской части СССР. Особенно крупным газовым месторождением является Ставропольское.

ГЛАВА 26

ОБЛАСТЬ КИММЕРИЙСКОЙ, ИЛИ МЕЗОЗОЙСКОЙ, СКЛАДЧАТОСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ПРИМОРЬЯ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Киммерийские, или мезозойские, складчатые сооружения Восточной Сибири и Приморья занимают огромную территорию на северо-востоке и востоке нашей страны. На западе они примыкают к Сибирской платформе, а в области Приморья — к герцинским структурам. На северо-востоке их границами являются альпийские сооружения Тихоокеанского

пояса. С севера, востока и юго-востока рассматриваемая область омывается водами Ледовитого океана и Охотского и Японского морей.

В киммерийских, или мезозойских, складчатых сооружениях Восточной Сибири и Приморья выделяют две очень сложные и территориально разобщенные складчатые области — *Верхояно-Чукотскую* и *Сихотэ-Алинскую*. Из них первая, бóльшая по площади, располагается на севере, а вторая — на юге. Они разделяются восточным выступом Сибирской платформы.

В рассматриваемых складчатых сооружениях Восточной Сибири и Приморья присутствуют более древние, домезозойские структуры, (срединные массивы) частично или полностью переработанные киммерийской складчатостью. Некоторые из них испытали значительное влияние альпийской складчатости, выразившееся в образовании многочисленных разломов и впадин, выполненных кайнозойскими толщами пород.

В целом для области киммерийской, или мезозойской, складчатости Восточной Сибири и Приморья характерна общая приподнятость структур, обусловившая на большей их площади высокогорный рельеф.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ ОБЛАСТИ КИММЕРИЙСКОЙ, ИЛИ МЕЗОЗОЙСКОЙ, СКЛАДЧАТОСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ПРИМОРЬЯ

Верхояно-Чукотская складчатая область

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Верхояно-Чукотская складчатая область занимает огромную территорию Северо-Востока СССР. Она протягивается от восточного края Сибирской платформы до Чукотского полуострова.

В пределах Верхояно-Чукотской складчатой области располагаются Верхоянский хребет, хребет Черского, Колымский, Анюйский (Северный и Южный) и Чукотский хребты, Юкагирское и Алазейское плоскогорья, Яно-Индигирская и Колымская низменности.

В тектоническом отношении Верхояно-Чукотская складчатая область характеризуется сложным строением. Значительные ее участки сформировались задолго до проявления киммерийской складчатости и известны в качестве древних, срединных массивов. К числу таких массивов относятся: *Колымский, Омолонский, Тайгоносский* и *Охотский*. Наиболее крупным из них является Колымский массив.

В складчатом основании Колымского срединного массива участвуют породы докембрия, нижнего и среднего палеозоя. Вышележащие породы верхнего палеозоя и мезозоя дислоцированы слабо. Краевые участки Колымского массива разбиты глубокими разломами (происшедшими в мезозое) и приобрели глыбовое строение. В юго-западной части массива располагается весьма обширная *Зырянская впадина*. Она выполнена очень мощной угленосной толщей верхнеюрских и меловых пород, почти не затронутой складчатостью.

Колымский массив отделен от Омолонского массива *Приомолонским прогибом*, выполненным обломочными породами среднего триаса—нижней юры общей мощностью до 2000 *м*.

В строении Омолонского массива участвуют архейские, девонские (до 2000 *м*), каменноугольные и незначительный покров обломочных триасовых и юрских отложений. Более молодые отложения, за исключением четвертичных, отсутствуют. Породы палеозоя и мезозоя довольно слабо дислоцированы. Отсутствие на Омолонском массиве многих комплексов пород палеозоя и более молодых пород указывает на длительное его воздымание и денудацию.

Тайгоносский массив расположен на п-ове Тайгонос между Гижигинской и Пенжинской губами. Он имеет сходное строение с предыдущими массивами, но сильнее переработан кайнозойской складчатостью и пронизан местами мезозойскими интрузиями гранитов.

Охотский массив расположен на крайнем юго-востоке рассматриваемой области. Он отделен *Южно-Верхоянским синклинорием* от Байкало-Алданского щита Сибирской платформы. По своему строению близок к Омолонскому массиву.

Крупные мезозойские складчатые структуры располагаются между Сибирской платформой и Колымским массивом. Самой крупной структурой на западной окраине области является *Верхоянская антиклинальная зона,* дугообразно изгибающаяся в сторону Сибирской платформы. На севере, вблизи дельты Лены она переходит в *Хараулахский антиклинорий,* а на юге — в *Сетта-Дабанский антиклинорий.* В Верхоянской зоне выходят пермские и триасовые отложения; на северном и южном ее окончаниях (в Хараулахском и Сетта-Дабанском антиклинориях) в ядрах выступают породы нижнего и среднего палеозоя. В верхоянской складчатой зоне, являющейся внешней зоной геосинклинальной области, в отличие от смежных структур магматическая деятельность проявлялась в мезозое слабо.

Верхоянская складчатая зона отделяется от Сибирской платформы огромным Предверхоянским краевым прогибом, значительная часть которого лежит в пределах платформы.

К востоку от Верхоянской складчатой зоны располагается крупная *Янская синклинальная зона,* переходящая в юго-восточном направлении в обширную *Индигиро-Колымскую синклинальную зону.* Эти зоны заполнены толщей триасовых и частично нижне- и среднеюрских отложений мощностью до 4000—5000 *м.* Они отделены от Колымского массива *Тасхаяхтахским антиклинорием* (в основном совпадающим с хребтом Черского), в пределах которого широко выявлены среднеюрские гранитные интрузии.

С севера Колымский срединный массив ограничивается *Полоусным антиклинорием,* в ядре которого выходят породы палеозоя.

Большой интерес для понимания истории формирования складчатых структур Верхояно-Чукотской складчатой области представляют обнаруженные в пределах Хараулахского, Сетта-Дабанского и Тасхаахтахского антиклинориев карбонатные породы кембрийской системы, которые по своим фациальным особенностям и мощности близки к одновозрастным отложениям Сибирской платформы. На основании этого полагают, что Сибирская платформа в раннем палеозое простиралась значительно восточнее — в пределы западной части Верхояно-Чукотской горной страны, но позднее, в конце палеозоя, здесь снова заложились геосинклинальные структуры, которые формировались в течение киммерийской эпохи складчатости.

Восточные ветви мезозойских складчатых сооружений, расположенные к востоку от Колымского и Омолонского массивов, имеют юго-восточное и субширотное простирание. С северо-востока к этим массивам прилегает обширная Олойская впадина, представляющая собой систему синклинориев. Она в основном выполнена вулканогенными и терригенными юрскими толщами.

Еще далее к северо-востоку протягивается ряд антиклинориев, наиболее крупными из которых являются Анюйский и Чукотский. В них выходят отложения мезозоя, а в ядрах выступают и более древние — докембрийские и палеозойские породы. Магматическая деятельность в мезозое проявлялась здесь очень энергично.

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий известен в пределах всех срединных массивов, а за пределами их — только на Чукотском полуострове. Расчленение на архей и протерозой не всегда проводится уверенно. К докембрию относятся гнейсы, амфиболиты, гранито-гнейсы. На Чукотском полуострове мощ-

ность пород, относимых к докембрию, определяется в несколько тысяч метров. Рифей, или синий, здесь не выделяется.

Палеозой (главным образом верхний) в Верхояно-Чукоткой области выступает значительно шире, особенно отложения пермской системы.

Кембрийские отложения выходят на ограниченных площадях. Лучше всего они выражены в Хараулахском антиклинории, где достигают 1500—1600 *м* мощности. Преобладают здесь известняки. Кембрийские отложения здесь хорошо фаунистически охарактеризованы, вследствие чего легко подразделяются на отделы и свиты.

Ордовикские отложения развиты значительно шире. Преобладают, как и в кембрийских отложениях, известняки, встречаются также филлитовые сланцы, песчаники. В отдельных антиклинориях мощность ордовикских отложений составляет несколько тысяч метров.

Силурийские отложения, как и нижнепалеозойские, преимущественно представлены известняками. В отдельных местах они по фауне хорошо разделяются на отделы и ярусы. Их мощность достигает 3000—4500 *м*.

Девонские отложения встречены в значительном числе антиклинориев, особенно окружающих Колымский массив. Представлены они различными фациями: морскими, лагунными, континентальными и вулканогенными. Из всех отделов лучше выражен средний. Общая мощность девонских отложений не менее 3000 *м*.

Каменноугольные отложения выявлены недостаточно. Достоверно известны только отложения нижнего отдела, представленные карбонатными и терригенными породами в виде отдельных выходов на севере области. Максимальная мощность каменноугольных отложений до 1000 *м*.

Стратиграфически выше, в Верхояно-Чукотской складчатой области, исключительное развитие получил своеобразный комплекс терригенных, песчаниково-сланцевых пород, известный под названием *верхоянского комплекса,* который накапливался с конца каменноугольного периода до среднеюрской эпохи включительно. Мощность этого комплекса в некоторых складчатых зонах достигает 8—12 *км*. Литологически верхоянский комплекс резко отличается от более древних пород палеозоя, для которых в основном характерны карбонатные образования.

В составе верхоянского комплекса в настоящее время хорошо выделяются отложения, соответствующие пермской, триасовой и юрской системам, расчлененным в свою очередь на отделы, серии и свиты.

Нижняя часть верхоянского комплекса имеет пермский и, возможно отчасти, средне- или позднекаменноугольный возраст.

Отложения, соответствующие пермской системе, слагают Верхоянский хребет и широко развиты в бассейнах Индигирки и Колымы; они представлены терригенными осадками, достигающими местами 7 *км* мощности. На Колымском и Омолонском массивах в отличие от обычных отложений верхоянского комплекса их пермская часть представлена карбонатными породами до 300—500 *м* мощности.

Триасовые отложения составляют среднюю часть верхоянского комплекса и имеют особенно широкое развитие. Выделяются все три отдела триаса; верхний отдел имеет почти повсеместное распространение. Для триасовой части, как и для всего верхоянского комплекса, характерны глинистые сланцы, песчаники, алевролиты. Из фауны для верхнего триаса особенно характерны пелециподы (*Monotis ochotica*). Суммарная мощность всех отделов триасовой части верхоянского комплекса достигает многих километров, причем только верхний триас в синклинальных зонах имеет 2800—4000 *м*.

Верхняя часть верхоянского комплекса имеет юрский возраст и также достигает большой, многокилометровой мощности. Эти отложения развиты везде, где не выходят более древние породы.

Для нижней и средней юры, входящих в верхоянский комплекс, характерны песчаники, сланцы и вулканогенные образования. В верхней юре преобладают песчаники, но имеются и вулканогенные породы.

Верхняя юра в северо-восточной части области нередко не отделима от нижнего мела. Для верхней юры характерны пласты каменных углей.

Осадочные отложения мелового периода представлены значительно слабее других систем мезозоя. Зато эффузивные образования этого возраста, особенно на восточной окраине области, представлены очень широко.

Для нижнего мела характерны в основании морские, а в верхней части — континентальные отложения. Очень мощные (до 5000 *м*) пресноводные угленосные отложения нижнего мела представлены в Зырянской впадине, где они образуют так называемый Зырянский угленосный бассейн.

Отложения верхнего мела представлены континентальными породами. Они имеют слабое распространение.

Меловые эффузивные породы, туфы и туффиты развиты вдоль всей восточной окраины рассматриваемой области.

Отложения палеогеновой и неогеновой систем для данной складчатой области мало характерны; отдельные их островки встречены на юго-востоке и северо-востоке. Представлены они в основном континентальными угленосными отложениями. Имеются также и вулканогенные образования. Мощность палеогеновых и неогеновых пород не превышает нескольких сотен метров.

Четвертичные отложения выражены ледниковыми, аллювиальными и делювиальными отложениями. На побережье Восточно-Сибирского моря и прилегающих островах имеются морские отложения.

Породы магматического происхождения исключительно характерны для Верхояно-Чукотской складчатой области. Они имеют в основном мезозойский возраст. Магматические породы палеозойского и докембрийского возраста установлены лишь в немногих пунктах.

Магматизм в мезозое проявлялся в разное время неодинаково. Так, до поздней юры интрузивная деятельность проявлялась слабо, более сильно шло образование туфов. С наибольшей силой развернулась магматическая деятельность в поздней юре и меловом периоде.

Более молодой, кайнозойский магматизм проявился, в общем, слабо и главным образом в эффузивной форме. Помимо палеогеновых и неогеновых эффузий, здесь выявлены молодые, четвертичные вулканические проявления — лавы и пеплы (в бассейне Индигирки и Колымы).

Сихотэ-Алинская складчатая область

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Сихотэ-Алинская складчатая область располагается в пределах Приморья. Восточная и южная границы ее срезаются водами Татарского пролива и Японского моря. На западе она ограничена палеозойским Буреинским массивом, а на северо-востоке — восточным выступом Сибирской платформы.

Основные структуры Сихотэ-Алинской складчатой области представлены рядом антиклинориев и синклинориев, имеющих северо-восточное простирание. К числу главных антиклинальных структур относятся *Главный антиклинорий Сихотэ-Алиня* (на востоке) и *Хингано-Буреинский антиклинорий* (на западе).

С востока к Главному антиклинорию Сихотэ-Алиня примыкает крупный *Главный синклинорий Сихотэ-Алиня.*

Между Главным антиклинорием Сихотэ-Алиня и Хингано-Буреинским антиклинорием располагается крупная *Средне-Амурская впадина,*

южная половина которой находится за пределами государственной границы СССР. К северу она сменяется крупной *Нижне-Амурской синклинальной зоной.*

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий в Сихотэ-Алинской складчатой области выходит на ограниченных площадях. Сравнительно лучше он представлен на южной оконечности Буреинского хребта, известной под названием Малого Хингана, и в верхнем течении р. Буреи.

Архей представлен гнейсами и кристаллическими сланцами, а протерозой — различными сланцами, кварцитами и мраморами.

Нижний палеозой в Приморье выражен только кембрийскими отложениями. Кембрийские породы Малого Хингана представлены внизу сланцами с нижнекембрийской фауной и железистыми кварцитами (джеспилитами), а выше — известняками с археоциатами и сланцами. Общая мощность кембрийских отложений до 1000 *м*.

Отложения среднего палеозоя для Приморья мало характерны. Силурийские отложения почти неизвестны. Отложения девонской системы выделены в некоторых структурах в центральной части области. На юге Приморья выделены нижнекаменноугольные отложения, представленные песчано-глинистыми породами и известняками, мощностью до 1000 *м*.

Здесь же развиты средне- и верхнекаменноугольные отложения. Они представлены песчано-глинистыми отложениями, в значительной мере континентальными. Их мощность составляет несколько тысяч метров.

Пермские отложения (нижний и верхний отделы) лучше всего выражены в осевой части хребта Сихотэ-Алинь. В целом для пермских отложений характерны как континентальные, так и морские отложения, местами и эффузивы. В верхней части разреза верхней перми установлены угленосные пачки пород. Общая мощность перми в Сихотэ-Алине достигает 3000—3500 *м*.

Основное место в стратиграфическом разрезе Приморья принадлежит отложениям мезозоя.

Триасовые отложения имеют исключительное развитие, но полный их разрез устанавливается только в Южном Приморье.

Нижний и средний триас представлен терригенными морскими породами — песчаниками, алевролитами, аргиллитами — общей мощностью до 1000—1800 *м*.

Верхний триас лежит на более древних отложениях с угловым несогласием и тесно связан с юрскими отложениями, образуя с последними песчаниково-сланцевый комплекс, подобно верхоянскому. В состав этого комплекса входят морские и континентальные породы с пластами каменного угля. Мощность верхнетриасовых отложений достигает местами 1000 *м*. Общая мощность юрских отложений в Приморье от 4000 до 9000 *м*. Среди юрских отложений пласты каменного угля приурочены к нижнему и верхнему отделам.

В Приморье сравнительно широкое распространение имеют также и меловые отложения. Для нижнего мела характерны континентальные отложения, для верхнего — преимущественно морские.

На юге Сихотэ-Алиня нижнемеловые отложения морские, в основном представленные так называемой *сучанской* континентальной серией, сложенной песчаниками, аргиллитами и пластами каменного угля. Породы дислоцированы и метаморфизованы. Мощность серии около 800—900 *м*.

Верхнемеловые отложения выражены песчаниками и алевролитами, с морской фауной, мощностью свыше 2000 *м*. К концу мела относится образование мощной толщи вулканогенных образований в Сихотэ-Алине и вдоль его восточной окраины.

Палеогеновые отложения в Приморье представлены платформенным типом осадков. Здесь имеются вулканогенные и в меньшей мере пресноводно-континентальные угленосные толщи. Морские отложения отсутствуют. На юге Приморья мощность палеогеновых континентальных и эффузивных пород превышает 1000 *м*.

Неогеновые отложения развиты слабее палеогеновых; это платформенные, континентальные отложения, иногда с прослоями бурого угля и лигнита. Встречаются туфы и туффиты. Стратиграфия разработана слабо: выделяемые две свиты соответствуют миоценовому и плиоценовому отделам. Общая мощность неогеновых отложений до 700 *м*.

Четвертичные отложения в основном выражены аллювием рек и озер. Для горных районов свойственны делювиальные отложения. Широко развиты покровные суглинки и глины.

Древнечетвертичные отложения часто не отделимы от верхнеплиоценовых.

Среди магматических образований основное место принадлежит породам мезозойского возраста. Из более древних магматических пород заметное развитие получили позднепалеозойские гранитоиды, массивы которых встречаются в разных частях Приморья.

Мезозойский магматизм широко проявлялся в интрузивной и эффузивной форме. Преобладают породы гранитоидного состава. Их эффузивные аналоги выражены порфирами, туфами и порфиритами. С порфировыми породами генетически связаны оловянорудные месторождения. Излияния магмы приурочены к крупным разломам.

Довольно широко также развиты кайнозойские интрузивные и эффузивные породы.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОБЛАСТИ КИММЕРИЙСКОЙ, ИЛИ МЕЗОЗОЙСКОЙ, СКЛАДЧАТОСТИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ПРИМОРЬЯ

Область киммерийской, или мезозойской, складчатости Восточной Сибири и Приморья характеризуется исключительно сильным мезозойским и в меньшей мере кайнозойским магматизмом. С внедрившимися гранитными интрузиями генетически связаны месторождения цветных редких, рассеянных и благородных металлов. Через всю область с севера на юг (и далее к югу — за пределы СССР) протягивается богатейшая оловяннорудная провинция. Целый ряд месторождений олова в пределах Верхояно-Чукотской и Сихотэ-Алинской складчатых областей связаны с гранитными интрузиями мелового возраста.

Рассматриваемая область характеризуется также угленосностью. Пласты угля значительной мощности залегают в отложениях юрского, мелового, палеогенового и неогенового возраста.

Юрские угли наиболее характерны для Верхояно-Чукотской складчатой области. Ряд угольных месторождений мелового возраста разрабатывается в Приморье (Сучан, Артем и др.).

ГЛАВА 27

ОБЛАСТЬ АЛЬПИЙСКОЙ, ИЛИ КАЙНОЗОЙСКОЙ, СКЛАДЧАТОСТИ ВОСТОКА СССР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Альпийские (кайнозойские) складчатые сооружения Востока СССР располагаются по берегам Тихого океана и поэтому именуются часто Тихоокеанским поясом кайнозойских структур.

Территория этой области охватывает Корякский хребет, п-ов Камчатка, цепь Курильских островов, о-в Сахалин, а также систему

прилегающих к этим участкам суши глубоких океанических впадин. На севере область кайнозойской складчатости западнее Корякского хребта граничит с киммерийской складчатой областью Восточной Сибири, южнее же она располагается вдоль окраины Тихого океана и отделена от материка впадинами Охотского моря, Татарского пролива и Японского моря. Примечательной особенностью данной области в отличие от всех остальных структур территории СССР является то, что она до сих пор остается очень подвижной зоной земной коры и по ряду характерных черт рассматривается как современная интенсивно развивающаяся геосинклинальная зона.

В пределах рассматриваемой области можно выделить следующие крупные структурные элементы: 1) *Корякско-Камчатская складчатая область*; 2) *дуга Курильских островов* с прилегающими к ним глубоководными впадинами; 3) *о-в Сахалин.*

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ АЛЬПИЙСКОЙ, ИЛИ КАЙНОЗОЙСКОЙ, СКЛАДЧАТОСТИ ВОСТОКА СССР

Корякско-Камчатская область и Курильские острова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Корякско-Камчатская складчатая область с Курильскими островами представляет обширную дугу большой протяженности, прослеживающуюся от Анадырского залива до о-ва Хоккайдо (Япония).

На севере, в пределах Корякского хребта выделяется *Корякская антиклинальная зона,* сложенная в ядре вулканогенными меловыми и палеогеновыми породами. К западу от этой зоны, вдоль Пенжинской и Анадырской низменностей протягивается *Пенжинская впадина*; в ней на складчатых верхнемеловых и палеогеновых породах лежит мощная толща неогеновых пород, также собранная в систему брахискладок северо-восточного простирания.

Между Пенжинской впадиной и Корякской антиклинальной зоной на севере протягивается сравнительно небольшой *Майнский антиклинорий.* В ядре его в отличие от Корякской антиклинальной зоны выходит складчатый комплекс, включающий породы от среднего палеозоя до нижнего мела, выше которого с несогласием залегает комплекс пород верхнего мела и палеогеновой системы, также смятого в складки.

Корякский хребет переходит постепенно в Срединный хребет Камчатки. Структура Камчатки выглядит существенно иначе. Срединный хребет, занимающий центральную часть Камчатки, представляет собой в большей своей части крупную, наложенную отрицательную структуру, получившую название *Срединной Камчатской впадины.* Она выполнена неогеновыми отложениями и перекрыта обширным покровом четвертичных (в том числе и современных) базальтов.

На юге Срединного хребта выделяется *Срединный антиклинорий.* В ядре его обнажаются наиболее древние породы Камчатки — гнейсы и сланцы докембрия и нижнего палеозоя.

В юго-западной части Камчатки располагается *Западно-Камчатский прогиб.* Его слагают верхнемеловые, палеогеновые и миоценовые отложения, интенсивно дислоцированные, выше несогласно налегает мощная плиоценовая угленосная толща, также собранная в пологие складки.

По восточному побережью Камчатки тянется *Восточно-Камчатский антиклинорий.* Его слагают верхнемеловые и палеогеновые породы.

К этому антиклинорию приурочено большинство ныне действующих вулканов Камчатки (Ключевская, Авачинская сопки и др.).

Вдоль Корякской антиклинальной зоны и ряда антиклинальных поднятий на Камчатке прослеживаются крупные разломы.

Группа Курильских островов представляет собой систему вершин высокого подводного хребта, поднимающихся над уровнем моря до 1300 *м*. К западу и востоку от него располагаются глубоководные впадины. Многие из этих вершин представляют собой конуса действующих или потухших вулканов. К востоку от дуги располагается Курильская глубоководная впадина. Она представляет собой узкий, вытянутый на несколько тысяч километров океанический ров с отдельными глубинами свыше 8500 *м*. С запада к Курильским островам примыкает глубоководная впадина Охотского моря с максимальными глубинами свыше 3 *км*.

Таким образом, размах рельефа земной коры в этом участке достигает почти 10 тыс. *м*. Курильская дуга, очевидно, представляет собой молодую геоантиклинальную зону.

СТРАТИГРАФИЯ

В стратиграфическом разрезе Корякско-Курильско-Камчатской складчатой области хорошо выражены отложения от меловых до четвертичных включительно. Более древние отложения мезозоя и особенно палеозоя и архея выступают очень редко и обычно выделяются условно.

Домеловые породы выделены только в ядрах Майнского и Срединного антиклинориев. Условно к докембрию, а возможно, отчасти и к палеозою относятся обнаженные в Срединном антиклинории слюдяные сланцы, амфиболиты и гнейсы.

Отложения среднего и верхнего палеозоя, а также триасовой и юрской систем выделяют в основном условно в ядре Майнского антиклинория. Здесь и в Корякском хребте установлены достоверные выходы каменноугольной системы. В Майнском антиклинории они представлены песчаниками и известковыми аргиллитами с визейской фауной. В Корякском хребте каменноугольные отложения выражены обломочными, карбонатными и туфогенными породами мощностью 800—1000 *м*.

На Камчатке и в бассейне р. Анадырь выделяются юрские отложения (глинистые сланцы и песчаники) мощностью до 900—2000 *м*. В Майнском антиклинории установлена песчано-глинистая толща с прослоями конгломератов и каменного угля мощностью 3500—4500 *м*, отвечающая верхам верхней юры и неокомскому ярусу нижнемелового отдела.

Из наиболее древних пород рассматриваемой области большим распространением пользуются меловые отложения. Они представлены как морскими осадками геосинклинального типа, так и (в меньшей мере) континентальными, в основном обломочными породами. Имеются также и вулканогенные породы. Меловые породы дислоцированы и прорваны интрузиями гранитоидных и основных пород позднемелового или палеогенового возраста.

Нижний мел, в общем, представлен слабо. Он развит в Корякском хребте.

Верхний мел на Камчатке и в Корякском хребте выходит на больших площадях. Выражен он морскими терригенными осадками — конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами — и подразделяется на две серии: нижнюю — *гиляцкую* и верхнюю — *ороченскую*. Мощность первой около 1000 *м*, второй — до 1500 *м*. В состав гиляцкой серии входят местами пресноводные, угленосные осадки. Обе серии хорошо охарактеризованы различными видами *Inoceramus*.

Широкое развитие среди верхнемеловых пород имеют вулканогенные отложения.

Палеогеновые отложения широко представлены на Камчатке, в Корякском хребте и Пенжинской впадине. На Камчатке они развиты в основном по западному побережью и преимущественно представлены морскими обломочными, реже — пресноводно-континентальными и угленосными отложениями. Широко накапливались здесь вулканогенно-туфовые породы. Аналогичный состав имеют палеогеновые отложения в Корякском хребте и Пенжинской впадине. Мощность палеогеновых пород несколько тысяч метров.

Неогеновые отложения, особенно на Камчатке, выражены шире, чем палеогеновые. На Камчатке для них характерны осадочные (в основном морские) и вулканогенные породы. Среди осадочных пород представлены сланцы, песчаники, конгломераты, с прослоями туфов и туффитов. Общая мощность неогеновых пород в некоторых местах достигает нескольких тысяч метров.

Среди нижненеогеновых (миоценовых) отложений встречаются прибрежно-морские и континентальные слои с промышленными запасами каменных углей, а в верхненеогеновых (плиоценовых) отложениях — пресноводно-континентальные осадки с бурыми углями и лигнитом.

Сходные породы, но значительно меньшей мощности, встречены в неогеновых толщах Корякского хребта и Пенжинской впадины.

Четвертичные отложения развиты в прогибающихся депрессиях. Их мощность достигает 100 *м* и более.

В рассматриваемой области исключительное развитие получил мезозойский и кайнозойский магматизм, продолжающийся и в современную эпоху. Более древний, домезозойский магматизм выявлен здесь еще недостаточно.

С мезозойским, доверхнемеловым магматизмом связано образование в Корякском хребте крупных гранитных батолитов. В позднемеловую эпоху происходит внедрение во многих местах интрузий ультраосновных пород — перидотитов, пироксенитов, дунитов.

В палеогеновом периоде почти повсеместно образуются эффузивы, лавы и туфы базальтового состава. К началу неогенового периода относится образование Курильской цепи вулканических островов.

В начале четвертичного периода в связи с заложением глубоких трещин в воздымающейся складчатой области происходит излияние на поверхность базальтовой лавы и образование обширных вулканических плато.

В настоящее время вулканическая деятельность проявляется на Камчатке и Курильских островах.

Сахалин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Сахалин в отличие от других структур занимает обособленное положение среди складчатых сооружений Восточной Сибири и Дальнего Востока. Эта обособленность выражается не только его изолированностью от остальных структур (Сахалин с запада омывается водами Татарского пролива, а с востока — Охотским морем), но также значительным ослаблением в его пределах молодых (кайнозойских) тектонических движений.

В структуре Сахалина выделяются два антиклинория: *Западный* и *Восточный,* между которыми расположен *Центрально-Сахалинский синклинорий.* Они имеют линейное, меридиональное простирание.

Древние отложения — докембрийские, палеозойские и мезозойские (домеловые) — выявлены очень слабо. Они выступают только в ядрах антиклинориев. Здесь наблюдаются кристаллические сланцы (протерозой), кремнистые сланцы, яшмы, известняки (палеозой), интенсивно дислоцированные.

На размытой поверхности древних пород лежат обломочные породы мелового, палеогенового и неогенового возраста.

Меловые отложения представлены геосинклинальными осадками большой мощности. При этом полностью отсутствует нижний мел.

Верхний мел, как и на Камчатке, делится на гиляцкую и ороченкую серии, охарактеризованные фауной иноцерамов. Для обеих серий характерны алевролиты, аргиллиты и песчаники. В этих сериях встречены пласты угля. Мощность каждой серии соответственно 2000 и 2500—3000 *м*.

Палеогеновые отложения на Сахалине представлены почти повсеместно; среди них морские отложения чередуются с континентальными. В целом здесь представлены конгломераты, глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники и рабочие пласты угля. Общая мощность палеогеновых отложений свыше 1300 *м*.

Неогеновые отложения в отличие от палеогеновых представлены преимущественно морскими фациями, реже континентальными и вулканогенными. Для них характерны терригенные породы — алевролиты, песчаники. Известны также и пресноводно-континентальные отложения с рабочими пластами каменного и бурого угля. Суммарная мощность неогеновых пород на Сахалине достигает 6000—7700 *м*.

Неоген на Сахалине подразделяется на целый ряд свит местных наименований.

Среди четвертичных отложений выделяются аллювиальные и делювиальные отложения, а в древних толщах — также и базальты.

Магматические породы демезозойского возраста выражены слабо.

В отличие от Камчатско-Курильско-Корякской складчатой области на Сахалине мезозойский и кайнозойский магматизм проявлялся значительно слабее.

К позднемеловому времени относится образование ультраосновных пород, выявленных на восточном побережье Сахалина. В палеогеновом периоде вулканические процессы носили локальный характер; к этому времени относится излияние андезито-базальтовых лав на юго-западе Сахалина.

В неогеновом периоде на западном побережье Сахалина проявлялась эффузивная деятельность (лавы, туфы) и лишь в конце его отмечаются интрузии диоритов.

Последние проявления вулканизма на Сахалине происходили в начале четвертичного периода (излияние базальтовой лавы).

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ АЛЬПИЙСКИХ СКЛАДЧАТЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОСТОКА СССР

Территория альпийских складчатых сооружений Востока СССР входит в пределы Тихоокеанской нефтеносной провинции, приуроченной к краевым прогибам и впадинам Тихоокеанского пояса альпийской складчатости. В прогибах и впадинах нефть приурочивается к неогеновым отложениям на Сахалине (особенно в южной половине) и на Камчатке.

Меловые, палеогеновые и неогеновые отложения на Сахалине и Камчатке угленосны. Угли часто каменные.

Рудные ископаемые представлены слабо. Возможно, это обусловлено еще недостаточной геологической изученностью и плохой обнаженностью древних толщ пород.

ГЛАВА 28

ОБЛАСТЬ АЛЬПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ ЮГО-ЗАПАДА И ЮГА СССР

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Полоса альпийских складчатых сооружений на Юго-Западе и Юге СССР включает в себя горные сооружения Восточных Карпат, Горного Крыма, Кавказа, Закавказья, Копет-Дага и Памира. В ее пределы входят также глубокие впадины Черного и Каспийского морей.

Названные горные сооружения представляют собой систему крупных антиклинориев и мегантиклинориев, расположенных почти целиком во внешней зоне альпийской складчатости Средиземноморской геосинклинальной области. На всем протяжении эти антиклинальные поднятия сопровождаются, главным образом с севера, краевыми прогибами в основном неогенового возраста. Так, *антиклинорий Восточных Карпат* ограничен *Предкарпатским прогибом.* С юга, во внутренней зоне альпийских складчатых сооружений Восточные Карпаты обрамляются *Закарпатским прогибом.*

Крымский антиклинорий и мегантиклинорий Большого Кавказа ограничены *Индоло-Кубанским* и *Терско-Каспийским прогибами.* Хребет Копет-Даг, являющийся частью обширной складчатой системы Копет-Дага, обрамляется с севера *Предкопетдагским прогибом.* Наконец, *горная система Памира* с севера и северо-запада ограничена *Таджикской впадиной,* или *депрессией.*

Наибольшей ширины альпийские складчатые сооружения Юго-Запада СССР достигают на Кавказе. Здесь мегантиклинорий Большого Кавказа сменяется к югу *мегантиклинорием Малого Кавказа.* Последний относится уже к внутренней зоне альпийской складчатости.

Мегантиклинорий Малого Кавказа отделяется от мегантиклинория Большого Кавказа *Рионским* и *Куринским межгорными прогибами.*

На юго-западе альпийские складчатые сооружения отделяются от Русской платформы герцинскими сооружениями. Только на территории Северной Молдавии и Буковины они соприкасаются с краем Русской платформы.

В целом альпийская зона складчатых сооружений Юго-Запада и Юга СССР находится в стадии завершения геосинклинального режима.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ АЛЬПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОСТИ ЮГО-ЗАПАДА И ЮГА СССР

Восточные Карпаты и Предкарпатский прогиб

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Расположенные в пределах территории СССР части Восточных Карпат и Предкарпатского краевого прогиба входят в западные области Украинской ССР.

Восточные Карпаты — сложное горное сооружение, образованное главным образом флишевыми породами мелового и палеогенового

возраста. Более молодые — неогеновые породы развиты в предгорных и межгорных впадинах и прогибах.

В пределах западных областей УССР это горное сооружение представлено преимущественно невысокими хребтами, повышающимися с северо-запада на юго-восток.

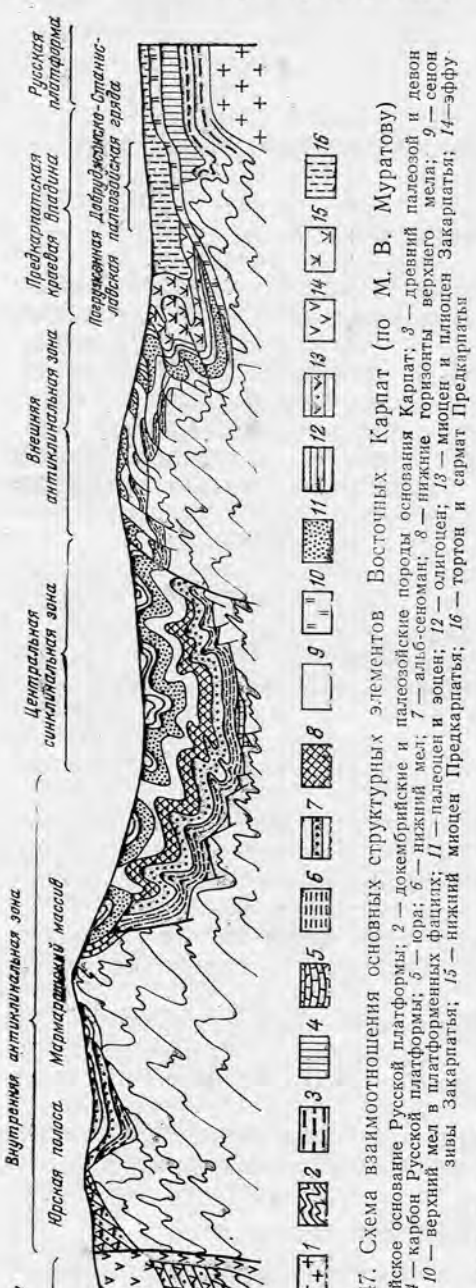


Рис. 147. Схема взаимоотношения основных структурных элементов Восточных Карпат (по М. В. Муратову)

1 — докембрийское основание Русской платформы; *2* — докембрийские и палеозойские породы основания Карпат; *3* — древний палеозой и девон платформы; *4* — карбон Русской платформы; *5* — юра; *6* — нижний мел; *7* — альб-сеноман; *8* — нижние горизонты верхнего мела; *9* — сенон (флишевый); *10* — верхний мел в платформенных фациях; *11* — палеоцен и эоцен; *12* — олигоцен; *13* — миоцен и плиоцен Закарпатья; *14* — эффузивы Закарпатья; *15* — нижний миоцен Предкарпатья; *16* — тортон и сармат Предкарпатья

Начало воздымания Восточных Карпат относится к юрскому периоду. Наиболее же активно их тектоническое развитие протекало с начала мелового периода до плиоценовой эпохи включительно, когда и была создана современная структура Карпат.

В большей части данного горного сооружения наблюдается нормальное складчатое строение и только на границе с Предкарпатским краевым прогибом и в пределах последнего развиты надвиговые структуры с амплитудой перемещения по горизонтали до 15 *км*.

В пределах рассматриваемой области выделяются пять тектонических зон: *Предкарпатский краевой прогиб; Внешний антиклинорий; Центральная синклинальная зона; Главный антиклинорий; Закарпатская впадина или Закарпатский внутренний прогиб.* Все эти зоны простираются, в общем, с северо-запада на юго-восток, сменяя друг друга в приведенной последовательности (рис. 147).

Предкарпатский краевой прогиб имеет ширину от 40 до 60 *км*. Начало его заложения относится к миоценовой эпохе. В нем выделяют две части: внешнюю и внутреннюю. Внешняя, более молодая его часть располагается на окраине Русской платформы.

Во внешей части прогиба на отложениях верхнего мезозоя лежат молассы тортонского яруса и нижнесарматского подъяруса, собранные в брахискладки, рассеченные сбросами. Дислокации этой зоны платформенного типа.

Внутренняя часть прогиба заложена на складчатом палеозойском (?) и более молодом основании. Выполнена она породами верхнего мела, палеогеновой и неогеновой систем. Меловые и палеогеновые породы выходят в ядрах крупных антиклинальных складок. Неогеновые отложения этой части прогиба представлены толщей соленосных и молассовых пород. В отличие от внешней части прогиба во

внутренней его части породы сложно дислоцированы и на границе с внешним антиклинорием перекрыты надвигами; амплитуда последних иногда до 12—15 *км*.

Внешняя часть прогиба ограничена разрывом с амплитудой до 1000 *м*.

Внешний антиклинорий имеет сложное линейноскладчатое строение. На границе с Предкарпатским прогибом его складки опрокинуты на северо-восток. Здесь проявляются крупные чешуйчатые надвиги, так называемые «скыбы».

Ширина Внешнего антиклинория в пределах территории СССР изменяется от нескольких до 40 *км*. В его строении принимают участие флишевые породы мелового и палеогенового возраста мощностью до 3,5 *км*.

Центральная синклинальная зона также имеет сложное строение. Сложена она меловым и палеогеновым флишем мощностью в несколько тысяч метров. В пределах этой зоны выделяются два синклинория и один антиклинорий, усложненные складками и разрывами. Максимальная ширина Центральной синклинальной зоны в пределах Советских Карпат 50 *км*.

Главный антиклинорий является осевой частью и главным водоразделом Восточных Карпат. В его восточной части, известной под названием Мармарошского массива, выходят докембрийские и палеозойские породы. Ширина Главного антиклинория в пределах территории СССР 10—25 *км*.

Закарпатская впадина в пределы СССР входит только своей северной окраиной. Она выполнена толщей неогеновых пород мощностью 6—9 *км*. Основная часть этой толщи представлена соленосными осадками, флишем и вулканогенными породами.

СТРАТИГРАФИЯ

Наиболее древние — архейские и нижнепротерозойские породы в Карпатах выделены условно. К ним отнесены парагнейсы и сланцы, прорванные гранитными интрузиями. На этих породах, в так называемом Раховском массиве (юго-восточная часть Мармарошского массива) с угловым несогласием лежит толща терригенных пород, условно относимая к девонской системе. Отложения каменноугольной и пермской систем в коренных выходах не установлены.

Мезозой установлен во всех тектонических зонах Карпат. В отдельных структурах мощность мезозойской толщи достигает нескольких тысяч метров.

Триасовые отложения Карпат представлены всеми тремя отделами. Нижний триас выражен главным образом терригенными отложениями, а средний и верхний — преимущественно карбонатными породами.

Юрские отложения обнажаются в Закарпатье, в пределах Главного антиклинория. Нижняя юра здесь представлена обломочными и карбонатными породами мощностью до 100 *м*, а средняя и верхняя юра выражена в основном известняками мощностью до 300 *м*.

В Предкарпатском прогибе юрские отложения установлены бурением. Представлены они здесь внизу континентальными и лагунными осадками — глинами, песчаниками, алевролитами, мергелями, гипсами. На эту толщу налегают известняки. Общая мощность юрской толщи в прогибе 800—900 *м*.

Меловые отложения хорошо изучены во Внешнем и Главном антиклинориях и в Центральной синклинальной зоне. Они подразделяются на местные свиты и слои. Здесь в различных пунктах встреча-

ются отложения, отвечающие всем ярусам нижнего и верхнего отделов.

Для нижнего мела характерны кремнистые и глинистые известняки, черные аргиллиты, конгломераты, песчаники; местами выражены флишевые породы. Верхний мел сложен главным образом флишевыми толщами, в связи с чем отдельные его ярусы во многих местах выделяются условно.

Палеогеновые породы особенно широко представлены в Центральной синклинальной зоне.

В Центральной синклинальной зоне отложения, соответствующие палеоценовому отделу, образуют мощный флиш, характеризуются чередованием песчаников и алевролитов. Здесь же в эоценовую эпоху продолжали отлагаться флишевые образования, отличающиеся тонкой ритмичностью осадков.

В антиклинальных зонах также накапливались песчаниковые породы, но значительно меньшей мощности.

Неогеновые отложения развиты широко только в Предкарпатском краевом прогибе и Закарпатской впадине; в остальных зонах они отсутствуют. Состав отложений и неогеновая история обеих депрессий существенно различны.

В Закарпатской впадине широко представлены молассы и вулканогенные образования. Неогеновые отложения в ней выражены стратиграфически полнее, чем в прогибе. Неоген впадины разделен на ряд серий и свит. В целом он здесь широко представлен миоценовыми и очень слабо — плиоценовыми осадками. Для миоценовой толщи характерны песчано-глинистые породы и туфы. К основанию нижнемиоценовой толщи приурочена залежь соли. В верхнемиоценовой толще установлены угленосные отложения. Общая мощность миоценовых пород Закарпатской впадины составляет около 8000 *м*.

Плиоценовому отделу в Закарпатской впадине соответствует угленосная так называемая ильницкая свита. Она сложена глинами с прослоями песчаников и туфов.

Характерной особенностью разреза неогеновых отложений Закарпатской впадины является наличие перерывов, а иногда и резко выраженных угловых несогласий почти между всеми слагающими их свитами и сериями.

В Предкарпатском краевом прогибе выражен только нижний, средний и отчасти верхний миоцен; более молодые отложения неогеновой системы в нем отсутствуют.

Неогеновая толща прогиба также представлена главным образом терригенными отложениями — глинами, песчаниками, песками. В этой толще встречаются прослои каменной и калийной соли. Вулканогенные породы среди неогеновых отложений прогиба выражены слабо.

Общая мощность неогеновых отложений Предкарпатского краевого прогиба порядка нескольких километров.

Меловые, палеогеновые и неогеновые отложения различных зон Восточных Карпат и главным образом Предкарпатского краевого прогиба являются нефтеносными и газоносными. Особый промышленный интерес представляют палеогеновые и неогеновые отложения.

Четвертичные отложения Карпат представлены озерно-аллювиальными песчано-глинистыми осадками. В возвышенных частях советских Карпат встречаются и ледниковые образования.

Магматические образования в Карпатах по сравнению с другими альпийскими и более древними горными сооружениями представлены слабее. Архейский и палеозойский магматизм установлен только в Мармарошском массиве. Здесь же выявлены и мезозойские интрузивные и эффузивные породы.

В кайнозое (главным образом в неогеновом периоде) активно проявлялась только эффузивная деятельность и формировались туфогенные породы; интрузивная деятельность в это время проявлялась слабо.

Горный Крым

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

В структурном отношении Крымский полуостров не однороден. Южная его часть представляет собой горное сооружение, носящее название Горного Крыма. В геоморфологическом отношении Горный Крым составляет систему гряд (три гряды) северо-восточного простирания. Первая, главная гряда примыкает к побережью Черного моря. Она обладает наибольшими высотами (высшая точка 1545 *м*).

К Горному Крыму примыкает Керченский полуостров, представляющий собой равнину с небольшим поднятием, так называемым Парпачским гребнем высотой не более 200—300 *м* над уровнем моря.

С севера к Горному Крыму примыкает равнина Степного Крыма, в тектоническом отношении представляющая герцинское сооружение, погруженное под плащом мезозоя и кайнозоя.

В структурном отношении Горный Крым представляет собой антиклинорий, состоящий из ряда антиклинальных и синклинальных структур, осложненных разрывами и мелкой складчатостью. В настоящее время в нем сохранилось только его северное крыло, а южное крыло и часть ядра опущены по линиям разломов под дно Черного моря. Восточная оконечность Крымского антиклинория находится на Керченском полуострове и окаймляется здесь складками, сложенными палеогеновыми, неогеновыми и даже древнечетвертичными отложениями.

Формирование Крымского антиклинория происходило в два этапа. Первый этап охватывает время от позднетриасовой эпохи до раннемеловой эпохи включительно. В это время в основном и было создано ядро антиклинория. Второй этап — неогеновый (до киммерийского века включительно) ознаменовался дальнейшим развитием и ростом антиклинория. На Керченском полуострове складчатость развивалась и после киммерийского времени, вплоть до современной эпохи.

Главная гряда Горного Крыма, составляющая ядро антиклинория (его северную, сохранившуюся от опускания часть) сложена породами от верхнего триаса до нижнего мела. На северном крыле антиклинория, включающем остальные две гряды Горного Крыма, выходят породы верхнего мела, палеогеновой и неогеновой систем.

В структуре Керченского полуострова отмечается ряд своеобразных особенностей. Здесь складчатость весьма интенсивна; имеется много антиклинальных и брахиантиклинальных структур, осложненных мелкими поднятиями и сопровождаемых диапировыми складками и грязевым вулканизмом. Некоторые из этих складок нефтеносные.

В качестве восточного продолжения структур Керченского полуострова принимаются сходные с ними структуры Таманского полуострова. Последние являются связующим звеном между антиклинорием Горного Крыма и мегантиклинорием Большого Кавказа.

СТРАТИГРАФИЯ

В строении Горного Крыма участвуют породы мезозоя и кайнозоя. Более древние породы не выходят. Исключение представляют лишь выходы в районе Симферополя нижнекаменноугольных известняков с фауной *Lithostrotion*.

В основании разреза отложений Горного Крыма залегает так называемая *таврическая серия,* в состав которой входят отложения верхнего триаса и нижней юры. Отложения нижнего и среднего триаса не установлены.

Таврическая серия широко представлена в первой, главной гряде Горного Крыма. Выражена она флишевыми породами.

Триасовая часть серии в районе Симферополя представлена в основном алевролитами, глинистыми сланцами и песчаниками мощностью не менее 400—450 *м*. В прослоях известняков в ней встречены типичные для верхнего триаса *Monotis caycasica.* Нижнеюрская ее часть сложена алевролитами, аргиллитами, песчаниками и сидеритами с типичной для лейасового отдела фауной аммонитов. Мощность отложений этой части таврической серии 500—1000 *м*. Переход отложений верхнего триаса к отложениям нижней юры постепенный.

На отложения таврической серии с размывом налегают отложения средней юры, представленные глинистыми сланцами и песчаниками. На Южном побережье Крыма и в некоторых других участках первой гряды с среднеюрскими отложениями связаны туфы и лавы.

Отложения верхней юры от келловейского до титонского яруса хорошо выражены особенно в первой гряде. В составе верхнеюрских отложений широко представлены богатые фауной рифовые известняки; присутствуют также глины, мергели, песчаники. С распространением указанных известняков на плато Яйлы связаны карстовые явления.

Меловые отложения Горного Крыма представлены нижним и верхним отделами. Ими сложена вторая гряда. Нижний мел участвует также и в строении первой, главной гряды.

Оба отдела благодаря хорошей фаунистической охарактеризованности легко подразделяются на все ярусы.

Нижний мел выражен маломощными слоями песчаников, известняков и мергелей.

Верхний мел развит значительно шире и сложен более мощными толщами. Подавляющая его часть представлена известняками, в некоторых случаях мелоподобными, или с кремнями. В верхней части отдела выражены также мергели. Общая мощность отложений верхнего мела 700 *м*.

Палеогеновые отложения в Горном Крыму слагают в основном всю третью гряду. Широкое развитие они имеют и на Керченском полуострове.

Палеоценовые отложения на западе выражены известняками и мергелями, а в Восточном Крыму — флишем, переходящим кверху в черные глины с фораминиферами.

Эоценовые отложения в Горном Крыму представлены известняками и мергелями с нуммулитами.

Олигоценовые отложения слагают *майкопскую серию,* состоящую из темных, местами шоколадно-бурых глин с сидеритовыми конкрециями. В низах серии присутствуют также тонкозернистые пески и песчаники. Верхняя часть серии по возрасту охватывает и нижний миоцен. На Керченском полуострове отложения майкопской серии нефтеносны. Мощность их здесь до 1500—2000 *м*.

Неогеновые отложения развиты на Керченском полуострове и в меньшей мере в третьей гряде.

В основании разреза миоценовой толщи залегают песчанистые глины майкопской серии, выше следуют известняки, глины, мергели и пески тортонского, сарматского и мэотического ярусов. В основании плиоценовой толщи находятся известняки понтического яруса. Выше залегают песчано-глинистые отложения киммерийского яруса, к которым на Керченском полуострове приурочено крупное месторожде-

ние оолитовых железных руд. Более молодые отложения неогеновой системы в Горном Крыму встречаются спорадически.

Общая мощность палеогеновых и неогеновых пород в пределах Горного Крыма достигает нескольких тысяч метров.

Четвертичные отложения в Горном Крыму представлены аллювием и делювием, а на Керченском полуострове также и морскими отложениями.

Магматические породы в Горном Крыму не имеют широкого развития. На Южном побережье Восточного Крыма встречаются среднеюрские эффузивы и интрузивы.

Интрузивы выражены небольшими локалитообразными телами и дайками преимущественно диорит-порфиритов. Наиболее крупный лакколит слагает гору Аю-Даг.

Кавказ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Кавказ как по структуре, так и по истории развития является сложным горным сооружением. Вся структура Кавказа протягивается с северо-запада на юго-восток и располагается между Черным и Каспийским морями.

В геоморфологическом отношении к рассматриваемой структуре относятся горная система Большого Кавказа и Закавказское нагорье. В системе Большого Кавказа, в осевой его части, выделяется Главный, или Водораздельный, хребет. Наиболее высокими вершинами Большого Кавказа являются Эльбрус (5633 *м*) и Казбек (5047 *м*). Протяженность горной системы Большого Кавказа около 1500 *км*.

В Закавказском нагорье, в его северной и северо-восточной частях, находятся складчатые хребты Малого Кавказа; по своей высоте они уступают главным хребтам Большого Кавказа. Здесь выделяются также Колхидская долина и Кура-Араксинская низменность.

В составе Кавказа выделяются следующие крупные структурные подразделения: *мегантиклинорий Большого Кавказа; Рионская и Куринская впадины* и *разделяющий их Дзирульский массив, мегантиклинорий Малого Кавказа.* С севера к Кавказу примыкают *Индоло-Кубанский и Терско-Каспийский прогибы.* Эти прогибы являются краевыми. Они были заложены в палеогеновом периоде на границе альпийских структур Кавказа и герцинских сооружений юга Европейской части СССР.

Мегантиклинорий Большого Кавказа протягивается от Анапы и Новороссийска до Апшерона. Ширина его около 90—100 *км*, а в Дагестане — до 180 *км*. На северо-западе и юго-востоке мегантиклинорий погружается, при этом в зонах погружения развиваются куполовидные складки, иногда диапировые.

Мегантиклинорий Большого Кавказа характеризуется резко выраженной асимметричностью. На южном крыле он опрокинут к югу. На западе в его ядре выходят породы докембрия и палеозоя, а на востоке юрские отложения. Северное крыло мегантиклинория в западной его части характеризуется относительно более простым, обычно моноклинальным строением. На востоке в пределах этого крыла развит ряд осложняющих его пологих складок.

Южнее крыло мегантиклинория построено гораздо сложнее; в его пределах развиты мощные флишевые толщи юрского, мелового и палеогенового возраста. Отложения этого крыла смяты в сложные складки и разбиты сериями надвигов.

Рионская и Куринская впадины разделяют мегантиклинории Большого и Малого Кавказа. Обе впадины являются межгорными прогибами, выполненными мезозойскими и кайнозойскими отложениями

платформенных фаций. Между этими впадинами в поднятии Дзирульского массива выходят на поверхность сильнометаморфизованные породы докембрия и нижнего палеозоя.

Мегантиклинорий Малого Кавказа характеризуется особенно сложным строением. В нем выделяются следующие главнейшие тектонические зоны: *Анджаро-Триалетская складчатая зона; Сомхето-Карабахский антиклинорий; Севанский синклинорий; Мисхано-Зангезурский антиклинорий.*

Анджаро-Триалетская складчатая зона находится в Западном Закавказье. Она представляет собой систему антиклиналей, в ядрах которых выходит меловой флиш и палеогеновые вулканогенные породы. Складчатость этой зоны возникла в раннемиоценовое время.

Сомхето-Карабахский антиклинорий размещается в Центральном Закавказье. Он состоит из ряда поднятий и прогибов. В петрографическом отношении в основном сложен вулканогенными породами юрского возраста.

Севанский синклинорий и Мисхано-Зангезурский антиклинорий размещаются к югу от Сомхето-Карабахского антиклинория.

Кавказские горные сооружения формировались на протяжении очень длительного времени. Состав и строение древних пород Кавказа показывают, что уже в докембрии и палеозое здесь существовали какие-то складчатые сооружения. Формирование же современных складчатых структур началось в начале мезозоя. В течение ряда этапов, объединяемых применительно к данному региону в единую альпийскую эпоху складчатости, оно продолжалось до четвертичного периода. Мегантиклинорий Большого Кавказа сформировался в пределах внешней зоны геосинклинальной области и поэтому в его строении магматические образования развиты сравнительно слабо. Структуры же Малого Кавказа, расположенные во внутренней геосинклинальной области, характеризуются широким развитием интрузивных и эффузивных пород.

СТРАТИГРАФИЯ

Докембрий выходит в западной части мегантиклинория Большого Кавказа, а также в мегантиклинории Малого Кавказа. В Большом Кавказе нерасчлененный докембрий представлен гнейсами, различными слюдяными сланцами, мраморами, кварцитами и гранитами. В Малом Кавказе к докембрию относятся кристаллические сланцы.

Палеозой в виде многокилометровой толщи выходит также в западной части мегантиклинория Большого Кавказа. В составе этой толщи выделяются все системы палеозоя, за исключением ордовикской.

Метаморфические породы кембрийской системы (филлиты, сланцы, известняки) установлены на Дзирульском массиве.

Известково-филлитовые породы с силурийской фауной выходят на северном крыле мегантиклинория Большого Кавказа.

Большое распространение имеют девонские отложения. Помимо Большого Кавказа, они выходят также в Закавказье (Куринская впадина, по р. Араксу). Среди них выделяют все три отдела, а в пределах среднего и верхнего отделов также и ярусы.

Нижний девон фаунистически не охарактеризован. На Северном Кавказе (Передовой хребет) к нему отнесен разнообразный комплекс кварцевых порфиров, туфов, конгломератов и глинистых сланцев с прослоями известняков и песчаников. Близкий к этому состав имеют отложения нижнего девона в Закавказье. Отложения среднего девона развиты по р. Араксу, где они представлены известняками, сланцами и песчаниками эйфельского и живетского ярусов. Мощность толщи отложений среднего девона до 600 *м*.

Для верхнего девона в основном характерны известняки, глинистые сланцы, песчаники с богатой фауной. В Большом Кавказе мощность верхнего девона превышает 500 *м*.

Каменноугольные отложения на Кавказе известны в ряде мест, но лучше всего они развиты на северо-западе мегантиклинория Большого Кавказа. Для нижнекаменноугольного отдела характерны морские отложения — известняки, песчано-глинистые породы, эффузивы и их туфы. Общая мощность этой толщи до 4000 *м*.

Средний и верхний отделы каменноугольной системы в Большом Кавказе представлены континентальной песчано-глинистой толщей с пластами угля. Мощность этой континентальной продуктивной толщи 1500 *м*.

Пермские отложения установлены только на северо-западе Большого Кавказа, где они залегают совместно с продуктивной толщей каменноугольной системы. Здесь лучше представлены нижнепермские отложения — песчаники, конгломераты с растительными остатками. Мощность нижнепермской толщи достигает 2000—3000 *м*. Верхнепермские морские отложения — песчаники, сланцы, известняки — отмечаются в виде отдельных островков. Их видимая мощность 50—150 *м*.

Мезозой на Кавказе распространен исключительно широко.

Триасовые отложения особенно полно представлены в Большом Кавказе и в Закавказье. В целом для триасовой системы характерны карбонатные породы — известняки; встречаются также глинистые сланцы и песчаники. Во всех отделах триаса хорошо представлена фауна аммонитов и пелеципод, позволяющая выделить в них отдельные ярусы. Мощность триасовых отложений не менее 600—1000 *м*.

Наибольшим распространением в составе мезозоя Кавказа пользуются юрские отложения. Богатая (особенно аммонитовая) фауна позволяет выделять в юре не только ярусы, но и зоны. Наиболее полно юрские отложения представлены на северном крыле мегантиклинория Большого Кавказа.

Нижняя юра в пределах этой площади выражена обломочными породами — глинистыми сланцами, песчаниками, аргиллитами и алевритами, нередко замещаемыми аспидными сланцами. Мощность сланцевой толщи до 3000 *м*. Фаунистически нижняя юра охарактеризована хорошо. В районе Баксана в отложениях нижней юры имеются пласты угля.

Средняя юра характеризуется примерно аналогичным же составом пород. На востоке (в Дагестане) низы средней юры угленосны. Мощность этих отложений здесь до 3500 *м*.

Верхняя юра широко развита на северном крыле мегантиклинория Большого Кавказа. Здесь она представлена всеми ярусами. Среди пород наиболее характерны известняки, доломиты, мергели, песчаники и конгломераты. Максимальная мощность отложений верхней юры на востоке свыше 2000 *м*.

На южном крыле мегантиклинория Большого Кавказа среди нижне- и среднеюрских отложений широко представлены эффузивы и туфы. Общая мощность этих пород достигает здесь 300—4500 *м*.

В районе Ткварчели в средней юре отмечаются континентальные угленосные осадки. Верхняя же юра в этом районе представлена глинисто-карбонатным флишем мощностью до 1500—2000 *м*.

В мегантиклинории Малого Кавказа вулканогенные образования в составе юрских отложений занимают господствующее положение. Общая мощность юры здесь превышает 3000—4000 *м*.

Меловые отложения на Кавказе представлены довольно широко. На северном крыле мегантиклинория Большого Кавказа они в стратиграфическом отношении полнее всего выступают в центральной его части.

Здесь нижний мел представлен всеми ярусами, в составе которых развиты известняки и песчаники; отмечаются также глины и мергели. Мощность данной толщи отложений от 700 до 1700 *м*. Верхний мел в центральной части северного крыла характеризуется однообразным известняково-мергельным составом и сравнительно бедной фауной.

В северо-западной части северного склона и на южном склоне мегантиклинория Большого Кавказа и нижний и верхний мел выражены флишем большой мощности.

В мегантиклинории Малого Кавказа нижний мел выражен менее отчетливо, а верхний мел благодаря разнообразию фаций и богатой фауне легко расчленяется на ярусы.

Палеогеновые отложения развиты в краевых и межгорных прогибах, а также в Малом Кавказе. В мегантиклинории Большого Кавказа они отсутствуют.

В предгорных прогибах, ограничивающих мегантиклинорий Большого Кавказа с севера, отложения палеогена представлены двумя сериями пород. Нижняя — *фораминиферовая серия,* соответствует палеоценовому и эоценовому отделам. Она представлена глинами с фораминиферами, по которым разделяется на слои. Мощность этой серии около 500 *м*. Верхняя — *майкопская серия* соответствует олигоценовому отделу, а в верхней части — низам миоценового отдела. Она представлена темными глинами с прослоями нефтеносных песков. Мощность данной серии 1000—2000 *м*.

В пределах Малого Кавказа палеогеновые отложения встречаются на больших площадях. Для палеоцен-эоценовой части палеогеновых отложений этой территории характерны глинистые сланцы с пластами нуммулитовых известняков. Олигоценовые отложения широко представлены эффузивами и молассовой толщей мощностью до 3000—3500 *м*.

Неогеновые отложения на Кавказе развиты сравнительно меньше. В предгорных прогибах Кавказа они выражены песчано-глинистыми породами мощностью до 2000—2500 *м*. Здесь выделяются местные свиты и слои. Наибольшей мощности (до 7500 *м*) неогеновые отложения достигают на Апшеронском полуострове.

В Рионской и Куринской межгорных впадинах неогеновые отложения представлены терригенными породами молассового типа. Мощность их здесь доходит до 6000—7000 *м*.

На Малом Кавказе из неогеновых отложений миоценовые представлены морскими и лагунными песчано-глинистыми осадками, а плиоценовые — континентальными образованиями. Для всей неогеновой толщи здесь характерны эффузивы.

Четвертичные отложения на северных и восточных окраинах Кавказа местами выражены морскими осадками; на Малом Кавказе такие осадки отсутствуют. В высокогорных районах Кавказа встречаются ледниковые и флювиогляциальные отложения. В долинах рек широко развит аллювий.

Магматическая деятельность на Кавказе проявлялась на протяжении всей истории его развития — с докембрия, но древние магматические породы обнажены весьма слабо.

Лучше всего докембрийские граниты и другие магматические породы обнажены в Дзирульском массиве. Гранито-гнейсы раннепалеозойского (каледонского) возраста отмечаются на северо-западе Большого Кавказа. Эффузивные и интрузивные породы средне- и позднепалеозойского возраста также выступают в ядре мегантиклинория Большого Кавказа на всем его протяжении.

Значительно шире выявлены породы мезозойского и кайнозойского магматических циклов. Мезозойские (главным образом юрские) эффузивы и интрузивы выявлены как в Большом, так и в Малом Кавказе. Эффузивы представлены кислыми и основными породами, их лавами

и туфами; интрузивы представлены многочисленными, но небольшими гранитными массивами.

Кайнозойский магматизм широко представлен молодыми (в том числе четвертичными) излияниями кислой (липариты, дациты) и основной магмы (андезиты, базальты). Небольшие неогеновые интрузивные тела в виде лакколитов кислых пород развиты в районе Пятигорска. Интрузивы основных пород характерны для Малого Кавказа. Особенно же этот район богат кайнозойскими эффузивами, занимающими здесь огромные площади.

Молодые (четвертичные) излияния образуют огромные вулканические конусы Эльбруса и Казбека.

Остальные структуры альпийской складчатости Юго-Запада и Юга СССР

Копет-Даг и Предкопетдагский краевой прогиб. Копет-Даг и ограничивающий его с севера Предкопетдагский краевой прогиб расположены на юге Туркменской ССР, вдоль государственной границы с Ираном.

Хребет Копет-Даг является северной окраиной крупной складчатой системы Копет-Дага, находящейся главным образом за пределами нашей страны.

Формирование складок Копет-Дага и заложение Предкопетдагского краевого прогиба относятся к олигоценовой эпохе и неогеновому периоду.

В строении Копет-Дага участвуют породы юрского, мелового и кайнозойского возраста. Их общая мощность достигает 10—12 *км*.

Тектонические движения в Копет-Даге не прекратились по настоящее время, о чем свидетельствует его высокая сейсмичность.

Предкопетдагский краевой прогиб прослеживается вдоль Копет-Дага на 500 *км*; ширина его колеблется от 40 до 120 *км*. В части, прилегающей к Копет-Дагу, прогиб отличается сложной складчатостью и разрывами. В центральной части прогиба мощность кайнозоя достигает 3000 *м*.

Памир и Таджикская впадина. История развития и геологическое строение Памира значительно сложней, чем других альпийских структур Юго-Запада и Юга СССР. Некоторая часть Памира была приподнята еще к концу палеозоя. Весьма активно продолжалось воздымание в мезозое. Оформление же и поднятие всей структуры завершилось в кайнозое.

В Памире выделяются следующие основные структурные элементы: *антиклинальная зона Северного Памира; синклинорий Центрального Памира и антиклинальная зона Южного Памира.*

Северный Памир по истории развития очень близок к прилегающим структурам Алая и Тянь-Шаня. Значительная часть его была приподнята еще в конце палеозоя, в герцинскую эпоху складчатости, затем частично опущена и вторично приподнята.

В ядре антиклинальной зоны Северного Памира выходит палеозой, а с севера и юга она окаймляется породами мезозоя и кайнозоя. Мощность палеозойских толщ, сложенных в основном терригенными породами, достигает 12—16 *км*. Суммарная мощность мезозоя и кайнозоя в северной полосе достигает 8—10 *км*, причем около половины этой мощности приходится на неогеновую молассу, состоящую из конгломератов.

Центральный Памир в северной своей части по истории формирования приближается к Северному Памиру. Здесь для него характерно широкое развитие палеозойских метаморфизованных пород. В южной

ЛАТИНСКИЙ АЛФАВИТ И НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОИЗНОШЕНИЯ ЛАТИНСКИХ ЗВУКОВ

Латинский алфавит

Прописные	Строчные	Название	Произношение	Прописные	Строчные	Название	Произношение
A	a	а	а	N	n	эн	н
B	b	бэ	б	O	o	о	о
C	c	цэ	ц и к	P	p	пэ	п
D	d	дэ	д	Q	q	ку	к
E	e	э	э	R	r	эр	р
F	f	эф	ф	S	s	эс	с
G	g	гэ	г	T	t	тэ	т
H	h	ха	Как немецкое h	U	u	у	у
				V	v	вэ	в
I	i	и	и	X	x	икс	кс
J	j	йот	й	Y	y	ипсилон	и
K	k	ка	к	Z	z	зэт	з
L	l	эль	ль				
M	m	эм	м				

Особенности произношения

1. Сложные сочетания гласных звуков, так называемые дифтонги, произносятся:
ae как русское *э*; praesidium (президиум);
oe как немецкое *ö*; coelenteron — цэлентерон (полость);
au как *ау* (с кратким *у*); aulos — аулос (трубка);
eu как *эу* (с кратким *у*); euripus — эурипус (канал).

Две точки над e в соединениях **aë**, **oë** указывают, что каждая буква должна произноситься самостоятельно: aër — аэр, roëma — поэма.

2. Букву **c** перед **e**, **ae**, **eu**, **oe**, **i**, **y** принято произносить как *ц*, в остальных случаях как *к*: crinon — кринон (лилия) cyathos — циатос (чаша), spicula — спикула (игла).

3. Буква **u** в соединениях **qu**, **nqu** (перед гласным) и **su** в словах suavis, suesco произносится как согласный звук *в*, в остальных случаях — как гласный звук *у*, например aqua — аква (вода), sanquis — санквис (кровь). Буква **q** употребляется только в сочетании с **u**.

4. Буква **j** произносится как *й*, например: major — майор; в начальном слоге этот звук сливается со следующим гласным, например Jerea — Ерea (название губки).

5. Слог **ti** перед следующей гласной произносится как *ци*, например oratio — орацио (речь). Как *ти* он произносится: 1) в греческих словах, например Boëtia — Боэтиа; 2) в слове totius — тотиус; 3) после буквы **s**, **x**, **t**, например mixtio — микстио, ostium — остиум (устье).

6. Сочетание **ch** произносится как *х*, например Chama — Хама (название моллюска); сочетание **ph** — как *ф*, например philosophia — философиа; сочетание **rh** — как *р*, например rhiza — риза (корень); сочетание **th** — как т, например cyathos — циатос.

7. Буква **s** в середине слова между двумя гласными произносится как *з*, в остальных случаях — как *с*, например rosa — роза, censor — ценсор.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Раздел I

Введение

Глава 1. Содержание курса и общие сведения по истории науки 5
Содержание курса 5
Краткий очерк развития исторической геологии 7
Краткий очерк истории геологического изучения территории СССР . . 10

Глава 2. Геологическая хронология 14
Хронология как основа восстановления истории Земли 14
Основные методы определения относительного возраста горных пород . . 15
Стратиграфическая и геохронологическая шкалы 17
Возраст магматических горных пород и рудных жил 20
Общие понятия о методах абсолютного летоисчисления 21

Раздел II

Основы палеонтологии

Глава 3. Общие сведения 23
Формы сохранности органических остатков 23
Классификация органического мира 25

Глава 4. Тип простейшие (Protozoa) 26

Глава 5. Тип губки (Porifera) 31

Глава 6. Тип кишечнополостные (Coelenterata) 34

Глава 7. Надтип черви (Vermes) 39

Глава 8. Тип мшанки (Bryozoa) 40

Глава 9. Тип плеченогие (Brachiopoda) 41

Глава 10. Тип моллюски (Mollusca) 45

Глава 11. Тип членистоногие (Arthropoda) 58

Глава 12. Тип иглокожие (Echinodermata) 62

Глава 13. Тип хордовые (Chordata) 67
Граптолиты (Graptolithida) 68
Подтип позвоночные 69

Глава 14. Растения 83

Глава 15. Некоторые черты развития органического мира 93

Раздел III

Историческая геология

Глава 16. Методы восстановления обстановки и событий геологического прошлого 96
Восстановление условий и способа образования горных пород. Фации и фациальный анализ 96
Анализ и сопоставление разрезов осадочных горных пород 103

Стр.

Перерывы в осадконакоплении и угловые несогласия 107
Понятие о местных (региональных) стратиграфических подразделениях . 108
Геологические и палеогеографические карты 109

Глава 17. Понятие о современной структуре земной коры и ее историческом развитии 111
Геосинклинальные и платформенные области 111
Главные эпохи складчатости в истории земной коры 115
Принцип тектонического районирования материков по возрасту складчатого основания 115
Краткие сведения о различиях в структуре земной коры на материках и под океанами 118

Глава 18. Докембрий 119
Догеологическая и геологическая стадии развития Земли 119
Основные черты докембрия 120
Органический мир докембрия 121
Проблема происхождения жизни на Земле 121
Главные особенности развития земной коры 123

Глава 19. Палеозой (Pz) 125
Общие сведения 125
Кембрийский период 125
Ордовикский период 130
Силурийский период 135
Девонский период 138
Каменноугольный период 144
Пермский период 153

Глава 20. Мезозой (Mz) 159
Общие сведения 159
Триасовый период 159
Юрский период 164
Меловой период 169

Глава 21. Кайнозой (Kz) 177
Общие сведения 177
Палеогеновый период 177
Неогеновый период 183
Четвертичный период 190

Раздел IV

Основы геологии СССР

Глава 22. Общие положения о геологических структурах территории СССР . 198
Глава 23. Русская платформа 200
Общая характеристика 200
Основные данные по стратиграфии и литологии 202
Основные структуры Русской платформы 206

Глава 24. Сибирская платформа 230
Общая характеристика 230
Основные данные по стратиграфии и литологии 232
Основные структуры Сибирской платформы 234

Глава 25. Область палеозойской складчатости 246
Общая характеристика 246
Основные структуры области палеозойской складчатости 247

Глава 26. Область киммерийской, или мезозойской, складчатости Восточной Сибири и Приморья 270
Общая характеристика 270
Основные структуры области киммерийской ,или мезозойской, складчатости Восточной Сибири и Приморья 271

Глава 27. Область альпийской, или кайнозойской, складчатости Востока СССР. 276
Общая характеристика 276
Основные структуры альпийской, или кайнозойской, складчатости Востока СССР 277

Глава 28. Область альпийской складчатости Юго-Запада и Юга СССР . . . 281
Общая характеристика 281
Основные структуры альпийской складчатости Юго-Запада и Юга СССР 281

Левитес Яков Моисеевич

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ГЕОЛОГИИ СССР

Редактор *М. В. Муратов*
Редактор издательства *Л. М. Самарчян*
Переплет художника *Е. Я. Кривинской*
Технический редактор *В. В. Быкова*
Корректор *Т. М. Кушнер*

Сдано в набор 3/III 1961 г.
Подписано к печати 31/VII 1961 г.
Формат бумаги 70×108¹/₁₆ Бум. **л.** 9,25.
Печ. л. 25,35+4 цв. карты. Уч.-изд. **л.** 25,6.
Т-08925. Тираж 11 000 **экз.**
Зак. 238. Цена 1 **р.** 33 **к.**

Картфабрика Госгеолтехиздата
Ленинград, В-26, 19-я линия, д. 20