

В. Г. МУЗАФАРОВ

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

55/9(078)

В. Г. МУЗАФАРОВ

ОСНОВЫ
ГЕОЛОГИИ

578

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1972

*Рекомендовано
Министерством просвещения СССР
в качестве пособия для учащихся
по факультативному курсу*

Музафаров В. Г.

М 89. Основы геологии. Учеб. пособие для учащихся
по факультативному курсу. М., «Просвещение»,
1972.

160 с с ил.

6-6

Геология — наука о строении, законах развития и истории Земли. Название это произошло от двух греческих слов: «гео» — земля, «логос» — учение.

В основе современной экономики лежит использование минерального сырья.

В царской России многие ископаемые богатства нашей страны оставались неизвестными. Обнаруженные полезные ископаемые хищнически разрабатывались преимущественно иностранными капиталистами. По выявленным запасам многих основных видов минерального сырья царская Россия занимала одно из последних мест в мире.

Советский Союз по разведанным запасам большинства видов минерального сырья занимает ведущее место в мире, он является крупнейшей минерально-сырьевой державой.

Геологоразведочные работы в нашей стране получили небывалый размах в годы Советской власти. За 50 с лишним лет на территории СССР выявлено и разведано более 15 тысяч месторождений важнейших полезных ископаемых. Советская геологическая служба располагает современной техникой и специалистами высокого класса.

Советские геологи оказывают большую помощь социалистическим и развивающимся странам в освоении природных ресурсов — в выявлении месторождений минерального сырья.

Весьма заманчивые перспективы открываются перед геологами в связи с освоением космоса. Советская автоматическая станция впервые в истории доставила на Землю образцы лунного грунта. Прибор, установленный на луноходе, определяет химический состав лунных пород и полученные сведения передает на Землю.

В последнее время стали широко применяться новые научные методы геологической разведки: магнитометрический, сейсмометрический, гравиметрический, радиометрический, бактериологический, газовый и другие.

Магнитометрический метод применяется большей частью при поисках магнитного железняка — самой богатой железом руды. В районах скопления магнитного железняка наблюдаются магнитные аномалии, вызванные магнитными действиями этого полезного ископаемого. Обнаруживая и изучая магнитные аномалии, геологи выявляют районы распространения железных руд и занимаемую ими площадь.

Метод сейсмометрии основан на определении скорости распространения сейсмических колебаний в горных породах. В рудных телах волны распространяются с большей скоростью, что дает возможность отличить их от пустой породы.

Гравиметрический метод основан на изучении силы тяжести, которая меняется в зависимости от плотности пород, слагающих отдельные участки земной коры. Хорошие результаты дает этот метод при разведке нефтяных месторождений, которые обычно бывают приурочены к куполообразным поднятиям.

Компасом геологов служат радиоволны, проходящие через рудные тела быстрее, чем через пустые породы. Чувствительная аппаратура фиксирует повышение напряженности поля и определяет местонахождение рудного тела.

Космические лучи также являются «кладоискателями». Рудное тело имеет большую плотность, чем окружающая порода, в зависимости от этого меняется и интенсивность космических лучей, регистрируемая специальными приборами.

При поисках месторождений нефти используются бактериологический и газовый методы, основанные на обнаружении в подпочвенных слоях особых газов и бактерий, окисляющих углеводороды, присущих нефтеносным районам.

Новый геохимический метод поиска рудных месторождений дает возможность, изучая образцы горных пород, залегающих на поверхности, определять присутствие руд на глубине. Основой этого метода служит изучение «ореолов рассеяния металлов», которые обнаруживаются в почвах, растениях, водах. Горные породы, окружающие рудные концентрации, содержат микроскопические вкрапления рудных минералов, обнаруживаемых тонкими анализами (спектральный и др.). С помощью нейтронных потоков в породах определяют присутствие даже минимальных количеств различных металлов.

Растения-индикаторы указывают на распространение тех или иных металлов. Так, например, на содержание в почве цинка указывает фиалка трехцветная, меди — растение качим, молибдена — зверобой и т. д. Известно около 30 видов растений, помогающих верно прогнозировать наличие подземных кладов.

От присутствия тех или иных химических элементов меняется окраска растений. Так, в районах распространения молибдена ярко-красные лепестки мака имеют черные пятна, железо придает листьям полыни желтый оттенок и т. д. Для разведки сульфидных руд используют собак-рудоискателей, которые отыскивают эти руды по специфическому сернистому запаху, если руды залегают даже на глубине 2—7 метров.

Будущее поисковых работ за теоретическим прогнозированием, основанном на изучении геологических закономерностей, определяющих происхождение и размещение полезных ископаемых. При изучении закономерностей размещения рудных месторождений особенно важно выявить признаки влияния на земную кору процессов, протекающих в глубинных зонах Земли.

В настоящее время развивается математическая геология, аэрогеология. Аэрогеологи проводят геологическую съемку с самолетов и вертолетов: они владеют навыками наблюдения и картирования геологических образований в полете. В наше время существуют и «морские геологи», изучающие геологические особенности и минеральные богатства океанов.

Геология, изучая земные толщи, образовавшиеся в течение многовековой истории Земли, восстанавливает прошлое нашей планеты и развитие органической жизни на ней. Слои земной коры являются своеобразным музеем огромных размеров, в котором последовательно экспонируются окаменелые остатки органического мира, начиная с его простейших представителей до современных высокоорганизованных форм. Земные слои как книга, в которой «записана» продолжительная, сложная и интересная история развития Земли. Не все могут читать эту «книгу», так как необходимо иметь геологические знания.

Изучение геологического прошлого Земли и сохранившихся в земной коре остатков вымерших организмов позволяет восстановить историю развития неживой и живой природы, определить их взаимосвязи и выявить закономерности в развитии земной коры и органической жизни на Земле.

Геология дает фактический материал для диалектико-материалистического понимания природы и подтверждения правильности эволюционного учения.

Курс геологии в средней школе знакомит с геологическими процессами настоящего и прошлого, а также с главнейшими минералами и горными породами, образовавшимися в результате геологических процессов.

Для развития геологии много сделали русские и советские геологи.

Один из основоположников геологии как науки — выдающийся ученый второй половины XVIII века Михаил Васильевич Ломоносов. Он понимал развитие Земли как процесс непрерывного поступательного движения, выделил две основные силы, действующие на Земле, — внутренние и внешние; при объяснении геологического прошлого Земли применил метод сравнения с совершающимися геологическими процессами. Прогрессивные, материалистические взгляды М. В. Ломоносова намного опередили научную мысль того времени.

Основоположником советской геологии заслуженно считается Александр Петрович Карпинский (1847—1936), работы которого получили мировое признание.

А. П. Карпинский первый составил палеогеографические (древнегеографические) карты для Европейской части России; основы учения о платформах — более устойчивых участках земной коры — были заложены им в конце XIX века.

Основатель геологии Сибири — знаменитый путешественник и исследователь Владимир Афанасьевич Обручев (1863—1956).

Выдающимся исследователем минеральных богатств нашей страны был Александр Евгеньевич Ферсман (1883—1945). Влюбленный в «мир камня», он с детских лет коллекционировал минералы, а став ученым, очень много сделал в исследовании и открытии месторождений различных полезных ископаемых. Его научно-популярные книги по минералогии читаются с огромным интересом.

Иван Михайлович Губкин (1871—1939) почти 15 лет был школьным учителем и только в сорокалетнем возрасте, окончив горный институт, начал заниматься геологией. В изучении нефтяных месторождений СССР он достиг очень больших успехов. Его труд был высоко оценен советским народом, он был избран в действительные члены Академии наук СССР.

Велики и разнообразны минеральные богатства нашей Родины. Огромных успехов достигли советские геологи в их изучении. Но мы еще не можем сказать, что разведаны все сокровища, тающиеся в недрах страны. Геологи продолжают трудиться. Мужественна и романтична их профессия. Ее выбирает тот, кто любит природу, кто хочет разгадать ее тайны и познать закономерности развития. Много еще предстоит сделать человечеству, чтобы изучить нашу планету и другие небесные тела.

Интересные и полезные книги.

«50 лет советской геологии». М., «Недра», 1968.

С. С. Кузнецов. Отечественные геологи. М., Учпедгиз, 1958.

Детская энциклопедия, т. I, изд. 2. М., 1965.

А. Е. Ферсман. Мои путешествия. М., «Молодая гвардия», 1949.

Внутреннее строение Земли.

Вопрос о внутреннем строении Земли — один из самых сложных, интересных и важных вопросов современной геологии.

В связи с широким использованием минеральных богатств, лежащих близко к земной поверхности, и некоторым истощением запасов этих богатств встала проблема исследования, освоения и использования полезных ископаемых, залегающих в более глубоких слоях. Ежегодно в мире добывается 5 миллиардов тонн полезных ископаемых. Полезные ископаемые, лежащие в земной коре, составляют лишь $\frac{1}{10}$ часть минеральных богатств Земли. Основные минеральные богатства лежат ниже этого слоя.

Изучение глубинных зон Земли представляет интерес не только с точки зрения добычи минерального сырья, но и в том отношении, что с глубинными зонами тесно связаны процессы, влияющие на строение и изменение земной коры: складчатые, разрывные, колебательные движения, землетрясения, вулканизм и другие. Кроме того, изучение глубинных зон Земли имеет значение для выяснения множества вопросов о геологическом прошлом нашей планеты и выявления энергетических возможностей. Подсчитано, что перенос одного кубического километра вещества внутренних зон Земли на ее поверхность дает тепловую энергию, эквивалентную сжиганию 40 миллионов тонн нефти.

Изучение внутреннего строения Земли является одной из самых сложных проблем. По трудности она может равняться лишь с освоением космоса.

Трудность выяснения внутреннего строения Земли заключается в том, что глубинные участки Земли недоступны непосредственному наблюдению. Самая глубокая шахта в настоящее время достигает глубины 3,5 километра (золотой рудник Колар

в Индии), а эта глубина составляет ничтожный процент от радиуса Земли, равного 6372 километрам. Самые глубокие ущелья достигают глубины двух километров (каньон реки Колорадо в Северной Америке). Самая глубокая скважина имеет глубину 7724 метра (США, Техас).

В недалеком будущем с целью изучения глубинных зон Земли предполагается пробурить в земной коре сверхглубокие скважины, но проходка одной такой скважины при современных методах бурения займет немало времени. Следовательно, нужны новые, более эффективные методы бурения. Над этой проблемой работают советские и зарубежные специалисты.

Считаясь с ограниченными возможностями глубинного бурения, ученые применяют и косвенные приемы исследования земных недр. Например, при процессах горообразования нижние слои, собранные в складки, могут быть приподняты и при разрушении этих складок внешними силами породы, некогда лежащие на глубине, обнажаются. Изучение этих пород дает возможность иметь более или менее достоверные сведения о составе верхней оболочки Земли до глубины 15—20 километров. Выход на дневную поверхность расплавленных масс из глубинных зон Земли при вулканических извержениях дает возможность судить о вещественном составе внутренних слоев Земли. Для изучения строения Земли могут быть использованы глубокие разломы в земной коре, опускания и поднятия по ним отдельных блоков земной коры. Безусловно, нижние части выступающих блоков в свое время образовались в глубинных зонах Земли. Такие разломы, например, характерны для Восточной Африки. Большое значение для изучения внутреннего строения Земли имеют геофизические методы, а из них наиболее важен сейсмический метод, основанный на изучении скорости распространения в земле колебаний, вызванных землетрясениями или искусственными взрывами. Сейсмические волны, возникающие при землетрясениях, проходя через толщу Земли, меняют скорость, что указывает на неоднородность состава и неодинаковую плотность внутренних частей Земли. Средняя скорость распространения продольных волн в земной коре — 5,5 километра в секунду. На глубине около 50 километров скорость резко меняется (8 километров в секунду), затем она резко меняется еще раз на глубине 2900 километров (13 километров в секунду) и в ядре Земли эта скорость равна 8 километрам в секунду. Таким образом, устанавливаются две поверхности резкого изменения скорости волн землетрясений: на глубине около 50 километров и на глубине 2900 километров. На основании новейших исследований в настоящее время в науке общепризнано внутреннее оболочечное строение Земли. Земля состоит из трех внешних (атмосфера, гидросфера, биосфера) и трех внутренних геосфер: земной коры, мантии, ядра.

Земная кора, или литосфера, неоднородна. Существует два типа коры — континентальный и океанический. Кора *континентального типа* имеет среднюю мощность (толщину) 30—40 километров, *океанического типа* — 5—7 километров. Поверхность, отделяющую литосферу от подкорового вещества, впервые установил югославский ученый А. Мохоровичич; она и получила название поверхности раздела или линии Мохоровичича (сокращенно Мохо). Следующая сфера, более плотная, расположенная под земной корой, называется мантией. Она простирается от границы с земной корой до глубины 2900 километров. Мантия окружает ядро, расположенное в центре Земли и имеющее радиус около 3,5 тысячи километров.

Температура и давление внутри Земли. Температура поверхностного слоя Земли меняется по сезонам в зависимости от годового баланса тепловой энергии, поступающей от Солнца. На некоторой глубине (различной в разных районах) не сказывается влияние солнечного тепла. Это пояс постоянной температуры. Глубже этого пояса, в направлении от поверхности Земли к центру, температура постоянно повышается: в среднем на каждые 33 метра на 1°. Это так называемая геотермическая ступень. В ядре температура достигает двух-трех тысяч градусов.

Увеличение температуры с глубиной имеет большое практическое значение. С ним приходится считаться при бурении сверхглубоких скважин, заложении глубоких шахт, проходке тоннелей и т. д. Так, в одном из золотых рудников в Трансваале (Южная Африка) пришлось приостановить проходку шахты только потому, что на глубине около 2300 метров температура достигла +40°. Строительство Симплонского тоннеля в Альпах значительно усложнила высокая температура, при которой рабочие одной смены могли работать лишь очень непродолжительное время.

Предполагается, что если в горных областях пробурить сверхглубокие скважины (порядка 15—20 километров), то можно получить готовый рудный расплав, так как на этой глубине очень высокая температура.

Естествен вопрос: откуда взялось внутреннее тепло Земли? Источником тепла внутри Земли считают главным образом распад радиоактивных элементов и энергию, получающуюся от перемещения вещества под влиянием силы тяжести.

Давление с глубиной также повышается. Из-за громадного давления вещества мантии в два — четыре раза прочнее твердой стали. Благодаря высокому давлению вещества внутри Земли находятся в твердо-пластичном состоянии.

Чем твердо-пластичные вещества отличаются от остальных? Они на медленные действия реагируют как жидкие, на мгновенные, быстрые действия — как твердые. Самый известный пример такого вещества — вар. Если он долгое время лежит на

столе — растекается подобно жидкости, если по нему ударить молотком — он раскалывается на мелкие кусочки, т.е. в этом случае ведет себя, как твердое вещество.

Вещественный состав земной коры и внутренних оболочек Земли.

В состав земной коры входят все известные химические элементы. Но распределены они в ней неравномерно. Наиболее распространены 12 элементов (кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, калий, магний, водород, титан, углерод, хлор), которые составляют более 99% земной коры. По весу земная кора почти наполовину состоит из кислорода (47 весовых процентов). С глубиной увеличивается количество магния, железа, никеля, хрома, а количество кислорода, кремния, алюминия уменьшается.

Продукты природных химических реакций называются минералами. Минералы имеют более или менее постоянный химический состав и определенные физические свойства. Абсолютное большинство минералов представляют собой вещества твердые, кристаллические (кварц, полевой шпат, слюда и др.). Бывают минералы жидкие (вода) и газообразные (горючие газы).

Минералы большей частью встречаются в земной коре совместно, группами, образуя большие естественные закономерные скопления — так называемые горные породы.

Горные породы могут состоять из зерен одного минерала (мрамор состоит из зерен кальцита) или из зерен разных минералов (гранит состоит из зерен полевого шпата, кварца и слюды).

Минералы и горные породы, которые могут быть использованы в народном хозяйстве, называются полезными ископаемыми. Среди полезных ископаемых различают *руды*, из которых извлекают металлы, *неметаллические ископаемые*, используемые в качестве строительного камня, керамического сырья, сырья для химической промышленности, минеральных удобрений и т.д., *горючие ископаемые* — угли, нефть, горючие газы, горючие сланцы, торф. Минеральные скопления, содержащие полезные компоненты в количествах, достаточных для экономически выгодной их добычи, представляют месторождения полезных ископаемых.

Изучение минералов и горных пород является одной из важнейших задач геологов. Более подробно с минералами и горными породами вы познакомитесь на практических занятиях.

Как было указано выше, различают два типа земной коры: материковый и океанический. В области континентов земная кора состоит из трех слоев: осадочного, гранитного и базальтического. В области океанов гранитный слой отсутствует или очень маломощен; малую мощность имеют осадочный и базальтический слои, близко к поверхности Земли подступает мантия.

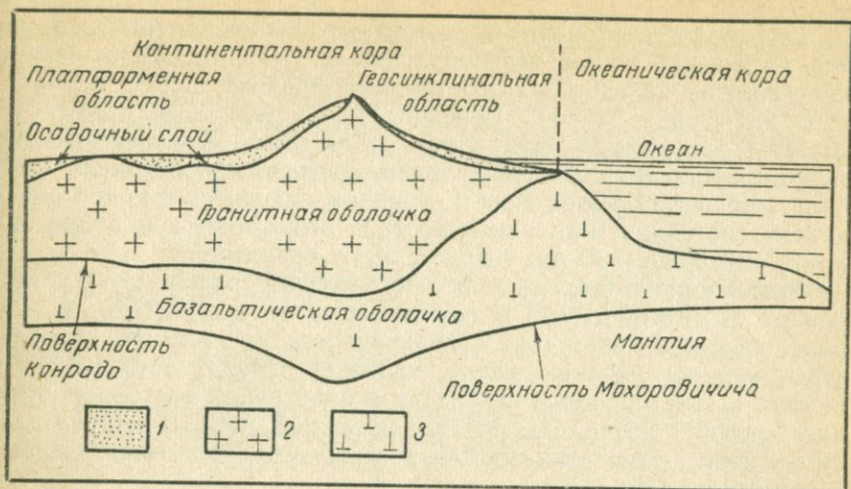


Рис. 1. Схема строения земной коры.

1 — осадочные породы; 2 — магматические породы гранитного состава и метаморфические породы; 3 — магматические породы базальтового состава и метаморфические породы.

Верхняя часть континентальной земной коры покрыта осадочными породами (глины, пески, известняки), образовавшимися в результате разрушения горных пород глубинного происхождения в поверхностных условиях, называется она *осадочным слоем* (рис. 1). Мощность его различна (от 0 до 10—20 километров), и он не сплошь покрывает Землю: местами глубинные породы не прикрыты осадочной толщей и выходят на дневную поверхность, например, на Кольском полуострове. В других местах, например на Западно-Сибирской равнине, наоборот, осадочная толща отличается большой мощностью.

Глубже расположена зона с преобладанием гранитов, гнейсов и кристаллических сланцев, она называется *гранитной оболочкой* Земли. В составе горных пород, слагающих эту оболочку, преобладают полевые шпаты, кварц и слюда. Гранитная оболочка — главная область распространения золота, олова, молибдена, вольфрама, радиоактивных и других элементов. Вещества в этой зоне в основном находятся в твердом состоянии. Мощность гранитной оболочки около 40 километров, здесь максимально проявляется радиоактивный распад. Гранитный слой также не сплошь покрывает Землю.

Под гранитной залегает базальтическая оболочка. Мощность базальтического слоя достигает 30 километров. Линия, отделяющая гранитную оболочку от базальтической, получила название поверхности Крэнрада.

Базальтическая оболочка состоит в основном из габбро. Минералогический состав этой оболочки следующий: широко распространены полевые шпаты, роговая обманка, авгит, магнитный железняк, оливин. Перечисленные минералы входят в состав горных пород базальтового типа. Химические элементы, типичные для этой оболочки: титан, хром, платина, никель, кобальт. Вещества в этой зоне в основном находятся в кристаллическом состоянии. Радиоактивность в базальтической оболочке приблизительно в 10 раз меньше, чем в гранитной.

Химический состав мантии с достаточной точностью не установлен. В этой оболочке резко уменьшается содержание кислорода, кремния, алюминия, увеличивается содержание золота, серы, железа, магния, никеля, хрома, углерода, фосфора. Вещества в этой оболочке находятся в пластичном состоянии, так как давление здесь достигает колоссальной силы. В мантии радиоактивных элементов приблизительно в 100 раз меньше, чем в базальтической оболочке.

Верхняя часть подкоревой оболочки до глубины 700 километров называется верхней мантией. Верхняя мантия, по предположению ученых, сложена из перидотита и других очень плотных пород, состоящих преимущественно из оливина, богатого железом и магнием. В верхней мантии происходят процессы, вызывающие движения земной коры, горообразование, землетрясение и вулканизм. С верхней мантией связаны образование континентов и океанов, геологическая история нашей планеты. Здесь же зарождаются расплавы, внедрение которых в земную кору приводит к образованию месторождений полезных ископаемых глубинного происхождения. Верхняя мантия местами выступает на поверхность на дне океанов в глубоководных узких впадинах.

Многие ученые считают, что ядро Земли состоит в основном из железа.

Изучение показало, что земная кора континентального типа постепенно формировалась из океанической. В центральной части Тихого океана сохранилась древняя (ранняя) земная кора. Предполагают, что земная кора состоит из более легкого материала, чем мантия, и что этот материал выплавился из мантии и «всплыл» на ее поверхность. Причина выплавления — разогревание, вызванное радиоактивным распадом. Гранитный и базальтический слои — это продукты разделения первичного материала Земли. Таким образом, земная кора, водная и воздушная оболочки выделились из недр Земли. Осадочная толща в основном образовалась из продуктов разрушения гранитно-базальтовых пород на поверхности Земли.

Геологические термины.

Геотермическая ступень — расстояние (ниже зоны постоянной температуры), при опускании на которое в глубь Земли температура горных пород повышается на 1°.

Динамическая геология — наука, изучающая современные геологические процессы.

Минералогия (от французского слова «минерал» и от греческого слова «логос» — учение) — наука о минералах, их составе, свойствах, происхождении, видоизменениях и использовании для потребностей народного хозяйства.

Петрография — наука о горных породах, их минералогическом и химическом составе, структуре, распространении, классификации и происхождении.

Вопрос.

Один источник имеет постоянную температуру воды, у другого она изменчива. У какого источника область питания лежит глубже? Почему?

Интересные и полезные книги.

В. А. Обручев. Плутония. Земля Санникова. М., Детгиз, 1958.

В. В. Белоусов. Земная кора и верхняя мантия. М., «Наука», 1968.

А. Н. Толстой. Гиперболоид инженера Гарина. М., Детгиз, 1959.

Введение. Земная кора с момента образования и до наших дней испытывает непрерывное воздействие двух сил: внутренних — эндогенных и внешних — экзогенных.

Эндогенные процессы — это проявление внутренней энергии Земли, возникающей в ее недрах. К процессам в земной коре, вызванным внутренними силами, т. е. к внутренним процессам, относятся так называемые тектонические, магматические и метаморфические процессы. Внутренние геологические процессы приводят к внедрению в слои земной коры вещества глубинных зон Земли и образованию полезных ископаемых глубинного происхождения.

Внутренние силы Земли изменяют формы ее поверхности, создают неровности в виде углублений и поднятий и тем самым придают контрастность рельефу и разнообразят его.

Экзогенные процессы происходят на поверхности Земли и на небольшой глубине в земной коре. Источниками экзогенных сил являются солнечная энергия, действие силы тяжести и жизнедеятельность организмов. Внешние силы стремятся сгладить неровности, созданные внутренними силами; они придают земной поверхности более или менее равнинную форму, разрушая возвышенности, заполняя углубления продуктами разрушения. Процесс разрушения и переноса продуктов разрушения внешними силами называется *денудацией*. Разрушая земную поверхность, внешние силы создают толщи осадочных горных пород и полезные ископаемые поверхностного происхождения. Заполнение углублений продуктами денудации называется *аккумуляцией*.

Внутренние и внешние процессы объединяются общим названием геологических. Геологические процессы сводятся к созданию и разрушению. В основном эти процессы протекают

медленно и человеку за всю его жизнь невозможно заметить их. Но есть процессы, например извержения вулканов или землетрясения, происходящие в короткий промежуток времени, и человек может наблюдать сам процесс и увидеть его результаты.

Земная поверхность в каждый отдельный момент своего существования представляет результат «борьбы» внутренних и внешних геологических сил. В некоторые моменты с большей интенсивностью действуют внутренние силы, в другие же моменты преобладают внешние силы. Этим определяется внешний облик земной поверхности. Внутренние и внешние процессы происходили в течение всей истории развития Земли, они происходят и сейчас. Современная поверхность Земли непрерывно видоизменяется под влиянием этих сил.

Геологические термины.

Денудация (от латинского слова «денудацио» — обнажение) — совокупность процессов разрушения горных пород на поверхности Земли и переноса продуктов разрушения.

Аккумуляция (от латинского слова «аккумулятио» — накопление) — накопление продуктов разрушения в пониженных участках земной поверхности.

Интересная и полезная книга.

В. А. Обручев. Занимательная геология. М., «Наука», 1965.

ВНУТРЕННИЕ, ИЛИ ЭНДОГЕННЫЕ, ПРОЦЕССЫ

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Тектонические процессы. Под действием внутренних сил на земную кору возникают процессы, называемые тектоническими движениями, которые вызывают деформацию — изменение формы земной поверхности и нарушение залегания горных пород. Движения и деформации, происходящие в земной коре, представляют результат процессов, происходящих в верхнем слое мантии. Причинами тектонических движений являются физико-химические процессы, бурно протекающие в верхней мантии, воздействие силы тяжести, изменения в скорости вращения Земли. С движениями в земной коре связаны горообразование, землетрясения, вулканизм, глубинное рудообразование. От этих движений зависит также характер и интенсивность разрушения земной поверхности, осадконакопление, распределение суши и моря.

Движения земной коры подразделяются на *складчатые*, *разрывные* и *колебательные*. Все они, вместе взятые, называются тектоническими движениями или тектоническими процессами.

При складчатых движениях горные породы сминаются в складки. При разрывных движениях образуются трещины



в земной коре, по которым происходит смещение разорванных частей относительно друг друга. Колебательные движения проявляются постоянно и повсеместно и выражаются в медленных вертикальных поднятиях и опусканиях отдельных участков земной коры.

Тектонические процессы приводят к нарушениям в залегании горных пород. Эти нарушения называются *дислокациями*.

Дислокации, или тектонические нарушения, могут быть вы-

званы двумя силами: направленными к земной поверхности горизонтально (*тангенциальными*) и вертикально (*радиальными*).

Изучение складчатых и разрывных движений земной коры имеет большое практическое значение. Со складчатыми движениями земной коры связано образование артезианских бассейнов подземных вод, формирование нефтяных месторождений. Разрывные движения способствуют образованию рудных жил, минеральных источников, но они и осложняют также разработку полезных ископаемых.

Формы залегания пластов Земли.

В горных районах, где наиболее интенсивно проявляются складчатые и разрывные движения, можно увидеть, как выглядят складки и разрывы горных пород.

Складками называются волнообразные изгибы пластов земной коры. Складки бывают различной формы. В них различают выпуклые и вогнутые части. Выпуклые части складок называются *антиклиналями*, вогнутые — *синклиналями*.

Под действием боковых сил происходят разрывы слоев и смещение их относительно друг друга в горизонтальном или наклонном направлении. Такие смещения слоев называются *сдвигами*. Сдвиги могут иметь протяженность в сотни и тысячи километров и характеризуются длительным развитием. Если под действием боковых сил слои разрываются и одни массы пород надвигаются на другие, образуются *надвиги*. Складки, сдвиги и надвиги особенно характерны для высоких, еще не разрушенных гор, например для Кавказа, Крыма.

Если горные породы из-за расколов земной коры разрываются на части под действием радиальных сил и смещаются относительно друг друга, в вертикальном направлении возникает так называемый *сброс* (рис. 2). Амплитуда смещения при

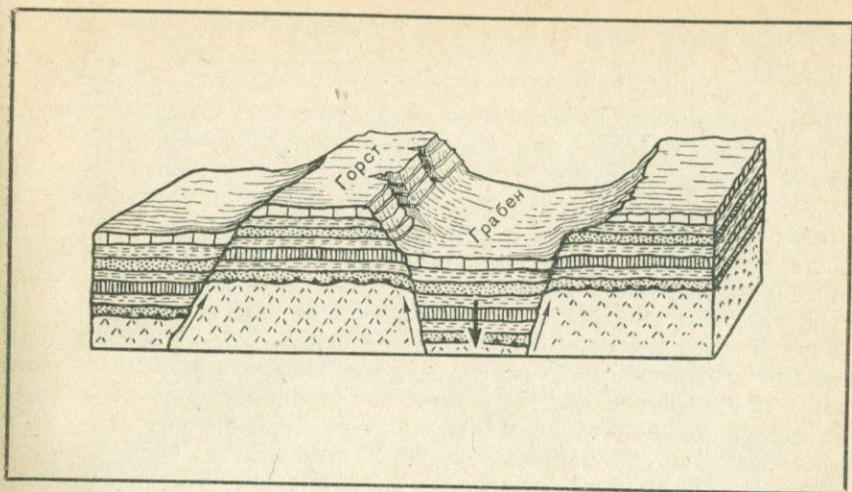


Рис. 3. Горст и грабен.

сбросе может достигать 1—2 километров. Примером сброса могут служить Жигулевские горы на Волге. В Жигулевском сбросе соприкасаются породы, образовавшиеся 350 млн. лет назад (каменноугольный период) и 65 млн. лет назад (палеогеновый период). Вертикальное смещение доходит до 700 метров.

Сбросы приводят к образованию горстов и грабенов. Горст — это выступ между двумя впадинами, грабен — впадина, образовавшаяся между двумя выступами (рис. 3).

Эти формы дислокаций более типичны для невысоких, в какой-то степени разрушенных гор. Горсты в этом случае представляют сбросовые или глыбовые горы, грабены — межгорные котловины, которые иногда бывают заполнены водой (озера тектонического происхождения). Классический пример грабена — озеро Байкал, а горстов — горы, его окружающие. Алтайские горы также представляют горсты, а Телецкое озеро — грабен, впадины Красного и Мертвого морей, восточно-африканских озер (Танганьика, Ньяса и другие) — грабены.

Сдвиги и надвиги — это результаты сжатия, сбросы, горсты, грабены — растяжения земной коры.

Земная кора испытывает постоянные вертикальные колебания. В последнее время научно установлено, что вертикальные поднятия и опускания играют основную роль в жизни земной коры. Они приводят к поднятию гор, к образованию впадин, к изменению очертаний суши и моря. Скорость этих движений незначительна, она колеблется от сотых долей миллиметра до нескольких сантиметров в год. Движения недоступны для непосредственного

Колебательные движения.

наблюдения, о них можно судить лишь по косвенным признакам.

На медленные поднятия указывают морские террасы, которые представляют береговую площадку, некогда выработанную в результате работы моря. Ширина этих террас в Норвегии, например, измеряется десятками метров. Аналогичные террасы можно наблюдать и на Черноморском побережье Кавказа в районе Нового Афона, в окрестностях Гагры. О прежнем высоком стоянии воды можно судить и по следам сверлящих моллюсков-камнеточцев, оставшимся на скале, сухим дельтам рек, выступившим подводным камням, появлению островов, сухих гаваней, обрывистости берега моря и водопадам, образованным реками в этой части. В результате медленных поднятий земной коры в настоящее время некоторые древние порты оказались на довольно значительном удалении от берегов, острова были присоединены перемычками суши к континенту. О поднятиях морского дна можно судить по коралловым рифам. Кораллы — морские животные, они могут жить лишь в морской среде не выше уровня прилива. Если кораллы оказываются выше уровня прилива, они погибают. Появление коралловых рифов выше этой отметки, несомненно, указывает на поднятие морского дна.

На погружения отдельных участков земной коры указывают затопленные водой береговые террасы, наличие подводных речных долин в устье рек (Амазонка, Конго), подводное продолжение фьордов (Норвегия), затопленные дельты рек — лиманы (побережье Черного моря), наличие эстуариев (приносимый реками обломочный материал не накапливается в устье), затопленных лесов, торфяников, дорог, поселений человека. О погружениях морского дна можно судить по тем же коралловым рифам. Кораллы обитают преимущественно на глубине 20—50 метров. При опускании участка морского дна коралловые рифы оказываются на больших глубинах, где их обитатели — кораллы из-за недостаточного содержания кислорода в воде погибают. Наиболее точным методом определения степени опускания является метод повторной геодезической съемки местности. Для этой цели пользуются наклономерами, позволяющими решать эту задачу за наиболее короткий срок. Геодезические данные позволяют составлять карты вертикальных колебаний для крупных территорий.

Прекрасным примером современного поднятия является Скандинавия. В Норвегии наблюдается около пяти древних береговых террас. Северная часть Финляндии поднимается со скоростью одного сантиметра в год. Площадь Финляндии увеличится за 100 лет примерно на 700 квадратных километров.

Опускания особенно характерны для Нидерландов. Жители защищают от затопления страну сложной системой дамб, плотин и постоянно следят за их сохранностью. Нидерланды назы-

вают страной, расположенной на морском дне, потому что $\frac{1}{5}$ ее территории находится ниже уровня моря.

В Советском Союзе поднимаются западные районы — Эстония, Латвия, значительные части Литвы, Белоруссии, Западной Украины и Среднерусской возвышенности. Опускания происходят между Москвой и Ленинградом, в Тамбовской низине и других местах.

На опускающиеся участки суши наступает море. Этот процесс известен под названием трансгрессии. В районах поднятия суши море отступает. Отступление моря называется регрессией. Регрессии характеризуются вертикальной сменой глубоководных отложений мелководными (глины сменяются песками, пески — галечниками). При трансгрессии обратная картина — смена мелководных отложений глубоководными.

Колебательные движения и практическая геология.

С колебательными движениями земной коры приходится считаться при оценке территорий, предназначенных для строительства портов, плотин, каналов, оросительных и дренажных систем, гидроэлектростанций, водохранилищ.

Медленные поднятия приводят к обмелению прибрежной зоны, слиянию мелких островов в большие, уменьшению глубин проливов между островами, присоединению островов к материку. В результате поднятий Скандинавского полуострова пришлось несколько раз переносить столицу Швеции Стокгольм в сторону Балтийского моря, чтобы сохранить город как порт. Колебательные движения в степных и лесостепных зонах влияют на эрозию почв, то усиливая, то снижая интенсивность роста оврагов. Повышение и понижение уровня грунтовых вод или стимулируют, или замедляют процесс торфообразования. Медленные поднятия, которые происходят, например, в Полесье, благоприятствуют осушению заболоченных земель. Следовательно, эти поднятия нужно учитывать при мелиоративных работах.

Строительство современных объектов нельзя вести без учета медленных колебаний земной коры.

Изучение колебательных движений — «пульса Земли» — имеет немаловажное значение и в деле познания развития и строения Земли. Оно дает возможность установить взаимосвязи процессов между глубинными и поверхностными участками Земли.

Геологические термины.

Обнажение — выход горных пород на поверхность Земли.

Тектонические движения (от греческого слова «тектонике» — строительное искусство) — перемещения вещества в земной коре под действием внутренних сил, вызывающие нарушения в условиях залегания горных пород.

Дислокация (от латинского слова «дислокатю» — смещение) — нарушение форм залегания горных пород, вызванное тектоническими движениями.

Тангенциальные дислокации — горизонтальные перемещения горных пород, вызванные нарушением залегания.

Радиальные дислокации — вертикальные перемещения горных пород, вызванные нарушением залегания.

Пликативные дислокации (от латинского слова «пликатус» — складчатый) — складчатые нарушения.

Дизъюнктивные дислокации (от латинского слова «дизъюкто» — разъединение) — разрывные нарушения.

Синклинал (от греческого слова «синклино» — наклоняюсь) — вогнутая складка, в центральной части (в ядре) которой расположены более молодые, а по краям более старые пласты.

Антиклиналь (от греческого слова «анти» — против; противопоставление синклинали) — выпуклая складка, в ядре которой расположены более древние, а по краям более молодые пласты.

Сдвиги — разрывные нарушения вследствие перемещения масс горных пород друг относительно друга вдоль круто падающих поверхностей разрывов, в направлении, близком к горизонтальному.

Надвиги — разрывные нарушения, сопровождающиеся надвиганием более древних слоев на более молодые по поверхности разрыва.

Сброс — перемещение участков земной коры по круто падающим поверхностям разрыва в направлении, близком к вертикальному.

Горст (немецкое слово «горст» — холм) — приподнятый участок земной коры, ограниченный сбросами.

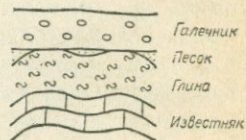
Грабен (немецкое слово «грабен» — ров) — опущенный участок земной коры, ограниченный сбросами.

Трансгрессия — наступление моря на сушу.

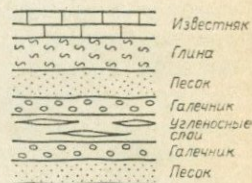
Регрессия — отступление моря от берегов.

Вопросы и задания.

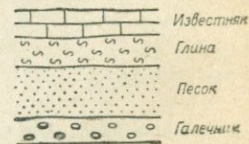
1. После отложения какого слоя в этом районе произошли нарушения в залегании горных пород (дислокации)?



2. Определите, при накоплении какого слоя показанный на рисунке участок земной коры представлял сушу и когда он находился под водой.



3. Показанная на рисунке последовательность отложения осадков указывает на отступление или наступление моря?



4. Сопоставляя орографическую и геологическую карты района, можно выяснить, каким движениям подвергались отдельные участки земной коры. Совпадение орографических и геологических контуров на карте говорит о распространении отложений одного возраста, одинакового состава и указывает на опускания. Если в данном районе проходит граница разновозрастных отложений, это свидетельствует о наличии разломов, сброса и других сходных с ними тектонических нарушений. Узнайте, какие движения земной коры характерны для вашей местности.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Введение. С движениями земной коры тесно связаны землетрясения.

Землетрясения — подземные толчки и колебания земной поверхности, вызванные процессами, происходящими в земной коре и в верхней мантии. Эти движения характеризуются весьма малой продолжительностью (доли секунды, секунды), но резко выражены. При землетрясении выделяется огромное количество энергии. Во время Верненского землетрясения (ныне город Алма-Ата), в 1910 году, в течение долей секунды, например, выделилось такое количество энергии, которое ДнепрогЭС вырабатывает за 325 лет непрерывной работы с полной нагрузкой. Ежегодно во всем мире при землетрясениях выделяется энергия, равная 660 триллионам лошадиных сил, или взрыву 130 млн. тонн тротила.

Явления, предшествующие землетрясениям, сопровождающие их и следующие за ними, получили название *сейсмических*.

Землетрясения происходят чаще, чем мы привыкли думать. Ежегодно на земном шаре происходит в среднем одно катастрофическое землетрясение, более 100 разрушительных, 1000 землетрясений, вызывающих незначительный ущерб, и более 100 000 землетрясений, регистрируемых лишь чувствительными приборами. «Городом-вибратором» называют японский город Мацусиро (префектура Нагано), где регистрируют наибольшее в мире количество толчков (более 6000 в год). Жители Мацусиро испытывают ежедневно 1—2 десятка толчков слабой и средней силы. В нашей стране ежегодно происходит 3—5 тысяч землетрясений, из них 5—10 разрушительных.

Землетрясения происходят не только на суше, но и на дне морей и океанов. В этом случае их называют моретрясениями. Иногда моретрясения приводят в движение большие водные массы: образуются высокие волны — *цунами*, стремительно наступающие на берег и вызывающие большие бедствия.

Цунами на территории нашей страны возникают возле Камчатско-Курильского побережья. Здесь организована специальная «служба цунами», которая предупреждает команды судов, население прибрежных городов и рыбацких поселков о надвигающейся опасности для того, чтобы были вовремя приняты необходимые меры безопасности. Прогнозы о приближающихся цунами делаются путем регистрации сопровождающих подводные землетрясения сейсмических волн, которые распространяются в 70 раз быстрее цунами.

Сила землетрясений. Силу землетрясений оценивают по различным признакам: по ощущению сотрясений, по их разрушительному эффекту и максимальной величине смещения маятника сейсмографа — прибора, регистрирующего колебания, вызванные землетрясением. На основании

наблюдений составлена шкала силы землетрясений. В разных странах применяются свои шкалы: в Советском Союзе 12-балльная, в Японии — 7-балльная, в Западной Европе — 10-балльная.

12-балльная шкала оценки силы землетрясений

1 балл — землетрясение людьми не ощущается, но регистрируется приборами.

2 балла — ощущается только весьма чувствительными людьми.

3 балла — лёгкое раскачивание висячих ламп, открытых дверей. Отмечается людьми, находящимися в спокойном состоянии.

4 балла — ощущается людьми в движении.

5 баллов — качаются висячие предметы. Землетрясение ощущается внутри здания, так как оно сотрясается, и большинством людей под открытым небом. Если землетрясение происходит ночью, все просыпаются. Животные беспокоятся. В отдельных зданиях наблюдаются лёгкие повреждения.

6 баллов — незначительные повреждения зданий. Неустойчивость людей при движении. Животные выбегают из укрытий.

7 баллов — значительные повреждения зданий. Оползни берегов рек. Остаются невредимыми деревянные и антисейсмические постройки. Передвигаться без опоры трудно.

8 баллов — сильные повреждения крупных зданий; некоторые частично обваливаются. Люди с трудом удерживаются на ногах. Имеются человеческие жертвы.

9 баллов — сильное повреждение каменных зданий; многие становятся непригодными для жилья. Обвалы в горах. Повреждение дорог. Много жертв. Животные ощущают страх.

10 баллов — все здания рушатся. Разрывы трубопроводов. Дороги деформируются. Образуются крупные трещины в грунте. Животные в ужасе мечутся и кричат. Много жертв.

11 баллов — от каменных построек всех родов остаются развалины. Наблюдается сильное искривление железнодорожных рельсов. Большие оползни и обвалы. Очень много жертв.

12 баллов — всеобщее разрушение зданий и сооружений. В горных районах растительность и животные погибают от обвалов и осей. Сильно изменяется рельеф. Вертикальные и горизонтальные сдвиги горных пород, разрывы земной поверхности. Возникают новые озера. Изменяются русла рек. Гибель значительной части населения.

Очаги землетрясений. Очаг землетрясений, т. е. место, где в земной коре произошли смещения горных пород, вызвавшие сотрясение почвы, получил название гипоцентра. Участок, расположенный на поверхности Земли над гипоцентром, называется эпицентром.

Очаг землетрясений располагается на разных глубинах, в большинстве случаев в пределах 50—60 километров. Наибо-

лее разрушительны землетрясения, очаги которых расположены на глубине 100—300 километров. В редких случаях очаг располагается на глубине 700—800 километров. В некоторых случаях очаг землетрясения находится близко от земной поверхности.

Наибольшая сила землетрясения наблюдается на поверхности Земли в эпицентре и в районах, прилегающих к нему. Эта область получила название *плейстосейстовой*.

Из гипоцентра в виде concentрических окружностей расходятся волны, вызванные продольными и поперечными колебаниями земной коры.

Продольные волны, или волны сжатия, возникают в результате увеличения или уменьшения объема частиц. Поперечные волны, или волны сдвига, образуются при изменении формы частиц. Выход поперечных волн на поверхность под углом к пластам земной коры приводит к образованию новых, так называемых поверхностных или длинных волн, распространяющихся от эпицентра по всем направлениям и охватывающих лишь верхний слой земной коры. Эти волны, распространяясь от эпицентра к периферии, постепенно затухают.

Сейсмические волны распространяются с различной скоростью, причем наибольшей скоростью обладают продольные волны (около 8 километров в секунду), несколько меньшей скоростью обладают поперечные волны (около 5 километров в секунду) и наименьшую скорость имеют поверхностные волны (3,5 километра в секунду).

Продольные и поперечные волны на поверхности Земли вызывают сотрясения и вращательные движения; поверхностные волны создают волнообразные движения, которые оказывают наиболее разрушающее влияние на здания и инженерные сооружения.

Последствия землетрясений.

Землетрясения — самые катастрофические явления природы. За несколько минут или даже секунд разрушаются самые крепкие сооружения.

Вот как описывает мессинское землетрясение (Италия) 1908 года А. М. Горький, свидетелем которого он был: «Земля глухо гудела, стонала, горбилась под ногами и волновалась, образуя глубокие трещины — как будто в глубине проснулся и ворочается веками дремавший некий огромный червь».

Самое крупное землетрясение произошло в Китае в 1556 году, оно привело к гибели 830 тыс. человек.

Изучение сейсмических явлений.

Для обнаружения и изучения землетрясений существуют тонко чувствительные приборы — сейсмографы, которые помещаются на большую глубину, недоступную внешним помехам.

Для регистрации горизонтальных смещений пользуются горизонтальным, для обнаружения вертикальных смещений — вертикальным сейсмографами.

Принцип работы сейсмографа сводится к тому, что при смещениях верхних слоев земной коры, вызванных землетрясением, смещается и сейсмограф, а следовательно, смещается и точка прикрепления тяжелого маятника — основной части сейсмографа, к штативу. Маятник, обладая инерцией (благодаря большой массе), при этом движении в первые моменты остается неподвижным; в дальнейшем он приходит в колебательное движение, не совпадающее с колебаниями подставки, на которой укреплен барабан с наложенной на него фотобумагой. Конец маятника чертит на бумаге кривые колебания. Колебания записываются механическим, оптическим и другими способами. Если земная кора спокойна, на фотобумаге, наложенной на вращающийся с определенной скоростью барабан, прочерчивается прямая линия, при колебаниях земной коры линия становится зигзагообразной.

Такие записи называются сейсмограммами. В настоящее время в СССР организована сеть автоматических сейсмических станций, работающих без обслуживающего персонала, самостоятельно передающих сведения на центральный пункт. Сейсмограммы заменяются записью на магнитную ленту. При обработке сейсмических данных используют электронно-счетные машины.

Советские конструкторы создали сейсмограф, который едва уловимые сигналы сейсмических волн усиливает в сто тысяч раз. Таким образом прибор фиксирует даже очень далекое и слабое движение внутри Земли. В этом сейсмографе использован оригинальный электрический конденсатор, одна пластина которого укреплена на чувствительном маятнике, а другая на самом приборе. При колебании маятника, вызванном землетрясением, расстояние между пластинами конденсатора меняется, и это приводит к изменению его электрической емкости. Возникающий при этом сигнал регистрируется. Современные сейсмические приборы отмечают колебания земной коры, имеющие амплитуду 0,000001 миллиметра.

Причины землетрясений. Сотрясения земной коры могут быть вызваны различными причинами. В зависимости от причин различают землетрясения обвальные, карстовые, вулканические и тектонические.

Обвальные землетрясения происходят вследствие горных обвалов, они не бывают сильными.

Карстовые землетрясения происходят после больших провалов в земной коре. В карстовых районах, где легко растворимые в воде породы (каменная и калийные соли, гипс, известняк и другие) выходят на поверхность или залегают близко к ней, растворяются подземными водами, что приводит к образованию пустот, пещер. Обрушивание кровли этих пустот вызывает сотрясение почвы. Карстовые землетрясения носят местный характер и обладают небольшой силой. В СССР они

наблюдаются в Татарской, Башкирской АССР и в других карстовых районах.

Вулканические землетрясения характерны для вулканических районов и имеют связь с вулканическими извержениями. Сильные взрывы, которые обычно сопровождают извержение вулканов, вызывают сотрясения почвы. Эти землетрясения также носят местный характер, но они обычно более сильные по сравнению с карстовыми. В СССР вулканические землетрясения наблюдаются на Камчатке.

Тектонические землетрясения тесно связаны с движениями земной коры, когда в ней возникают громадные напряжения. Если сила напряжений превзойдет прочность горных пород, происходят разрывы, внезапные их перемещения, накопленная энергия мгновенно выделяется и огромной силы удар порождает упругие сейсмические волны.

Напряжения в земной коре возникают вследствие сложных перемещений вещества мантии и вследствие сжатия или расширения его объема. Напряжения могут возникнуть и от неравномерного разогрева вещества внутренним теплом Земли, при переходе части глубинного вещества из одного состояния в другое.

Тектонические землетрясения являются самыми сильными и наиболее распространенными.

Существуют сейсмические области (зоны), где землетрясения часты и отличаются большой силой, и асейсмические, где они слабы и происходят редко.

Наибольшей сейсмичностью на Земле обладают две области: Тихоокеанские побережья Азии, Америки, Австралии и Средиземноморско-Азиатская горная область. Это те участки земной коры, где наиболее активно проявляются тектонические процессы.

Тихоокеанская сейсмическая область, на долю которой приходится 68% всех землетрясений, охватывает побережья Камчатки, Аляски, Северной и Южной Америки, Австралии, Индонезию, побережье Китая, Филиппины, Японию, Курильские острова, остров Сахалин.

Средиземноморско-Азиатская сейсмическая область проходит широкой полосой от Португалии и Испании, через Италию, Грецию, Турцию, Кавказ, Крым, страны Среднего Востока, через советские среднеазиатские республики, выходит к Прибайкалью и далее сливается на побережье Тихого океана с первой зоной. Эта зона имеет протяженность в широтном направлении от Атлантического океана через Гималаи до Малайского архипелага. Сильные землетрясения бывают в Японии, Италии, Португалии, Испании, Греции, Турции, Иране, на севере Индии, Южной Америке.

Сейсмически опасные районы занимают более $\frac{1}{5}$ территории СССР. Это южные и восточные окраины страны: Карпаты,

Горный Крым, Кавказ, Закавказье, Туркмения, Памир, Тянь-Шань, Алтай, Саяны, Прибайкалье, Забайкалье, Камчатка, Сахалин, Курильские острова. На Курило-Камчатской дуге происходит около 80% всех землетрясений, регистрируемых на территории нашей страны. Сильные землетрясения бывают в Алма-Ате, Фрунзе, Баку, Душанбе, Ашхабаде, Ташкенте, Петропавловске-на-Камчатке. К асейсмическим районам относятся Русская равнина, степные районы Западной Сибири, Среднесибирское плоскогорье.

Предсказание землетрясений.

Прогнозирование землетрясений имеет практическое значение при выборе места для строительства новых городов и поселков, водохранилищ, инженерных сооружений и т. д.

На приближение момента землетрясения всегда реагируют животные: лошади, собаки, кошки, коровы, овцы. Кроты, ящерицы, змеи выползают из нор; голуби, ласточки, воробьи, перепелки покидают гнезда и поднимаются в воздух. Особенно чутки к приближению землетрясения гуси.

Предвестником землетрясений служит необычное поведение рыб: они выбрасываются из воды, а глубоководные рыбы накануне крупных землетрясений появляются у берегов.

Крупным землетрясениям всегда предшествуют мелкие, слабые. Перед землетрясением возникают магнитные бури, усиливаются звуковые эффекты в земной коре и возникают электрические токи, изменяются углы наклона поверхностей. Установлено, что перед землетрясением увеличивается содержание радиоактивных веществ (радона) в минеральной воде. За несколько дней до ташкентского землетрясения, например, резко изменились состав и температура термальных источников.

Измерение времени пробега сейсмических волн, образующихся при небольшом искусственном взрыве под землей (или бомбардировки отдельных участков земли с воздуха), до сейсмических станций показывает его постоянство. Это время пробега меняется, если на пути волны возникает очаг будущего землетрясения. Постоянство измеряемых характеристик (скоростей сейсмических волн, электрических и магнитных свойств, наклонов и деформаций) является свидетельством сейсмического благополучия данного района.

Антисейсмическое строительство.

Сейсмические карты являются нормативными документами для строителей. В сейсмически активных зонах принимаются специальные строительные меры, усиливающие сейсмостойкость сооружений. В сейсмических районах ведется особое сейсмостойкое строительство, рассчитанное на наибольшую силу землетрясений в данной местности. Для сейсмических районов большое значение имеет тип сооружения и материал, из которого оно построено. Более устойчивы деревянные постройки, больше страдают от землетрясений каменные. В сейсмических

районах для зданий подбирают облегченные кровли, детали, ограничивают этажность зданий.

Стены зданий для прочности опоясывают железобетонными горизонтальными поясами, металлическими креплениями связывают межэтажные перекрытия.

Основой предохранения зданий от разрушительного действия землетрясений является устранение жесткой связи стен здания с землей. Она заменяется подвижной, гибкой, податливой связью. При этом достигается неподвижность здания при землетрясении.

Геологические термины.

Гипоцентр, очаг, или фокус, землетрясения — место возникновения толчков землетрясений в недрах Земли.

Эпицентр (от греческого слова «эпи» и от латинского слова «кентрум» — центр) — место на земной поверхности, расположенное над очагом землетрясения.

Плейстосейстовая область (от греческих слов «плейстос» — наибольший и «сейтос» — потрясенный) — область максимального проявления землетрясений на поверхности Земли.

Задание.

Если вблизи вашего местожительства есть сейсмическая станция или служба цунами, посетите эти учреждения и ознакомьтесь с их работой.

Интересные и полезные книги.

Г. Тазиев. Когда земля дрожит. М., «Мир», 1968.

Г. Гуревич. Подземная непогода. Научно-фантастическая повесть. М., Детгиз, 1956.

Г. П. Горшков. Землетрясения на территории Советского Союза. М., Географгиз, 1949.

МАГМАТИЗМ

Под магматизмом понимают внедрение огненно-жидкой массы внутренних зон Земли — магмы — в земную кору и излияние ее на поверхность при вулканических извержениях. В зависимости от того, задержалась ли огненно-жидкая масса на глубине или излилась на поверхность, различают глубинный (*интрузивный*) и поверхностный (*эффузивный*) магматизм. Поверхностный магматизм называется также вулканизмом.

Магматизм тесно связан со складчатями и разрывными движениями земной коры и наблюдается в тех районах, где особенно активны тектонические процессы.

Глубинный магматизм

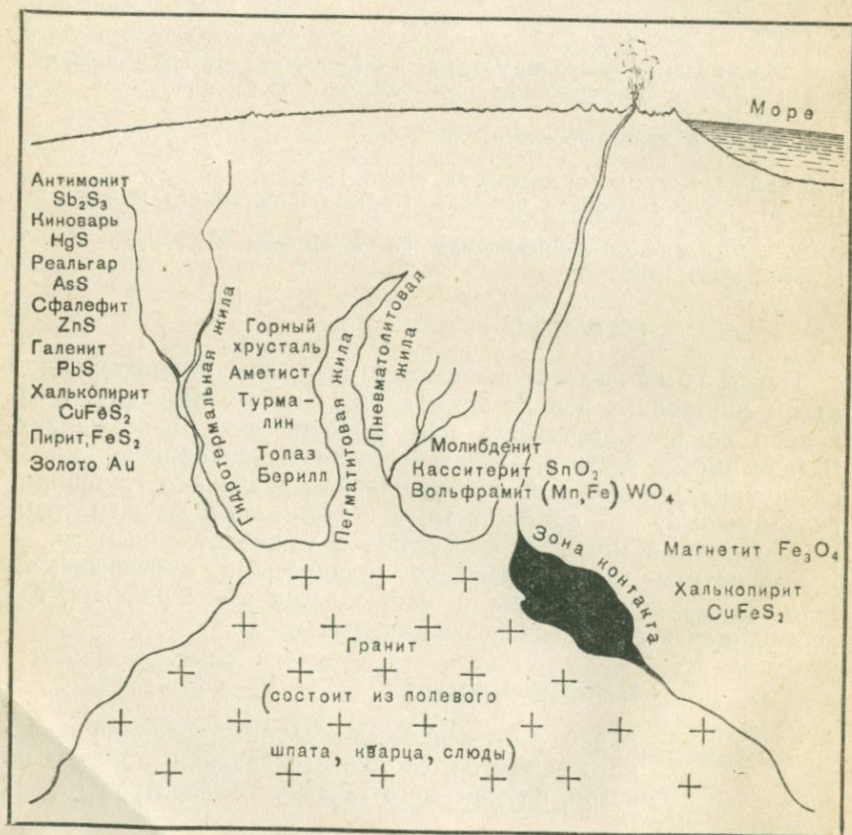
Введение. Магма — высокотемпературный расплав сложного вещества, состоящего главным образом из силикатов и окислов, насыщенного газами. Температура магмы превышает 1000°.

При тектонических процессах магма внедряется в земную кору. Большая часть внедрившейся магмы, не выходя на поверхность, застывает на различных глубинах в земной коре и лишь незначительная ее часть по трещинам поднимается и изливается на поверхность Земли (рис. 4). Излившаяся магма частично теряет газы, водяной пар. Магма такого состава называется лавой.

Магматическое минералообразование.

Магма, внедряющаяся в земную кору, несет высокую температуру и находится под высоким давлением вышележащих слоев Земли. В этих условиях начинается медленное ее охлаждение. В процессе охлаждения составные части магмы вступают между собой в химические реакции — образуются минералы магматического происхождения.

Рис. 4. Схематический разрез земной коры в области внедрения гранитной магмы.



Температура затвердевания у химических элементов различна, поэтому не все минералы образуются одновременно. В первую очередь выделяются тугоплавкие соединения, по мере охлаждения магмы — менее тугоплавкие.

На процесс минералообразования, кроме температуры, оказывают влияние давление, состав и концентрация компонентов.

Магматический очаг постепенно заполняется твердыми минеральными образованиями, из которых состоят магматические породы (граниты, габбро и другие).

**Формы залегания
глубинных
магматических
пород.**

Застывающая в толще земной коры магма приобретает различные формы. Наиболее часто встречаются батолиты (рис. 5). Батолит имеет большие размеры и неправильную форму.

Площадь, занимаемая им, всегда превышает 200 квадратных километров. Батолиты образуются на больших глубинах. Шток очень напоминает батолит, но он гораздо меньших размеров: площадь, занимаемая им, менее 200 квадратных километров.

Лакколит образуется на средних глубинах. Он имеет определенную форму — либо грибообразную, либо караваяобразную. Название его произошло от латинского слова «лаккос» — булка. Лакколит имеет дно и подводящий канал. Образуется он в результате внедрения магмы между слоями осадочных пород. Характеризуется относительно небольшой протяженностью, но относительно большой мощностью (раздвиг). Если в результате денудационных процессов лакколиты обнажаются, они образуют лакколитовые горы, например Аю-Даг в Крыму, группа гор в районе Пятигорска на Кавказе.

Силл, или интрузивная залежь, образуется на небольших глубинах. Она представляет магматическую жилу, залегающую среди осадочных толщ. Силл в отличие от лакколита имеет небольшую мощность, но зато значительную протяженность. В форме силлов залегают сибирские траппы, расположенные между Енисеем и Леной. Силлы могут иметь многоярусное расположение.

Дайка (шотландское слово, в переводе — стена) также образуется на небольшой глубине в результате внедрения магмы в вертикальные или наклонные трещины. От силла дайка отличается тем, что залегает среди осадочных пород несогласно, она сечет их.

**Пегматитовый
процесс.**

В процессе охлаждения магмы наступает такой момент, когда затвердела ее основная масса, образовав магматические породы, но осталась еще какая-то часть в расплаве. Этот остаточный расплав сохраняется в трещинах магматических и окружающих магматический очаг пород. В этих же трещинах накапливаются летучие соединения магмы — газы, водяной пар, которые выделяются из магмы в процессе ее охлаждения.

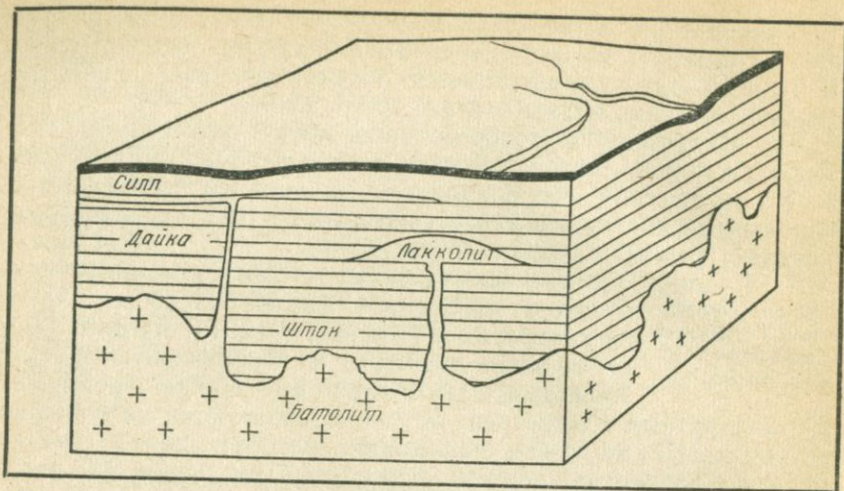


Рис. 5. Формы залегания глубинных магматических пород.

Летучие компоненты магмы — хорошие катализаторы: в их присутствии особенно благоприятно протекают процессы кристаллизации. В трещинах образуются крупные кристаллы отдельных минералов и пород крупнозернистого строения. Это так называемые пегматитовые жилы.

В пустотах пегматитовых жил (в занорышах) образуются кристаллы самоцветов самых разнообразных окрасок: золоти-сто-желтые и нежно-голубые топазы, фиолетовые аметисты, дымчатый и черный кварц, прозрачный горный хрусталь.

Стенки пустот усеяны кристаллами самых различных форм, поражающих своим совершенством: кристаллы горного хрусталя, аметиста, дымчатого и черного кварца имеют форму шестигранной призмы, кристаллы топаза — форму ромбической призмы и т. д.

Кристаллы поражают не только красотой формы и цвета, но и размерами. На Урале из одного занорыша было извлечено двенадцать кристаллов топаза весом от 550 граммов до трех килограммов. Там же были найдены кристаллы горного хрусталя весом в 1 тонну и 784 килограмма. В пегматитовых жилах встречаются монолиты слюды весом свыше полутонны.

На Урале, в одном из районов, под пашнями, лугами, лесными массивами расположена подземная кладовая, в которой сконцентрированы прославленные самоцветы. Древние греки называли их «цветами земли». До революции самоцветы этого района безудержно расхищались предпринимателями, а в настоящее время самоцветы охраняются государством. Это гигантская подземная лаборатория, в которой природа в течение миллионов лет создавала драгоценные камни, восхищающие

нас своей красотой. Нигде в мире не сосредоточено такое богатство драгоценных камней, как здесь.

Пневматолитовый процесс. Следующая стадия остывания — это образование пневматолитовых жил. Они получили свое название от греческого слова «пневма» — газ — в связи с тем, что в их образовании активное участие принимают летучие вещества.

Пневматолитовые жилы заполнены кварцем, и в нем в виде вкраплений встречаются такие редкие и очень ценные минералы, как касситерит, вольфрамит, молибденит.

Гидротермальный процесс. Магматический очаг продолжает остывать, из магмы выделяется водяной пар. В этих условиях наступает момент, когда в трещинах водяной пар накапливается в слишком большом количестве. Поскольку пар находится в условиях высокого давления, конденсация его и превращение в воду происходит при более высокой температуре, чем на поверхности Земли. Эта высокотемпературная вода является растворителем многих химических элементов.

Термальные, т. е. высокотемпературные, воды по трещинам поднимаются на поверхность Земли и становятся минеральными источниками. В той части воды, которая не находит выхода на поверхность и постепенно охлаждается, выделяются химические соединения — минералы. Водные жилы получили название гидротермальных. Гидротермальный процесс минералообразования происходит при понижении температуры и давления, при химическом взаимодействии с растворами другого состава и с боковыми породами.

Гидротермальные жилы большей частью бывают кварцевыми, иногда кальцитовыми и другими. В них в виде вкраплений выделяется золото, халькопирит, никелин, пирит, галенит, сфалерит, киноварь, антимонит, реальгар. Как видно из перечня, это в основном минералы, служащие рудой для получения многих нужных народному хозяйству цветных металлов. Поэтому гидротермальные жилы еще называют рудными.

Один из разломов земной коры в Казахстане, к которому приурочены месторождения золота и рудных минералов, протянулся на 700 километров между Ишимом и Иртышом.

Геологические термины.

Ма́гма (от латинского слова «магма» — густая мазь) — расплавленная огненная масса сложного состава, насыщенная парами воды и газами, образующаяся в глубинных зонах Земли.

Интрузия (от латинского слова «интрудо» — внедрение) — внедрение магмы в земную кору.

Вопросы и задания.

1. Как протекало охлаждение магмы, если при этом образовалась порода неравномернозернистого строения? 2. Одна магматическая порода имеет крупнозернистое строение, другая — мелкозернистое. Какая из них образовалась

при более быстром охлаждении? 3. Имеются ли в вашей местности горные породы и полезные ископаемые магматического происхождения? Как они образовались? Где используются? Оформите коллекции «Магматические породы» и «Полезные ископаемые глубинного происхождения».

Интересные и полезные книги.

- И. А. Ефремов. Озеро горных духов. М. — Л., Детгиз, 1954.
А. Е. Ферсман. Рассказы о самоцветах. М., изд-во АН СССР, 1961.
А. Е. Ферсман. Путешествия за камнем. М., изд-во АН СССР, 1960.
А. Е. Ферсман. Воспоминания о камне. М., изд-во АН СССР, 1960.

Поверхностный магматизм, или вулканизм

Извержение вулканов. Вулканы — это геологические образования в виде конусовидных гор, куполовидных или щитовидных возвышенностей. На вершине вулкана располагается воронкообразное или чашеобразное углубление, называемое кратером, от которого в глубину земной коры уходит выводной канал — жерло. Через жерло магма из глубин Земли поднимается и извергается на поверхность.

Извержение вулкана — грозное явление природы, сопровождающееся страшным грохотом от взрывов. Из газов и пепла образуются тучи, середь бела дня становится темно как ночью, сверкают разряды молний, слышатся громовые раскаты. В кратере полыхает пламя. То огненный, то дымовой столб поднимается ввысь на несколько километров. Иногда газы воспламеняются и образуют ревуший огненный столб, который бывает виден ночью за 40—50 километров. Пламя при извержении иногда настолько сильно, что вокруг на большой площади (радиусом до двух с половиной километров) выгорает трава. По свидетельству очевидцев, вулкан при извержении напоминает гигантский кипящий, ревуший и дрожащий котел, находящийся под колоссальным давлением.

Из вулкана при извержении выбрасываются сотни тонн пепла, земля покрывается им на протяжении многих километров. Иногда пепла выпадает так много, что он погребает под собой города и деревни. Один из самых северных действующих вулканов Камчатки — Шивелуч при извержении выбросил 5 млрд. тонн пепла. Для выполнения этой работы потребовалась бы энергия 20 средних атомных бомб, взорванных одновременно. Площадь, покрытая пеплом, имела несколько сотен километров в длину и десятки километров в ширину.

Взрывы вулканов по силе равны взрывам нескольких термоядерных бомб. В 1888 году в результате взрыва взлетела на воздух часть конуса Везувия, равная 670 метрам.

Вулканические извержения часто сопровождаются ливнями и бурями. При этом водные потоки несут громадное количество обломочного материала, способствуют таянию снегов, лежащих

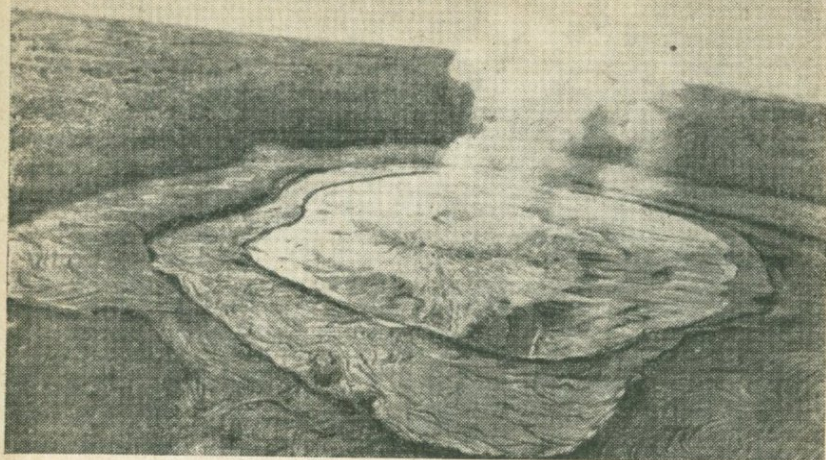


Рис. 6. Вулкан гавайского типа.

в горах, и представляют собой даже бóльшую угрозу для близлежащих населенных пунктов, чем потоки лавы.

**Продукты
вулканизма.**

Среди продуктов вулканических извержений различают твердые, жидкие и газообразные. В большинстве случаев при извержении вулканов сначала выделяются газы и пары, затем при взрыве образуется обломочный материал и, наконец, выливается жидкая лава.

К газообразным продуктам относятся *пары воды, сероводород, углекислый, сернистый и другие газы.*

Жидкий продукт вулканической деятельности — это *лава*. Лава при выходе из кратера имеет температуру от 700 до 1200° и течет, как расплавленный металл, со скоростью 1—2 метров в секунду. Иногда скорость движения лавы достигает 8 метров в секунду. Лавовые потоки имеют и небольшие и очень большие размеры. Длина лавового потока колеблется от 1 до 120 километров, ширина — до 500 метров, толщина достигает 25—30 метров. Зарегистрированы случаи, когда за сутки вулкан извергал 10—20 тыс. тонн лавы.

Твердые продукты образуются при взрыве и представляют обломки горных пород, составляющих конус вулкана.

Твердые продукты извержения образуются также в результате разбрызгивания при взрыве жидкой лавы, которая охлаждается и затвердевает в воздухе. К ним относятся: мельчайшие пылеобразные частицы, называемые *вулканическим пеплом*, более крупные частицы — величиной от крупяного зерна до горошины — *вулканическим песком*, еще более крупные частицы — величиной от горошины до грецкого ореха — *лапиллями*, еще более

крупные обломки — величиной от грецкого ореха до кулака — *вулканическим щебнем* и самые крупные обломки — *вулканическими бомбами*, вес которых доходит до нескольких тонн. На Камчатке можно встретить бомбы размером с двухэтажный дом.

Основные типы вулканов.

Классифицируют вулканы по характеру извержений, зависящих от состава лавы, степени ее вязкости, количества содержащихся в ней газов.

Различают вулканы трещинного и центрального типов.

Трещинные излияния.

При трещинных излияниях лава выливается из глубоких трещин, образовавшихся в результате разломов земной коры. Вылившаяся из трещин лава растекается и покрывает большие площади (в несколько миллионов квадратных километров), образуя лавовые покровы толщиной в несколько сотен, а в некоторых случаях в несколько тысяч метров (например, на Деканском плоскогорье лавовые покровы имеют толщину 3 тыс. метров).

Трещинные излияния особенно характерны для геологического прошлого Земли. Единственным районом, где продолжают трещинные излияния, является Исландия. Длина тектонических трещин в Исландии, через которые изливается лава, достигает 20—35 километров. Из одной такой трещины в 1783 году излилось 12,5 куб. километров лавы. Поверхность Исландии в основном покрыта вулканическими материалами.

Примерами трещинных излияний в прошлом могут служить Колумбийское плато (США), Деканское плоскогорье (полуостров Индостан), Армянское вулканическое нагорье.

Центральные извержения.

Существуют вулканы центрального типа, которые также приурочены к тектоническим трещинам. Но их извержения в отличие от трещинных излияний происходят лишь в отдельных местах трещин.

Различают четыре типа центральных извержений: гавайский, стромболианский, везувийский и пелейский.

Вулканы *гавайского типа* характерны для островов Тихого океана, особенно Гавайских, и Исландии. Извержения вулканов этого типа начинаются с того, что дно кратера, бывшее до этого ровным и твердым, постепенно плавится, чаша вулкана заполняется жидкой лавой базальтового состава, имеющей высокую температуру (до 1200°), и вулкан превращается в лавовое озеро (рис. 6). Временами из расплавленной массы поднимаются фонтаны раскаленной лавы. Процесс извержения фактически сводится к периодическому изменению уровня лавы в кратере. Лава, то опускаясь, то поднимаясь, иногда переливается через края кратера в виде весьма эффектных, особенно в ночное время, лавопадов. Извержение обычно носит спокойный характер, так как газы и водяной пар проходят через жидкую лаву свободно и взрыва не происходит. Поэтому при извержении вулканов этого типа обломочный материал не образуется. Вулканы имеют вид невысоких вулканических конусов

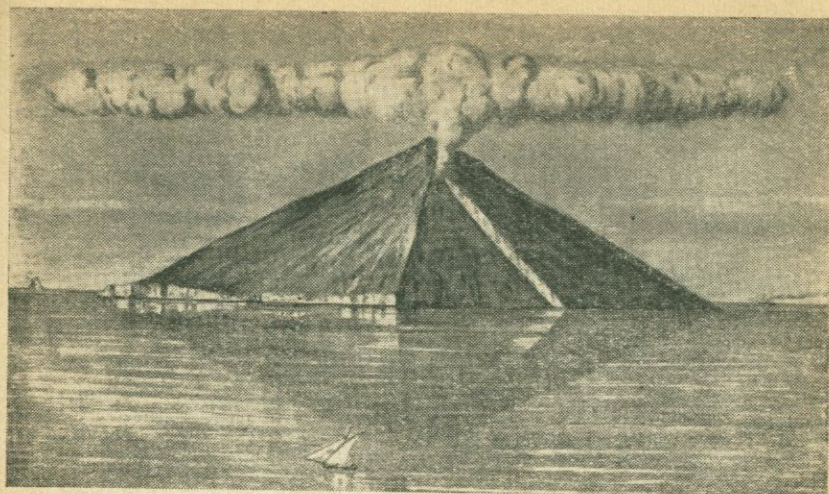


Рис. 7. Вулкан Стромболи.

с очень пологими склонами (напоминают плоский щит) и состоят из застывшей лавы. Единственным на территории СССР вулканом гавайского типа является Камчатский вулкан Толбачик. Вот как описывает очевидец извержение этого вулкана: «Лавя клубилась и кипела в огромном котле, булькала, вдруг вздымалась, потом проваливалась куда-то вглубь, чтобы снова рвануться вверх тяжелыми медленными всплесками».

Вулканы *стромболианского типа* получили свое название от вулкана Стромболи, находящегося на Липарских островах (Средиземное море). При извержении вулканов этого типа выливается, как и в предыдущем случае, жидкая лава базальтового состава, бедная кремнеземом, менее горячая, более взрывчатая. В отличие от лавы вулканов гавайского типа лава вулканов стромболианского типа содержит больше газов, поэтому извержения сопровождаются взрывами, правда не очень сильными. При взрыве образуется некоторое количество обломочного материала. Характерно отсутствие тонкого обломочного материала — вулканического пепла. Это объясняется тем, что сила взрыва недостаточна для образования тонких твердых частиц. Вулканы этого типа имеют конус, состоящий из затвердевшей лавы и крупного обломочного материала (рис. 7).

Наиболее распространенными в настоящее время являются вулканы *везувийского типа*. К ним относятся наиболее известные вулканы: Везувий, Этна, Ключевская сопка. При извержении вулканов этого типа выливается лава гранитного состава, богатая кремнеземом, более вязкая, чем базальтовая, менее подвижная. Температура лавы ниже, чем в вулканах предыдущих

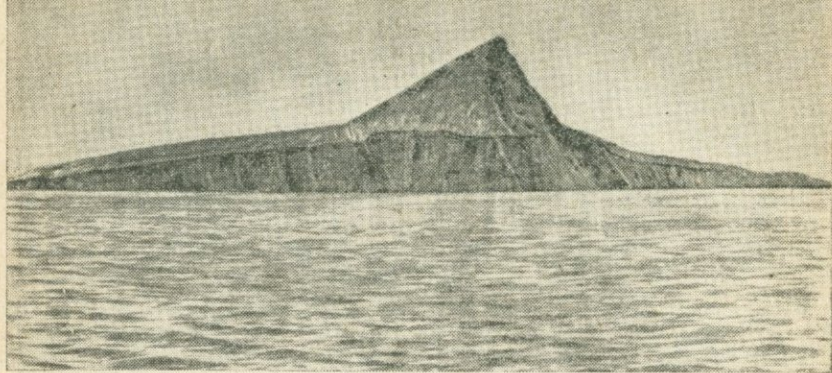


Рис. 8. Вулкан Кракатау.

типов (около 900°). Лава богата летучими соединениями, поэтому извержение сопровождается сильными взрывами и образуется много обломочного материала, в том числе и вулканический пепел. Вулканы везувианского типа представляют довольно высокие горы. В разрезе вулканическая гора состоит из чередующихся слоев лавы и обломочного материала.

При извержении в 1902 году вулкана Мон-Пеле, находящегося на острове Мартиника (Малые Антильские острова в Карибском море), от названия которого произошло и название типа вулканов — *пелейский*, с большой силой вырвались раскаленные газы и камни. Этим горячим облаком, несшимся с большой скоростью, мгновенно был уничтожен город Сен-Пьер с 26-тысячным населением. После этого из кратера выдавилась вязкая, тягучая лава, при застывании которой образовался обелиск («игла Пеле») высотой почти 500 метров.

Сильный взрыв при извержении грозного вулкана Кракатау, расположенного между островами Ява и Суматра, в 1883 году уничтожил более половины вулканического острова, образовав гигантский подводный кратер (рис. 8).

Вулканическая деятельность проявляется не только на суше, но и на дне морей и океанов. Подводное происхождение имеют действующие вулканы ряда островов Курильской гряды.

**Причины
вулканической
деятельности.**

Вулканы, так же как и землетрясения, тесно связаны с движениями земной коры и приурочены к наиболее активным в тектоническом отношении зонам земной коры.

Вулканы располагаются по поверхности Земли длинными цепочками, отражая простирающиеся глубинных разломов в земной

коре. В зонах разлома давление понижается, и в результате перегретое вещество мантии, которое удерживалось в пластичном состоянии лишь из-за высокого давления (чем выше давление, тем труднее веществу перейти в жидкое состояние), переходит в жидкое состояние, внедряется в земную кору и образует магматический очаг. Расплавленная масса магмы по тектоническим трещинам поднимается и, достигнув земной поверхности, изливается в виде лавы.

Вулканические извержения в какой-то степени можно предсказать: перед началом извержения изменяется температура пород на поверхности вулканической горы, сам вулкан «приподнимается», вырастает на десятки сантиметров или даже метров и этот «рост» можно обнаружить с помощью геодезических инструментов, индонезийский цветок королевская примула, растущий на склонах вулканов, расцветает незадолго до извержения.

Географическое размещение вулканов. Вулканы размещаются главным образом в двух районах — в Тихоокеанском вулканическом кольце (побережье Тихого океана) и в Средиземноморско-Индонезийском вулканическом поясе (от Средиземного моря до Малайского архипелага). Часть вулканов приурочена к срединноокеанским хребтам Атлантического, Тихого и Индийского океанов. К разломам на африканском материке приурочены вулканы Кения и Килиманджаро.

На территории СССР самыми вулканическими районами являются полуостров Камчатка, Курильские острова и Сахалин. На Камчатке имеется 120 вулканов, среди них 29 действующих. Крупнейший и наиболее активный вулкан Камчатки — Ключевская сопка — самый высокий из действующих вулканов Евразии.

Алмазоносные трубки. Трубки взрыва, или диатремы, отличаются от обычных вулканов тем, что у них нет вулканического конуса. Процесс извержения этих вулканов ограничивается одним взрывом; лава на поверхности не появляется.

Образование диатрем, очевидно, можно объяснить тем, что газы, выделяющиеся при охлаждении магмы, силой взрыва прокладывали себе путь и в результате образовались выводные каналы — диатремы.

Диатрема — это огромный, постепенно сужающийся книзу, вертикальный колодец, уходящий на тысячи метров в глубину Земли. Диатремы называют также кимберлитовыми или алмазоносными трубками. Кимберлитовыми трубками называются потому, что заполнены вулканической алмазоносной породой — кимберлитом. К диатремам города Кимберли (ЮАР) и Западной Якутии (Восточная Сибирь, СССР) приурочены месторождения алмазов. На поверхности Земли кимберлитовые трубки

имеют вид замкнутых понижений заполненных брекчиевидной породой. Они располагаются вдоль линий разломов.

Алмазы образуются на больших глубинах при высоком давлении, при высокой температуре (рис. 9).

Как же алмазы попадают в кимберлитовые трубки? Кристаллы алмаза поднимаются из глубин вместе с магмой.

В вулканических районах встречаются горячие, или термальные, источники, имеющие температуру воды от 60 до 300°. Минеральные источники содержат растворенные в воде минеральные вещества. В горячих источниках содержатся почти все элементы менделеевской таблицы. Путем глубокого бурения можно дать выход на поверхность продукции природных подземных химических «заводов» и использовать ее в народном хозяйстве. В СССР горячие источники имеются на Камчатке, Курильских островах, на Сахалине, в Грузии и Дагестане.

Для вулканических районов, кроме горячих источников, иногда характерны гейзеры. Гейзер — это периодически вырывающийся из земли пароводяной столб-фонтан. Фонтанируют гейзеры через определенные промежутки времени. У каждого гейзера свой период фонтанирования. Интервалы времени, через которые фонтанируют гейзеры, колеблются от одной минуты до нескольких месяцев.

Периодическое выбрасывание гейзером *столба горячей воды и водяного пара* можно объяснить тем, что вода, заполняющая трещину в земной коре, вследствие давления водяной колонны в нижней части остается жидкой и при температуре, превышающей температуру кипения воды (100°С). Поступающие снизу газы приподнимают водяную колонну, вода начинает испытывать меньшее давление, закипает, и водяной пар выталкивает колонну воды на поверхность. Через некоторое время трещина снова заполняется водой, затем из глубины поступают новые порции газа, вода снова закипает, выбрасывается фонтаном и т. д.

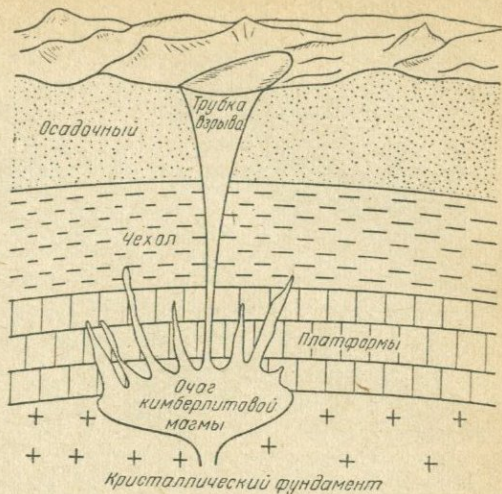
Гейзеры особенно характерны для четырех районов мира: Исландии, Северной Америки (Иеллоустонский парк), Новой Зеландии и Камчатки.

На Камчатке известностью пользуется Долина гейзеров, находящаяся на территории Кроноцкого заповедника, представляющая провал в земной коре шириной до четырех километров и глубиной до 500 метров. Здесь имеются гейзеры и просто горячие источники.

Вот как описывает свои впечатления один из туристов, побывавший в Долине гейзеров зимой: «Если бы Данте пришлось побывать в Долине гейзеров, картину ада он смог бы написать куда колоритней. Под ногами жаровня, а лицо покалывает мороз. И что совсем удивительно — рядом с павлиньей радугой гейзеритного камня — пролысины снега и... зеленая трава! Во-

Рис. 9. Образование алмазов.

круг, не переставая, что-то угрожающе шипит, пошвыстывает. Вдвигаются к небу огромные столбы пара. И совсем рядом, у ног «гостеприимно» распахнул трехметровый грифон Великан. Это самый большой гейзер долины. Сейчас он относительно спокоен. Но скоро заполнится, и рванет огромный столб кипятка и пара. Высота во-



дяной струи достигает пятидесяти метров, пара — трехсот. Пройдет две минуты, и Великан успокоится, чтобы через три часа вновь повторить свою оглушительную канонаду».

Как известно, с глубиной температура в толще Земли повышается. Следовательно, в любом районе на большей или меньшей глубине можно обнаружить горячие воды. В вулканических районах, где магма близко подходит к земной поверхности, эти воды залегают на небольшой глубине и имеют более высокую температуру. Под оболочкой нашей планеты сконцентрировано громадное количество тепла, часть которого выделяется через поверхность Земли.

Земная поверхность нагревается также подземными термальными водами. На Камчатке термальные воды во многих местах выходят на поверхность. Здесь можно искупаться в бассейне или под горячим водопадом. Горячие источники Камчатки каждые сутки выбрасывают в атмосферу 30 с лишним миллиардов килокалорий тепла. Подземным теплом очень богаты также Сахалин и Курильские острова. На реке Колыме — в краю многолетней мерзлоты и жестоких зимних морозов — также можно видеть горячие источники.

Термальные воды залегают на огромной площади Западной Сибири — от берегов Ледовитого океана до Казахстана. В настоящее время в разных районах нашей страны выявлено около 50 подземных бассейнов с горячими водами.

На глубине 4—8 километров температура достаточна, чтобы превратить воду в пар. С помощью скважины можно создать гигантские подземные котлы, которые обеспечат водой и паром электрические станции большой мощности. Подсчеты показывают, что восьми теплофикационных скважин, например, достаточно

для отопления Алма-Аты. Сейчас для этой цели расходуется в сутки около 1 тыс. тонн угля. Специалисты работают над созданием электростанций в кратере действующего вулкана. Горячие подземные воды используются для теплофикации и горячего водоснабжения городов. Со временем может быть будут города без котельных, без теплоцентралей. Подземное тепло — важный резерв и в интенсификации сельскохозяйственного производства.

На Камчатке в районе Паужетских источников построена первая в нашей стране геотермическая электростанция. Подземное тепло — одно из самых дешевых видов тепловой энергии. Себестоимость геотермической электроэнергии в 9—12 раз меньше по сравнению с себестоимостью энергии тепловых станций. Глубинное тепло используют во многих странах, расположенных в поясах вулканической активности, — в Исландии, Японии, Италии, Мексике, США, Новой Зеландии. Столица Исландии — Рейкьявик «самоотапливающийся» город. Он отапливается природной горячей водой. Рейкьявик — город без дыма, копоти, один из самых чистых городов мира. В теплицах Исландии, страны, расположенной у Полярного круга, покрытой льдами, растут не только овощи, но и виноград, бананы, ананасы, розы. Тепличное хозяйство Исландии полностью обеспечивает страну овощами и фруктами, а цветы она даже экспортирует. Особенно большое значение использование геотермальных вод приобретает для районов многолетней мерзлоты. Подземные горячие воды принесут очень нужное здесь тепло.

Геологические термины.

Ла́ва (в переводе с итальянского — затопляю) — магма, излившаяся на поверхность Земли и потерявшая часть газов и водяного пара.

Трапп (от шведского слова «тра́ппа» — лестница) — магматическая горная порода из группы габбро-базальтов-диабазов, залегающая в виде пластообразных залежей, часто образующих ступени в рельефе.

Диатрэма, или **трубка взрыва** (от греческого слова «диа» — через и «трема» — отверстие) — вулканическое жерло в форме вертикальной трубки, расширяющейся кверху в виде воронки, образующееся в результате прорыва газов.

Гейзер (в переводе с исландского — хлынуть) — горячий источник, периодически выбрасывающий фонтаны горячей воды и пара.

Вопросы и задания.

Есть ли в вашей местности полезные ископаемые вулканического происхождения? Какие? Как они используются? Опишите вулканические явления, наблюдаемые в вашей местности, и подготовьте фотомонтаж. Соберите и оформите коллекцию «Продукты вулканической деятельности».

Интересные и полезные книги.

- Г. Д. Газиев. Встречи с дьяволом. М., Изд-во иностр. лит., 1961.
В. И. Влодавец. Вулканы Советского Союза. М., Географгиз, 1949.
И. Ш и ш к и н. Из глубины пылающих недр. М., «Мысль», 1970.
М. А. Г н е в у ш е в. Якутские алмазы. М., Учпедгиз, 1963.

МЕТАМОРФИЗМ

Метаморфизмом называется преобразование минералов и горных пород, которое происходит в глубинных зонах Земли.

Метаморфизм происходит под воздействием высокой температуры, высокого давления и химического влияния магмы на соприкасающиеся с ней породы.

Минеральные объекты под действием *высокой температуры* перекристаллизуются и приобретают зернистое строение. Метаморфизирующее влияние высокой температуры горные породы испытывают в двух случаях: когда магма при тектонических процессах внедряется в толщу земной коры и когда при погружениях земной коры осадочные породы, образовавшиеся на поверхности Земли, попадают в глубинные зоны с высокой температурой. Под действием высокой температуры осадочные породы превращаются в метаморфические. Так, например, известняк превращается в мрамор, кварцевый песок — в кварцит, каменный уголь — в графит.

Действие *высокого давления* горные породы испытывают также в двух случаях: при складчатых и разрывных движениях (ориентированное давление), при погружении осадочных толщ в глубинные зоны Земли, при колебательных движениях земной коры (равностороннее или гидростатическое давление). Под действием высокого давления породы приобретают зернистое и сланцеватое строение. Таким путем образуются кристаллические сланцы и гнейсы.

Химически активные вещества обычно приносятся из глубин магмой. Поэтому в зоне контакта внедрившейся магмы с окружающими породами происходят метаморфические изменения. Метаморфизм протекает не только под действием высокой температуры магмы, но и при активном участии отдельных ее компонентов, выделяющихся при охлаждении. Между магмой и соприкасающимися с ней горными породами происходят обменные химические реакции, которые приводят к образованию совершенно новых минералов метаморфического происхождения.

Вопросы и задание.

Какие метаморфические породы встречаются в вашей местности? Как они образовались? Соберите коллекцию метаморфических пород.

ВНЕШНИЕ, ИЛИ ЭКЗОГЕННЫЕ, ПРОЦЕССЫ

Выветривание

Введение. Магматические и метаморфические породы и слагающие их минералы образуются в одних физических условиях (высокая температура, высокое давление), на поверхности же Земли условия иные (низкая температура,

низкое давление). Горные породы глубинного происхождения, оказавшиеся на поверхности Земли, представляют в этих условиях соединения неустойчивые и поэтому постепенно разрушаются. Этот процесс получил название выветривания.

Выветриванием называются процессы разрыхления, распада и химического изменения горных пород и минералов, происходящие в поверхностной части земной коры под влиянием колебаний температуры, газов атмосферы, живых организмов. Выветривание бывает *физическим* и *химическим*.

В поверхностных слоях земной коры все виды выветривания проявляются одновременно, но в отдельных случаях преобладающим является один из них. В зависимости от того, какой вид выветривания преобладает, образуются различные продукты выветривания.

Физическое выветривание.

При физическом выветривании минералы и горные породы распадаются механически, без изменения химического и минерального состава.

Механическое разрушение горных пород бывает вызвано колебаниями температуры воздуха, особенно суточной, замерзанием и оттаиванием воды в трещинах, расширением трещин в горных породах под воздействием роста корневой системы растений и разрыхляющей деятельностью роющих животных.

Наиболее интенсивно физическое выветривание проявляется в пустынях, жарких сухих областях и в высокогорных районах.

В условиях пустынь в летний период днем благодаря высокой температуре скалы сильно нагреваются (до 75°C), а ночью, когда происходит резкое понижение температуры воздуха, охлаждаются (почва в пустынях охлаждается до -10°). Местами амплитуда колебания температуры воздуха достигает $70-80$ градусов. Обнаженные поверхности горных пород при нагревании расширяются, при охлаждении сжимаются. Расширение и сжатие минералов повторяются изо дня в день, из года в год, в течение сотен, тысяч и миллионов лет и приводят к их разрушению. Даже такие прочные горные породы, как граниты, покрываются сетью трещин, что определяет распадение породы в дальнейшем на отдельные обломки (щебень, дресва, песок, пыль). Породы при этом принимают самые причудливые формы.

В механическом разрыхлении горных пород принимают участие и растения, и животные. Физическое разрушение горных пород обусловлено ростом корневой системы растений, находящейся в трещинах пород: по мере роста растения растет и его корневая система, которая расширяет существующие трещины. Механически разрыхляют горные породы различные роющие животные — кроты, землеройки, суслики, сурки. Во влажном климате большое разрыхляющее действие оказывают на горные породы дождевые черви. В жарких странах разрыхляют почву термиты, муравьи.

Химическое выветривание.

При химическом выветривании процессы разрушения горных пород протекают более сложно: меняются не только внешние особенности пород, но и химический, а следовательно, и минералогический состав. В результате минералы, подвергающиеся химическому выветриванию, превращаются в совершенно новые химические соединения. Образуются новые минералы, более стойкие в условиях земной поверхности.

Интенсивность химического выветривания зависит также от климатических условий. Наиболее благоприятен влажный жаркий (тропический) климат. В пустынях химическое выветривание выражено весьма слабо. Здесь на поверхности горных пород образуется тонкая пленка или корочка (от 0,5 до 5 миллиметров) черного или темно-бурого цвета — так называемый пустынный загар или защитная корка. Эта корка состоит из солей железа и марганца, осажденных при испарении поднимающейся по капиллярам воды. В тропическом поясе глубина химического выветривания достигает 50 метров, в умеренном климате максимальная глубина составляет 2—5 метров. Химические изменения минералов могут происходить или путем разложения на составные части, или путем соединения с новыми элементами или сложными веществами, или путем обмена составными частями. На поверхности Земли наиболее устойчивыми соединениями являются окислы, гидроокислы и углекислые соединения.

Образование россыпей.

Магматические, метаморфические и осадочные породы, не затронутые или слабо затронутые процессами выветривания и не перемещенные процессами денудации, называются коренными породами. В отличие от них породы, затронутые процессами выветривания и денудации, называются рыхлыми образованиями. Рыхлая толща в виде плаща, не всегда сплошного, прикрывает нижележащие коренные породы.

Обломочный материал, возникающий в результате разрушения горных пород, или остается на месте, или переносится какими-либо внешними геологическими агентами. Продукты выветривания коренных пород, остающиеся на месте их образования, называются элювием. Элювий накапливается на горизонтальных или близких к ним поверхностях. Элювий образует кору выветривания, к которой приурочены месторождения полезных ископаемых: боксита, каолина, бурого железняка, благородных металлов и драгоценных камней.

Россыпи представляют вторичные месторождения, образовавшиеся в результате разрушения коренных первичных месторождений процессами выветривания, геологической работой рек, морей и других внешних геологических сил. Особенно большое значение в процессе образования россыпей имеет разрушительная работа рек, морей и озер, выражающаяся

в разрушении берегов. Россыпи большей частью приурочены к речным долинам и побережьям морей и озер. В россыпи попадают и сохраняются в них минералы, имеющие большую плотность (тяжелые) и химически устойчивые.

По условиям образования россыпи подразделяются на *элювиальные* — образовавшиеся на месте разрушения и залегающие на коренном месторождении, *эоловые* — перенесенные ветром и отложенные в новом месте, *делювиальные* — залегающие на склонах гор, *пролювиальные* — перенесенные и отложенные временными горными потоками, *аллювиальные* — речные, а также *морские, озерные, ледниковые*.

В россыпях встречаются: золото, платина, алмаз, рубин, сапфир, топаз, изумруд, вольфрамит, касситерит и другие минералы. В зависимости от того, какие элементы содержат россыпи, они называются золотоносными, платиноносными, алмазонасными и т. д. Россыпи имеют большое народнохозяйственное значение. В настоящее время в мире в основном из россыпей добывают золото, алмазы, платину, оловянный камень и другие минералы.

Обломочный материал, образовавшийся на крутых склонах гор, под воздействием силы тяжести скатывается вниз и образует у основания и в нижней части склонов скопления обломков горных пород — так называемые осыпи. Осыпи состоят из несортированных угловатых обломков горных пород различного размера. Они представляют собой прислоненный к склону *конус*. Мощность осыпей бывает различная (иногда достигает 30—40 метров).

Рыхлый обломочный материал, образующийся при выветривании, на некоторой глубине в толще земли цементируется, скрепляется растворами, попадающими из верхней зоны выветривания, и превращается в сплошную горную породу. Пески, цементируясь, превращаются в песчаники, дресва и щебень — в брекчию, гравий и галечник — в конгломерат. В зоне, получившей название зоны цементации, рыхлые обломочные породы превращаются в сцементированные обломочные породы.

Геологические термины.

Элювий (от латинского слова «элювио» — вымываю) — продукты выветривания, оставшиеся на месте их образования.

Осыпи — скопление обломков горных пород у основания и в нижней части крутых склонов, образовавшихся в результате скатывания обломков вниз по склону под влиянием силы тяжести.

Россыпи — рыхлые скопления обломков горных пород, содержащие ценные минералы.

Задания.

1. Опишите процессы выветривания, наблюдаемые в вашей местности. Приведите примеры выветривания, основанные на ваших личных наблюдениях. Какие при этом образуются продукты? 2. Соберите местные породы различной

степени распада и оформите коллекцию на тему «Выветривание». 3. Во время экскурсии сопоставьте характер сортировки обломочного материала в конусах осыпания и выноса, сделайте выводы.

Интересная и полезная книга.

А. В. Чуйко, Е. С. Чуйко. Как живут камни. М., «Детская литература», 1964.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА ВЕТРА

Введение. Геологическая работа ветра наблюдается на поверхности Земли повсеместно, но наиболее интенсивно она проявляется в пустынях. Этому способствует ряд благоприятных условий: жаркий сухой климат, приводящий к образованию и скоплению больших масс обломочного материала (результат интенсивного физического выветривания), слабое развитие растительности и относительно небольшое количество атмосферных осадков. Ветер в пустынях — главный агент удаления продуктов механического разрушения. Формы рельефа, возникающие в результате разрушительной и аккумулярующей деятельности ветра, называются эоловыми. Эоловые формы рельефа разделяются на *скульптурные*, к которым относятся эоловые столы, грибы, котловины, ниши выдувания, ячеистые и сотовые поверхности, и на *аккумулятивные* (наносные): дюны и барханы.

Геологическая работа ветра сводится к разрушению горных пород, переносу обломочного материала и отложению перенесенного материала.

Разрушительная работа ветра. Ветер подхватывает песчинки, ударяет ими о скалы, камни и обтачивает их, истирает, шлифует, царапает. Механическое воздействие ветра на горные породы силой перемещения воздушных масс и переносимыми песчинками называется *коррозией* или *обтачиванием*.

Ветер также развеивает, выдувает мельчайший обломочный материал — продукты физического выветривания, перемещает их с места на место. Этот процесс известен под названием *дефляции*. Дефляция наблюдается не только на поверхности Земли — ветер выдувает обломочный материал и из расщелин и углублений скал. Все это способствует дальнейшему выветриванию горных пород, которые обнажаются и становятся жертвой разрушительного действия колебаний температуры воздуха и других факторов, приводящих их к разрушению. В результате на горных породах появляются борозды, углубления, сквозные отверстия. Ветер шлифует разбросанные по пустыне каменные глыбы, придавая им форму пирамидальных треугольников с плоским основанием. По этим пирамидальным треугольникам можно установить районы распространения древних, ископаемых пустынь.

Наибольшая разрушительная работа ветра в вертикальном направлении ограничивается определенной высотой (2—3 метра), что определяется высотой подъема ветром песчинок. Нижние части горных пород разрушаются более интенсивно и это определяет своеобразность форм рельефа в пустынях: ветер создает оригинальные грибообразные и других форм скалы.

Перенос и отложение обломочного материала.

Ветер в пустынях переносит огромные массы тонко измельченного материала. Характер переноса материала зависит от размера частиц. Мельчайшие частицы (пыль) в течение продолжительного времени находятся во взвешенном состоянии в атмосфере и переносятся воздушными потоками на очень большие расстояния. Ежедневно в воздухе образуются из пылевидных частиц тучи, поднимающиеся на 100 метров. В огромных количествах тонкий материал выносятся из пустынь и отлагается в соседних районах. Более крупные частицы (песок) не могут находиться во взвешенном состоянии, они переносятся путем перекачивания или путем отдельных «прыжков». В процессе переноса ветром этих более крупных частиц возникают своеобразные формы рельефа, к которым относятся дюны и барханы.

Дюны характерны для морских побережий, берегов больших озер и рек. Прибрежные пески подхватываются ветром и переносятся в глубь континента, возникают возвышенности, состоящие из сыпучего песка, — дюны. Наветренная сторона у дюн пологая, подветренная — крутая. Распространение дюн не ограничивается климатическими особенностями отдельных районов — дюны встречаются в различных климатических условиях.

Вот как описывает наблюдатель летучие пески близ Сестрорецка на берегу Финского залива: «Весь сестрорецкий берег покрыт сосновым лесом, который на краю у самой воды окаймляется широкой лентой песка. Во многих местах образовались высокие песчаные горы, которые цепями тянутся вдоль берега. Желтые и голые, лишенные всяких следов растительности, они производят унылое впечатление.

Попробуем посетить их в ветреный день. Какая грозная картина! Каждый холм как бы превратился в вулкан. Кажется, будто он извергает клубы паров и пепла. Это песок поднимается с его вершины. Тучами несется по переднему склону, взлетает наверх и, обессиленный, падает вниз, засыпая деревья и кустарники и все больше приближаясь к селению... Точно снег во время метели, кружатся бесчисленные песчинки в воздухе, залепляют глаза, попадают в рот и заматают следы».

Барханы приурочены исключительно к районам с жарким сухим климатом, т. е. к пустыням, и являются образованиями внутриконтинентальными. Барханы отличаются от дюн также своей формой — они имеют серповидную или подковообразную форму (рис. 10). Барханы занимают большие площади. Если наблюдать районы распространения барханов сверху, они напо-

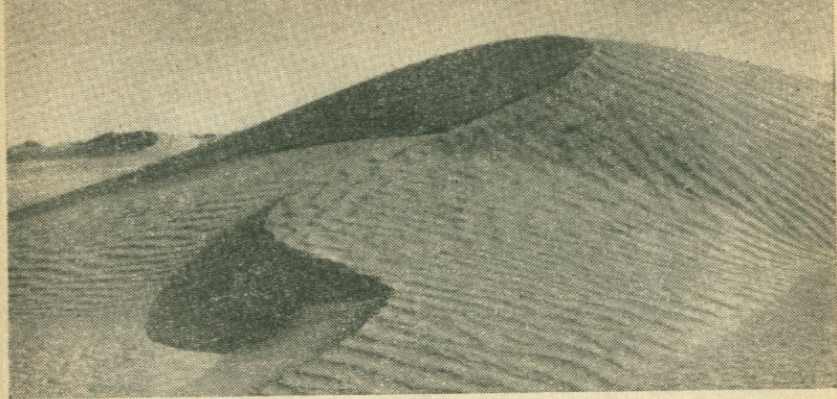


Рис. 10. Бархан. Туркменская ССР. Подвижные пески у Куня-Уаза.

минают застывшее бушующее море. Барханы, так же как и дюны, состоят из песка, но в отличие от дюн песок барханов загрязнен пылеватыми частицами.

**Меры борьбы
с дюнами
и барханами.**

Дюны и барханы обычно не остаются на месте образования — они совершают поступательное движение. Песчинки с наветренной стороны сдуваются ветром и откладываются на подветренной стороне. Обнажившиеся песчинки также смещаются, и дюны медленно двигаются. Они перемещаются в направлении господствующих ветров. Скорость передвижения — от десятков сантиметров до сотен метров и нескольких километров в год.

Дюнно-барханные пески, перемещаясь, могут заносить селения, города, сады, огороды, железнодорожное полотно, ирригационные системы, каналы и т. д. и тем самым приносят большой ущерб. Поэтому человек ведет борьбу с перемещением дюн и барханов. Борьба эта сводится к закреплению сыпучих песков.

В районах развития дюн и барханов проводятся специальные работы по закреплению песков. С этой целью угрожаемые участки покрывают морскими водорослями, сосновым лапником, располагая рядами с промежутками в 2—4 метра по направлению движения ветров и перпендикулярно к ним.

Хорошо закрепляют подвижные пески растения: лишайники, мхи, травы и искусственные древесные насаждения. Мертвый закрепляющий материал и живые насаждения используются одновременно, мертвый материал создает условия, необходимые для развития живых насаждений. Из растений используют песчаный овес, береговую пшеницу и дикую рожь.

Для облесения дюн делают насаждения из горной сосны, стелющиеся по земле кусты которой покрывают поверхность ветвями и сучьями. Для этой цели также пригодна черная сосна, но она менее приспособлена. Еще менее пригодна обыкновенная сосна. Черная ольха используется для насаждений в сырых местах (впадинах).

В пустынях хорошие результаты дают посадки саксаула, кандыма, черкеза и селина, которые переносят безводье и надежно закрепляют пески. Кроме того, на пути движущихся песков ставят деревянные и железобетонные заборы и щиты. При этом требуются на каждый гектар десятки кубометров дефицитных в этих условиях материалов. Ветер нередко засыпает эти ограждения, и они становятся малоэффективными.

В последнее время в Советском Союзе был разработан новый, более эффективный и дешевый метод борьбы с подвижными песками. Барханы в этом случае заливаются битумом, получаемым из отходов нефти. После испарения на поверхности песков остается тонкая пористая пленка. Битум скрепляет, цементирует поверхность песков, и ветер бессил оторвать песчинки одну от другой. Этот метод в 5—6 раз дешевле, чем механическая защита.

Геологические термины.

Корра́зия (от латинского слова «коррасно» — обтачивание) — механическое воздействие движущихся масс обломочного материала, переносимого ветром на горные породы.

Дефля́ция (от латинского слова «дифлятио» — сдувание) — развевание и выдувание ветром обломочного материала, подготовленного процессами выветривания.

Вопросы и задания.

1. Опишите дюну (бархан), указав местонахождение, форму, размеры, состав песка. Одиночные они или образуют гряды? 2. Выясните причины, вызвавшие появление дюн (барханов) в вашей местности (они могут быть перенесены ветром из соседних участков или образоваться на месте). Если дюны (барханы) образовались на месте, какие причины способствовали этому (разрыхление почвы, уничтожение растительности, пастбища скота, проложение дорог, корчевание пней и т. п.)? Что нужно сделать, чтобы прекратить дальнейшее образование дюн? 3. Определите скорость поступательного движения дюны (бархана). 4. Если дюны (барханы) закреплены, выясните, какие растения на них растут. 5. Какую опасность представляют дюны (барханы) для населенных пунктов, культурных участков? Организуйте борьбу с подвижными песками. Соберите фотографии и оформите стенд на тему «Геологическая работа ветра».

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА АТМОСФЕРНЫХ ВОД

Введение.

Атмосферные осадки распределяются в природе следующим образом: часть вод испаряется, поступает в атмосферу и вновь участвует в круговороте воды, другая часть просачивается в почву, в грунт и принимает участие

в образовании подземных вод, и, наконец, третья часть стекает по земной поверхности, образуя различных размеров водные потоки.

Стекающая по земной поверхности вода производит определенную геологическую работу, которая в конечном счете сводится к размыву, смыву встречаемых ею на пути горных пород, переносу обломочного материала и отложению его. Дождевые потоки и талые воды, как правило, не обладают большой разрушительной силой, они в основном сносят обломочный материал. Поверхностные воды производят и созидательную работу — они переносят тонкий обломочный материал и отлагают его на пологих склонах возвышенностей. Отложения мелких частиц — продуктов выветривания горных пород, смытых дождевыми и талыми водами, называются делювием. Геологическая работа поверхностных вод, таким образом, приводит к сглаживанию (нивелированию) неровностей поверхности, уменьшению крутизны склонов.

Овраги. Наиболее ярко выраженной формой разрушительной работы поверхностных вод является оврагообразование. Овраг обычно начинается с небольшой рытвины в земле и разрастается в широкие и глубокие понижения земной поверхности. Овражки и рытвины, постепенно разветвляясь, образуют сложную овражную сеть.

Самая ничтожная причина может вызвать образование оврага. Пути, по которым устремляются атмосферные воды, становятся пахотная борозда, дорожная колея, следы, оставленные проходившим стадом, и т. д. Водный поток размывает рыхлые породы, образует небольшой овражек, который затем разрастается в глубину, длину и ширину. Овраг ветвится. Точно когтистые лапы чудовища, овраги захватывают все новые и новые площади пахотных земель, лугов. Длина оврагов может составлять несколько километров, ширина и глубина десятки метров. Особенно интенсивна оврагообразующая деятельность воды весной.

Вот как это происходит по описанию очевидца: «Близ Вольска я отправился на экскурсию и, свернув с дороги в первый попавшийся овраг, был поражен картиной, которая передо мной развернулась. После прогулки по ровной, степной местности я вдруг очутился в диком, темном и сыром ущелье... Солнечные лучи не достигали его дна. Надо мной виднелась только узкая полоска голубого неба. Местами овраг разветвлялся, и тут картина становилась просто величественной. Вся толща породы, прорезанная оврагом, разбилась на столбчатые отдельные холмы конической формы. Казалось, что это развалины зубчатых крепостных стен с башнями и шпилями. Местность приобрела вид высокогорной страны... Вдруг послышался отдаленный раскат грома. Приближалась гроза. Несколько крупных капель упало мне на лицо, но я шел также беспечно, не

задумываясь над происходящим. Между тем тучи заволкли весь узкий просвет голубого неба. Наверху пронесся вихрь. Пыль клубилась над моей головой. В овраге стало совсем темно, и тут я сообразил, что будет ливень, по оврагу понесется поток воды, что я в западне. Подняться наверх по крутым сыпучим стенкам оврага невозможно. Надо спастись бегством. Я бросился бежать. А раскаты грома слышались все ближе и ближе. Я бежал сколько хватало сил. Издали уже доносился глухой шум. Не было сомнения, что это вода мчалась по оврагу. Я побежал еще быстрее. Шум все приближался. Только успел я выбежать на дорогу, как из оврага вырвался бешеный мутный поток воды. Я поднялся вверх, на крутой берег вновь образовавшейся реки и, посмотрев вниз, понял, какой опасности подвергался. Вода была вся сбита в пену. Ворочая камни и отрывая от берегов огромные глыбы земли, она неслась вперед и поднималась все выше и выше».

Наибольшее разрушение потоки воды производят у вершин оврагов. Дно оврагов обычно сухое. Только весной, осенью и летом во время сильных дождей по нему несутся полноводные потоки. Предпосылками для оврагообразования являются рыхлость горных пород, большое количество и преимущественно ливневый характер атмосферных осадков, односторонний уклон местности.

Вред, приносимый оврагами.

Временные потоки, стекая по оврагам, размывают почвогрунт, выносят огромные массы песка, ила и засыпают поля и луга. Появление оврага создает неудобные, бросовые земли, разрушает дороги, ускоряет сток воды в реках, что сопровождается паводками и приводит к разрушению мостов, плотин. Овраги, врезааясь в почву, могут достичь грунтовых вод, вскрыть и понизить их уровень или даже иссушить. Понижение, иссушение подземных вод ведет к засухам, затрудняет земледелие. Оврагообразование может привести к спуску воды из озер. Овраги, впадающие в озера, постепенно заполняют их обломочным материалом, озера мелеют, а в дальнейшем полностью исчезают.

Борьба с оврагами.

Широкое развитие овраги получили в царской России из-за дробного деления крестьянских наделов, большого количества межей. Теперь в СССР ведется организованная и серьезная борьба с оврагами в государственных масштабах, с привлечением многочисленных общественных организаций и даже школ.

Чтобы остановить эрозию почвы, ее необходимо вспахивать, культивировать и бороновать поперек склонов. После зяблевой вспашки и перед севом до боронования нужно плугами образовывать поперек склона валы, которые бы уменьшали разрушительную силу водного потока. Промоины и рытвины заравнивают бульдозерами, особенно тщательно обрабатывают вершины оврагов и водоподводящих ложбин.



Рис. 11. Как бороться с оврагами (макет).

В местах образования рытвин, малых овражков, лощин сооружают плетневые запруды (рис. 11). Основание плетня углубляют на 15—20 сантиметров, на дно укладывают мелкий хворост и засыпают землей. Чем круче склон, тем больше должно быть плетней. Верхняя часть каждого следующего плетня должна быть не ниже основания предыдущего.

Для прекращения роста оврагов используют задернение многолетними травами, по дну и бокам оврага высаживают кустарники и деревья.

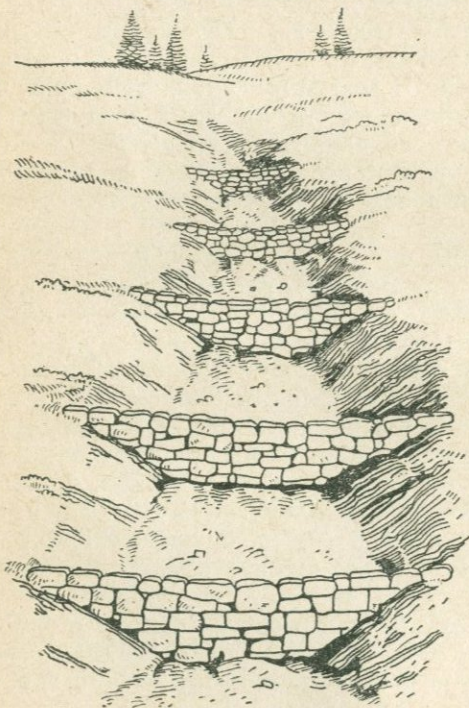
Для эффективной борьбы с эрозией почв и привлечения в сельскохозяйственный оборот малопродуктивных земель проводят террасирование горных склонов. На террасированных склонах выращивают сады. С помощью деревянных или бетонных лотков отводят воду от вершинной части оврага, ослабляют силу водного потока, применяя водогасящее устройство. Поперек оврага сооружают каменные и бетонные запруды (рис. 12). Овраг часто перегораживают плотиной и превращают в пруд. При этом на месте оврагов возникает каскад водоемов, в которых с успехом можно разводить водоплавающую птицу и развивать рыбководство. Глубокие овраги, находящиеся в черте городов, можно использовать для строительства овощехранилищ.

Советские ученые разработали новый способ борьбы с оврагами: размываемая толща земли обрабатывается специальным полимером, и тогда благодаря приобретаемой пористости грунт пропускает воду, воздух и не размывается.

Селевые потоки. Селями называются бурные водные потоки, возникающие эпизодически и внезапно в засушливых горных районах, обычно лишенных растительности. Они сносят верхний покров рыхлых мелких и щебневых образований. В зависимости от состава покрывающей поверхности селевые потоки бывают грязе-каменными, водо-каменными и грязевыми. Высота водяного вала достигает 12 метров, ширина доходит до километра. По крутой долине водяной поток несется вниз с головокружительной быстротой. Сель обладает огромным количеством кинетической энергии — это всеокрушающий поток грязи, песка, камней, вывороченных с корнем деревьев.

Вот рассказ очевидца о селевых потоках: «...большие бедствия причиняют сильные дожди в горах. Путешественник нередко останавливается перед громадными грудами щебня, который заполняет горные долины. Не видно и следов текучей воды, а между тем многие обломки слегка окатаны и угловатые края их сглажены. Неужели эти камни сами собой скатились сверху? Отчего их так много и в этой и в соседней доли-

Рис. 12. Закрепленный овраг.



нах? Но стоит только побывать здесь в непогоду, и все сомнения исчезнут. Беда, если неосторожный путешественник будет застигнут дождем в таком ущелье. Вода со всех сторон устремляется на него и свирепо мчится вниз бурным потоком, все сокрушая на своем пути. Наконец, грязь достигает нижних частей долины и веером растекается во все стороны, погребая в своей массе и жилища человека, и возделанные им поля. Только печные трубы домов торчат из-под толстого слоя грязи и обломков».

Сели образуются в результате выпадения обильных дождей на вершинах гор, быстрого таяния высокогорных снегов и ледников, в результате внезапного прорыва естественных или искусственных плотин или спус-

ка озер. Для образования селей необходимы три условия: обилие атмосферных или талых вод, высокогорный рельеф и большое количество продуктов выветривания.

Малые селевые потоки образуются почти ежедневно. Большие — довольно редко. Предсказать начало рождения селя очень трудно. Чаще всего сели обрушиваются неожиданно и не только в дождливую погоду, но и при ясном, безоблачном небе.

В СССР селевые потоки характерны для гор Средней Азии, Кавказа, Армении, Крыма, Прикарпатья, Казахстана, Урала, Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Катастрофический селевой поток обрушился в 1921 году на город Алма-Ату и произвел громадные разрушения. Огромные валуны, весом до 25 тонн, были принесены на улицы города этим селем. Селевые потоки угрожают городам Душанбе (Таджикистан), Фергане, Андижану (Узбекистан), но с ними ведется борьба.

Вред, приносимый селями. Селевые потоки — это бич горных и предгорных районов. Селевой поток сносит мосты, дома, разрушает инженерные сооружения, линии связи и электропередач. Он обрушивается на города, селения; портит леса, заносит поля и огороды, уничтожает сады. Цветущие долины сель превращает в безжизненные пространства, покрытые жидким месивом из грязи и камней. Объем вынесенного селем рыхлого материала может достигать миллионов кубических метров. Обломочный материал, перенесенный временными водотоками, называется пролювием. Пролувий отличается плохой сортированностью обломочного материала и слабой окатанностью обломков.

Меры борьбы с селями. Для борьбы с селями горные склоны засаживают лесами, сеют травы, которые замедляют сток воды, строят бетонированные селеспуски, над дорогами — селедуки, похожие на виадуки, на путях селей создают непреодолимые для них преграды, с помощью дренажных систем отводят воду из опасных мест и районов, горные склоны укрепляют террасированием (рис. 13), поперек долины устраивают каменные или железобетонные плотины, которые уменьшают скорость течения воды, а следовательно, и разрушительную силу селя (рис. 14). На пути движения селей в ущелье возводят высотную плотину, крепко упирающуюся в скальные берега. Сель этой плотиной задерживается и не доходит до защищаемого места. Эта мера приносит тройную пользу: ограждает от селя, создает запасы воды, которые могут быть использованы в засушливое время года, дает возможность, когда водохранилище опустеет, использовать на строительные нужды каменный материал, принесенный селями.

Для борьбы с селями используют решетчатые конструкции сквозных сооружений из сборного железобетона, создается сложная система заградительных устройств на путях возможного

прохождения грязе-каменного потока, в горных каньонах создаются обширные искусственные чаши — вместилыща для селя. С этой целью в районе Алма-Аты, например, создана путем сильного и направленного взрыва каменнонабросная плотина высотой 115 метров, выше и ниже плотины установлены ловушки — огромные металлические каркасы, задерживающие крупные обломки.

В районе Алма-Аты построено три сифонных водопровода, с помощью которых сбрасываются талые воды ледника Туук-Су, образующие моренные озера.

Немаловажное значение в борьбе с селями имеет правильная распашка горных склонов и правильный выпас скота на них. При продольной распашке образуются борозды, идущие вниз, которые со временем превращаются в русла селевых потоков. К таким же результатам приводит неправильная пастьба скота на склоне. Уменьшает опасность селей поперечная распашка склонов. Большое значение имеет лесонасаждение. Склоны, покрытые густым высокоствольным и мощнокорневым лесом, преграждают путь селям при самом их зарождении,

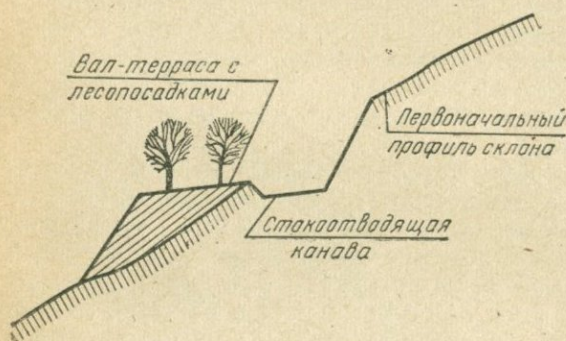


Рис. 13. Устройство террас на горных склонах при помощи специальных валов с лесопосадками. Такое террасирование успешно осуществляется в Средней Азии и в Крыму.

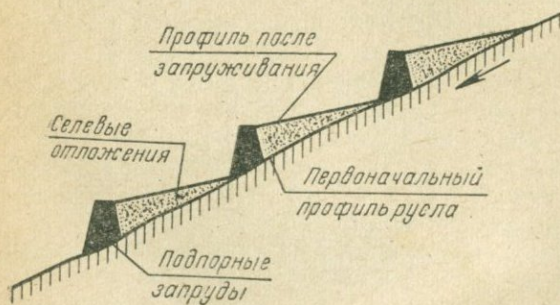


Рис. 14. Система подпорных запруд. После запруживания и заполнения межзапрудных пазух селевыми выносами русло приобретает более пологий уклон, который уже недостаточен для движения селей.

поэтому истребление леса на склонах гор приводит к появлению селей даже там, где их раньше не было. Кроме того, лесной покров — лучшая защита горных пород от разрушения (выветривания).

Советские ученые разработали методы предупреждения селей. Для борьбы с ледниковыми селями применяется дым. В июле — августе, в самые знойные дни, когда усиливается таяние ледников, над ними поднимают дымовую завесу при помощи дымовых шашек. Образовавшийся дымовой экран отражает солнечные лучи, и под тенью дыма температура понижается на 8—10 градусов. Это уменьшает интенсивность таяния ледников, и ледниковый сток уменьшается наполовину.

Советские специалисты сконструировали радиооповеститель селя, который устанавливается в русле селевого бассейна. Когда селя появляется в створе оповестителя, последний передает радиосигнал и население имеет возможность своевременно эвакуироваться в безопасные места. Практически эффективен также заблаговременный смыв в безопасном направлении накопившегося на склонах обломочного материала. В селеопасных районах нашей страны создана противоселевая служба.

Геологические термины.

Делювий (от латинского слова «делюо» — смываю) — обломочные отложения, в основном мелкие — результат плоскостного смыва дождевыми и тальми водами.

Пролювий (от латинского слова «пролювиум» — смывание) — обломочные отложения селевых потоков.

Вопросы и задания.

1. Есть ли овраги в вашей местности? Какой вред они приносят? Как ведется борьба с ростом оврагов и эффективна ли она? Какие меры борьбы с оврагами вам кажутся наиболее подходящими для ваших условий? Школьники нашей страны ведут борьбу с эрозией почв под девизом «Овраг — наш враг». Включайтесь и вы в это движение. 2. Изучите преимущественное направление овражной сети в вашей местности (оно отмечает направление тектонических нарушений). Концентрически сходящиеся и расходящиеся веера оврагов свидетельствуют о наличии тектонического прогиба или поднятия. Возрастающее количество оврагов при однородных геологических условиях указывает на усиление тектонических нарушений. Проведите наблюдения по следующей программе: а) измерьте длину, ширину и глубину оврага; б) выясните, из каких пород сложены склоны оврага; в) какую форму имеют склоны оврага (крутую, пологую, террасовидную, вогнутую, выпуклую)? Чем объясняется такая форма? г) С какой быстротой растет овраг? д) Какова разветвленность оврагов? е) Какое участие в росте оврага принимают обвалы и оползни? ж) Куда выходит овраг? к каким последствиям это приводит или приведет? з) Есть ли в овраге ключи, к каким слоям они приурочены? и) Как себя ведет овраг весной и осенью? к) Какова относительная величина площади, занимаемой оврагами? л) Как оврагообразование влияет на растительность? Установите зависимость между оврагообразованием и распределением растительности (лесная, степная, болотная). 3. Наблюдаются ли у вас селевые потоки? Какие меры борьбы с ними ведутся и насколько они эффективны? С помощью фотографий и рисунков оформите монтаж «Овраги и борьба с ними» и «Селевые потоки и вред, приносимый ими».

Введение. В условиях влажного климата реки имеют широкое развитие. Наличие рек — один из решающих факторов в преобразовании форм земной поверхности. В результате геологической деятельности рек образуются эрозионные формы рельефа и накапливаются речные отложения. Геологическая работа рек сводится к разрушению ложа, по которому течет речной поток, к переносу продуктов разрушения и к отложению перенесенного материала.

Разрушительная работа рек. Размыв или смыв текущей водой горных пород и почв называется эрозией. Река может разрушать дно (донная эрозия) и бока своего ложа (боковая эрозия). *Донная, или глубинная, эрозия* углубляет речное дно, и в результате река врезается глубже в долину. При *боковой эрозии* происходит размывание склонов долины, приводящее к ее расширению.

Самая низкая часть долины реки, расположенная в ее устье, называется основанием или базисом эрозии. Практически базис эрозии совпадает с уровнем того водоема, в который впадает река.

Разрушительная работа рек начинается от базиса эрозии и постепенно распространяется по направлению к верховью. В верхнем течении реки преобладает унос обломочного материала, в средней части — перенос, в нижней — намыв.

Эрозионная деятельность реки и тектонические процессы могут привести к образованию в долине реки ступенчатых уступов — продольных речных террас. Эти террасы хорошо видны в поперечном разрезе долины (рис. 15).

Поверхность террас покрыта речными отложениями. Самая древняя терраса — верхняя; нижняя терраса — самая молодая, она обычно заливаается в половодье и называется поймой. Продольные террасы располагаются или на обоих берегах реки, или на одном из них, на большом протяжении, или на отдельных участках.

Существуют еще так называемые поперечные террасы, хорошо видимые в продольном разрезе речной долины. Образование поперечных террас объясняется тем, что река течет по горным породам различной прочности и они оказывают различное сопротивление разрушающему действию водного потока, этим и обусловлены неровности на дне реки. Неровности образуют пороги, водопады. Причиной образования поперечных террас могут быть также тектонические процессы (сбросы).

Перенос и отложение. Речные потоки переносят обломки горных пород и окатывают их. Обломки теряют остроугольность и приобретают более или менее округлую форму. Такие обломки в зависимости от размера частиц получают названия: валун, галечник, гравий, песок, ил.

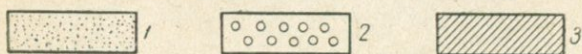
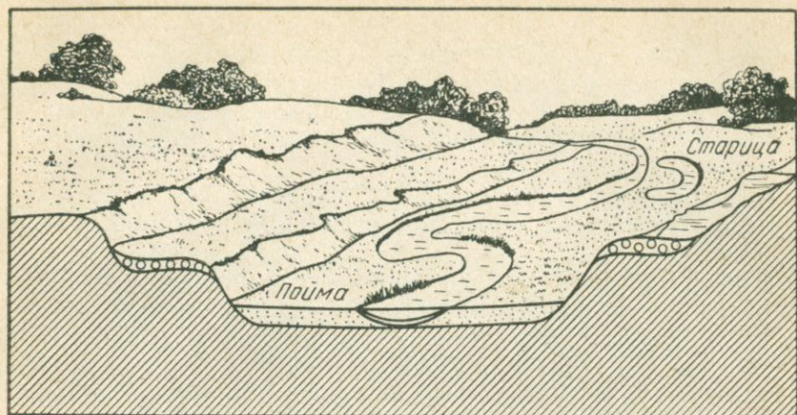


Рис. 15. Речная долина с продольными террасами:

1 — современный аллювий; 2 — древний аллювий; 3 — коренные породы.

В процессе переноса обломки сортируются по размеру и по весу: более крупные и тяжелые обломки переносятся на относительно небольшое расстояние, более мелкий материал переносится на большее расстояние, и, наконец, тонкий материал переносится на значительное расстояние. Обломочный материал, переносимый речным потоком и отложенный, получил название аллювия.

Аллювий равнинных рек подразделяется на русловой, сложенный галечником и песком с косою слоистостью, пойменный — супеси и суглинки, накапливающиеся во время половодья на поверхности поймы, и старичный — темные суглинки и супеси, иногда мелкозернистые пески, богатые органическими веществами, отлагающиеся в старицах.

Значение тектонических движений земной коры для развития речной системы.

Реки очень чутки к тектоническим нарушениям. Они немедленно регистрируют их положением и строением своих долин. Следовательно, по особенностям речной сети можно судить о тектоническом строении и режиме отдельных территорий.

Параллельное расположение речной сети указывает на относительную простоту тектонического строения района и относительную молодость речной сети. Сходящийся веер рек говорит о наличии в полосе схождения тектонического прогиба. В областях поднятий наблюдается концентрически расходящийся веер рек. Резкие прямоугольные повороты речных долин указывают на крупные тектонические нарушения. При обтекании рекой

тектонических структур наблюдаются плавные изгибы речных долин. Прогибающиеся участки характеризуются наличием меандр, прогиб сопровождается расширением долины и выполаживанием ее склонов. Меандры, сопровождающиеся сужением долины и увеличением ее глубины, указывают на поднятие данного участка.

Спрямоленные отрезки речных долин (протяженностью не менее 5 километров) совпадают с линиями разломов в земной коре.

Ступенчатость и сужение поймы, спрямление русла реки, уменьшение количества протоков и стариц, уменьшение мощности аллювия и увеличение крупности его материала свидетельствуют о поднятии речной долины. Выровненная и расширенная пойма, возрастание извилистости русла реки, дробление на рукава и образование стариц, увеличение мощности аллювия указывают на погружение речной долины.

Резкое возрастание количества источников свидетельствует о тектонической нарушенности участка речной долины. Линии тектонических нарушений могут быть обнаружены закономерным расположением источников и высокими уступами террас.

Современные реки, под действием сил Кориолиса, несколько смещены от тектонических линий. В северном полушарии они смещаются вправо, следовательно, линии тектонических нарушений будут находиться в левобережной части долин.

Симметричные междуречья указывают на относительную простоту его тектоники, на однозначность тектонических движений. Асимметрия водоразделов говорит о тектонической активности района и, следовательно, геоморфологической зрелости рельефа.

Частая смена симметричных и асимметричных междуречий отражает сложное тектоническое строение территории, указывает на дифференцированные движения в этих участках земной коры. Плоские водоразделы характерны для опускающихся участков, выпуклые свойственны участкам, испытывающим поднятие. Сложные речные профили свидетельствуют о чередовании периодов поднятий и опусканий. В районах распространения легкорастворимых в воде пород встречаются плоские водоразделы с воронками. Ступенчатые водораздельные склоны возникают в случае чередования прочных и непрочных пластов и указывают на недавние поднятия.

Геологические термины.

Эрозия (от латинского слова «эросио» — размывание) — размыв или смыв текучими водами горных пород и почв.

Базис эрозии (от греческого слова «басис» — основание) — горизонтальная поверхность, ниже которой водный поток (река, ручей) не может углубить свое русло.

Меандры, или **излучины** (название по извилистой реке Меандр в Малой Азии, теперь Большой Мендерес) — изгибы русла реки.

Старица — часть старого русла реки, отделившаяся в результате прорыва узкой части меандры.

Пойма — часть речной долины, затопляемая водами при половодьях и паводках.

Аллювий (от латинского слова «аллювио» — нанос, намыв) — речные рыхлые отложения.

Задания.

1. Изучите гидрографическую сеть и выясните тектоническую структуру своей области (края, республики). Оформите стенд на тему «Геологическая работа реки». 2. Сравните величину и форму галек одной и той же породы в различных местах течения реки. Сделайте выводы. 3. Выясните происхождение гальки (речное, ледниковое). Если галька речного происхождения, состав ее будет соответствовать составу близлежащих горных пород, если ледникового — они будут отличаться от местных пород. 4. Изучая (определяя) гальку во время экскурсии, найдите место ее происхождения. В русле реки галька определенной породы встречается только до верхней границы ее распространения. Пользуясь этим методом, определите распространение главных пород в изучаемом районе (если они прикрыты почвой и растительностью).

Увлекательное занятие.

Собирать разнообразные коллекции — увлекательнейшее занятие. Оно развивает наблюдательность, воображение, остроту зрения, художественный вкус. Займитесь и вы этим интересным делом: собирайте обломки горных пород, имеющие оригинальную форму.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Введение.

Подземные воды образуются не только путем просачивания или инфильтрации поверхностных вод в земную кору, но и путем конденсации водяных паров, поступающих в почву из атмосферы и глубинных зон Земли, в порах, трещинах и других пустотах горных пород.

По степени фильтрации воды горные породы подразделяются на водопроницаемые и водонепроницаемые, или водоупорные. Водопроницаемые породы через трещины, поры и другие пустоты пропускают воду; водоупорные породы практически через себя воду не пропускают. К водопроницаемым относятся: галечник, гравий, щебень, дресва, песок, трещиноватые магматические, метаморфические и осадочные породы. Водоупорные породы: глина, гранит и другие магматические породы, кристаллические сланцы, кварциты, мраморы, плотные известняки, мерзлые породы. Пласт или часть пласта, насыщенные водой, образуют водоносный горизонт.

Подземные воды движутся с гораздо меньшей скоростью, чем поверхностные. Это объясняется сопротивлением горных пород, через которые просачиваются подземные воды. Скорость

движения подземных вод определяется величиной пор в породе (чем крупнее поры, тем больше скорость продвижения воды), уклоном подземного стока, температурой воды, от которой зависит ее вязкость (чем больше вязкость, тем медленнее сток).

**Классификация
подземных вод.**

Подземные воды бывают *напорные (артезианские, субартезианские)* и *ненапорные (грунтовые)*.

Грунтовые воды залегают между земной поверхностью и первым водоупорным пластом. Это ближайший к земной поверхности водоносный горизонт, не прикрытый сплошной кровлей из водонепроницаемых пород. Область питания грунтовых вод обычно находится в том же районе, где они распространены.

Напорные подземные воды располагаются ниже грунтовых вод, образуя несколько этажей потоков. В этом случае несколько водопроницаемых и водоупорных слоев перемежаются между собой.

Напорные воды делятся на фонтанирующие, или артезианские, и нефонтанирующие, или субартезианские. Артезианские воды приурочены к синклиналям, пологим впадинам и сбросам (если при этом водоносный пласт срезается и упирается в водоупорный). Область питания артезианских вод может находиться на расстоянии десятков и сотен километров от места выхода.

Источники.

Естественный выход подземных вод на дневную поверхность называется источником, родником или ключом. Для обнажения подземных вод искусственным путем роют колодцы.

Источники делят на *нисходящие* и *восходящие*. Нисходящие источники питаются из водоносного пласта, в котором уровень воды лежит выше места выхода источника на поверхность. Они выходят на земную поверхность под влиянием силы тяжести.

Восходящие источники образуются напорными подземными водами, выходящими на поверхность Земли. Они действуют по закону сообщающихся сосудов.

Те и другие подразделяются на *пластовые*, когда подземные воды залегают в толще рыхлых пород, и на *трещинные*, когда подземные воды приурочены к трещинам магматических, метаморфических и плотных осадочных пород.

**Геологическая
работа подзем-
ных вод.**

Наиболее типичная черта геологической работы подземных вод — химическое разрушение горных пород. Подземные воды производят и механическое разрушение, но в гораздо меньших масштабах, чем поверхностные воды.

Активизации химической деятельности подземных вод способствует теснейшее общение их с горными породами, насыщенность подземных вод углекислотой и другими кислотами, значительное давление и более высокая температура в глубинных зонах Земли.

Карст. Карст наблюдается в районах распространения легкорастворимых в воде горных пород. Здесь легкорастворимые породы или слагают земную поверхность, или залегают близко к ней. Подземные воды, циркулируя в толще этих пород, постепенно растворяют их. В результате образуются пустоты, пещеры различных размеров.

Вот описание одной из пещер: «Фантастическая красота произвела столь сильное впечатление, что я до сих пор помню все детали экспедиции.

...Сто восемьдесят метров вниз. Головокружительные колодцы, сорокаметровый лаз — «шкуродер», в котором камень, кажется, обнимает тебя, лабиринты замысловатых ходов. А потом открылся гигантский зал семидесятиметровой высоты. За ним другой, третий. И каждый «убран» по-своему. Луч карманного фонаря оживляет сталактиты и сталагмиты. То тут, то там вспыхивают голубые искорки. А то вдруг разольется нежно-розовый свет...

Миллионы лет трудится вода, создавая эти шедевры природы...»

Кровли пустот, пещер могут под тяжестью верхних слоев провалиться. В результате обвалов образуются воронки и естественные колодцы. Карстовые воронки представляют замкнутые впадины конической, чашеобразной или неправильной формы.

Для карстовых районов характерно исчезновение рек, озер, когда поверхностные воды через карстовую воронку или через колодец уходят в глубь Земли.

В карстовых районах наблюдаются особые источники с мощным и постоянным расходом (дебитом) воды. Они получили название воклюзских. Расход воды в них достигает 15—16 тысяч кубометров воды в час. Они представляют не что иное, как выход на дневную поверхность подземных рек. Эти воды часто затопляют шахты. Тогда подземные реки пускают по железобетонным каналам и они текут, минуя карстующие породы.

Вода в пещерах испаряется, растворенные в ней вещества выделяются в твердом виде, образуя натечные минеральные образования причудливых форм (в виде сосулек, столбов и т. п.), свисающие с потолка (*сталактиты*) и тянущиеся вверх со дна пещеры в виде свечей, столбов, сосулек и других форм (*сталагмиты*). Высота сталагмитов в некоторых случаях достигает 15 метров, а окружность — до 40 метров. Сталактиты и сталагмиты, срастаясь, образуют причудливые формы колонны. Они создают своеобразные подземные «замки» и многочисленные лабиринты. А на дне пещеры сверкает водная гладь озера или подземной реки. Глубина подземных рек в некоторых случаях достигает 30 метров. В Кунгурской пещере (в СССР) находится самое большое подземное озеро (площадью

200 квадратных метров). Скорость роста сталактитов — один миллиметр за 10—15 лет. Сколько же нужно было времени для образования гигантских сталактитов! Чтобы образовались колонны в несколько метров в обхвате, понадобилось не одно тысячелетие.

В средневропейской полосе нашей страны развит так называемый покрытый карст. Он так назван потому, что карстующие породы прикрыты обломочными породами — продуктами выветривания. На коре выветривания развиты почвенный и растительный покровы.

Карст распространен в СССР в Татарской, Башкирской АССР, Пермской, Горьковской, Оренбургской, Тульской, Рязанской областях, на Крымской Яйле, в Тернопольщине, Фергане. Благодаря постоянству микроклимата, температуры и давления, стерильности воздуха, насыщенного ионами, и другим специфическим особенностям, присущим пещерам, они используются в лечебных целях. В Сибири пещеры используют в качестве гаражей для автомашин.

Оползни. Оползнями называют скользящие смещения масс горных пород под влиянием силы тяжести. Наблюдаются они по берегам рек, морей, озер, на склонах, сложенных чередующимися водоносными и водоупорными породами. Вызываются оползни подземными водами, которые смачивают покатую (в сторону реки, озера, моря) поверхность глинистых пород, что приводит к образованию скользящей поверхности, по которой сползает вышележащий блок горных пород. Смещение происходит медленно и без опрокидывания массы горных пород. Породы скользят как по маслу. Этим оползни отличаются от обвалов.

Вот что пишет об оползнях известный геолог-популяризатор А. П. Нечаев: «Страшные катастрофы случаются иногда у волжских берегов... В 1884 году великое несчастье постигло Саратов: обрушилась Соколова гора... и многочисленные здания на ее склонах превратились в груды развалин. Еще за несколько дней до катастрофы земля начала медленно сползать к Волге, покрываясь трещинами. По ночам слышался треск разваливающихся домов и звяканье лопающихся стекол. Крупные здания фабрик и заводов переломились надвое, натрое».

Для оползневых мест характерен так называемый пьяный лес. Деревья в этих лесах имеют наклоненные в разные стороны и изогнутые стволы, так как при сползании грунта стволы наклоняются, а верхушки затем, при росте, вновь занимают вертикальное положение.

Во время оползня в почве возникают трещины. Они приводят к смещению участков дорог, перекрывают их сползшими массами, разрушают устой мостов, дома, искривляют газо-, нефте-, водопроводы. Оползни в СССР особенно характерны для крутых берегов Волги, Днепра, Оки, Дона и других рек.

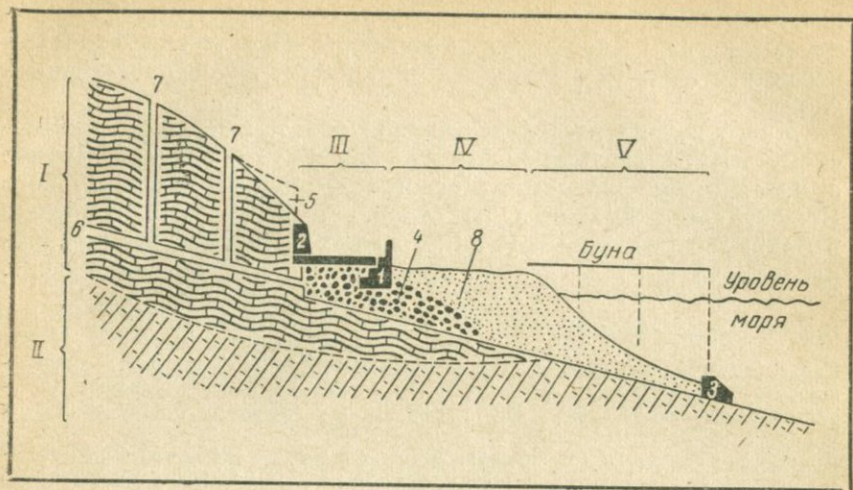


Рис. 16. Схема укрепления оползневых берегов Южного Крыма.
 I. Оползень с подводным основанием; II. Коренные породы; III. Набережная, выдвинутая в море; IV. Надводная часть искусственного пляжа; V. Подводный галечный откос.
 1 — волноотбойная стена; 2 — бетонная стенка, уравнивающая нагрузку склона; 3 — подводный волнолом; 4 — наброска из крупного камня; 5 — срезка бровки бывшего берегового обрыва; 6 — дренажная штольня; 7 — вертикальные дренажные скважины; 8 — толща насыпной гальки.

От оползней сильно страдают города Горький, Саратов, Ульяновск, Вольск, Черновцы. Оползанию подвержены черноморские берега в Одессе, Ялте, Ливадии.

Основные причины, вызывающие оползни, — это сочетание подземных вод и горных пород, образующих при смачивании водой скользящую поверхность. Происходит нарушение равновесного состояния земляных масс вследствие увеличения нагрузки на грунт (возведение сооружений, насыпей и т. д.), подрезывания склона косягора, а также насыщения грунта водой в результате обильного выпадения осадков, интенсивного таяния снегов или искусственного обводнения. Оползни также могут быть вызваны размывом берега водой.

Меры борьбы с оползнями. С целью удаления лишней подземной воды устраивают в толще горных пород дренажные каменные и железобетонные галереи, иногда расположенные в несколько ярусов, которые собирают подземные воды и отводят их в неопасные в оползневом отношении участки. Такие сооружения защищают от оползней Киев и Одессу. Чтобы оградить берег Черного моря от разрушения морскими волнами, сооружают волнорезы (рис. 16) из огромных бетонных глыб, вдоль оползневых участков сооружают подпорные стены, оползающие склоны закрепляют сваями и посадкой древесной растительности. Кроме того, применяют

пневматическое цементирование оползающих грунтов — за­качивают в грунт скрепляющие растворы. При этом водоносный песок частично цементируется и образует водонепроницаемый слой.

Много неприятностей доставляли оползни большому памирскому тракту, связывающему столицу Таджикистана Душанбе с различными районами. Магистраль, идущая вдоль бурного Вахша, часто выходила из строя. Взрывом было сброшено в Вахш 150 тыс. тонн грунта. Это дало возможность выправить русло реки и предохранило тракт от дальнейшего оползания.

Геологические термины.

Карст (по названию известкового плато в Югославии) — явления, возникающие в земной коре и на ее поверхности в районах распространения легко­растворимых в воде горных пород, связанные с процессом растворения этих пород.

Воклюзские источники (от названия источника Воклюз в Южной Франции) — мощные карстовые источники, представляющие выход на дневную поверхность подземных вод.

Вопросы и задания.

1. Могут ли образоваться артезианские воды в случае синклинального зале­гания водопроницаемых пород на водоупорном слое? 2. Наблюдаются ли оползни и карстовые явления в вашей местности? Чем они вызваны? Какой вред они приносят? Оформите стенды «Карст» и «Оползни». 3. Установите связь между трещиноватостью и напластованием пород и выходами подзем­ных вод (родники, ключи). 4. Под руководством учителя изучите близлежащие пещеры по следующей программе: а) форма и размеры пещеры; б) в какой породе пещеры образовались? в) Какие натечные формы имеются в пещере? Из каких пород они состоят? г) Имеются ли в пещере скелеты вымерших животных и доисторического человека? д) Составьте план пещеры путем глазомерной съемки; е) соберите и оформите коллекцию минералов и горных пород, встреченных в пещере. Пещеры надо беречь и сохранять в первоздан­ном виде, чтобы можно было наслаждаться их красотой.

Интересная и полезная книга.

Н. Ка­с­те­ре. Тридцать лет под землей. М., «Мысль», 1964.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА ЛЕДНИКОВ

Введение. В высоких широтах и высокогорных областях основным преобразователем земной поверхности является лед. Ледники в этих областях создают своеобразные, неповторимые формы рельефа.

Ледником называется масса движущегося по земле льда. Ледники образуются выше снеговой линии, но они могут сполз­ти и оказаться ниже снеговой линии.

Ледник образуется путем уплотнения снега. Снег, уплотнен­ный под действием собственной тяжести, называется фирном. Этот лед насыщен воздушными пузырьками. Продолжающееся

уплотнение льда приводит к выводу из льда воздушных пузырьков и образованию плотного глетчерного льда.

Ледник медленно течет вследствие пластичности льда, под влиянием силы тяжести. Течение льда в несколько тысяч раз медленнее течения воды. Скорость движения ледников зависит от температуры, массы льда, наклона дна ледникового ложа и колеблется от 25 миллиметров до 1,25 метров в час; в некоторых случаях достигает 50 метров в сутки. Годовая скорость составляет 10—1500 метров. По характеру течения лед напоминает воду. Течение зависит от наклона ложа, его скорость достигает максимума в местах наибольшей толщины льда и в местах сужения русла, в средней части ледника скорость движения больше, чем по краям.

При движении в леднике появляются трещины. Различают продольные, поперечные и краевые трещины. Продольные образуются благодаря продольным неровностям ледникового ложа и при выходе ледника из суженной части ложа в расширенную, поперечные — при растяжении льда на перегибах ледникового ложа и краевые — при большей скорости движения льда в середине ледника, чем по краям вследствие растяжения льда. Эти трещины раскалывают лед на отдельные глыбы — *сераки*.

Поверхность ледника в фирновой области вогнутая или ровная; ледниковый язык имеет выпуклую поверхность вследствие более интенсивного таяния льда по краям. Температура ледника неодинакова на поверхности и на глубине.

В теле льда имеются углубления — ледниковые и подледниковые *стаканы, котлы*. Эти углубления в основном образуются за счет растворяющей деятельности талых вод. Талые воды ледников образуют подледный поток — подледниковые реки.

Ледниковые стаканы представляют вертикальные углубления на поверхности ледника, образовавшиеся из-за более быстрого таяния льда под камнями (большой частью темного цвета) и постепенного погружения их в лед. Глубина ледниковых стаканов обычно не превышает нескольких сантиметров. Частично они заполнены водой.

Ледниковые котлы — вертикальные углубления в ложе ледника, высверленные при вращении валунов водными потоками, стекающими в трещины ледника.

На поверхности ледника образуются ледниковые *столы, грибы* и другие формы. Ледниковые стол и гриб представляют массивные каменные глыбы, сидящие на ледяной подставке на поверхности ледника. Высота ледяной ножки от 0,5 до 4 метров. Глыбы не прогреваются солнцем до нижней поверхности и предохраняют находящийся под ними лед от таяния.

Ледники то продвигаются из области питания в связи с увеличением ледяной массы — наступают, то сокращаются — отступают. Это вызвано климатическими причинами: в холодные сырые периоды, когда образуется больше осадков в виде снега,

увеличивается объем ледника, что приводит к увеличению ледяной массы и наступлению ледников. В теплые сухие периоды ледники усиленно тают, сокращаются, это приводит к уменьшению их объема, к отступлению.

Типы ледников. Ледники бывают материковые и горные. Материковые, или покровные, ледники наблюдаются в северных и южных полярных областях. Они в виде сплошного ледяного панциря покрывают материк Антарктиду и некоторые острова (Гренландия). Лишь отдельные горные вершины или одиночные скалы могут быть не покрыты льдом. Это так называемые нунатаки. Материковые ледники занимают большую площадь по сравнению с горными (около 16 млн. квадратных километров, что составляет 10% всей поверхности суши). Максимальная толщина ледникового покрова Антарктиды превышает 4000 метров. Общая масса льда составляет примерно 22 млн. кубических километров.

Ледники скандинавского типа занимают плоскогорья; стекая с которых по долинам, они образуют несколько горных ледников.

Горные ледники делятся на висячие, каровые, долинные, переметные. *Висячие*, или *пиренейские*, ледники располагаются на крутых склонах гор (к этому типу относится большинство ледников Альп), каровые или цирковые приурочены к карам — областям питания бывших ледников; они заполняют крутостенные, округлые впадины. *Долинные ледники* лежат в межгорных долинах, *переметные* — стекают на противоположные склоны горной возвышенности из общей седловины в виде двух языков. К долинным относится ледник Федченко на Памире, имеющий длину 71 километр, толщину несколько сотен метров. У него ясно выражена область питания, находящаяся в вершинной части гор, и область стока — ледниковый язык, спускающийся по долине.

Разрушительная работа ледников. Ледник при своем движении производит большую разрушительную работу. При этом обломки горных пород, вмержшие в лед, бороздят, истирают ледниковое ложе. Ледник, проходя по ложу, шлифует, полирует поверхность горных пород, образуя желоба, прочерчивает борозды. В результате поверхность скал или покрывается шрамами, или шлифуется. При этом сами обломки трутся друг о друга, округляются. Но ледниковые валуны сохраняют плоские поверхности, этим они отличаются от валунов неледникового происхождения. Разрушительная работа ледников получила название экзарации или выпаживания.

Морены. Обломочный материал, переносимый ледником и отложенный им, называется мореной.

Морены делятся на перемещаемые и отложенные.

Перемещаемые морены делятся на поверхностные, внутренние и нижние.

Поверхностные морены лежат на поверхности ледника и представляют обломочный материал, упавший на ледник с горных склонов; частично эти морены образуются за счет вытаивания внутренней морены. Поверхностные морены подразделяются на *боковые*, располагающиеся по краям ледника, и *срединные*, которые образуются при слиянии нескольких ледников за счет их боковых морен. Боковые морены протягиваются вдоль краев долинных ледников от снеговой линии до конца ледника и представляют вал с острым гребнем, сложенный грубообломочным материалом. В леднике может образоваться несколько параллельных срединных морен.

Внутренние морены находятся в теле ледника. Образуются они из обломочного материала, попадающего в ледяные трещины, из обломков, попавших внутрь ледника с поверхности вследствие протаивания или за счет нижней морены при слиянии ледников, когда материал нижних морен вдавливаются в лед.

Обломочный материал, перемещаемый ледником по дну, называется *нижней* или *донной мореной*. Образуется она в результате разрушения ледником своего ложа и частично за счет материала, проникающего по трещинам с поверхности ледника.

Отложенные морены делятся на береговые, продольные, конечные и основные.

Береговая морена образуется из боковой морены при частичном или полном таянии ледника. *Продольная морена* образуется при таянии горных ледников за счет вытаивания срединной морены. *Конечная морена* располагается у края материкового ледника или нижнего конца горного ледника в виде дугообразных гряд, она образуется при длительном стационарном положении ледника. *Основная морена* образуется за счет нижней и внутренней морен при таянии ледника. Она покрывает большие площади на равнинах, если образовалась в результате отступления материкового ледника, или заполняет дно ледниковых долин, если образовалась за счет горных ледников.

После таяния ледника остаются центральная впадина, занятая озером, болотом, торфяником, и вал конечной морены, образующий моренный амфитеатр. Крутой склон этого амфитеатра обращен к бывшему леднику, пологий — в противоположную сторону. Пологая сторона моренного амфитеатра постепенно переходит в отложения талых вод ледников (флювиогляциальные отложения). Это — галечник, гравий, песок и другой обломочный материал. Для него характерна тонкая слоистость.

Ледниковые формы рельефа.

Ледники создают своеобразные формы рельефа, которые подразделяются на скульптурные и аккумулятивные.

Скульптурные формы рельефа возникают в результате шлифующей и выпахивающей деятельности ледников.

К ним относятся сглаженные скалы, бараньи лбы, курчавые скалы, трог, кары, котловины выпахивания, друмлины.

Аккумулятивные формы рельефа — результат ледниковых отложений. К ним относятся различные морены, озы, камы.

В районах бывших оледенений можно встретить различного размера валуны утлогообразной формы. Валуны состоят из пород, чуждых по минералогическому составу породам данной местности. Такие обломки называются эрратическими или чуждыми валунами. Они принесены ледником из других районов.

Бараний лоб — скалистый выступ коренных прочных пород с гладкой, отполированной поверхностью, с царапинами, располагающимися по направлению движения ледника. Склон, обращенный к леднику, пологий и отшлифованный, противоположный — крутой и неровный. Бараньи лбы достигают в длину сотен метров, в высоту — около 50 метров. Группа бараньих лбов образует так называемые *курчавые скалы*, они напоминают спины лежащего стада овец. В СССР многочисленны курчавые скалы на Кольском полуострове и в Карелии.

Троги — горные долины, обработанные ледниками. В разрезе они имеют корытообразную форму, с широким пологовогнутом дном и крутыми стенками с выпуклым перегибом, образующим пологую площадку. Поверхность склонов долины, по которой спускался ледник, отшлифована, вышележащая часть носит следы геологической деятельности других внешних агентов (выветривание, работа ветра, текучих вод и т. д.). Фьорды Норвегии — это трог, заполненные морской водой в связи с повышением уровня океана в послеледниковое время.

Кары представляют собой полуцирки (амфитеатры) с чашеобразным дном, расположенные в привершинной части гор. Стенки кара обычно крутые, отвесные. Задняя сторона, обращенная к вершине горы, имеет большую крутизну.

Озы — это длинные, узкие, высокие, извилистые валы, состоящие из обломочного материала (галечник, гравий, нередко песок с примесью валунов). Протяженность их равна десяткам километров, а высота — десяткам метров. Склоны крутые. Озы сложены отложениями водных потоков, протекавших внутри ледника, под ледником и на его поверхности.

Друмлин представляет моренные холмы продолговато-овальной формы, по длинной оси направленные по движению ледников. Таким образом, по расположению друмлинов можно судить о направлении движения древних ледников. Длина друмлинов достигает нескольких сотен метров. Состоят друмлины из валунной глины.

Происхождение друмлинов до сих пор неясно. По мнению одних ученых они возникают в результате остановки участков ледника, переполненных валунным материалом, у какого-либо пре-

пятствия. Другие считают их результатом выпавивающей деятельности ледника при наступлении его в области, где ранее отложились морена.

Камы, встречающиеся вместе с озами, представляют беспорядочно разбросанные холмы округлой или продолговатой формы, сложенные слоистым, сортированным песчано-гравийным и галечниковым материалом, высотой 6—12 метров (иногда до 30 метров). Образуются они у края материковых ледников при их отступлении. Тогда появляются обширные участки неподвижного льда, при таянии которого из моренного материала вымываются глинистые частицы, а во внутриледниковых каналах и озерах отлагаются песок, гравий, галечник. В некоторых случаях камы являются конусами выноса внутриледниковых потоков.

Геологические термины.

Нунатаки (эскимосское название) — отдельные скалы или скалистые горные вершины, выступающие над поверхностью ледников.

Экзарация, или **ледниковое выпавивание** (от латинского слова «эксаратио» — выпавивание) — разрушение ледником горных пород.

Эрратические, или **ледниковые валуны** (от латинского слова «эрратикус» — блуждающий) — сглаженные и окатанные обломки горных пород, занесенные ледником далеко от места их коренного залегания.

Бараний лоб — скалистый выступ прочных пород, сглаженный и отполированный ледником.

Курчавые скалы — группа бараньих лбов.

Кар, или **цирк** (шотландское название) — чашеобразное углубление, врезанное в верхнюю часть склонов гор, представляющее область питания бывшего ледника.

Трог, или **корытообразная ледниковая долина** (немецкое слово «трог» — корыто) — долина, выработанная ледником.

Морёна (французское название) — несортированные обломки горных пород, переносимые или отложенные ледником.

Друмлины (ирландское название) — холмы продолговато-овального очертания, сложенные моренным материалом, в ядре которых залегают коренные породы или водно-ледниковые пески.

Озы (шведское слово) — длинные, узкие, высокие гряды водно-ледникового происхождения, сложенные гравийно-галечным материалом.

Камы (от немецкого слова «кам» — гребень) — беспорядочно разбросанные холмы округлой или продолговатой формы, сложенные сортированными, слоистыми песками и суглинистым материалом, прикрытым сверху плащом морены.

Флювиогляциальные, или **водно-ледниковые, отложения** (от латинских слов «флювиус» — течение воды и «гляциес» — лед) — отложения, образованные тальми ледниковыми водами.

Вопросы и задания.

1. Изучите минералогический и петрографический состав валунов, сравните их с окружающими породами. Объясните их происхождение (ледниковое, речное). 2. Если представится возможность, проведите под руководством учителя наблюдения: а) определите величину отступления и наступления ледника в течение года. Определите время наибольшего его уменьшения; б) какие морены образует ледник? Имеются ли на леднике трещины, как они расположены (вдоль, поперек ледника)? Как возникли?

Введение. Моря и океаны имеют большое значение для жизни нашей планеты, и особенно велика их геологическая роль. Мировой океан занимает более 70% поверхности земного шара, содержит огромное количество воды (около 1,4 млрд. кубических километров), находящейся в постоянном движении. Важной частью геологической работы моря является накопление осадков. Море — основной резервуар накопления осадков на Земле. Основная масса осадочных пород образуется на дне морей. Море производит также и разрушительную работу.

Зоны моря. Выделяют три зоны моря: неритовую, батимальную и абиссальную.

Неритовая зона располагается над материковой отмелью (шельфом) от 0 до 200 м. Прибрежная ее часть, осушающаяся во время отлива, называется литоралью.

Неритовая зона хорошо просвечивается, богата кислородом; температуры в ней изменчивы. Для этой зоны характерны сильные движения воды. Органическая жизнь обильна и разнообразна.

Батимальная зона располагается над континентальным склоном на глубинах от 200 до 2000 м. В батимальной зоне освещена только верхняя часть. Движение воды слабее. Температура в различных частях зоны различная, но на отдельных участках постоянная. Соленость воды постоянная.

Абиссальная зона располагается над ложем Мирового океана (глубже 2000 м). Она характеризуется абсолютной темнотой, высоким давлением, слабым движением воды, направленным от высоких широт к экватору, постоянной температурой, не превышающей 4°, отсутствием растений (кроме бактерий и некоторых водорослей). Животный мир очень беден. У животных хорошо развиты органы осязания. Многие формы лишены глаз или же имеют большие глаза; некоторые обладают способностью фосфоресцировать.

Органический мир морей. Морские организмы по образу жизни делятся на 3 группы: 1) пассивно плавающие (планктон). Они самостоятельно не плавают, а переносятся волнами и течениями. К ним относятся многие водоросли, большинство одноклеточных микроорганизмов; 2) активно плавающие (нектон) — свободно перемещающиеся животные. Это рыбы, киты, дельфины, головоногие моллюски; 3) донные (бентос) — обитающие на дне или в придонной части моря. Бентос бывает прикрепленный или сидячий, неприкрепленный или подвижный. К прикрепленному бентосу относятся животные, прикрепленные к субстрату (кораллы, морские лилии, плеченогие и им подобные) или лежащие на дне; ползающие животные относятся к подвижному бентосу (крабы, морские ежи).

Организмы, обитающие в открытом море вне литоральной зоны, получили название пелагических. Жизнь этих организмов не связана непосредственно с дном моря. Сюда относятся планктонные и нектонные животные.

Разрушительная работа моря.

Разрушительная работа моря проявляется главным образом в береговой полосе. Поэтично звучит рассказ путешественника о неутомимом труженике — море: «Я люблю сидеть на берегу под тенью его высоких обрывов и смотреть, как волны шумно подкатывают к нему. Сколько жизни в бурном движении волн! Каждая волна подхватывает груды обломков, лежащих на ее пути, и несет их с собою, пока не истощится запас ее силы. На мгновение она останавливается, обессиленная, катится назад и увлекает с собой обломки. И так изо дня в день, в течение столетий камни движутся взад и вперед и, перекатываясь целой массой, трутся друг о друга».

Прибой увлекает обломки пород и бросает их на скалистые берега. Морские волны могут передвигать не только мелкие обломки, но и громадные глыбы породы весом до 100 тонн. Черное море за 10 лет «перепиливает» стальные рельсы, каменную кладку и «съедает» бетон ежегодно на 30 сантиметров. Морская вода разрушает берега не только механически, но и химически. Разрушительная работа моря известна под названием абразии. Абразийная деятельность моря распространяется до глубины 200 метров.

Степень разрушения берега зависит от крутизны и высоты берегов: чем выше и круче берег, тем сильнее разрушение; от прочности горных пород, слагающих берег; рыхлые и мягкие породы (слабый песчаник, вулканический туф) легче разрушаются, чем массивные, твердые (гранит, базальт); от температуры воды (возрастает при понижении температуры) и от характера их залегания: наименьшее разрушение в том случае, когда породы наклонены в сторону моря, максимальное, когда породы наклонены в сторону суши, и среднее, когда породы залегают горизонтально.

Для уменьшения разрушительного действия волны в последнее время в портах стали сооружать решетчатые полые молы. Волна ударяется о наружную решетчатую стенку, разбиваясь на множество струй, переливается в полую внутреннюю часть мола. Новая волна встречается с водой, выливающейся обратно в море через те же отверстия, и гасится.

Оригинальный метод борьбы с разрушительным действием морского прибоя разработан советскими специалистами. С этой целью на некоторой глубине укладывают несколько труб с отверстиями и затем подсоединяют их к работающему компрессору. При этом из отверстий потянутся цепи пузырьков воздуха, образуя своеобразную завесу. Поднимаясь, пузырьки создают искусственное восходящее течение. Волны, натываясь на эту

завесу, теряют силу. Установлено, что наиболее устойчивая форма берегов — бухтовая. Это объясняется тем, что мысы, разрывая водный поток на части, гасят энергию прибоя и тем предотвращают размыв и унос продуктов размыва.

С целью сохранения берегов создаются естественные бухты. Достигается это путем сооружения волноломов в прибрежной зоне моря на расстоянии нескольких сотен метров друг от друга. Со временем море соединяет их с берегом песчаными перемычками в виде полуокружностей, т. е. создает бухты.

Созидательная работа моря. Основная масса продуктов разрушения земной поверхности в конечном счете доставляется агентами переноса в моря и океаны.

Морские осадки делятся на механические, химические и органические.

В неритовой зоне образуются все виды осадков. Наибольшее распространение имеют механические осадки в виде обломочного материала, образовавшегося в результате разрушения берегов и принесенного с суши реками. Этот обломочный материал сортируется по размеру и весу обломков.

Ежегодно с суши сносится в океан несколько миллиардов тонн растворенных в воде веществ. Часть этих химических соединений поглощают животные и растения в процессе их жизнедеятельности, часть остается в растворенном состоянии, часть выпадает в осадок. Химические осадки образуются в результате химических и биохимических реакций, а также от изменения температуры воды. Выпадают в большом количестве соединения железа (бурый железняк), марганца (пиролюзит), фосфора (фосфорит) и другие. В прибрежной зоне образуются скопления раковин и их обломков. Для этой зоны характерна быстрая смена типов осадков. Осадконакопление носит разнообразный и непостоянный характер.

В неритовой зоне широко распространены известняк и мергель, в образовании которых принимают участие живые организмы: кораллы, морские лилии, морские ежи, мшанки, плеченюгие, водоросли. Все эти организмы, умирая, оставляют после себя твердые известковые скорлупки и раковины, которые часто истираются морскими волнами и примешиваются к минеральным осадкам. Тогда образуются известковистые песчаники, мергели, громадные толщи известняков.

В батинальной зоне отлагаются неорганический и органический илы. К неорганическим относятся синий или голубой, красный, зеленый илы — крайние терригенные (принесенные с суши) осадки и вулканический ил. Цвет зеленого ила обусловлен присутствием зерен глауконита — минерала зеленого цвета; синий ил содержит мелкие включения сернистого железа (пирита). Красный ил отлагается в тропических морях, куда с суши сносятся продукты выветривания (латериты), имеющие красный цвет (окислы железа).

В образовании органических илов принимают участие планктонные животные и растения, населяющие верхние слои моря. Илы подразделяются на глобигериновые — осадок средних глубин теплового пояса, диатомовые — осадок холодного пояса, радиоляриевые, образующиеся на больших глубинах (от 4 до 8 тыс. метров). Глобигериновый ил представляет мелоподобный рыхлый порошок белого, розового или желтоватого цвета, состоящий из кальцита. Распространяется он до глубины 5000 метров. Отлагается в теплых морях. Средняя скорость осаднения — 1,2 сантиметра в 1000 лет. Диатомовый ил имеет желтый, белый, синеватый цвет. Состоит преимущественно из диатомовых водорослей. Характерен для холодных морей. Радиоляриевый ил похож на красную глину. Отличается тем, что содержит в большом количестве кремнистые скелетные остатки радиолярий.

В абиссальной зоне отлагается глубоководная красная глина, представляющая смесь нерастворимого остатка органического ила, образовавшегося из пелагических осадков, метеоритной пыли, ветровой пыли, осевшей на водной поверхности, обломочного материала, принесенного айсбергами, терригенного материала, принесенного морскими течениями, продуктов подводных вулканических извержений (особенно вулканического пепла), продуктов, образованных в результате химических процессов, протекающих в глубоководной зоне. Из органических остатков здесь встречаются зубы различных рыб, слуховые косточки китов и т. д. Мощность красной глины ничтожно мала — несколько десятков сантиметров, что указывает на крайне медленное ее накопление (около 0,008 миллиметров в год). Цвет у нее бывает не только красный, но также бурый и шоколадный.

Ежегодно на поверхность материков и океанов падает из космоса 10 тыс. тонн вещества в виде метеоритной пыли и крупных обломков — метеоритов. Подсчитано, что на дне океанов метеоритная пыль толщиной в 1 метр накапливается в течение 500 тысяч лет.

Вулканическая пыль состоит из мелких кусочков вулканического стекла, кварца, полевого шпата, роговой обманки.

На дне водных бассейнов (особенно морей) происходит процесс преобразования рыхлого осадка в уплотненные осадочные породы. Это происходит под давлением новых толщ накапливающихся осадков, отжатия воды и цементации. Этот процесс называется диагенезом или процессом вторичного рождения.

Минеральные богатства моря. Из полутора миллиардов кубических километров морской воды можно выделить такую массу различных веществ, которая при равномерном распределении по поверхности континентов образует двухсотметровую толщу.

По подсчетам ученых, в Мировом океане хранится свыше 10 млрд. тонн золота, около 3 млрд. тонн никеля, 164 млн. тонн серебра, 800 млн. тонн молибдена, 1 млрд. тонн свинца и цинка, 20 тыс. тонн радия, 4 млрд. тонн урана и т. д.

В настоящее время некоторые страны добывают со дна моря алмазы. В прибрежных областях морей и океанов добывают нефть и газ. Добыча нефти со дна моря в крупных масштабах ведется в Мексиканском и Персидском заливах, в Каспийском море. В настоящее время в мире известно около 330 подводных месторождений нефти и газа. В ближайшие 20 лет $\frac{1}{4}$ всей потребляемой нефти и газа будет добываться со дна моря. В мире разведано около 60 млрд. тонн нефти, предполагаемые запасы ее под дном Мирового океана составляют около 200 млрд. тонн. Наиболее перспективным в нефте-газоносном отношении является Ледовитый океан. Это подтверждается тем, что Западно-Сибирская, Печорская и Хатангская нефте-газоносные впадины опускаются в Ледовитый океан.

Из морской воды извлекают йод, бром, магний. Со дна океанов можно добывать кобальт, медь, олово, платину, титан и другие элементы. Морские илы представляют цементное сырье. Совершенно неограниченное значение имеет энергия тяжелой воды, которой в Мировом океане содержится более $\frac{1}{4}$ триллиона тонн.

Исследования показали, что обширные пространства дна Тихого, Атлантического и Индийского океанов покрыты железными и марганцевыми рудами.

Из морской воды добывают пищевую соль, сульфат натрия и другие химические соединения. В каждом кубическом километре морской воды содержится около 150 млн. тонн соли. Если выпарить соли, содержащиеся в воде Мирового океана, и равномерно рассыпать по поверхности Земли, то толщина слоя составит почти 45 метров.

Безусловно, породы, слагающие дно океанов, также содержат большие запасы полезных ископаемых. Океаны и моря, занимающие большую площадь земной поверхности, можно считать почти нетронутой целиной полезных ископаемых. Отличительная особенность Мирового океана в том, что в нем все время создаются новые химические соединения, а следовательно, и новые полезные ископаемые.

Практически решить задачу извлечения растворенных веществ из морской воды довольно трудно. Расходы по добыче химическим путем значительно превышают их стоимость. Более выгодно использование «живых фабрик» — удивительной способности многих обитателей моря поглощать и концентрировать в своем организме некоторые химические элементы. Так, например, в водорослях, особенно ламинариях, накапливается значительно больше йода, чем его содержится в морской воде. В настоящее время йод получают из золы ламинарий.

Морской рак — лангуста концентрирует кобальт, оболочковые асцидии — ванадий. С промышленной целью в Японии на дне моря культивируются плантации асцидий. Устрицы концентрируют в своем теле медь. Внутри раковин некоторых моллюсков образуется жемчуг. Самая крупная жемчужина была найдена на Филиппинских островах в 1934 году.

Геологические термины.

Абразия (от латинского слова «абрасио» — соскабливание) — разрушение морского берега действием прибоя.

Планктон (от греческого слова «планктос» — блуждающий) — живые организмы, не обладающие способностью активного движения, передвигаемые в воде волнами и течениями.

Нектон (от греческого слова «нектос» — плавающий) — водные животные, обладающие способностью активного передвижения в водной среде.

Бентос (греческое слово «бентос» — глубина) — организмы, обитающие на дне водных бассейнов неподвижно (прикрепленный бентос) и ползающие по дну или обитающие в придонной части (подвижный бентос).

Неритовая зона (от греческого слова «неритос» — морская ракушка) — мелководная область моря, начиная от линии отлива и до глубины 200 метров.

Батинальная зона (от греческого слова «батис» — глубокий) — область средних морских глубин, лежащая между глубинами 200 и 2000 метров.

Абиссальная зона (от греческого слова «абиссос» — бездна) — зона наибольших морских глубин (более 2000 метров).

Пелагиальная область (от греческого слова «пелагос» — открытое море) — открытое море за пределами литоральной зоны.

Седиментация, или осадкообразование (от латинского слова «седиментум» — оседание) — физические, химические и биологические процессы, приводящие к образованию осадков в поверхностной зоне земной коры.

Диагенез, или диагенезис (от греческих слов «диа» — приставка пере и «гене-зис» — рождение) — процесс превращения рыхлого осадка в осадочную горную породу, происходящий на дне водных бассейнов.

Задание.

Если вы живете близко от моря, изучите геологическую работу моря, оформите стенд на тему «Геологическая работа моря»; соберите коллекцию «Морские отложения».

Интересные и полезные книги.

М. Ростарчук. Над впадиной Романш, или путешествие в гидрокосмос. М., Гидрометеоздат, 1970.

А. П. Виноградов. Введение в геохимию океана. М., «Наука», 1968.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ РАБОТА ОЗЕР, ЛАГУН И БОЛОТ

Введение. Геологическая работа озер напоминает геологическую работу морей. Отличие состоит в том, что масштабы работы озер гораздо меньше.

Озера, как и моря, производят разрушительную и созидательную работу. Наиболее важная часть геологической работы озер — отложение осадков.

Озерные отложения.

Озерные отложения бывают механические, химические и органические. Механические осадки на дне озера распределяются закономерно: у самого берега откладывается крупный и тяжелый обломочный материал, дальше от берега — более мелкий.

На дне озер, богатых планктоном, вместе с тонким механическим осадком отлагается органический ил — *сапропель*. Иногда сапропель достигает большой мощности — нескольких метров — и является осадочным материалом. Сапропель используют для получения кокса, бензина, керосина, технических масел. Из сапропеля делают легкий кирпич, а также используют его как органо-минеральное удобрение и как подкормку скоту. В нем содержатся соединения кремния, железа, кальция, алюминия, гуминовые кислоты, углеводы, битуминозные вещества, важнейшие микроэлементы, витамины, пигменты, каротин, антибиотики.

Отложения древних ископаемых озер: *каменная соль, гипс, озерная, или бобовая, железная руда, озерный мел, литографский камень* (разновидность кальцита). В озерах Кулундинской и Барабинской степей в наше время отлагаются поваренная соль, сода; в некоторых озерах Западной Сибири, Забайкалья, Грузинской ССР происходит осаждение глауберовой соли (мирабилита).

Лагуны.

Лагунами называются мелководные бассейны, отделенные от моря полосой наносов или соединенные с ним узким проливом. Лагуны бывают с опресненной, солоноватой или сильно соленой водой. В соленых лагунах в условиях жаркого сухого климата отлагаются гипс, поваренная соль, калийные соли. Крупная лагуна — залив Каспийского моря — Кара-Богаз-Гол.

Болота.

Образованию болот способствуют различные условия:

1. Климатические (болото может образоваться при большом количестве осадков и низкой среднегодовой температуре).
2. Топографические (низинные участки имеют тенденцию заболачиваться).
3. Выходы грунтовых вод на поверхность.
4. Наличие водонепроницаемых пород на незначительной глубине от поверхности Земли.
5. Многолетняя мерзлота.

Многие болота образовались в результате заполнения осадками и зарастания озер растительностью.

В болотах отлагается преимущественно растительный материал, за счет которого образуется *торф*. Торф служил исходным материалом для образования ископаемых углей.

Геологические термины.

Тектоническое озеро — озеро, впадина которого образована тектоническими процессами.

Кратерное, или вулканическое, озеро — озеро, располагающееся в кратере вулкана.

Карстовое, или провальное, озеро — озеро, возникшее в результате заполнения водой карстовой воронки.

Термокарстовое озеро — озеро, возникшее при заполнении водой углублений на поверхности Земли, образовавшихся в областях развития многолетней мерзлоты, вследствие таяния подземных льдов и просадки покрывавшего их грунта.

Каровое озеро — высокогорное озеро, образовавшееся в каре.

Пойменное озеро — озеро, расположенное в пределах поймы реки.

Плотинное озеро — озеро, образующееся в результате перекрытия долины в каком-либо месте обвалом, ледником, выносами наносов, лавой и т. п.

Морённое озеро — озеро, занимающее впадину среди моренных отложений.

Лагуна (от латинского слова «лакус» — озеро) — мелководный бассейн в береговой зоне с опресненной, солоноватой или сильно соленой водой, образовавшийся вследствие отчленения от моря.

Сапропель (от греческого слова «сапрос» — гнилой и «пелос» — ил) — органоминеральный ил.

Вопросы и задания.

1. Может ли бессточное озеро быть пресным в условиях жаркого климата? 2. Какого происхождения озера или лагуны имеются в вашей местности? Как они образовались? Какие полезные ископаемые в них встречаются? Где они используются? 3. Оформите стенд «Озера нашей местности». 4. Изучите близлежащее болото. Какие полезные ископаемые в нем имеются? Где они используются? 5. Оформите стенд «Болота нашей местности».

Интересная и полезная книга.

Н. Г. Шкляр. Сокровища болот. М. — Л., Госэнергоиздат, 1945.

ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»

1. Организуйте экскурсию в природу, изучите геологические процессы, характерные для вашей местности. 2. Чтобы приумножить природные богатства нашей страны необходимо их рационально и по-хозяйски использовать. Помните замечательные слова писателя-любителя природы М. Пришвина: «Охранять природу — значит охранять Родину». Что вами сделано по охране неживой природы? Какие мероприятия по охране неживой природы являются неотложными для вашей местности? Как в вашей местности организована охрана геологических заповедных мест? Оформите в школе стенд на тему «Охрана неживой природы».

Увлекательное занятие.

Постарайтесь посетить единственный в мире Ильменский минералогический заповедник, где сосредоточены почти все главнейшие минералы Земли, край причудливых скал — Красноярские столбы, фантастическую и прекрасную долину гейзеров, уникальное озеро Байкал, сказочную Кунгурскую ледяную пещеру, край огнедышащих вулканов — Камчатку и другие интересные в геологическом отношении места.

Интересная и полезная книга.

«Заповедники Советского Союза». М., «Колос», 1969.

Как восстанавливают геологическую историю Земли. Земля с момента образования и до наших дней в процессе своего развития претерпела значительные и сложные изменения. В геологической истории ее можно выделить периоды относительно спокойные, когда не было сильно выраженных горообразовательных процессов, и периоды бурного проявления внутренних сил Земли — периоды горообразований. В связи с этим менялось распределение суши и моря, менялись климатические особенности отдельных участков земного шара, менялся органический мир, как растительный, так и животный.

Геология восстанавливает историю развития и формирования Земли, земной коры и жизни на ней по горным породам и окаменелым остаткам различных животных и растительных организмов.

При изучении геологического прошлого Земли применяется метод сравнения древних отложений с современными. Изучая минералогический состав пород, их строение, характер залегания, окаменелые остатки животных и растений, сохранившиеся в них, и сравнивая по этим особенностям древние породы с современными осадками, можно восстановить геологическое прошлое земной коры, узнать, в каких условиях они образовались.

Изучая древние породы, можно выяснить, где они образовались — на суше или на дне моря. Морские отложения можно видеть в обнажениях карьеров, в обрывах берегов морей, озер, рек. Морские отложения содержат остатки бывших обитателей морей. На морское происхождение отложений также указывает присутствие зеленого минерала — глауконита. Пески, песчаники и другие породы, содержащие глауконит, имеют зеленоватую окраску. В континентальных образованиях встречаются остатки обитателей суши. Отложения каменного угля с несо-

мненностью говорят о континентальных условиях их образования, потому что ископаемый уголь образовался из наземных растений. Речные и ледниковые отложения указывают на существование суши в моменты их образования.

Можно судить и о глубинах древних морей. Современные рифообразующие кораллы живут в мелководной части моря. Если в толщах осадочных пород встречаются кораллы, можно сделать вывод, что, во-первых, здесь было море (кораллы живут только в морях), и, во-вторых, что оно было мелководным.

Можно ли определить климатические условия в тот или иной периоды геологического прошлого? Да, можно. На низкую температуру воды указывают диатомовые водоросли, которые живут в холодных морях. Кораллы-рифостроители, наоборот, живут только в теплых тропических морях. В полярных районах, где растительность скудная, встречаются мощные залежи ископаемого угля, образование которого обязано большому скоплению растительных остатков. Ясно, что на этой территории в далекие времена был более теплый климат, который способствовал пышному развитию наземной растительности. Окаменелые стволы деревьев с годичными кольцами в древесине типичны для умеренного климата, стволы без годичных колец — для тропического климата. О резких изменениях климата в прошлые геологические эпохи свидетельствует и то, что в современной жаркой Африке встречаются валуны, в свое время перенесенные и отложенные ледниками. Месторождение каменной соли говорит о том, что в этом районе когда-то был сухой жаркий климат и происходило интенсивное испарение воды, что привело к осадению соли в озерах и лагунах.

О климатических особенностях геологического прошлого можно судить и по пыльце различных растений. Так, например, на теплый климат указывает пыльца финика, на холодный — пихты, на повышение влажности — ясени.

Ученые открыли способ точного измерения температуры воды древних, исчезнувших морей. Геологическим термометром, с помощью которого это осуществляется, является минерал кальцит, содержащийся в раковинах и скелетах вымерших морских животных. Содержание тяжелого изотопа кислорода в нем зависит от температуры воды, в которой обитало животное. «Изотопный термометр» определяет температуру с точностью до одного градуса.

Для определения температуры могут быть использованы глины. Так, глинистый минерал галлуазит при 50-градусной температуре разрушается. Следовательно, слои, содержащие этот минерал, образовались при температуре не выше 50°. Из других глинистых минералов, например, каолинит распадается при 500°, монтмориллонит — при 725°. Горные породы образуются в определенных физико-химических условиях. Условия образования накладывают на них определенный отпечаток.

Как определяют
возраст горных
пород.

Одна из главных задач геологических исследований — это определение возраста горных пород, слагающих земную кору. Различают относительный и абсолютный их возраст. Существует несколько методов определения относительного возраста горных пород: стратиграфический и палеонтологический.

Стратиграфический метод основан на анализе напластований осадочных пород (морских и континентальных) и определения последовательности их образования. Пласты, лежащие внизу, — древнее, наверху — моложе. Этим методом устанавливается относительный возраст горных пород в определенном геологическом разрезе на небольших участках.

Палеонтологический метод заключается в изучении окаменелых остатков органического мира.

Органический мир в ходе геологической истории претерпевал значительные изменения. Изучение осадочных пород в вертикальном разрезе земной коры показало, что определенному комплексу слоев соответствует определенный комплекс растительных и животных организмов. Таким образом, окаменелости растительного и животного происхождения можно использовать для определения возраста горных пород. Окаменелостями называются остатки вымерших растений и животных, а также следы их жизнедеятельности. Для определения геологического возраста имеют значение не все организмы, а только так называемые *руководящие*, т. е. те организмы, которые в геологическом понимании существовали недолго.

Решающий фактор в отборе окаменелостей — их изменчивость во времени. Руководящие окаменелости должны иметь небольшое вертикальное и широкое горизонтальное распространение, а также хорошую сохранность.

В каждый геологический период развивалась определенная группа животных и растений. Окаменелые остатки их встречаются в отложениях соответствующего возраста. В древних пластах земной коры обнаруживаются остатки примитивных организмов, в более молодых — высокоорганизованных. Развитие органического мира происходило по восходящей линии: от простых организмов к сложным. Чем ближе к нашему времени, тем больше сходства с современным органическим миром.

Палеонтологический метод — наиболее точный и широко применяемый.

На основании стратиграфического и палеонтологического методов построена стратиграфическая шкала, в которой горные породы, слагающие земную кору, расположены в определенной последовательности в соответствии с их относительным возрастом. В этой шкале выделены группы, системы, отделы, ярусы. На основе стратиграфической шкалы разработана геохронологическая таблица, в которой время образования групп, систем, отделов и ярусов называется эрой, периодом, эпохой, веком.

Вся геологическая история Земли разделена на 5 эр: архейскую, протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую, кайнозойскую. Каждая эра разделена на периоды, периоды — на эпохи, эпохи — на века.

Абсолютный геологический возраст — время, протекшее от какого-либо геологического события до современной эпохи, исчисляемое в абсолютных единицах времени (в миллиардах, миллионах, тысячах и т. д. лет).

Существует несколько методов определения абсолютного возраста горных пород.

Седиментационный метод сводится к определению количества обломочного материала, ежегодно сносимого с поверхности суши и откладываемого на дне моря. Зная, сколько накапливается осадков на дне моря в течение года и измерив мощность осадочных толщ, накопившихся в отдельные геологические периоды, можно узнать продолжительность времени, потребовавшегося на накопление этих осадков.

Седиментационный метод не совсем точен. Неточность его объясняется неравномерностью процессов осадконакопления. Скорость осадконакопления непостоянна, она меняется, усиливаясь и достигая максимума в периоды тектонической активности земной коры, когда земная поверхность имеет сильно расчлененные формы, благодаря чему усиливаются денудационные процессы и в результате поступает больше осадков в морские бассейны. В периоды менее активных тектонических движений земной коры денудационные процессы ослабевают и количество осадков уменьшается. Этот метод дает лишь ориентировочное представление о геологическом возрасте Земли.

Радиологические методы — самые точные методы определения абсолютного возраста горных пород. Они основаны на использовании радиоактивного распада изотопов урана, радия, калия и других радиоактивных элементов. Скорость радиоактивного распада постоянна и не зависит от внешних условий. Конечными продуктами распада урана являются гелий и свинец Pb_{206} . Из 100 граммов урана за 74 млн. лет образуется 1 грамм (1%) свинца. Если определить количество свинца (в процентах) в массе урана, то умножением на 74 млн. получают возраст минерала, а по нему и время существования геологического пласта.

В последнее время стали применять новый радиоактивный метод, который получил название калиевого или аргонового. В этом случае используется изотоп калия с атомным весом 40. Калиевый метод имеет то преимущество, что калий широко распространен в природе. В процессе распада калия образуются кальций и газ аргон. Недостатком радиологического метода является ограниченная возможность его применения — главным образом для определения возраста магматических и метаморфических пород.

Применяется радиоуглеродный метод, основанный на способности углерода под действием космических лучей становиться радиоактивным и распадаться. Радиоактивный углерод распадается полностью примерно за 60 тыс. лет.

Живой организм усваивает радиоактивный углерод вместе с обычным углеродом в строго определенной пропорции. Пока организм живет, он накапливает радиоактивный углерод. После смерти это усвоение прекращается и радиоактивный углерод начинает убывать с постоянной скоростью. По оставшемуся соотношению количества радиоактивного и нерадиоактивного углерода в растениях, костях животных и человека можно определить время, прошедшее после прекращения жизни.

По последним данным, основанным на наиболее точных методах определения, возраст Земли равен приблизительно 5 миллиардам лет.

Определение возраста магматических пород и жильных образований. В магматических породах окаменелостей нет. Палеонтологический метод для определения их возраста непосредственно неприменим. При определении возраста интрузивных пород обращается внимание на осадочные породы, вмещающие их. Магматическая порода, внедрившаяся в толщу осадочных пород, моложе последних. При определении возраста излившихся магматических пород палеонтологическим методом определяется возраст подстилающей и прикрывающей толщ осадочных пород. При определении возраста магматических пород и жильных образований исходят из принципа: прорванные породы более древние по отношению к прорывающим.

Изучая слои горных пород, геологи составляют карты размещения древних материков, морей, рек, озер, болот для отдельных периодов и эпох. Такие карты получили название палеогеографических.

Изучая древние отложения, геологи стремятся восстановить географию далекого прошлого земли, выяснить очертания континентов и морей, определить, где возвышались горные хребты, где текли реки, где находились озера, болота, где земная поверхность была покрыта ледниками. Эти знания помогают изучать условия образования полезных ископаемых.

Геологические термины.

Окаменелости — организмы или их части, подвергшиеся более или менее полной минерализации и сохранившиеся в ископаемом состоянии.

Флора (Флора — богиня цветов в римской мифологии) — видовой состав растений определенной территории или ископаемого комплекса остатков растений.

Фауна (Фауна — богиня полей, лесов и стад в римской мифологии) — исторически сложившаяся совокупность животных, определяемая общностью их геологического распространения в определенных частях земного шара.

Фация (от латинского слова «фациес» — облик) — литологические и палеонтологические особенности определенных отложений или геологических образований, позволяющие восстанавливать обстановку, в которой формировались последние.

Историческая геология — наука, изучающая геологическое прошлое Земли.
Стратиграфия (от латинских слов «стратум» — настил и «графо» — пишу) — раздел геологии, изучающий процессы образования слоев земной коры в исторической последовательности.
Палеонтология — наука об ископаемых животных и растениях.

Интересные и полезные книги.

А. Д. Султанов, З. Я. Кравчинский. Как геологи читают историю Земли. М., «Знание», 1968.

А. Конан-Дойль. Затерянный мир. М., Госгеолыздат, 1956.

Геосинклинальные и платформенные области. Земная кора неоднородна. В ней выделяют платформенные и геосинклинальные области, которые существенно отличаются друг от друга по рельефу поверхности, тектонике, формациям горных пород, их мощности, комплексу полезных ископаемых и т. д.

Геосинклинальными областями называются подвижные участки земной коры, в пределах которых глубинные процессы проявляются весьма интенсивно. Платформы в противоположность геосинклинальным областям менее подвижны, испытывают меньшее воздействие внутренних сил Земли; это более устойчивые участки земной коры.

Геосинклинальные области имеют сложное строение, они состоят из одновременно опускающихся (*геосинклинали*) и поднимающихся (*геоантиклинали*) зон (рис. 17).

Геосинклинальная область — циклически развивающаяся зона земной коры: периоды интенсивного погружения и накопления мощных толщ осадков и продуктов подводных вулканических извержений, сменяются периодами складчатости, которые завершаются образованием горной страны. По мере угасания тектонической активности горы разрушаются и постепенно превращаются в равнину. Геосинклинальная область переходит в платформу. Различают три типа геосинклинальных областей: окраинно-материковые (Восточно-азиатский геосинклинальный пояс), межматериковые (Альпийско-Гималайская геосинклинальная область) и межконтинентальные (Индонезийская геосинклинальная область).

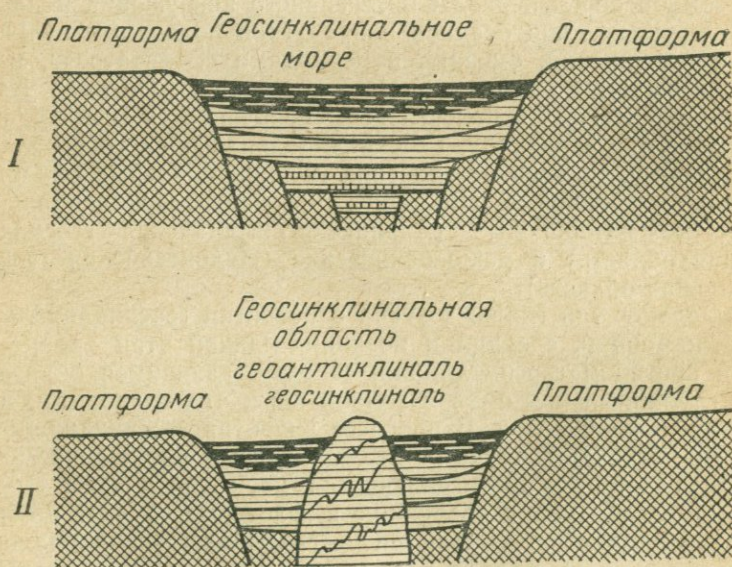
Выделяют три главных этапа в развитии геосинклинальной области: ранний, средний и поздний. Ранний этап характеризуется прогибом геосинклинали, сопровождающимся образованием глубинных разломов в земной коре, что приводит к подводному излиянию лав. В процессе развития геосинклинальной области возникают крупные дизъюнктивные нарушения — глубинные разломы — протягивающиеся на сотни и даже тысячи километров, в глубинуходящие в некоторых случаях до мантии. Они обычно располагаются на границах геосинклинальной и платформенной областей и на границах геосинклиналей и

геоантиклиналей. В эту стадию геосинклинальная область в большинстве случаев является морским бассейном, характеризующимся наличием многочисленных подводных островов, архипелагов и подводных поднятий, образующих отмели. Многие острова вулканического происхождения, много действующих вулканов. Одним словом, это море со сложным рельефом дна. На дне геосинклинали накапливаются мощные толщи осадочных пород, чередующихся с эффузивным материалом. Образуются полезные ископаемые осадочного и вулканического происхождения. Наиболее характерны для геосинклинали кремнистые породы, яшмы, отсутствующие на платформах. На этой стадии развития геосинклинали накапливаются значительные массы железной (бурый железняк), марганцевой (пирролюзит) и алюминиевой (боксит) руд; происходит отложение фосфорита, органических осадков.

Вторая стадия характеризуется проявлением складчатых движений. В эту фазу складчатости происходят процессы интенсивного образования складок в течение сравнительно корот-

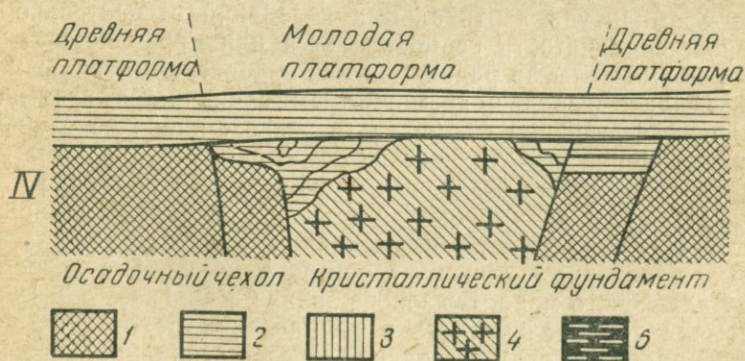
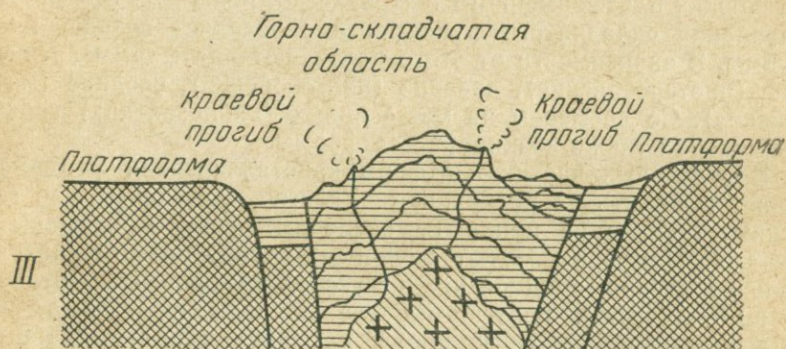
Рис. 17. Схема развития геосинклинальной области: I. Начальная стадия; II. Средняя стадия; III. Заключительная стадия; IV. Переход в платформу.

1 — метаморфические и магматические породы; 2 — осадочные породы; 3 — вулканический материал; 4 — глубинные магматические породы; 5 — море.



кого промежутка времени и геосинклинальная область превращается в складчатую зону. Под действием тектонических сил горные породы сдавливаются, собираются в складки, метаморфизуются. Складкообразование приводит к внедрению магмы в толщу земной коры; происходит образование полезных ископаемых глубинного происхождения, связанных генетически с охлаждающимися интрузиями: минералов и горных пород магматического происхождения, пегматитовых, пневматолитовых и гидротермальных жил. Вокруг магматического очага возникает зона оруденения. Внедрившаяся магма вызывает метаморфические изменения пород, соприкасающихся с ней.

В поздний, завершающий этап происходит общее поднятие. Мощно выраженные колебательные движения образуют горы, освобождая эту область от водного покрова. В земной коре возникают глубокие разломы. Огромные блоки либо поднимаются, либо опускаются относительно друг друга, формируя горный рельеф. По образовавшимся тектоническим трещинам магма поднимается на поверхность Земли и изливается в виде лавы.



Эта фаза характеризуется проявлением наземного вулканизма. Горообразование иногда распространяется и на платформы. При этом возникают новые геосинклинальные и возрожденные платформенные горные сооружения.

Сложное развитие некоторых участков земной коры приводит в конечном счете к изменению их механических качеств: из податливых геосинклинальных они превращаются в более устойчивые платформенные образования. Геосинклинальная область переходит в свою противоположность — платформу.

П л а т ф о р м ы — крупные, относительно устойчивые участки земной коры, имеющие в поперечнике тысячи километров. Платформы образуются на месте геосинклинальных областей в результате консолидации земной коры в их пределах и снижения тектонической активности.

Для платформы типично двухъярусное строение: складчатый фундамент, состоящий в основном из магматических и метаморфических пород, и лежащие на нем горизонтально или образующие платформенные складки осадочные толщи.

Нижний ярус платформы формируется в условиях геосинклинального тектонического режима. Верхний ярус возникает в условиях платформенного тектонического режима. Время формирования складчатого фундамента определяет возраст платформы. В зависимости от этого различают платформы древнейшие (протерозойские), древние (палеозойские), средние (мезозойские). Со временем на месте новых (кайнозойских) горных сооружений также возникнут платформы.

В отдельных частях платформ кристаллический фундамент может выходить на поверхность. Участки платформы, где глубинные породы не прикрыты осадочным чехлом, называются щитами. Примером может служить Балтийский щит, находящийся в северо-западной части Русской платформы. В отличие от щитов участки платформы, где породы фундамента прикрыты толщей осадочных пород, называются плитами, например Русская плита в пределах Русской платформы.

Платформенные участки земной коры менее подвижны; скорость и амплитуда вертикальных колебаний относительно небольшие; складчатость не проявляется или проявляется очень слабо; форма рельефа равнинная или слабовсхолмленная; мощность осадков небольшая; магматизм проявляется преимущественно в эффузивной форме (и то редко); наиболее типичная форма движений — тектонические разломы и вертикальные поднятия или опускания отдельных блоков земной коры. На платформах развиты преимущественно осадочные породы (в верхнем ярусе). На них временами возникали мелководные, плоскодонные, в основном лишенные островов моря, типа современного Балтийского моря, Гудзонова залива и других.

Земная кора развивалась в направлении от океанического (догеосинклинального) состояния, через геосинклинальное раз-

витие к платформенному состоянию. Впадины Атлантического, Индийского и Северного Ледовитого океанов образовались позже (с конца палеозоя до начала кайнозоя) и представляют глубокие опускания в пределах платформенных участков земной коры.

К платформам, образовавшимся в протерозойскую эру, в дальнейшем поэтапно приключаются новые соседние участки геосинклинальных зон, что и привело к формированию континентов в их современном виде.

Геологические термины.

Геосинклинальная область — наиболее подвижная зона земной коры, в пределах которой проявляются преимущественно складчатые тектонические движения.

Геосинклиналь (от греческих слов «гео» — земля и «синклиналь» — углубление) — опускающийся участок геосинклинальной области.

Геоантиклиналь — крупное поднятие внутри геосинклинальной области.

Формация (от латинского слова «форматио» — образование) — комплекс горных пород и полезных ископаемых, генетически связанных между собой, возникающий в определенной структурно-фациальной зоне.

Консолидация (от латинского слова «консолидатио» — укрепление) — утрата данным участком земной коры тектонической подвижности, в особенности способности к смятию в складки.

Платформа (от французских слов «плат» — плоский и «форма» — форма) — более устойчивая зона земной коры, в пределах которой проявляются преимущественно колебательные и разрывные тектонические движения.

АРХЕЙСКАЯ ЭРА

Земная кора запечатлела длительную и сложную геологическую историю Земли. Древнейшие горные породы относятся к архейской эре. Они слагают фундамент всех континентов. Геологическая история начинается с архейской эры. О более ранних этапах развития Земли современное человечество представления не имеет.

Горные породы архейского возраста выходят на поверхность на территории СССР на Кольском полуострове, Украине, в Карелии, Восточной Сибири, осевой части Урала и в других местах. Нижняя граница архейских отложений не установлена.

В архейскую эру земная кора находилась в геосинклинальной стадии развития. Земля в то время представляла безбрежный океан, среди которого выступали гористые острова. Поверхность архейской суши представляла безжизненную пустыню: ни одного растения, ни одного живого существа, только голые скалы, нагромождение щебня, песка и пыли. Породы под действием сменяющихся жары и холода разрушались. Ветер переносил обломочный материал с места на место. Тонкие пылевые частицы поднимались в атмосферу.

Архейская эра — время появления жизни на Земле. Основой для возникновения жизни на нашей планете послужили органи-

ческие углеродистые соединения. Колыбелью жизни был океан, где из неживой возникла живая материя.

В кремнистых сланцах Карелии и Кольского полуострова обнаружены самые древние микроорганизмы. Их возраст — 2—2,5 миллиарда лет.

Органическая жизнь в архейскую эру была представлена большим многообразием форм, преимущественно микроскопических, среди которых преобладали бактерии и водоросли.

Главные особенности. В архейскую эру появилась жизнь на Земле, широкое распространение получили микроскопические формы, среди которых преобладали бактерии и водоросли.

Интересные и полезные книги.

И. Сади́л, Л. Пешек. Планета Земля. Прага, 1968.

А. И. Опарин. Возникновение жизни на Земле. М., Госкультпросветиздат, 1954.

ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРА

В протерозое появились большие участки суши — результат проявления древнейшей (протерозойской) складчатости: образовались древнейшие платформенные формы. В конце протерозоя и начале палеозоя произошло байкальская складчатость.

Органический мир морей протерозоя был еще не богат и примитивен. В отложениях этой эры в Карелии найдены остатки древнейших водных организмов — водорослей, медуз, кремневых губок. В протерозое все еще были широко распространены водоросли и бактерии. Преобладали формы, лишённые твердого скелета. И только в конце протерозоя появились животные с твердым скелетом.

В Карелии обнаружены древнейшие вулканы протерозойского возраста. В Австралии, Северной Америке и в СССР, в районе Смоленска, найдены древнейшие ледниковые морены, что указывает на существование в конце протерозоя областей с холодным, умеренным и теплым климатом, т. е. на достаточно ясную выраженность климатических поясов на Земле.

Протерозойские отложения богаты железными рудами. В этих отложениях сконцентрировано свыше 90% запасов железных руд мира.

Железные руды протерозойского возраста содержатся в недрах всех древнейших платформ. На территории СССР находится крупнейшее в мире месторождение железной руды этого возраста — Курская магнитная аномалия. Крупными месторождениями являются также Криворожское (Украина), Ангаро-Питское (Восточная Сибирь), месторождения Карелии и Кольского полуострова. Среди протерозойских отложений много марганцевых руд, которые представляют химические осадки

древних морей. Такой же древний возраст имеют коренные и россыпные месторождения золота в Ленском, Анабарском и Енисейском районах. В районе Верхнего озера (США) и в Кантанге (Африка) в протерозое образовались медные руды, в Канаде и в Африке — месторождения урана. Среди протерозойских пород встречается ботогольское месторождение графита этого возраста. К многочисленным пегматитовым жилам, залегающим среди протерозойских пород, приурочены крупные месторождения слюды, полевого шпата и кварца. Месторождения промышленного значения этих полезных ископаемых имеются в Карелии и в Восточном Саяне (Слюдянское, Бирюсинское). Горные породы протерозоя — граниты, лабрадориты, кварциты, мраморы — представляют прекрасный строительный материал.

Главные особенности. В протерозойскую эру произошла древнейшая (протерозойская) складчатость, образовались древнейшие платформы. Органический мир протерозоя еще не был богат и разнообразен; почти в течение всей эры преобладали формы, лишенные твердого скелета, но в конце ее появились формы с твердым скелетом.

Геологический термин.

Докембрий — объединенное название двух эр — архейской и протерозойской. Употребляется, если невозможно расчленить отложения этих двух эр. Продолжительность всего докембрия около 3 миллиардов лет. Это составляет 80—90% геологического времени существования Земли.

Интересные и полезные книги.

Л. Савельев. Следы на камне. М. — Л., Детгиз, 1946.
И. Аугуста, З. Буриан. По путям развития жизни. Прага. 1963.

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА

Палеозойская эра охватывает 6 периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский — ранний палеозой — и девонский, каменноугольный и пермский — поздний палеозой.

Кембрийский период. В кембрийский период существовали в северном полушарии Североамериканская, Русская, Сибирская, Колымская и Китайская платформы, в южном полушарии — огромный материк Гондвана, который объединял современную Южную Америку, Африку, Австралию и Антарктиду. Кроме того, сохранились и геосинклинальные области, существовавшие в конце протерозоя.

Для начала кембрия характерно господство континентального режима, а в конце его произошло расширение моря.

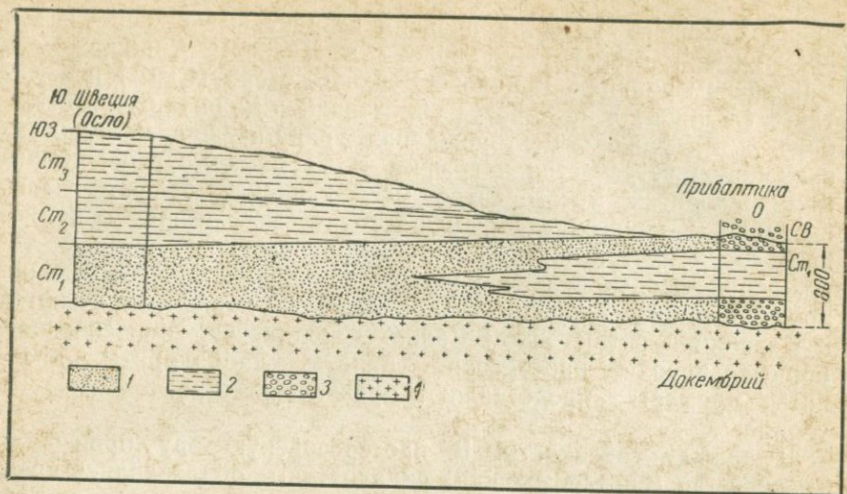


Рис. 18. Схематический разрез кембрийских отложений Прибалтики и Южной Швеции:

1 — пески; 2 — глины; 3 — конгломераты; 4 — гранит.

Большая часть территории СССР в кембрийский период находилась под водой. Сушей оставалась лишь Европейская часть, за исключением Прибалтики, где также было море (рис. 18). В нем откладывался преимущественно обломочный материал и образовалась толща синей глины, которая в дальнейшем не подвергалась метаморфизации, сохранила пластичность и это дает возможность использовать ее в гончарном деле. На дне этого моря образовалась нефть Прибалтики. На территории Восточной Сибири море было неглубоким, теплым, в нем образовались известняки. По окраинам моря были лагуны. В лагунах в условиях жаркого сухого климата происходило интенсивное испарение воды, и это привело к осаждению каменной соли и гипса. Крупнейшим соляным месторождением является Усолье близ Иркутска. Кроме того, по реке Вилюю встречаются соляные источники, которые выносят растворенную соль из глубоко залегающих кембрийских пород. В северной части платформы на мысе Нордвик также встречаются месторождения ископаемой соли кембрийского возраста.

Сходные условия существовали и на севере Пакистана. Здесь образовалось крупное месторождение каменной соли — Соляной хребет.

В отложениях кембрия Сибирской платформы встречается нефть (Марковское месторождение), в Казахстане — фосфориты (месторождение Каратау).

Растительный мир кембрия характеризуется многочисленными водорослями. В это время вероятно появились первые на-

земные растения — псилофиты. Они получили название от латинского слова «псилос» — голый в связи с тем, что эти растения не имели еще ни корней, ни листьев. Все функции организма выполнял стебель.

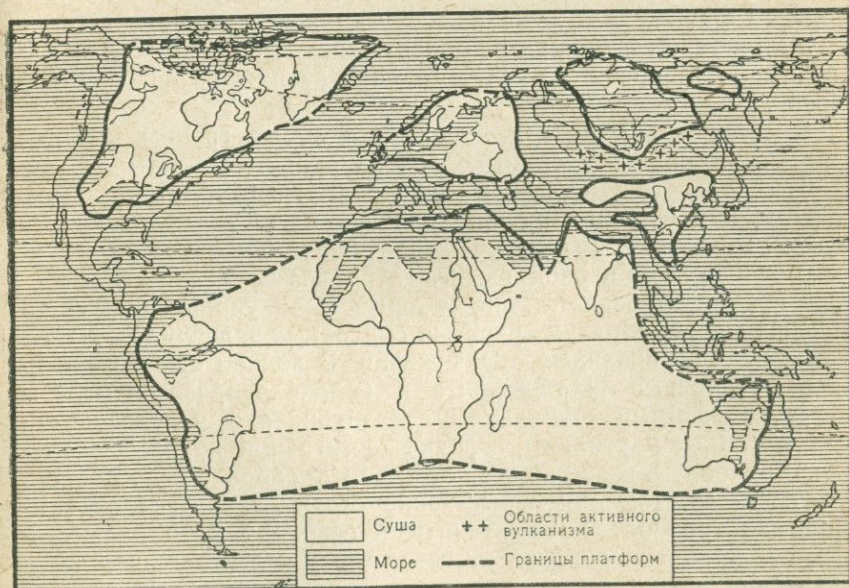
Органическая жизнь в кембрийский период в основном была приурочена к морским бассейнам. В морях кембрия получили дальнейшее развитие беспозвоночные животные, появившиеся в протерозойскую эру. Наиболее широко были распространены трилобиты, брахиоподы и археоциаты. В конце кембрия археоциаты вымерли.

«Санитарами» кембрийских морей были трилобиты: они ползали по дну и поедали мелких животных и их остатки. Другие обитатели кембрийских морей — плеченогие вели прикрепленный образ жизни. Прикрепившись к скалистому морскому дну, жили «древние бокалы» — археоциаты.

В морях кембрия также обитали губки, черви, начали развиваться головоногие, пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски, морские пузыри.

Главные особенности. В кембрийский период появились первые наземные растения — псилофиты; в морях наиболее широко были распространены трилобиты, брахиоподы и археоциаты.

Рис. 19. Палеогеография раннекембрийской эпохи.



Геологический термин.

Кембрийский период, или **кэмбрий**. Наименование произошло от древнего названия Уэльса — Камбрия (юго-запад Англии), где впервые были изучены кембрийские отложения.

Задание.

Проанализируйте разрез кембрийских отложений Русской платформы. Анализируя разрез, дайте ответы на следующие вопросы: 1. Сохранился ли полный разрез отложений этого возраста? 2. О чем говорит характер осадков — о наступлении или отступлении моря? 3. Каковы условия накопления осадков (морские, континентальные, лагунные)? 4. Какие окаменелости встречаются в отложениях? О чем это говорит? 5. Каков характер залегания пород и о чем это говорит? 6. Была ли в этот период складчатость? После отложения какого слоя она произошла? 7. Какие в отложениях встречаются полезные ископаемые? В таком же плане проанализируйте геологические разрезы и по другим периодам.

Интересная и полезная книга.

Ф. М. Пудалов. Лощман Кембрийского моря. М., Детгиз, 1956.

Ордовикский период.

В ордовикский период в распределении платформ и геосинклинальных областей существенных изменений не произошло. Продолжалось расширение моря, морская трансгрессия в палеозое достигла первого максимума, и климат поэтому стал более ровным, теплым, влажным (рис. 20).

В отложениях ордовика встречается необычайно богатая морская фауна. В отложениях других периодов органические остатки в таком изобилии не обнаружены. Это указывает на наличие благоприятных условий для развития органической жизни.

В ордовикский период появляются новые группы морских животных. К ним относятся кораллы (трубчатые и четырехлучевые), головоногие моллюски (наутилиды), граптолиты.

Особенно широкое распространение в морях ордовика получили трилобиты, брахиоподы, граптолиты, кораллы.

В ордовикский период достигли вершины своего развития морские пузыри, морские лилии, которые были украшением ордовикских морей, образуя красивые подводные заросли. Те и другие вели прикрепленный образ жизни. В водной среде выделялись прозрачные шляповидные и колоколообразные медузы с лентообразными щупальцами. Разбойничали в ордовикских морях хищные наутилиды, нередко достигавшие крупных размеров. Трилобиты, защищаясь от них, приобрели способность свертываться, чем они существенно стали отличаться от кембрийских трилобитов. Граптолиты в основном вели планктонный образ жизни, образуя кустообразные и лентовидные колонии или прикрепляясь к водорослям.

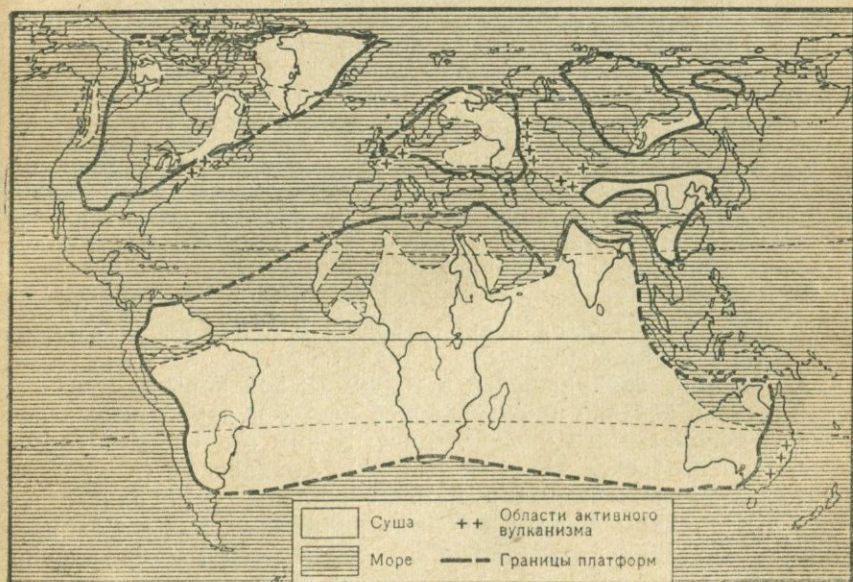
Среди четырехлучевых кораллов встречаются одиночные и колониальные формы. Трубчатые кораллы исключительно колониальные животные. Они образовали на дне морей живописные рифы. В конце ордовика появились первые рыбоподобные бесчелюстные водные позвоночные. Из растений развиваются бактерии, водоросли, примитивные псилофиты.

Среди морских отложений ордовика преобладают известняки, песчаники, а также горючие сланцы, образовавшиеся из микроскопических сине-зеленых водорослей (рис. 21). Это известные в нашей стране месторождения горючих сланцев — Кохтла-Ярве, Ахтме (Эстонская ССР) и Сланцы (Ленинградская область).

Месторождения каменной соли и гипса, нефтеносность и газоносность характерны для ордовикских толщ Сибирской платформы. В бассейне Днестра имеются месторождения фосфоритов.

Главные особенности. В ордовикский период морская трансгрессия достигла первого в палеозое максимума, произошло потепление климата. Необычайно пышно развилась органическая жизнь в морях; на это время приходится расцвет беспозвоночных; появляются первые водные позвоночные.

Рис. 20. Палеогеография ордовикского периода.



Геологический термин.

Ордовикский период, или ордовик. Название получил от древнего племени ордовиков, населявших Британские острова.

Задание.

Сравните палеогеографическую карту ордовика с соответствующей картой предыдущего кембрийского периода. Опишите, какие произошли изменения. Аналогичную работу проводите и дальше при изучении других периодов.

Силурийский период.

Силурийский период характеризуется в основном сохранением физико-географических условий предыдущего ордовикского периода: по-прежнему было широко распространено на Земле море. Отличается силур тем, что в конце его произошло сильное горообразование — раннепалеозойская (каледонская) складчатость.

Поднялись горы на территории Грампианской (Скандинавия, Великобритания и Ирландия — за исключением южной части), Северо-Гренландской, Восточно-Гренландской (Шпицберген, северное и северо-восточное побережья Гренландии), Аппалачской (северное окончание), на севере Монголо-Охотской (Салаир, Саяны), Урало-Тяньшанской (Северная Земля, Таймыр, северные дуги Тянь-Шаня, Восточный Казахстан, Алтай) геосинклинальных областях. В результате Русская и Североамериканская платформы соединились и образовали единый Североатлантический материк. К Сибирской платформе присоединились Саяны, Восточный Казахстан, Алтай, северные дуги Тянь-Шаня, Северная Земля, Таймыр. Образовался обширный материк — Ангарида. Закончилось существование Грампианской, Северо-Гренландской и Восточно-Гренландской геосинклинальных областей. Теряет геосинклинальные свойства северная часть Монголо-Охотской геосинклинальной области, возникает Салаиро-Саянская горная система. В Урало-Тяньшанской геосинклинальной области произошли поднятия Казахстана, Алтая и северных хребтов Тянь-Шаня. В южном полушарии по-прежнему сохранялся материк Гондвана.

В начале силурийского периода большая часть территории Советского Союза была покрыта водой. В конце периода некоторые территории подверглись складчатости.

С магмой, внедрившейся в толщу земной коры в силурийский период, связано происхождение месторождений многих полезных ископаемых в нашей стране. К ним относятся Тельбесское, Таштагольское (Горная Шория), Абаканское (Хакассия) месторождения железных руд, месторождения самородного золота в Кузнецком Алатау и полиметаллических руд в Салаире. В Скандинавских горах (Швеция) образуются месторождения железной, хромовой, никелевой и других руд.

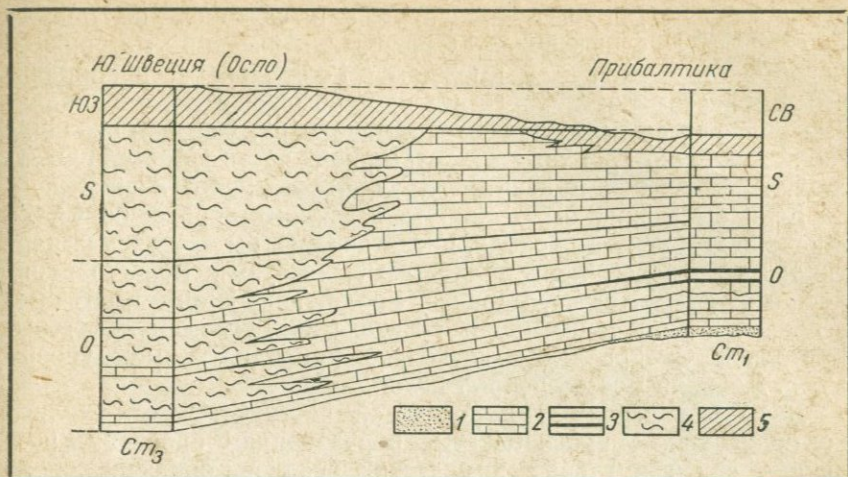


Рис. 21. Схематический разрез ордовикских и силурийских отложений Прибалтики и Южной Швеции:
 1 — пески; 2 — известняки; 3 — горючие сланцы (кукерситы); 4 — глины; 5 — красноцветные лагунино-континентальные отложения.

На территории Средне-Сибирского плоскогорья (Сибирская платформа) в силурийский период продолжало существовать море. По окраинам его в лагунах происходит отложение каменной соли и гипса.

В силуре дальнейшее развитие получают псилофиты и водоросли. Из моря на сушу выходит первое живое существо — скорпион, а за ним — многоножки. Продолжается эволюция беспозвоночных. Особенно многочисленные граптолиты, трубчатые и четырехлучевые кораллы, наутилиды, брахиоподы, трилобиты.

Широкое развитие в силуре получили бесчелюстные позвоночные, которые в следующий девонский период вымерли.

В конце силура резко уменьшилось число трилобитов, наутилид. «Живым ископаемым» — единственным представителем наутилид — является доживший до нашего времени наutilus.

Главные особенности. В силурийский период произошла раннепалеозойская (каледонская) складчатость, образовались в северном полушарии крупные материка — Североатлантический и Ангарида; появились впервые наземные животные; в конце периода вымерли или количественно сильно сократились многие раннепалеозойские формы беспозвоночных.

Геологический термин.

Силурийский период, или силур. Название дано по имени народа силуров, жившего на полуострове Уэльс в Англии,

Девонский период.

В девонский период в северном полушарии существовал Североатлантический материк и Ангариды, в южном — Гондвана. Геосинклинальными областями оставались все протерозойские геосинклинальные области, за исключением Грампианской, Северо-Гренландской, Восточно-Гренландской, северной части Монголо-Охотской, Аппалачской и некоторых участков Урало-Тяньшанской.

Если бы можно было окинуть взглядом территорию СССР в начале девонского периода, представилась бы следующая картина: Европейская часть полностью была сухой, море сохранилось в районах Крыма, Кавказа, Урала, Тянь-Шаня. Восточнее, в пределах Западной Сибири и Казахстана, возвышались горы. Восточная Сибирь была несколько приподнята выше уровня моря. Дальний Восток покрыт водой.

В начале девона в Европейской части СССР отложились континентальные красноцветные образования с прослоями различных солей и гипса — химических осадков, образовавшиеся в бывших лагунах и озерах. На территории Белоруссии в девонский период образовались месторождения калийных солей (Солигорск). Рассолы девонского моря, представляющие смесь растворов различных солей, залегают глубоко. Они встречаются под Москвой, в районе Старой Руссы и в других районах. Рассолы в наше время используются для лечебных целей.

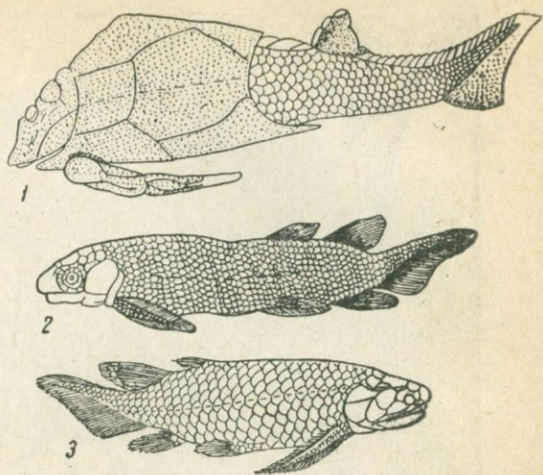
Горные цепи, образовавшиеся в конце силурийского периода, поднятия и осушение отдельных участков земной поверхности, вызванные горообразованием, сокращение в связи с этим моря не могли не привести к изменению и климатических особенностей отдельных районов. Действительно, климат девона резко отличался от силурийского: климатические зоны были резко выражены. Об этом свидетельствует наличие, с одной стороны, ледниковых отложений на юге Африки, а с другой — соленосных отложений в Европейской части СССР. Особенно резко климатические зоны были выражены в начале периода.

Резкие изменения физико-географических условий привели к изменению органического мира. В начале девона еще не было крупных наземных животных. Земная поверхность представляла в основном каменистую пустыню. В этот период на суше была развита кустарниковая растительность, деревьев не было. В середине девона наземная псилофитовая растительность достигла расцвета. В конце девонского периода появились обширные леса. В позднедевонскую эпоху древние псилофиты вымерли, постепенно вытеснились влаголюбивыми растениями: папоротниковыми, хвощевыми, плауновыми, которым начало дали псилофиты. С этого времени началось углеобразование (Кузбасс, остров Медвежий, Тиманский кряж).

Животный мир суши был представлен многоножками и скорпионами. В девонских отложениях найдены первые бескрылые насекомые.

Рис. 22. Рыбы девонского периода:

1 — птерихтис; 2 — диптерус; 3 — голоптихиус.



Важная особенность девонского периода — первый выход на сушу позвоночных. Это были кистеперые рыбы, плавники которых напоминают примитивные конечности. По какой причине позвоночные вышли на сушу? В девоне озера время от времени пересыхали, и в поисках новых водоемов кистеперые рыбы вышли на сушу. Плавники рыб постепенно превратились в органы передвижения, жаберное дыхание заменилось легочным. Появился родоначальник земноводных. Расцвет кистеперых рыб приходился на девон, карбон и пермь.

Девонские земноводные, найденные в Восточной Гренландии, соединяют признаки кистеперых рыб и земноводных: рыбий череп, зубы, покрытый чешуей хвост и короткие пятипалые конечности.

Кистеперые рыбы — родоначальники всех наземных позвоночных. До нашего времени сохранился один вид кистеперой рыбы (целакантус), которая живет у берегов Юго-Восточной Африки. До недавнего времени считалось, что кистеперые рыбы вымерли в палеозойскую эру.

Какие же физико-географические изменения произошли в девонский период на территории нашей страны?

В связи с разрушением каледонских горных сооружений и некоторым выравниванием земной поверхности с середины девонского периода начались погружения отдельных участков земной коры, которые продолжались до конца периода. В связи с этим происходило постепенное расширение морских границ.

Девонское море покрывало почти всю нашу страну, за исключением Восточной Сибири.

В морях широкое распространение получили рыбы, благодаря чему девонский период нередко называют веком рыб. Самыми древними из девонских рыб являются панцирные, которые появились еще в конце силура. В девоне они достигли расцвета. Последние представители их вымерли в следующий, каменноугольный период. Это можно объяснить тем, что у рыб еще не было костного позвоночника, они были покрыты наружным костным панцирем. Этот панцирь делал рыб неуклюжими, ма-



Рис. 23. Лес каменноугольного периода:

1 — лепидодендрон; 2 — древовидный папоротник; 3 — древовидные хвощи (каламиты); 4 — кордаит; 5 — сигиллярия.

лоподвижными, что мешало им в борьбе за существование. В отличие от бесчелюстных, рыбы обладали двумя подвижными относительно друг друга челюстями. Панцирные рыбы жили в морях, озерах, болотах и реках. От них произошли все остальные группы рыб. В девоне появились первые лучешеры, двоякодышцы и кистеперые рыбы, акулы (рис. 22). В наше время живут немногочисленные представители двоякодышащих рыб в Австралии в речных водоемах, которые периодически пересыхают.

Для органического мира девонских морей характерен бурный расцвет головоногих моллюсков — палеозойских аммонитов.

На дне морей жили тогда разноцветные ветвистые кораллы, красные «цветы» — морские лилии, зеленые и сине-зеленые водоросли, морские ежи. Очень мало осталось трилобитов и брахиопод.

В морях того времени на территории Советского Союза образовались месторождения нефти и газа в Татарской, Башкирской, Удмуртской и Коми АССР, Куйбышевской, Пермской, Волгоградской областях, на Тимане (Ухтинское месторождение), в Белоруссии. Девонские отложения Украины также нефтеносны (месторождения близ Миргорода и Чернигова) и газоносны (Шебелинское месторождение природного газа).

В конце девона в районе Донбасса образовался глубокий прогиб. На восточном склоне Урала, на Алтае, в Салаире про-

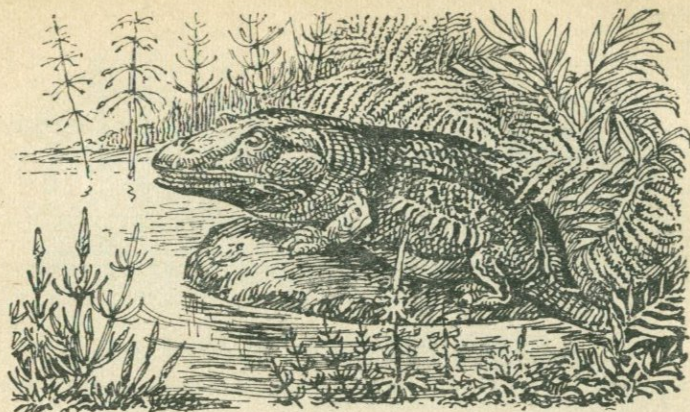


Рис. 24. Стегоцефал (панцирноголовое земноводное).

должаются вулканические извержения. На Урале (город Орск) и на Алтае, в районах проявления вулканизма образуются яшмы, вдоль восточного склона Урала — месторождения бокситов.

Вне нашей территории в девоне образовались богатые Пенсинвальские месторождения нефти в Северной Америке.

Главные особенности. В девонский период псилофиты вытесняются папоротниковыми, хвощевыми и плауновыми растениями, появляются голосеменные, а в животном мире насекомые, первые наземные позвоночные — земноводные, развиваются основные группы рыб.

Геологический термин.

Девонский период, или **девон**. Название дано по названию графства Девоншир (Великобритания), где впервые были изучены девонские отложения.

Интересная и полезная книга.

Д. Наливкин, Л. Петров. Наша нефть. М. — Л., Детгиз, 1952.

Каменноугольный период

Разрушение земной поверхности в течение девонского периода привело к тому, что к началу каменноугольного периода большая часть земной поверхности превратилась в равнину. Море легко проникало в глубь континентов и заливало обширные площади. Широкое распространение водных бассейнов привело к изменению климата. Каменноугольный период отличался теплым и влажным климатом. В современных полярных районах под ледяным покровом встречается уголь, образовавшийся в каменно-

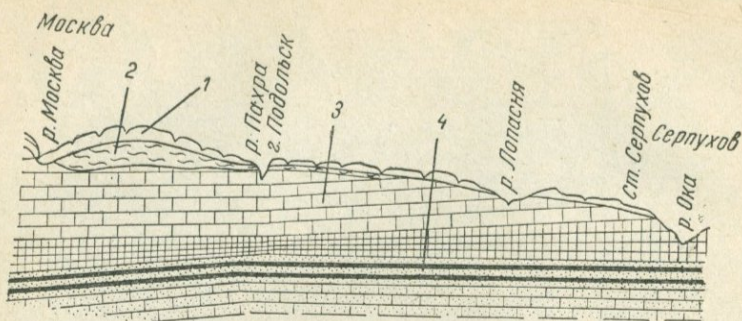


Рис. 25. Каменноугольные отложения Подмосковского бассейна:

1 — ледниковые отложения; 2 — юрские глины; 3 — каменноугольные известняки; 4 — угленосные обломочные отложения.

угольный период. Это говорит о том, что и здесь в то время был теплый климат.

С каменноугольного периода начинается расцвет жизни на суше, его можно назвать периодом завоевания суши растениями и животными. Этот период был «золотым веком» папоротников, плаунов (лепидодендроны, сигиллярии), хвощей (каламиты), кордаитов, примитивных насекомых и земноводных. В то же время появились первые пресмыкающиеся. Древние папоротниковые леса — наследие каменноугольного периода — сохранились на острове Новая Зеландия.

В каменноугольный период впервые появились громадные лесные массивы с гигантскими, мощными деревьями (30—40 метров в высоту и до 2 метров в поперечнике). Каменноугольные леса — это древние джунгли, разросшиеся на низменных морских берегах и в лесных болотах (рис. 23). Деревья каменноугольного периода были очень своеобразными: на верхушках некоторых из них торчали пучки узких мечевидных длинных листьев. Это сигиллярии. У лепидодендронов стволы были покрыты чешуйчатыми рубчиками. Здесь росли и гигантские каламиты — предки современных хвощей. Вершины их были усеяны шишками. Деревья кордаитовых рощ напоминали сосновые боры, только вместо игл на деревьях были редкие длинные и широкие кинжаловидные листья. В конце палеозоя кордаиты исчезли.

В лесах каменноугольного периода нас поразило бы отсутствие цветов, бабочек и тишина, так как в то время еще не было птиц. Только огромные и хвостатые лягушки до десяти метров длиной обитали в сырых дремучих лесах.

На суше обитали скорпионы, тараканы, мокрицы, многоножки, пауки, появились первые брюхоногие моллюски.



Рис. 26. Каменноугольные отложения западного склона Урала вдоль реки Кизела.

В воздух поднялись первые крылатые насекомые и широкое распространение получили древние стрекозы, которые достигали гигантских размеров (размах крыльев некоторых из них измерялся 75 сантиметрами). Благодаря отсутствию птиц насекомые быстро размножались.

В каменноугольный период были широко распространены гигантские панцирноголовые земноводные (рис. 24). Это первые хвостатые, с тяжелым массивным черепом, наземные четвероногие, напоминающие по форме тела ящериц, саламандр, крокодилов, змей, от которых в дальнейшем произошли пресмыкающиеся, затем птицы и млекопитающие. Панцирноголовые жили вблизи воды, в условиях влажного теплого климата. Личинки панцирноголовых развивались из икринок, отложенных в воде. В морях жили четырехлучевые и трубчатые кораллы, морские ежи, морские лилии, гониатиты, брахиоподы и громадное количество простейших организмов (фузулины).

В каменноугольный и следующий, пермский периоды происходило первое в истории развития Земли мощное угленакпление с преобладанием высокосортных каменных углей, антрацитов. Уголь образовался на заболоченных морских побережьях, а также в озерах и болотах внутри континентов.

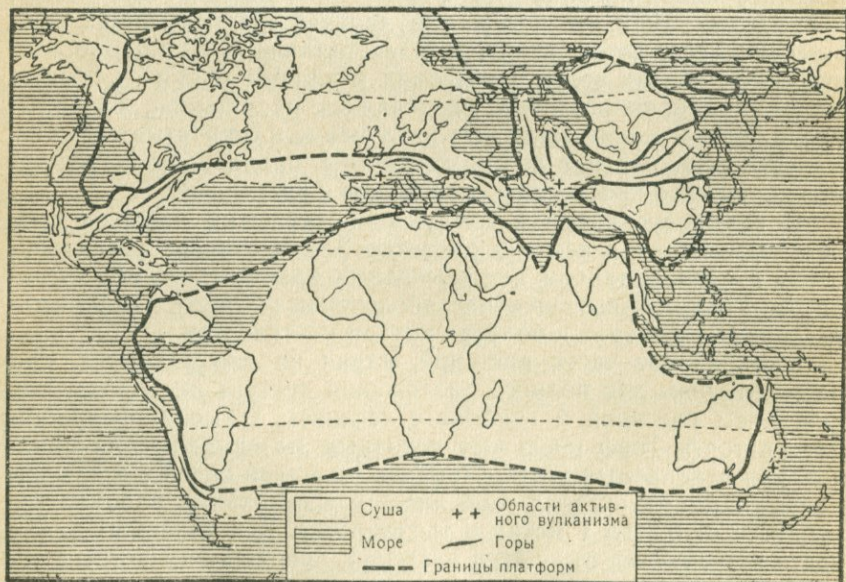
Отмирающие части растений, падая на дно водоемов, при недостаточном для полного разложения доступе кислорода, под действием бактерий и грибов с течением времени превращались в торф. Торф послужил исходным материалом для образования ископаемых углей. Прирост торфяной залежи в зависимости от климатических особенностей в отдельных районах колеблется от 0,3 до 1 метра в тысячелетие. В ископаемых углях часто встречаются отпечатки растений, принявших участие в углеобразовании.

На территории Советского Союза в каменноугольный период образовался уголь Подмосковного (рис. 25), Донецкого, Печорского, Таймырского, Камского, Карагандинского, Экибастузского бассейнов и на Урале (рис. 26). Угольные месторождения Западной Европы (Англия, Франция, Бельгия) и Аппалачей (США) также образовались в это время.

На территории Липецкой, Тульской и некоторых районов Московской области в озерах происходило накопление бурых железняков — железных руд осадочного происхождения. В районе Тихвина и Бокситогорска (Ленинградская область) в озерах накапливались алюминиевые руды — бокситы. На Кольском полуострове в Хибинах в результате охлаждения и затвердевания магмы, внедрившейся в толщу земной коры, образовались полезные ископаемые глубинного происхождения — нефелин и апатит. На Украине с платформенным магматизмом этого возраста связаны месторождения киновари и антимонита (Никитовка).

В каменноугольный период широко распространились внутриконтинентальные мелкие, теплые моря, населенные простейшими живыми организмами (фузулины), иглокожими (морские лилии, морские ежи), кораллами (трубчатые и четырехлучевые), плеченогими (продуктус, спирифер) и другими. Из ске-

Рис. 27. Палеогеография позднекаменноугольной эпохи.



летних остатков этих организмов образовались известняки органического происхождения.

На Русской платформе продолжалось образование нефти (Татария, Башкирия, Куйбышевская и другие области) и горючего газа (Саратов).

Каменноугольный период завершился крупными движениями земной коры, превратившими некоторые геосинклинальные области в горные сооружения. Часть суши освободилась от водного покрова. Это была древняя, или позднепалеозойская (герцинская), складчатость. Горообразование произошло в Аппалачской (Аппалачи), Западноевропейской (Бретань, Центральный массив Франции, Гарц, Судеты, Вогезы, Рудные горы, Шварцвальд, Рейнские сланцевые горы, Арденны в Бельгии), Урало-Тяньшанской (Урал, Тянь-Шань, Казахский мелкосопочник, Алтай), Монголо-Охотской (Монгольский Алтай, Куэньлунь, Тибетское нагорье), Австралийской (Австралийские Кордильеры) геосинклинальных областях. В результате в северном полушарии возник огромный материк — Лавразия, включающий Северную Америку, Европу и Азию. Южный материк — Гондвана также увеличился в размерах за счет присоединения Австралийских Кордильер, Капских гор и гор Северо-Западной Африки. Этими движениями было положено начало широко распространенной и продолжительной вулканической деятельности (рис. 27).

Все горные сооружения палеозойского возраста обладают глубинными магматическими породами, к которым приурочены месторождения платины, хромовой, титановой и других руд. Кроме того, в то время образовались пегматитовые, пневматолитовые и рудные жилы с характерными для них минералами; на Урале в контакте магмы с известняками образовались месторождения магнитного и красного железняков (горы Магнитная, Высокая и Благодать), Соколовско-Сарбайское месторождение железной руды (Тургайская степь).

Главные особенности. В каменноугольный период морская трансгрессия достигла второго максимума в течение палеозоя; климат стал теплым и влажным; необычайно пышно развилась наземная растительность; произошло углеобразование в крупных масштабах; споровые растения достигли расцвета; на суше широко распространились земноводные; появились первые пресмыкающиеся; произошла позднепалеозойская (герцинская) складчатость.

Геологический термин.

Каменноугольный период, или карбон (от латинского слова «карбо» — уголь). Название получил в связи с широким распространением в отложениях этого времени угленосных толщ.

Задание.

Сравните разрезы каменноугольных отложений Русской платформы (Подмосковный бассейн) и Урала (западный склон). Найдите сходство и различие в истории этих территорий за каменноугольный период.

Интересная и полезная книга.

И. А. Васильков, М. З. Цейтлин. Солнечный камень. М., Углетехиздат, 1951.

Пермский период.

Горообразования, начавшиеся в конце каменноугольного периода, продолжались и завершились в пермский период. Закончилось существование Западноевропейской, Урало-Тяньшанской, Монголо-Охотской, Аппалачской и Австралийской геосинклинальных областей и Донецкого прогиба. В районе Мозамбикского пролива наметилась впадина. В конце пермского периода существовали два крупных материка: на севере — Лавразия, на юге — Гондвана.

В связи с поднятием земной коры сильно сократилась площадь морей. Пермская регрессия была наибольшей за всю палеозойскую эру. Следовательно, это было время широкого развития континентальных условий. Образование высоких горных сооружений, поднятие отдельных участков земной коры, сокращение морских условий вызвало изменение климата: климатические зоны становились более резко выраженными. Материк Гондвана в конце карбона и начале перми подвергался сильнейшему материковому оледенению. В северном полушарии установился жаркий континентальный климат.

В результате расколов в земной коре в восточной части Русской платформы возникла Восточно-Русская впадина, где после отступления моря осталась гигантская лагуна. Это была самая крупная лагуна за всю историю развития земной коры. В различных ее частях была разная концентрация солей. Это объясняется сложностью очертаний бассейна.

В лагунах и озерах, оставшихся после отступления моря, происходило отложение каменной соли, карналлита, гипса.

В то время образовались Соликамское (Пермская область) месторождение калийных солей и Соль-Илецкое (Оренбургская область) месторождение каменной соли в СССР и месторождение калийных солей в ГДР. Пермский период — это время великого соленакопления.

В районах соленосных осадков в то время образовались запасы минеральных вод. В озерах происходило отложение самородной серы.

В позднепермскую эпоху, в так называемый казанский век, Русская платформа испытывала кратковременное опускание и покрывалась водой. Известняки и доломиты, образовавшиеся на

дне казанского моря, слагают правый берег Волги выше Казани. Районы Крыма и Кавказа в пермский период были покрыты морем. В Урало-Тяньшанской геосинклинальной области в этот период завершилось горообразование, начавшееся в карбоне. В Сибири климат был теплым и влажным. Об этом свидетельствует образование ископаемого угля в Кузнецком и Тунгусском бассейнах. Мощность отдельных пластов угля в Кузбассе достигает 10—15, а иногда 19 метров. Для образования такого слоя угля торфяники должны иметь толщину 80—120 и более метров. Уголь пермского возраста обнаружен и в Антарктиде.

В западной части Сибирской платформы в результате расколов и вертикальных смещений формировалась Тунгусская впадина. По глубоким трещинам, образовавшимся при расколе Сибирской платформы, поднималась магма, которая частично внедрилась в толщу осадочных пород, частично вылилась на большие площади поверхности, так образовались известные сибирские траппы, занимающие обширную площадь от Енисея на западе до Лены на востоке. Мощность пластов этих траппов достигает 100—150 метров. Пласты залегают ярусами друг над другом. Число ярусов доходит до десяти. С палеозойскими траппами связаны месторождения никелевых руд (Норильск). Там, где внедрившаяся магма соприкасалась с ранее образовавшимися каменными углями, последние под действием высокой температуры магмы преобразовались в графит. Такого происхождения месторождений графита по рекам Курейке и Бахте — правым притокам Енисея.

В Восточноазиатской геосинклинальной области существенных изменений не произошло, поверхность ее была покрыта морем, продолжалось накопление и формирование осадочных толщ.

Пермский ландшафт существенно отличался от ландшафта каменноугольного периода. Обширные леса карбона сократились и уступили место выжженным солнцем песчаным степям и пустыням.

Изменение климата в свою очередь способствовало развитию растительности, приспособленной к сухим и холодным климатическим условиям. В первую половину пермского периода исчезли древовидные папоротники, лепидодендроны, сигиллярии и каламиты; сохранились кордаиты. Кордаиты были господствующими деревьями в лесах пермского периода. Во второй половине периода появились и постепенно заняли господствующее положение голосеменные растения: древние хвойные, гинкговые, цикадовые, беннеттитовые; споровых растений осталось мало. В пермский период усиленно развивались хвойные, которые имели короткие толстые и мясистые листья, мало похожие на хвою. Росли гинкговые деревья с широкими веерообразными листьями. Гинкго, сосна, ель, пихта произошли от кордаитов, а кордаиты — от плаунов.

В связи с оледенением Гондваны развивалась гондванская, или глоссоптериевая, флора, приспособленная к холодным условиям. В однообразный ландшафт пустынь вносили разнообразие зеленые островки оставшихся болот, которые были пристанищем для земноводных. Некоторым из них пришлось приспособляться к жизни в сухих местах (они стали откладывать яйца в песок), и это привело к появлению в конце каменноугольного периода первых примитивных пресмыкающихся, которые затем получили широкое распространение. На суше развитие получили котелкоголовые (парейазавры) и звероподобные (иностраницеви) ящеры.

Коротконогие, неуклюжие травоядные парейазавры внешне напоминали лягушек, но имели еще более крупные размеры, передвигались медленно, переваливаясь с ноги на ногу.

Иностранцевии — первые крупные хищные пресмыкающиеся — были подвижными и гибкими. Они своими саблевидными клыками прокалывали толстую кожу парейазавров, на которых охотились и которыми питались. Среди пермских пресмыкающихся были и более мелкие формы, от которых в последующие периоды произошли млекопитающие.

В пермских морях развивались простейшие, брахиоподы, акулы. В конце пермского периода вымерли многие позднепалеозойские животные: котелкоголовые и звероподобные ящеры, последние трилобиты, трубчатые и четырехлучевые кораллы, древние морские ежи, древние морские лилии, палеозойские аммониты; в небольшом количестве остались плеченогие, наутилиты.

Главные особенности. В пермский период завершилась древняя, или палеозойская, складчатость; в северном полушарии возник материк Лавразия; широко распространились континентальные условия; споровые растения заменяются голосеменными; земноводные уступают место древним пресмыкающимся, которые занимают господствующее положение на суше; в морях развиваются простейшие организмы, брахиоподы, а из рыб акулы; в конце периода вымирают или количественно сокращаются многие палеозойские формы животных.

Геологический термин.

Пермский период, или **пéрмь**. Название связано с бывшей Пермской губернией, где впервые были изучены пермские отложения.

Интересная и полезная книга.

И. И. Акимовский. Следы невиданных зверей. М., Географгиз, 1961.

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА

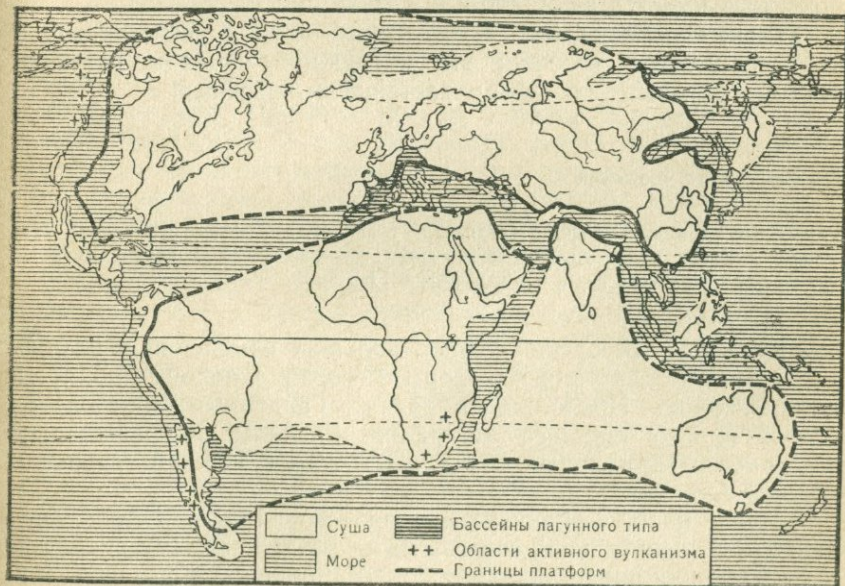
В составе мезозойской эры 3 периода: триасовый, юрский и меловой.

Триасовый период.

В триасовый период существовали те же материка и геосинклинальные области, что и в предыдущий, пермский период. В северном полушарии был огромный материк Лавразия, в южном — не меньший по размерам материк Гондвана. Триасовый период в тектоническом отношении был относительно спокойным. Море сохранилось на юге Советского Союза — в районе Крыма, Кавказа, Памира и на Дальнем Востоке. В течение всего периода Урал, Тянь-Шань, Салаир, Кузнецкий Алатау, Алтай разрушались под действием смены температур, ветра, атмосферных осадков, водных потоков. В Восточной Сибири продолжались вулканические извержения. На Дальнем Востоке существовало небольшое море. Кое-где действовали вулканы (хребт Черского, Юкагирское плато), что подтверждается переслаиванием морских осадков с вулканическим материалом.

В триасовый период обнажились обширные пространства суши: триасовая регрессия моря была одной из крупнейших за

Рис. 28. Палеогеография поздне триасовой эпохи.



всю историю развития Земли (рис. 28). Площадь, занятая сушей, в триасовый период превышала площадь суши предыдущего пермского периода. Это способствовало широкому распространению наземных растений и животных.

Начиная с триасового периода из растений на суше преобладали голосеменные: хвойные, гинкговые, саговниковые и беннеттитовые; из споровых — папоротники. На склонах Гиссарских гор было обнаружено редчайшее реликтовое дерево — прародительница хвойных — биота. Всего на Земле сохранилось лишь несколько экземпляров этого дерева. Растет оно в труднодоступном месте, в расщелине скалы. Среднеазиатский экземпляр представляет небольшое толстоствольное дерево, покрытое чешуйчатой листвой.

В триасе развиваются новые группы пресмыкающихся: черепахи, ящерицы, змеи, крокодилы, а также приспособленные к разным условиям обитания: на суше — динозавры, в морях — ихтиозавры, в воздухе — птерозавры. На суше появились первые млекопитающие, представленные мелкими формами сумчатых (величиной с современную крысу). К концу периода вымерли панцирноголовые земноводные. Остались лягушки, саламандры, тритоны.

Начиная с триаса получили развитие новые головоногие (аммониты, белемниты) и пластинчатожаберные моллюски; развивались также шестилучевые кораллы, морские ежи и лилии. Появились костистые рыбы.

Триасовая кора выветривания (месторождения каолина и бокситов) имеется на Урале и в Казахстане.

Главные особенности. В триасовый период господствовали континентальные условия; это послужило началом развития новых — мезозойских — форм растений и животных.

Геологический термин.

Триасовый период, или **триас** («триас» — в переводе с греческого — три). Название связано с делением толщи этого времени на три части. Впервые триасовые отложения были обнаружены в Германии.

Юрский период. В юрский период больших изменений в распределении платформ и геосинклинальных областей не произошло. Продолжался распад Гондваны — образовался второй прогиб западнее Австралии. Расколы сопровождались обширными излияниями базальтовых лав в Южной Африке и Южной Америке.

Горные цепи, воздвигнутые в палеозое, к концу триасового периода в значительной степени были разрушены. В юрский период материка представляли обширные равнины, и это способст-

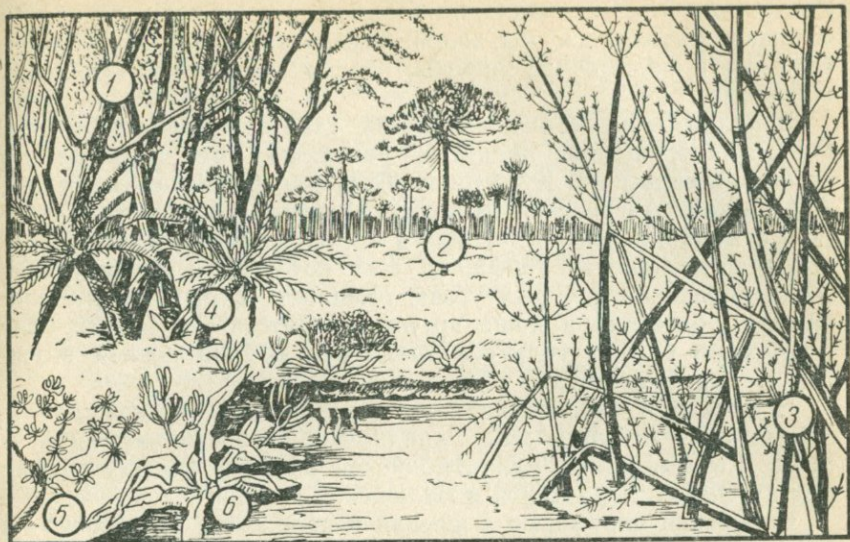


Рис. 29. Лес юрского периода:

1 — деревья гинкго; 2 — араукарии; 3 — хвощи; 4 — саговники; 5 — кустарники из группы беннеттитов; 6 — папоротники.

вовало наступлению моря на сушу. В связи с этим климат становился более теплым и влажным.

В раннеюрскую эпоху Русская платформа представляла сушу. В районе полуострова Мангышлак происходило углеобразование. Только на крайнем юге — в районе Прикаспийской низменности и Кавказа сохранилось море. Восточно- и Южно-Русская впадины, Подмосковная котловина, полуостров Мангышлак, Донбасс и Урало-Эмбинский район в течение юрского периода медленно погружались. Это привело к тому, что уже в среднеюрскую эпоху с юга, со стороны Крым-Кавказской геосинклинальной области наступило на сушу теплое море, а с севера — со стороны Ледовитого океана — холодное. Пространство между наступающими северными и южными морями оставалось сушей, и здесь в озерах происходило формирование железных руд осадочного происхождения (Орско-Халиловское месторождение, месторождения Тульской и Липецкой областей). В позднеюрскую эпоху вся Русская платформа, за небольшим исключением, ушла под воду. В юрский и меловой периоды образовались месторождения фосфоритов Подмосковья, Общего Сырта, Чувашии и Кировской области. Среди юрских отложений Поволжья (Ульяновский и Сызранский районы) и Общего Сырта встречаются горючие сланцы, образовавшиеся в юрский период в местах скопления водорослей и морской травы. Крым-

Кавказская геосинклинальная область в юрский период в основном находилась под водой. Теперь здесь встречаются известняки и обломочные породы, содержащие остатки морских животных.

Западно-Сибирская низменность также покрылась морем. Горные сооружения, поднятые ранее на юге, разрушались внешними силами. В Кузнецкой, Минусинской, Карагандинской, Ферганской, Ангренской (Средняя Азия), Зайсанской, Тувинской и Челябинской котловинах в многочисленных болотах происходило отложение торфа, за счет которого в последующие эпохи образовался бурый уголь. Мощность бурых углей Челябинского бассейна в наше время доходит до 50 метров. Вне территории СССР уголь образовался в юрский период в Китае, Индии, Индокитае.

В юрский и меловой периоды образовались богатейшие месторождения нефти и газа Западно-Сибирской низменности, а также Кызылкумов, Урало-Эмбийской области (между реками Урал и Эмба), Хатангской и Вилюйской впадин.

Сибирская платформа в юрский период была расчленена на выступы и впадины. В этот период сформировались Хатангская (между низовьями Енисея и реки Хатанги), Вилюйская (в ниж-

Рис. 30. Археоптерикс.



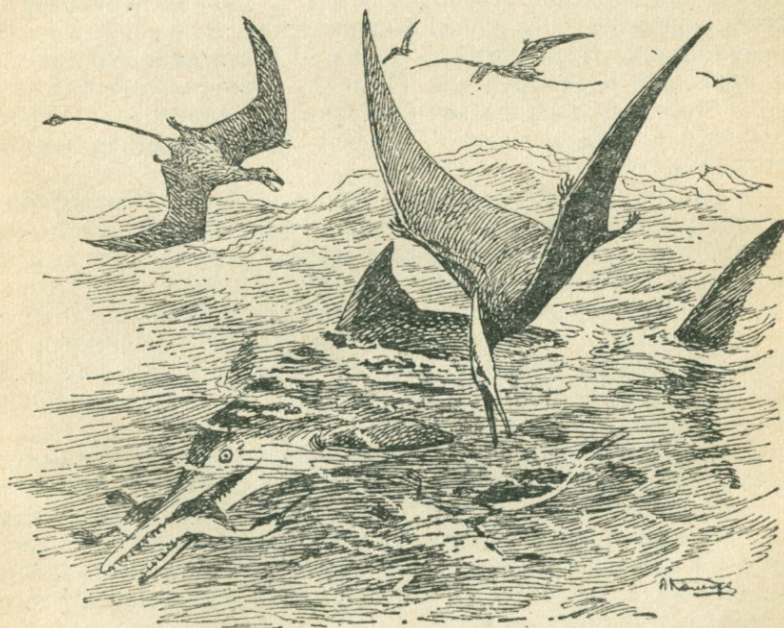
нем течении реки Вилюя), Канская (около города Канск) и Иркутская (Черемховская) впадины.

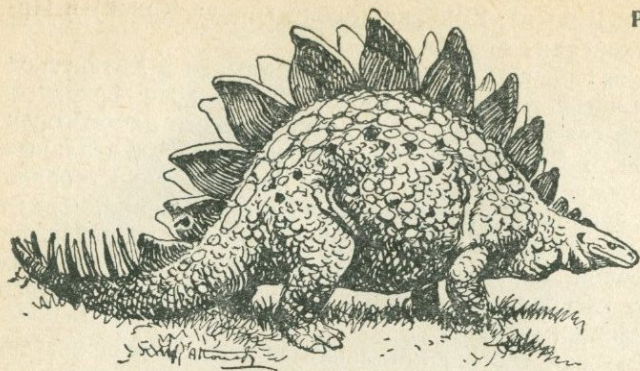
На территории Средне-Сибирского плоскогорья в Хатангской впадине встречаются морские отложения юрского возраста. Следовательно, в северной части Среднесибирского плоскогорья находилось море. В Вилюйской впадине среди континентальных встречаются морские отложения. Значит, южнее существовала суша, которая испытала кратковременные погружения. Среди континентальных отложений Вилюйской впадины встречаются угленосные прослои. В Чулымо-Енисейской, Канской и Иркутской котловинах господствовали континентальные условия, здесь происходило углеобразование.

Восточноазиатская геосинклинальная область в юрский период была морским бассейном с многочисленными островами. Складкообразовательные процессы здесь проявились слабо. В озерах и болотах образовался ископаемый уголь Сучанского и Буреинского месторождений (Дальний Восток). В Верхояно-Колымской области действовали вулканы, здесь образовались вулканические лавы и туфы.

Теплый юрский период характеризуется пышным развитием наземной растительности, хотя в видовом отношении очень од-

Рис. 31. Ихтиозавр охотится за гесперорнисами, в воздухе — рамфоринхусы.





нообразной, но распространенной на больших территориях. Юрские леса резко отличались от лесов каменноугольного периода (рис. 29). Развитие в это время получили голосеменные растения (хвойные, гинкговые, цикадовые, беннеттиты). «Динозавровое дерево» — гинкго — сейчас уцелело лишь в Японии и Китае. В СССР гинкго растет лишь в ботанических садах.

В юрский период происходило второе, еще более мощное, угленакопление. Углеобразование в мезозое значительно превышает палеозойское углеобразование. В юрский и меловой периоды появились: Ленский, Южноякутский, Ачинский, Канский, Черемховский (Иркутский), Чулымо-Енисейский, Убаганский, Челябинский, Кушмурунский (Тургай) буроугольные бассейны, кроме того, в Закавказье (Ткварчели, Ткибули). Мощность угольного пласта в Канско-Ачинском бассейне измеряется десятками метров.

В юрский период появились первые птицы. Первоптица — археоптерикс — является переходной формой от пресмыкающихся к птицам. Он жил только в юрский период. Археоптерикс был величиной с голубя, но имел острые, хищные зубы. Тело его было покрыто перьями, клюв отсутствовал, крылья он имел короткие с тремя подвижными пальцами, заканчивающимися когтями, хвост очень длинный (рис. 30). Юрские птицы еще не летали, а парили; при этом немалую услугу им оказывал длинный хвост с веерообразным оперением.

В это же время появились птерозавры, представителями которых были хвостатый рамфоринх и бесхвостый птеродактиль.

Рамфоринх имел короткое тело (около 45 сантиметров), узкие длинные крылья. Длинный хвост заканчивался балансиrom — расширенной кожистой лопастью. Птеродактиль размером был не более воробья, имел сильно укороченный хвост, обладал острыми зубами.

Юрский период — век пресмыкающихся. На суше широко распространились громадные ящеры — динозавры. Таких гигантов в животном мире не было ни до, ни после мезозойской эры: длина тела некоторых представителей достигала 30 и более метров, вес — 60 тонн. Череп динозавра весил около 400 килограммов. Среди мезозойских динозавров были растительноядные и плотоядные. В Монголии и некоторых других местах были обнаружены кладки яиц динозавров, а в Новой Зеландии и теперь живет «живое ископаемое» — ящерица гаттерия — потомок динозавра. В это же время появилось еще одно пресмыкающееся — стегозавр (рис. 32).

В отложениях юры, правда в небольшом количестве, встречаются уже останки мелких примитивных млекопитающих.

В морях было много хищных остроносых рыбащеров — ихтиозавров (рис. 31), напоминающих современных дельфинов. Некоторые ихтиозавры имели длину около 10 метров. С молниеносной быстротой передвигались в воде юрские белемниты. Они не только внешне напоминали ракету, но при плавании использовали реактивный принцип отталкивания. Много было в юрский период аммонитов, развивались пластинчатожаберные моллюски, акуловые рыбы, новые морские ежи и морские лилии.

Главные особенности. В юрский период климат был теплым и влажным; этому способствовала трансгрессия моря; развивались голосеменные растения, жили гигантские ящеры, появились летающие ящеры, птицы и примитивные млекопитающие. В морях широко распространились мезозойские аммониты, белемниты, ихтиозавры.

Геологический термин.

Юрский период, или юра́. Назван по Юрским горам в Швейцарии, где были изучены отложения этого времени.

Интересные и полезные книги.

- И. Аугуста, З. Буриан. Летающие ящеры и древние птицы. Прага, 1961.
И. Аугуста, З. Буриан. Ящеры древних морей. Прага, 1965.
А. К. Рождественский. Встречи с динозаврами. М., «Знание», 1966.

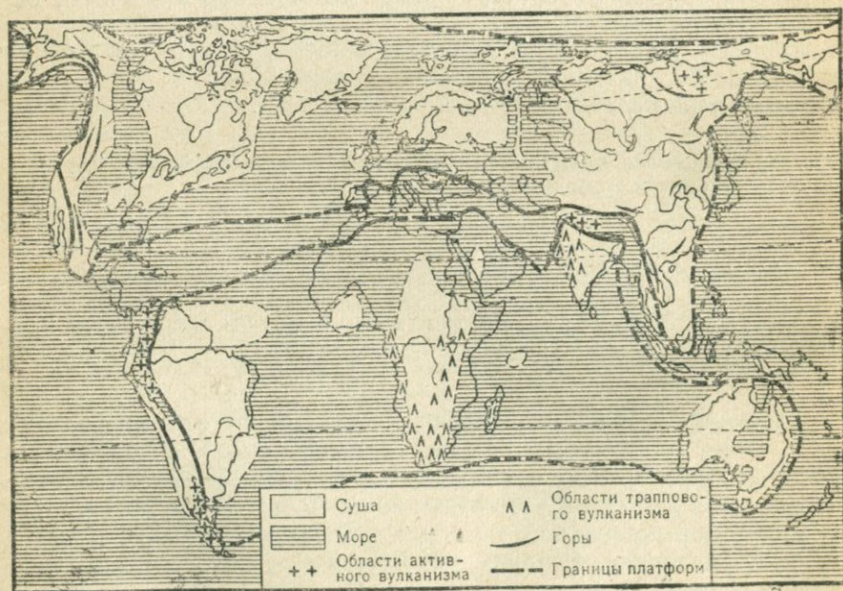
Меловой период. В меловой период завершилась средняя, или мезозойская (киммерийская), складчатость, которая была особенно сильной на побережье Тихого океана (Кордильеры, Анды, Северо-Восточная Азия). В это время в основном сформировались хребты Яблоновый, Черского, Колымский, Верхоянский, Анадырский, Джугджур, Сихотэ-Алинь, Становой, горные поднятия Восточного Китая и Индокитая.

Для мезозоя характерно складкообразование в геосинклиналях (к Лавразии и Гондване причисляются горные хребты, образовавшиеся на западном и восточном берегах Тихого океана), расчленение Лавразии, Гондваны и формирование впадин Атлантического и Индийского океанов. В конце мезозоя Гондвана окончательно распалась, образовав современные материки — Южную Америку, Африку с Аравией и Мадагаскаром, Индостан, Австралию и Антарктиду (рис. 33). В это время происходили обширные трапповые излияния на Сибирской, Индийской, Африкано-Аравийской платформах. С трапповыми излияниями связаны месторождения алмазов Южной Африки и Восточной Сибири.

Климат мелового периода был теплым, влажным, ровным. В теплых морях жили многочисленные мельчайшие простейшие животные — глобигерины. На дне моря происходило накопление скорлупок этих животных и скелетных остатков водорослей, выделяющих известь. Они сцементировались, уплотнились, получилась своеобразная порода — мел. Толщина меловых отложений достигает более 100 метров.

На Русской платформе (Курская, Брянская, Калужская и другие области) продолжалось накопление фосфоритов.

Рис. 33. Палеогеография позднемеловой эпохи.



В районе Крыма и Кавказа существовало теплое море, на дне которого происходило накопление известняков, мергелей, обломочных пород. В связи с горообразованием в Закавказье оживился вулканизм. Это привело к образованию пород вулканического происхождения.

На границе ранне- и поздне меловой эпох в районе Тургайской степи происходили опускания, в результате Урал отделился от Тянь-Шаня. По образовавшемуся тургайскому проливу море проникло и в южную часть Урало-Тяньшанской геосинклинальной зоны.

Сибирская платформа в начале мелового периода была сходна с платформой юрского периода. Во вторую половину периода море расширило свои границы. В Ленской впадине в это время продолжалось углеобразование.

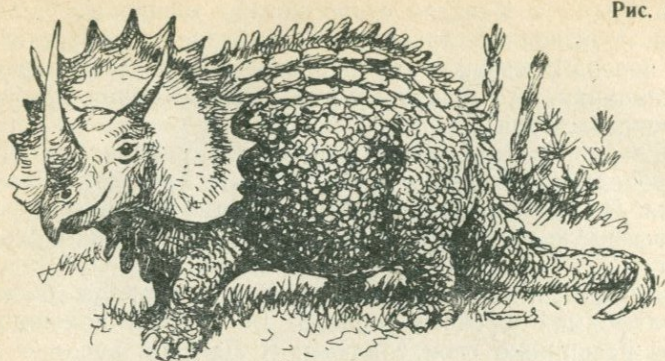
Восточно-азиатская геосинклинальная область в меловой период переживала очень сложную историю развития. Территория в этот период геологической истории расчленилась на следующие зоны: восточную, охватывавшую на севере бассейн реки Анадырь, на юге — полуостров Камчатку, остров Сахалин и Курильские острова, и на западную, расположенную между Анадырско-Сахалинской зоной и Сибирской платформой. В западной части этой территории происходило горообразование. Магма внедрялась в толщу земной коры, образовались глубинные магматические породы, а в них — рудные полезные ископаемые. В этот период образовались в пневматолитовых жилах месторождения оловянной руды, в рудных жилах выделялись золото и полиметаллические руды.

В восточной зоне в основном сохранялось море и действовал подводный вулканизм. На острове Сахалин отражалось происходящее в соседнем районе горообразование. Когда остров представлял сушу, на нем развивалась растительность, а в дальнейшем происходило углеобразование; когда он погружался под воду — накапливались морские осадки.

В меловой период образовались месторождения бокситов Франции, Венгрии, Югославии, Италии.

Физико-географические условия мелового периода способствовали изменениям в органическом мире. В конце раннего мела появились первые покрытосеменные растения, а в поздне меловую эпоху они распространились очень широко.

В меловой период суша была покрыта разреженными, напоенными солнцем лесами, среди которых сверкали светлые поляны, покрытые пестрым, благоухающим ковром цветов. В меловой период впервые зацвели растения. В лесах теплой зоны росли лавры, магнолии, каштаны, платаны, фикусы, пальмы, эвкалипты, кипарисы, увешанные шишками величиной с человеческую голову араукарии, секвойи, или мамонтовы деревья, оправдывающие свое название, так как высота их достигала 150 метров, а диаметр ствола — 15 метров. В лесах умеренной



зоны росли дуб, береза, ольха, липа и другие. Древнейшие из цветковых растений — тополь и магнолия. Секвойя сохранилась до нашего времени только в Америке. Впервые на суше появился травяной покров.

В меловой период дальнейшее развитие получили зубастые птицы (ихтиорнис, гесперорнис). Ихтиорнис по величине и особенностям строения был сходен с современной чайкой. Хорошо летал. Гесперорнис — крупная (до 1,5 метров в длину) водоплавающая птица с редуцированными крыльями, плоской грудной, лишенной кила.

Летающие ящеры были представлены в меловой период гигантским птеронодоном, с размахом крыльев около 8 метров, в это же время появились и получили дальнейшее развитие панцирные, рогатые и утконосые динозавры (рис. 34).

Поднятия горных систем привели к осушению материков, а так как мезозойские рептилии в большинстве случаев в той или иной форме были связаны с водными бассейнами, то изменение климата в направлении континентальности отрицательно сказалось на дальнейшем развитии теплолюбивых пресмыкающихся. К тому же заметно уменьшилась их кормовая база. В результате в конце мелового периода почти полностью вымерли динозавры. Уцелели крокодилы, черепахи, ящерицы и змеи, которые широко распространились в следующую, кайнозойскую эру и дожили до нашего времени.

В меловых отложениях находят окаменелые остатки мелких млекопитающих — представителей сумчатых и предков копытных и хищных животных. В морях мелового периода широко представлены аммониты, белемниты, пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски, морские ежи и костистые рыбы. Среди аммонитов появились формы с развернутой и прямой раковинами. Некоторые аммониты мелового периода достигали гигант-

ских размеров. Так, например, раковина аммонита пахидискуса имела диаметр 3 метра.

В конце мела вымерли многие ихтиозавры, птерозавры, зубастые птицы, мезозойские аммониты, количественно сильно сократились белемниты.

Главные особенности. В меловой период произошла средняя, или мезозойская, складчатость. На суше продолжалось господство голосеменных растений, гигантских пресмыкающихся, в морях — аммонитов, белемнитов, ихтиозавров. В конце периода многие мезозойские животные и растительные формы вымирают. Появляются покрытосеменные растения, впервые на суше образуется травяной покров.

Геологический термин.

Меловой период, или мел. Название связано с распространением в отложениях этого времени горной породы мела.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА

Кайнозойская эра подразделяется на 3 периода: палеогеновый, неогеновый и антропогеновый.

Палеогеновый период. В палеогеновый период в северном полушарии существовали Североамериканский и Евразийский материки, разделенные впадиной Атлантического океана. В южном полушарии — обломки Гондваны — современные материки, расчлененные впадинами Атлантического и Индийского океанов. Альпийско-Гималайская геосинклиналь распалась на ряд замкнутых и полузамкнутых бассейнов; Индонезийская геосинклинальная область и окраинные части Кордильерской, Индийской и Восточноазиатской геосинклинальных зон сохранились. Остальные геосинклинальные области причислились к платформам и потеряли подвижность.

Климат палеогена характеризовался относительной равномерностью и малой изменчивостью, но в начале периода наблюдалось похолодание, а в середине — потепление. В палеогене широкое распространение получили покрытосеменные растения, травы, появились пресноводные растения. В лесах пели птицы, поляны пестрели яркими цветами. Остатки хвойного леса этого периода сохранились близ города Экибастуз Павлодарской области (урочище Сасай). В Армении из-под угольных пластов палеогенового возраста была извлечена нижняя часть и корни окаменевшего дерева, ствол которого едва ли могут обхватить шесть человек. Это дерево выставлено в музее Ереванского университета. На Шпицбергене обнаружены отпечатки растений палеогенового возраста: секвойи, дубы, липы. На Камчатке встречается роща пихты грациозной. Этот вид пихты существует с палеогенового периода. Озеро Ханка (Дальний Восток) —

музей древних растений. Здесь с палеогенового периода сохранились лотос, дикий рис и другие реликтовые растения.

В связи с широким распространением наземной растительности в палеогеновый период происходит третье, еще более мощное углеобразование. Основные запасы бурого угля этого возраста имеются в США (к востоку от Скалистых гор), и в это же время образовались месторождения Южной Америки, Африки, Индии, Индокитай, Суматры и Борнео, на территории СССР — на Кавказе, Камчатке и Сахалине.

Развитие цветковых растений благоприятствовало развитию млекопитающих, которые в палеогеновый период заняли господствующее положение. Млекопитающие палеогена представлены примитивными видами сумчатых, хищников (креодонты), копытных (кондилартра), хоботных, приматов (низшие полуобезьяны). В среднепалеогеновую эпоху развиваются основные группы млекопитающих — насекомоядные, грызуны и более высокоорганизованные хищники. В позднепалеогеновую эпоху развиваются копытные, хоботные, приматы. В это же время от непарнокопытных обособляется ветвь парнокопытных — появляются предки лошадей. Древнейшие, палеогеновые, предки лошадей были мелкими животными (30—50 сантиметров в высоту).

Драконы, или вараны, жившие в палеогене, сохранились на острове Комодо (Индонезия), в некоторых районах Австралии, Африки и Азии. Современные драконы уступают своим древним предкам в размере и весе. Безрогим предком носорога был индрикотерий, достигавший в высоту почти 5 метров. Он был самым крупным млекопитающим. Наиболее древняя, вымершая, форма хоботных — меритерий. В конце палеогена многие примитивные формы млекопитающих вымерли.

Материком, населенным «живыми ископаемыми», в настоящее время является Австралия. Это объясняется тем, что около 100 млн. лет назад (еще в меловом периоде) Австралия отделилась от других материков, стала изолированной, окруженной со всех сторон морем. С тех пор на материке остались такие древние низшие млекопитающие, как утконос и ехидна.

Палеогеновый период характерен довольно широким распространением морских условий. Палеогеновая трансгрессия — последнее крупное наступление моря. Оно покрыло большую часть территории СССР — Украину, Поволжье, Крым-Кавказскую геосинклинальную область, Западно-Сибирскую низменность, Ферганскую котловину, Тургайское плато, Кызылкумы, полуостров Анадырь, Камчатку, Сахалин. Остальные участки представляли сушу.

В морях получили распространение водные млекопитающие (киты, сирены, тюлени), костистые рыбы, простейшие (нуммулиты), морские ежи, пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски.

В районе Никополя (Украинская ССР), Чиатуры (Закавказье), реки Лабы (Северный Кавказ) и полуострова Мангышлак на дне моря образовалась марганцевая руда (пирролюзит). Бокситы образовались в Чулымо-Енисейском и Акмолинском месторождениях.

Главные особенности. В палеогеновый период происходило последнее в истории Земли мощное наступление моря на сушу. Климат в то время стал теплым и влажным. Продолжали развиваться покрытосеменные растения, млекопитающие, широко распространилась травянистая растительность, в морях получили развитие водные млекопитающие, костистые рыбы, простейшие, пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски. В конце палеогена вымерли многие примитивные млекопитающие.

Геологический термин.

Палеогеновый период, или **палеоген** (от греческих слов «палатос» — древний и «генос» — рождение).

Неогеновый период.

В неогеновый период произошло мощное горообразование — молодая, или кайнозойская (альпийская), складчатость. Выделяются 2 зоны проявления этой складчатости: Альпийско-Гималайско-Индонезийская и Тихоокеанская. К первой относятся: бассейн Средиземного моря, Черное и Каспийское моря, Альпы, Пиренеи, Кавказ, Копетдаг, Гиссарский хребет, Памиро-Алай, Иранское нагорье, Гиндукуш, Гималаи, Атласские горы, горы Западной Бирмы, Малайского архипелага.

Вторая включает: Корякское нагорье, горы Камчатки, Сахалина, Курильских и Японских островов, Филиппин, Анды, горные сооружения Центральной Америки, хребты Южной Аляски и Алеутских островов. В это же время образовались котловины Карибского моря и морей, омывающих острова Зондского архипелага и Тихоокеанское побережье Азиатского материка.

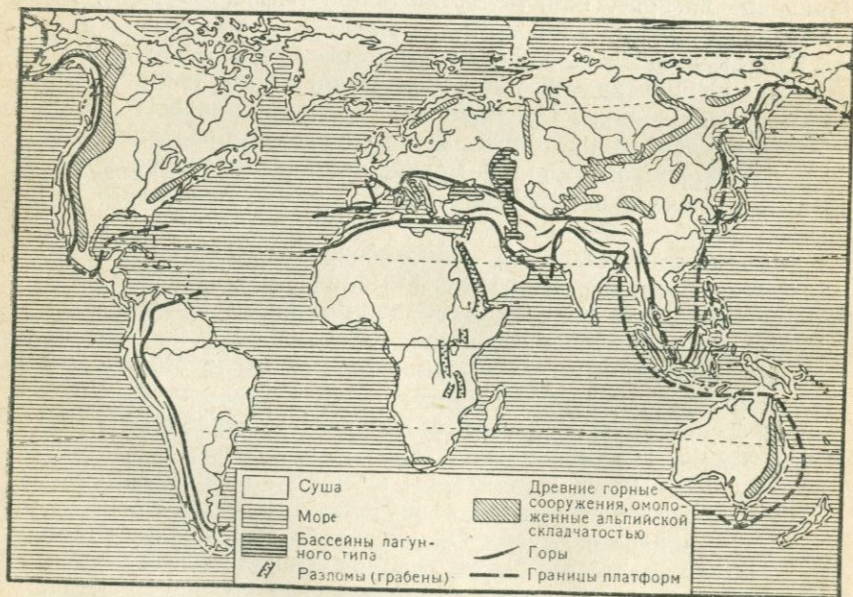
В связи с проявлением кайнозойской складчатости прекратили существование Альпийско-Гималайская и Индонезийская геосинклинальные области и окраинные части Кордильерской, Индийской и Восточноазиатской геосинклинальных зон. Вторично возрожденными глыбовыми горами стали Яблоновый и Становой хребты, хребет Черского, Верхоянские горы, Сихотэ-Алинь, Тянь-Шань, Урал, Алтай, хребты Центрального Казахстана, Саяны, Скандинавские горы, Кордильеры, Анды, Аппалачи, Австралийские Кордильеры и другие. Между глыбовыми горами — горстами — возникали впадины — грабены: озера Байкал, Телецкое и другие. Окончательно оформились впадины Атлантического и Индийского океанов, Прикаспийская впадина (рис. 35). В неоген образовалось Жигулевское поднятие (сброс).

К трещинам расколов этого возраста на Алтае приурочены горячие минеральные источники: Белокурихинские радиоактивные источники, Рахмановские, содержащие редкие газы. Разломы сопровождалась трапповыми излияниями в Исландии, Гренландии, на Шпицбергене. В кайнозое продолжалось раскалывание Гондваны: образовались впадины Красного и Мертвого морей, Восточноафриканских озер — Танганьика, Ньяса, Рудольфа и другие. Современный рельеф — это в значительной степени результат позднейших тектонических движений земной коры.

Озеро Байкал — уникум природы. Это естественный зоологический музей, в котором отражена история развития животного мира от древних времен до наших дней. Здесь живет вид моллюска, который на 19 миллионов лет старше первого человека на Земле. Особые условия Байкала позволили сохраниться реликтовым древним формам животных.

Складчатость в кайнозое сопровождалась обычным внедрением магмы в толщу земной коры и образованием рудных полезных ископаемых. Эти земные богатства имеются во всех горах альпийской складчатости. В районах ее проявления образовались месторождения золота, медной, свинцовой, серебряной, вольфрамовой, молибденовой и других руд. Неогеновый

Рис. 35. Палеогеография неогенового периода.



возраст имеют оловянные руды Боливии. В это время образовались месторождения полиметаллических руд Северного Кавказа (Садонское).

В неогеновый период образовалась нефть Баку, Майкопа, Грозного, Краснодарского плато, полуострова Челекен, Небит-Дага, Западной Украины, Сахалина и Камчатки. Горючий газ этого возраста имеется в Дашаве (Предкарпатье).

В Черном море, на территории Керченского и Таманского полуостровов, происходило осаждение железных руд.

Высокотемпературный магматический очаг кайнозойской эры продолжает существовать. Благодаря ему в СССР образуются прославленные целебные минеральные источники Кавказа и Дальнего Востока. Спокойные в наше время Эльбрус и Казбек, на вершинах которых лежит снег и лед, в неогеновый период проявляли бурную деятельность. Из кратеров этих вулканов выливалась лава, извержения сопровождалось сильными взрывами. В Закавказье в связи с горообразованием также бурно действовали вулканы. Образовались лавы и вулканические туфы Армянского нагорья.

В неогеновый период в результате горообразовательных процессов море отступило и территория Советского Союза превратилась в сушу. Растительность неогена близка к современной. Отличается она только тем, что в ней сохранялись отдельные виды, характерные для палеогена. В неогене преобладали хвойные леса: еловые, кедровые, пихтовые. Это было время и широкого распространения травянистой растительности.

В связи с горообразованием и сокращением границ моря в неогене изменился климат. Он характеризовался постепенным похолоданием и все возрастающей зональной дифференциацией и контрастностью. Похолодание не могло не отразиться на растительном мире: число видов тропических растений сократилось, они были оттеснены к югу и занимали площади в тех границах, которые существуют сейчас. На смену им пришли менее теплолюбивые растения: сосна, ель, пихта, береза. Особенно резкие изменения произошли в Сибири. К концу неогенового периода здесь наметились растительные зоны, близкие к современным. В Европе и Азии обширные площади занимали леса янтароносных сосен, из окаменевшей смолы которых образовался янтарь. Янтарь встречается на южном берегу Балтийского моря. Из морских глубин волнами он вымывается на берег. Неогеновые слои, содержащие янтарь, в этом районе залегают на глубине 30 метров. Встречается янтарь вместе с бурым углем среди континентальных отложений в Среднем Поволжье и Западной Сибири.

В южной и центральной частях Камчатки среди пустынной тундры и карликовой северной растительности встречаются рощи каменной березы, обладающей твердой древесиной. Этот реликтовый вид березы сохранился с неогенового периода и существует более 15 млн. лет.



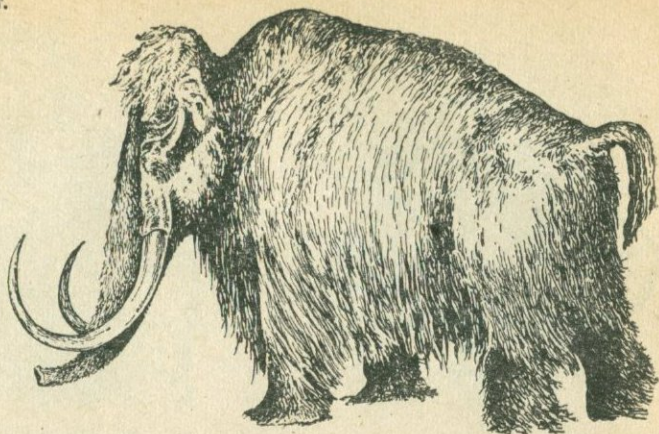
В неогене быстро эволюционировали птицы и получили широкое распространение, произошло дальнейшее развитие млекопитающих. В этот период появились и начали развиваться современные и вымершие формы млекопитающих: медведи, гиены, собаки, саблезубые тигры — более крупные и опасные, чем современные тигры (в конце неогена они вымирают), верблюды, козы, овцы, свиньи, газели, антилопы, олени, гиппарионы (трехпалые лошади, вымершие в антропогене); в конце периода появились современные слоны, начали развиваться человекообразные обезьяны. В морях неогена продолжали существовать в основном те же группы животных, что и в палеогене (вымерли нуммулиты). Наиболее распространены были пластинчатожаберные и брюхоногие моллюски. Много костистых рыб и акул. Появились водные млекопитающие — дельфины.

Главные особенности. В неогеновый период с наибольшей силой проявилась кайнозойская (альпийская) складчатость; земная кора приобрела строение, близкое к современному, произошло отступление моря; в основном определились современные очертания материков и океанов; продолжалось развитие кайнозойских форм животных и растений; в конце периода наметилось похолодание.

Геологический термин.

Неогеновый период, или неоген (от греческих слов «неос» — новый и «генос» — рождение).

Антропогенный период. В антропогенный период распределения суши и моря в общих чертах было сходно с современным. Этот период характеризуется преобладанием континентальных условий.



Складчатые движения в этот период продолжают в Альпийско-Гималайской и Индонезийской геосинклинальных областях и на побережье Тихого океана (краевые части Кордильерской, Андийской и Восточноазиатской геосинклинальных зон). Поднятия испытывали старые горные сооружения — Тянь-Шань, Алтай, Саяны, хребты Забайкалья и северо-востока Сибири, Сихотэ-Алинь.

Наряду с поднятиями происходили погружения отдельных участков земной коры — сформировались впадины Средиземного, Черного, Охотского, Японского, Восточно-Китайского, Эгейского, Тирренского морей. С антропогеновыми движениями земной коры связаны современные землетрясения и вулканизм.

Антропогеновые отложения представлены обломочными образованиями, прикрывающими в виде плаща нижележащие коренные породы. Это обломочный материал, оставшийся после таяния ледников, отложения рек, атмосферных вод, временных горных водных потоков, ветра. В болотах происходило образование торфа, в озерах и лагунах отлагался обломочный материал или различные соли.

Полезные ископаемые антропогенового периода: щебень, дресва, галечник, гравий, песок, глина, лёсс, суглинок, торф, озерно-болотные железные руды, россыпные месторождения золота, платины, алмазов, оловянной, вольфрамовой руд, драгоценных камней (рубины, изумруды и другие), отложенные соли: хлориды, сульфаты, карбонаты и другие.

На севере Европейской части СССР и Сибири среди рыхлых пород антропогенового возраста разбросаны огромные валуны. Из одного такого гранитного валуна, найденного в Европейской части нашей территории, имевшего 16 метров в длину, 6 метров в ширину и 5 метров в высоту, был высечен пьедестал памят-



Рис. 38. Австралопитек.



Рис. 39. Питекантроп.

ника Петру I в Петербурге («Медный всадник»). Как эти валуны попали сюда? Какой исполин принес их и разбросал? Это сделал ледник. Понижение температуры, начавшееся в конце неогенового периода, продолжалось и в антропогенный период. Изменение климата тесно связано с горообразованием в конце неогенового периода. Северная часть нашей территории покрылась льдами, подобно современной Гренландии. Толщина ледяной шапки доходила до 2000—3000 метров.

Ледник покрыл весь север Европы и Северной Америки. Около 30% территории СССР было занято покровным оледенением. В Сибири имеются следы древнего оледенения на Алтае, в Кузнецком Алатау, Саянах и на Яблоновом хребте. Ледники покрывали также Гренландию и Антарктику.

На территории СССР было 4 оледенения: окское, днепровское, московское и валдайское. Наиболее крупным считается днепровское оледенение. Оледенения разделялись межледниковыми периодами с теплым, мягким климатом. Тогда ледники резко сокращались, отступали.

Во время оледенений северная часть территории СССР, покрытая льдом, была лишена растительности. Южнее располагались зоны тундры, степи и тайги. В тундре развивались мхи, лишайники (особенно «олений мох»), карликовая ива, карликовая береза. Тундра постепенно переходила в травянистую степь, где также росли кусты ивы, березы, вереска, можжевельника. Зона тайги состояла из хвойных и лиственных лесов.

Неоднократное чередование в антропогене холодных и теплых периодов отразилось и на развитии органического мира. Животные начала антропогена очень близки к животным неогена. В Европе в то время обитали дикие лошади, носороги, бегемоты, слоны. В шахте поселка Усть-Нера (Якутская АССР) в линзе

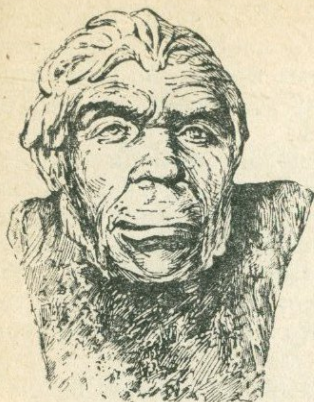


Рис. 40. Синантроп.



Рис. 41. Неандерталец.

льда, залегающей на глубине около 10 метров, была обнаружена ископаемая лошадь. Это единственный в мире экземпляр ископаемой лошади, которая жила 33—34 тыс. лет назад.

После окского оледенения состав фауны изменился. Для этого времени характерны пещерные львы, пещерные медведи, пещерные гиены, гигантские олени, сайгаки, носороги, слоны, бегемоты.

В днепровское оледенение зона тундры располагалась значительно южнее, чем теперь. В неприветливой, холодной тундре, покрытой мелколесьем, болотами и озерами, обитали мамонты, огромные шерстистые носороги, бизоны, стада оленей (рис. 36, 37).

Мамонт — очень крупное животное — имел густой и длинный покров шерсти красивого золотисто-коричневого цвета. Голова мамонта была больше, чем у современного слона, бивни достигали 4 метров в длину и весили более 160 килограммов. Бивнями мамонт добывал пищу из-под снега. Это было растительное животное. В желудке одного из ископаемых сохранилось 15 килограммов непереваренной растительной пищи.

В начале современной эпохи вымерли мамонт, шерстистый носорог, пещерный медведь, пещерный лев и другие животные, характерные для ледниковых веков. Оставшийся с того времени органический мир близок к современному. Бизоны сохранились в Белоруссии, Закавказье, Польше и Канаде; овцебык обитает в приледниковых тундрах Гренландии и островов северного побережья Америки, сайгаки живут в степях.

В связи с потеплением хвойные леса сильно продвинулись к северу: трав, основного корма мамонтов, стало меньше. Возможно, что мамонты и другие животные погибли, потому что после отступления ледников образовалось множество болот, которые затруднили передвижение грузных животных. Безусловно, определенную роль в этом процессе сыграл и древний

человек. Вдоль русел сибирских рек — Индигирки, Бёрёлёха и других обнаружены в толще скованного многолетней мерзлотой грунта «мамонтные кладбища», которые тянутся на километры. Здесь, кроме мамонтов, нашли могилу овцебыки, бараны, лошади.

Характерная особенность антропогенного периода — появление и развитие человека. Предшественники древнейших людей — австралопитеки — полуобезьяны, человекообразные существа (рис. 38). Они были неуклюжие, волосатые, с выступающими вперед огромными челюстями и убегающим лбом, невелики ростом, приблизительно с мелких шимпанзе, и с трудом передвигались на двух ногах, но все же для них характерно прямохождение.

Мозг у австралопитеков был круглый, маленький, похожий на мозг новорожденного ребенка. Австралопитек мог взять в руку камень и кинуть его, убить палкой птицу или мелкое животное, разрыть нору и задушить грызуна.

Жили австралопитеки на земле, не в пещерах. Это еще не древнейшие люди, но уже и не обезьяны. Австралопитеки появились в Восточной Африке более двух миллионов лет назад, но существовали в дальнейшем и за пределами Африканского континента.

Древнейшими людьми были питекантропы и синантропы (рис. 39, 40). Питекантропы — невысокие, с небольшим мозгом, очень покатым лбом, сильно выдающимся надбровным валиком, передвигались на полусогнутых ногах. Это были существа, вставшие на ноги, разогнувшие спину и освободившие для работы руки. Представителям последующих стадий эволюции человека они уступали по вместимости мозговой коробки, но питекантропы выделяли примитивные орудия из камня и охотились с их помощью.

Синантропы также были среднего роста, приземисты и довольно неуклюжи, имели небольшой мозг (немного больше мозга питекантропа), тоже покатым лоб и крупный надбровный валик, но синантропы уже пользовались орудиями определенного назначения, коллективно охотились, умели пользоваться огнем, но еще не умели добывать его. Синантропы ели не сырое, а жареное мясо. Древнейшие люди появились примерно около 600 тыс. лет назад.

Более близки к современному человеку древние люди — многочисленные формы неандертальцев (рис. 41). Неандертальцы были также невысокими, широкоплечими, скелет имели грубый, массивный, надбровный валик огромный, лоб покатым, челюсти большие, тяжелые, зубы крупные. Неандертальцы были очень сильны, ловки и поворотливы. Ноги у неандертальцев были короче, чем у современного человека, а руки — длиннее, но по объему мозга они не уступали современному человеку, иногда даже превосходили его, однако их мозг был устроен

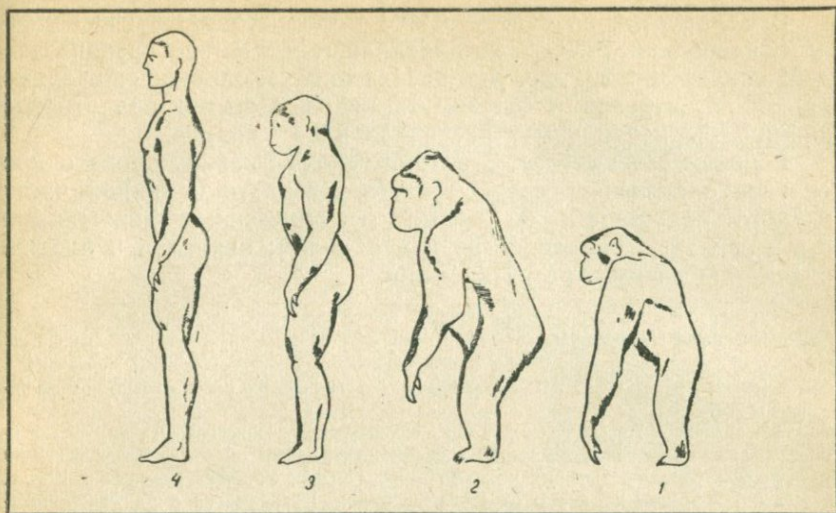


Рис. 42. От австралопитека до современного человека.

1 — австралопитек; 2 — питекантроп; 3 — неандерталец; 4 — современный человек.

примитивнее, чем у современного человека. Неандертальцы создавали довольно сложные каменные орудия — скребла, остроконечники — и одевались в звериные шкуры. Жили они в пещерах большими семьями, добывали огонь, умело охотились на мамонтов и других животных. Неандертальцы обитали на территории Европы (Испания, Франция, Италия, Бельгия, Кавказ, Европейская часть СССР примерно до широты Москвы), в Африке, Азии. Древние люди появились не раньше 350 тыс. лет назад.

На смену неандертальцу пришел современный разумный человек (*Homo sapiens*) со сложным мозгом, почти прямым лбом и без надбровных дуг. В процессе эволюции особенно развивались участки мозга, управляющие речью, способностью мыслить и трудиться. *Homo sapiens* пользовался каменными и костяными орудиями, шил одежду из звериных шкур.

Нельзя представлять эволюцию человека односложно и думать, что со смертью последнего неандертальца началась эпоха человека разумного (рис. 42).

Неандертальцы жили и тогда, когда появились люди разумные, близкие современным. Об этом говорят найденные во время раскопок скульптурные фигурки, изображающие человека разумного и неандертальца. И в наше время племя акуруи живет как бы в каменном веке, не зная металлов. Основное орудие этого племени — каменный топор, прикрепленный к топорщику жилой, выдернутой из тела дикой свиньи. Племя обитает в непроходимых зарослях Гвианского нагорья.

В Белоруссии на берегу реки Судость создается своеобразный заповедник. Здесь восстанавливаются жилища древних людей, обитавших 22 тыс. лет назад — полуземлянки, сложенные из костей, черепов и бивней мамонтов. Остатки аналогичной хижины были найдены в раскопках и на Украине.

Главные особенности. В антропогеновый период происходило сильное оледенение северной части северного и южной части южного полушарий; с новыми тектоническими движениями были связаны землетрясения и вулканизм; появился и прошел значительный путь развития человек.

Геологические термины.

Антропогеновый период, или **антропогён** (от греческих слов «антропос» — человек и «генос» — рождение).

Австралопитек (от греческих слов «аустралис» — южный и «питекос» — обезьяна) — представитель высших человекообразных обезьян, более близкий к человеку. Предшественник питекантропа. Первая находка сделана в 1924 г. в Южной Африке, недалеко от Йоганнесбурга. Встречается в раннеантропогеновых отложениях.

Питекантроп (от греческих слов «питекос» — обезьяна и «антропос» — человек) — человекообразное существо, т. е. человек в начальной стадии своей эволюции. Скелет питекантропа был найден впервые в 1891 г. голландским военным врачом Е. Дюбуа на острове Ява.

Синантроп — китайский человек (Сина — средневековое название Китая, «антропос» — человек) — одна из древних форм ископаемого человека. Скелет синантропа был обнаружен в 1923 году в Китае близ Пекина.

Неандерталец — ископаемый человек, давший начало современному человеку. Остатки неандертальца были впервые найдены в долине реки Неандер близ Дюссельдорфа в Германии в 1856 году.

Задания.

1. Соберите окаменелости в местных карьерах и расположите их в хронологическом порядке по возрасту. 2. Проанализируйте геологический разрез своей области (края, республики). 3. Изучите картосхемы своей области (края, республики) в разные геологические периоды. 4. Изучите геологическую историю своей области (края, республики).

ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАЗВИТИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Анализ геологической истории Земли с исключительной убедительностью показывает диалектическую взаимосвязь и взаимообусловленность природных процессов и явлений. Устанавливается причинная связь между геологическими процессами и физико-географическими условиями на Земле. Весь ход исторического развития земной коры убеждает нас в непрерывном изменении и развитии твердой оболочки Земли.

Земная кора, претерпевшая сложные изменения в процессе геологического развития, характеризуется сложным строением

Растения

Название растений	Архей	Протерозой	Палеозой						Мезозой			Кайназой		
			Кембрий	Ордовик	Силур	Девон	Карбон	Пермь	Триас	Юра	Мел	Палеоген	Неоген	Антропоген
Споровые	Бактерии	—————												
	Водоросли	—————												
	Псилофиты	—————												
	Лепидодендроны	—————												
	Сигиллярии	—————												
	Каламиты	—————												
	Хвощи	—————												
Голосеменные	Папоротники	—————												
	Папоротниковобразные семенные	—————												
	Кордаиты	—————												
	Саговниковые	—————												
	Беннеттиты	—————												
	Гинкговые	—————												
Пкрыто-семенные	Хвойные	—————												
	Цветковые	—————												

Развитие растительного мира.

Современная конфигурация континентов — результат исторического их развития.

Можно сделать вывод, что процесс развития земной коры шел в направлении постепенного усложнения ее структуры, в направлении приобретения геосинклинальными, подвижными (мобильными) зонами жестких, менее подвижных (стабильных) качеств, т. е. постепенного сокращения площади геосинклинальных зон и увеличения за счет последних площади платформ.

Форма земной поверхности также менялась закономерно. Мощно выраженные движения земной коры создавали на ее поверхности неровности — горы. На последующих этапах развития горные хребты разрушались внешними геологическими силами и земная поверхность приобретала более или менее выравненную форму.

Можно уловить закономерности и в характере осадконакопления. Периоды, непосредственно следовавшие за горообразованием, характеризуются накоплением в геосинклинальных областях преимущественно морских, а на платформах красноцветных обломочных пород, и галогенных лагунных отложений. В эпохи расширения морской трансгрессии обломочные породы постепенно вытеснялись и замещались известняками как в геосинклинальных областях, так и на платформах, накопление известняков особенно характерно для периодов, значительно отдаленных от эпох складчатостей.

Такое закономерное распределение обломочных и известковых пород, очевидно, объясняется тем, что при разрушении гор-

Животные

Название животных	Эры, периоды	Палеозой					Мезозой			Кайнозой				
		кембрий	ордовик	силур	девон	карбон	перм	триас	юра	мел	палеоген	неоген	антропоген	
Простейшие		[Широкая полоса, охватывающая весь период]												
Археоциаты		[Полоса в кембрийском периоде]												
Кораллы	Трубчатые	[Полоса с ордовика по пермь]												
	Четырехлучевые	[Полоса с ордовика по пермь]												
	Шестилучевые	[Полоса с триаса по антропоген]												
Грибчатые		[Полоса с ордовика по девон]												
Целесо-эрии	Морские губки	[Полоса с ордовика по девон]												
	Морские лилии	[Полоса с девона по пермь]												
	Морские ежи	[Полоса с девона по пермь]												
Мшанки		[Полоса с ордовика по пермь]												
Брахиподы		[Полоса с ордовика по пермь]												
Головоногие моллюски	Наутилиды	[Полоса с ордовика по пермь]												
	Аммониты	Палеозойские	[Полоса с девона по пермь]											
		Гониатиты	[Полоса с девона по пермь]											
	Цератиты	[Полоса с перми по юре]												
	Мезозойские	[Полоса с юры по мел]												
Белемниты	[Полоса с мел по палеоген]													
Пластинчатожабрные моллюски		[Полоса с перми по антропоген]												
Брюхоногие моллюски		[Полоса с перми по антропоген]												
Членистоногие	Трилобиты	[Полоса с кембрия по пермь]												
	Насекомые	[Полоса с перми по антропоген]												
Рыбы		[Полоса с девона по антропоген]												
Земноводные		[Полоса с перми по антропоген]												
Пресмыкающиеся		[Полоса с перми по антропоген]												
Птицы		[Полоса с мел по антропоген]												
Млекопитающие		[Полоса с мел по антропоген]												

Развитие животного мира.

ных сооружений образовывался в большом количестве обломочный материал; в эпохи, отдаленные от горообразования, обломочного материала становилось меньше в связи с уменьшением интенсивности денудационных процессов. Среди отложений этих эпох преобладают известняки.

Вулканическая деятельность была наиболее активной после проявления сильных тектонических процессов в земной коре. Это объясняется разрывом земной коры, образованием глубоких тектонических трещин, по которым поднималась магма из глубинных зон Земли.

Климат также подчинялся определенным закономерностям и время от времени менялся. В эпохи поднятий земной коры климатические зоны становились более резко выраженными. Эпохи погружений земной коры характеризуются смягчением климатических различий отдельных областей и более однообразным климатом на большей площади суши.

В образовании полезных ископаемых, а следовательно, и их пространственном размещении также ясно выражена закономерность. Размещение полезных ископаемых тесно связано с геологическим строением и геологической историей земной коры. Платформенные участки особенно богаты полезными ископаемыми осадочного происхождения, в геосинклинальных зонах преобладают рудные ископаемые, которые образовались в периоды складчатостей.

Органический мир в прошлом также закономерно менялся в связи с изменением окружающей среды.

Развитие органического мира происходило скачкообразно, т. е. в течение довольно продолжительного времени в его составе не происходило заметных изменений. Были периоды расцвета и господства отдельных групп животных и растений, затем наступали моменты, менее продолжительные по сравнению с предыдущими, когда происходили заметные и довольно быстрые изменения органического мира. Это были периоды количественного сокращения и даже вымирания многих групп растительного и животного мира и их качественного обновления. Закономерное изменение органического мира связано с проявлением тектонических процессов, с изменением физико-географических условий на Земле. Не следует забывать, что в процессе эволюции живых организмов большую роль играли и биологические причины.

Изменения в составе органического мира происходили постепенно и в течение значительных промежутков времени. Об этом говорит, в частности, то обстоятельство, что реликтовые формы сохраняются и в отложениях последующих периодов.

Задание.

Приведите примеры из геологической истории Земли, подтверждающие рассмотренные закономерности.

МИНЕРАЛЫ

Задание.

С помощью определителя минералов, помещенного в конце книги, узнайте названия образцов. Предварительно изучите материал под заголовком «Как определять минералы». Признаки и названия минералов, изученных в процессе определения, запишите в тетради.

Увлекательные занятия.

Займитесь исследованием кристаллов и минералов в геологическом кружке. В последнее время находят широкое применение в народном хозяйстве кристаллы, и в том числе искусственно полученные.

Ученые задались целью синтезировать кристаллы с ценными, заранее заданными свойствами. Выращивание кристаллов — занятие увлекательное и весьма перспективное.

С большой точностью можно определять минералы с помощью паяльной трубки.

Организуйте экспедицию для изучения земных богатств вашего края. Изучая родной край, вы окажете неоценимую помощь в выявлении новых месторождений полезных ископаемых.

Коллекционирование минералов, горных пород и окаменелостей — также увлекательнейшее занятие. Организуйте сбор, коллекционирование и обмен фондами каменного материала. Систематизируйте его по классам, по группам. Организуйте при школе геологический кабинет, уголок, музей.

Интересные и полезные книги.

- А. Е. Ферсман. Занимательная минералогия. М., изд-во АН СССР, 1959.
А. Е. Ферсман. Занимательная геохимия. М., изд-во АН СССР, 1959.
Альбом «Алмазный фонд СССР». М., «Советский художник», 1968.
М. П. Шаскольская. Кристаллы. М., «Технико-теоретическая литература», 1959.
Ю. В. Ходаков. Архитектура кристаллов. М., «Просвещение», 1970.
А. А. Яковлев. Минералогия для всех. М., изд-во АН СССР, 1947.
А. А. Яковлев. В мире камня. М. — Л., Детгиз, 1951.
В. Г. Музафаров. Определитель минералов и горных пород. М., Учпедгиз, 1958.

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Задание.

Изучите горные породы по группам. Сначала познакомьтесь с разделом «Как определять горные породы» (он дается в начале определителя горных пород), потом начинайте определение с помощью определителя.

Горные породы по происхождению делятся на магматические, метаморфические и осадочные.

Магматические породы

Магматическими породами называются горные породы, образовавшиеся в результате охлаждения и затвердения магмы. Они подразделяются на интрузивные, или глубинные, возникшие в результате застывания магмы в толще земной коры, и на эффузивные, или излившиеся, — образовавшиеся в результате охлаждения лавы, вылившейся при вулканических извержениях.

Глубинные магматические породы образуются в условиях высокой температуры и высокого давления, а медленное их охлаждение способствует кристаллизации, поэтому магматические породы глубинного происхождения всегда имеют зернистое (кристаллическое) строение. Строение, или структура, у них может быть крупно- (частицы более 2 миллиметров), средне- (от 1 до 2 миллиметров), мелко- (от 0,2 до 1 миллиметра), тонкозернистое (менее 0,2 миллиметра); зернистость может быть равномерной или неравномерной.

Большинство излившихся магматических пород имеет порфировое строение (например, порфирит). Оно характеризуется тем, что в скрытокристаллической или стекловатой массе породы встречаются зерна отдельных минералов различного размера, цвета и формы. Образование такой структуры объясняется тем, что еще в глубинных зонах Земли начинается процесс кристаллизации и минералы выделяются в твердом виде. После этого магма поднимается по трещинам в земной коре, выливается при вулканических извержениях и быстро затвердевает, образуя основную массу, с вкраплениями кристаллов ранее образовавшихся минералов. Скрытокристаллическое и стекловидное строение — результат быстрого охлаждения лавы (например, обсидиан). Пористое строение приобретает верхняя часть лавы, если при ее охлаждении происходит обильное выделение газов и водяного пара (например, пемза).

Из магмы габбрового состава, излившейся на поверхность, получается вулканическая порода базальт. Древний, сильно изменившийся базальт называется диабазом.

Магматические породы

Глубинные

Гранит
Диорит
Габбро
Перидотит

Излившиеся (вулканические)

Вулканическое стекло (обсидиан)
Пемза
Вулканический туф
Порфирит
Базальт
Диабаз

Метаморфические породы

Метаморфические породы образуются в глубинных зонах Земли в результате метаморфизации осадочных и магматических пород. Для них характерно сланцеватое, зернисто-сланцеватое и зернистое строение.

Метаморфические породы

Строение зернисто-сланцеватое
и сланцеватое

Гнейс
Слюдяной сланец
Тальковый сланец
Хлоритовый сланец
Глинистый сланец

Строение зернистое

Мрамор
Кварцит

Осадочные породы

Осадочные породы образуются на поверхности Земли в результате физического и химического разрушения пород глубинного происхождения (магматических, метаморфических); в образовании некоторых осадочных пород принимают участие растения и животные (торф, уголь, органический известняк и др.).

Осадочные породы делятся на 4 группы: обломочные, химические, органические и смешанные.

Обломочные осадочные породы представляют обломки различных пород, образовавшиеся в результате разрушения. Они делятся на *рыхлые*, или *несцементированные*, и на *скрепленные*, или *сцементированные*. Как сцементированные, так и несцементированные грубообломочные породы делятся по форме обломков на остроугольные и окатанные.

Осадочные породы

Обломочные

Рыхлые

Остроугольные

Глыба
Щебень
Дресва

Окатанные

Валун
Галечник
Гравий

Песок
Пыль

Сцементированные

Остроугольные

Брекчия

Окатанные

Конгломерат

Песчаник

Химические

Каменная соль, калийные соли, гипс, доломит, оолитовый известняк, известковый туф, яшма¹

¹ О происхождении яшмы имеются разные мнения. Одни считают яшму химической осадочной породой, другие признают ее смешанное (био-химическое) происхождение, третьи связывают ее образование с подводным вулканизмом.

Органические

Нефть, торф, ископаемый уголь, известняк, мел

Смешанные

Глина, суглинок, супесь, мергель, яшма

Увлекательное занятие.

Посетите места добычи полезных ископаемых. Познакомьтесь со способами добычи и применением полезных ископаемых. Напишите краткий отчет о том, что вы видели, сделайте коллекцию из собранных во время экскурсий образцов и оформите фотомонтаж.

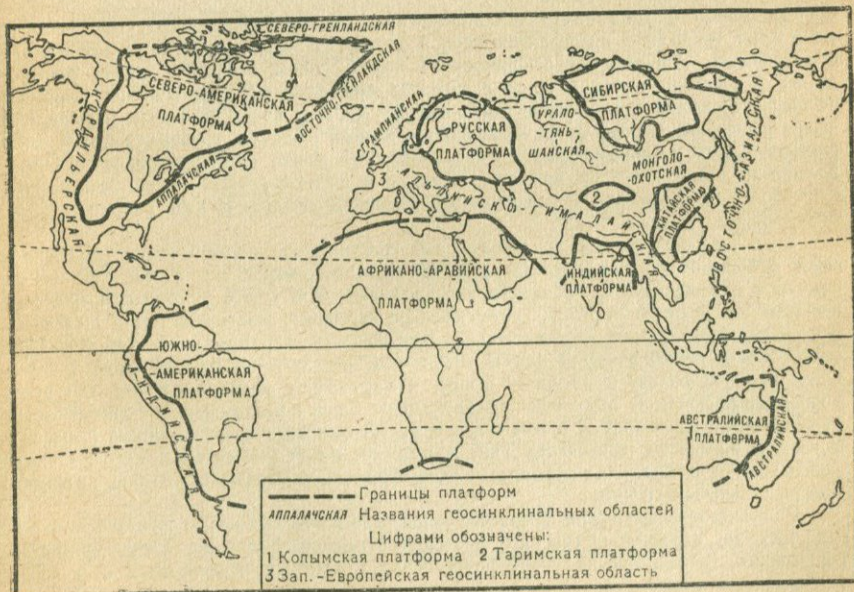
Охраняйте неживую природу. Помните: минеральные образования природы не воспроизводятся.

ДРЕВНЕЙШИЕ ПЛАТФОРМЫ И ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ

Задание.

Нанесите на карту геосинклинальные области и древнейшие (протерозойские) платформы. Геосинклинали обозначьте синим цветом, платформы — красным. Напишите названия геосинклинальных и платформенных областей (см. рис. 43).

Рис. 43. Древнейшие платформы и геосинклинальные области.



Платформенные области. I. *Северо-Американская*, или *Канадская*, занимает большую восточную часть Северной Америки и большую часть Гренландии. II. *Русская*, или *Восточно-Европейская*, занимает большую восточную часть Европы и охватывает Русскую равнину, Польскую и Северо-Германскую низменности. III. *Сибирская* расположена между реками Енисеем и Леной. IV. *Колымская* — в бассейне реки Колымы. V. *Китайская* и *Таримская* на территории Китая, Кореи и полуострова Индокитай. VI. *Южно-Американская*, или *Бразильская*, занимает большую восточную часть Южной Америки. VII. *Африкано-Аравийская* — это почти весь Африканский континент (за исключением крайнего севера и юга), остров Мадагаскар и Аравийский полуостров. VIII. *Индийская* захватывает весь полуостров Индостан и остров Цейлон. IX. *Австралийская* расположена на большей западной части Австралии. X. *Антарктическая* занимает восточную часть Антарктиды.

Геосинклинальные области. 1. *Кордильерская* — к западу от Северо-Американской платформы. 2. *Аппалачская* — к юго-востоку от Северо-Американской платформы. 3. *Северо-Гренландская* — в северной части Гренландии. 4. *Восточно-Гренландская* — в восточной части Гренландии. 5. *Грэнлианская* — к западу от Русской платформы. Большая часть ее в настоящее время расположена ниже уровня Атлантического океана. Сохранилась по западному побережью Шпицбергена, Скандинавии и в Шотландии. 6. *Западно-Европейская* — к юго-западу от Русской платформы. 7. *Урало-Тяньшанская* — между Русской и Сибирской платформами. 8. *Монголо-Охотская* — между Сибирской и Китайской платформами. 9. *Восточно-Азиатская* — к востоку от Сибирской и Китайской платформ. 10. *Альпийско-Гималайская* — между платформами северного и южного полушарий. 11. *Индонезийская* — между Тихим и Индийским океанами. 12. *Андийская* — к западу от Южно-Американской платформы. 13. *Австралийская* — к востоку от Австралийской платформы.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Задание.

Ознакомьтесь с условными обозначениями геологических карт, перерисуйте их в свои тетради и поупражняйтесь в чтении геологических карт различного содержания. Изучите литологическую карту своей области (края, республики) и выясните, какие горные породы наиболее распространены в вашей области. Пользуясь геологической картой СССР и своей области, определите возраст горных пород, встречающихся в вашей области. Соберите коллекцию горных пород, обозначенных на геологической карте вашей местности. Определите их, систематизируйте по возрасту в соответствии с легендой карты. Составьте из образцов горных пород сводный геологический разрез.

Геологическая карта — это графическое изображение геологических особенностей какого-либо участка земной коры на топографической основе в определенном масштабе. На геологической карте условными знаками показывают горные породы, геологическое строение, месторождения полезных ископаемых и другие геологические особенности картируемого района. При составлении геологической карты мысленно снимают почвенный слой и верхнюю рыхлую толщу осадочных пород и картируют обнажающиеся при этом коренные породы. В виде исключения могут быть показаны и антропогенные отложения. Это делается в том случае, когда они занимают большие площади и имеют большую мощность. Так, например, на геологической карте Советского Союза в пределах Западно-Сибирской низменности показаны антропогенные рыхлые толщи.

Различают следующие основные типы геологических карт: литолого-петрографическая, стратиграфическая, литолого-стратиграфическая, структурно-тектоническая, фациально-палеогеографическая, полезных ископаемых и рыхлых (новых) отложений.

На литологической карте условными знаками показывают вещественный состав горных пород (рис. 44). Имея такую карту, можно узнать районы распространения отдельных пород — гранитов, известняков, песков, глин и т. д.

На стратиграфической карте определенной раскраской показан возраст горных пород. По такой карте можно определить, когда образовались те или иные горные породы. Общепринята следующая цветовая шкала для стратиграфических карт: архей — темно-розовый, протерозой — оранжево-розовый, кембрий — голубовато-зеленый, ордовик — светлый, серо-зеленый, силур — темный, серо-зеленый, девон — коричневый, карбон — серый, пермь — коричнево-оранжевый, триас — фиолетовый, юра — синий, мел — зеленый, палеоген — светло-оранжевый, неоген — светло-желтый (лимонный), антропоген — бледные тона сероватых, желтоватых или зеленоватых оттенков. Эпохи различаются по густоте цвета (чем древнее, тем темнее).

На литолого-стратиграфической карте указаны состав и возраст горных пород. На тектонической карте своими условными знаками показано тектоническое строение отдельных участков земной коры, представляющее результат тектонических нарушений и геологической истории их развития. Имея такую карту, можно узнать, когда и где произошли сильные складчатости.

Палеогеографическая карта отображает физико-географические условия прошлых геологических эпох. На ней показано распределение суши и моря, рельеф суши, гидрографическая сеть, глубины морского дна, области сноса и накопления осадков, зоны вулканизма, климатические и природные пояса,

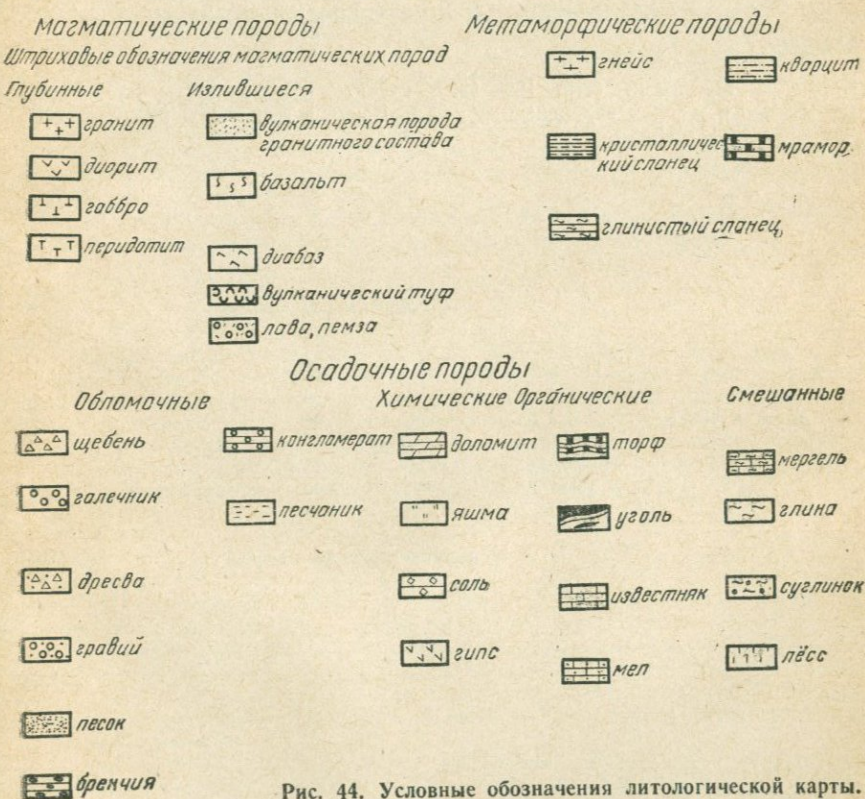


Рис. 44. Условные обозначения литологической карты.

распространение оледенений и другие физико-географические особенности отдельных геологических периодов и эпох.

На карте полезных ископаемых определенными условными знаками показаны месторождения полезных ископаемых, на карте рыхлых отложений показаны рыхлые образования антропогенного возраста, прикрывающие коренные породы.

Упражнение.

Поупражняйтесь в чтении геологических карт различного содержания.

ЖИВОТНЫЙ МИР ПРОШЛОГО

(беспозвоночные)

Задание.

Изучите животный мир прошлого, предварительно прочитав раздел «Как определять окаменелости», помещенный в начале определителя. Определите окаменелости с помощью определителя, который дан в конце книги.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПО ПЕРИОДАМ РАСТЕНИЙ, БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Задание.

Пользуясь таблицами (стр. 129—130), изучите, в какое время появлялись, расцветали и угасали отдельные группы растений и животных. Таблицы перечертите в свои тетради.

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ МИНЕРАЛЫ

Минералы имеют определенный химический состав и отличаются внешними физическими признаками, к которым относятся блеск, твердость, цвет, характер излома и другие. Определить минерал по внешним признакам — дело нетрудное, но оно требует большого внимания и определенных навыков.

При определении минералов по внешнему виду нужно сначала обратить внимание на общие для всех минералов признаки, а затем уже рассматривать особенности, отличающие их друг от друга.

В первую очередь обращайте внимание на блеск минерала. Большинство минералов благодаря отражению своими поверхностями лучей света блестит, и лишь некоторые из них матовые, лишены блеска. Последние напоминают землистые массы (например, боксит).

По блеску минералы легко делятся на две основные группы: минералы с металлическим блеском и минералы с неметаллическим блеском.

Блеск металлический

Металлический блеск напоминает блеск поверхности свежего излома металлов. Он лучше виден на свежей (неокисленной) поверхности минерала. Минералы с металлическим блеском непрозрачны, тяжелы. Иногда при окислении минералы с металлическим блеском покрываются матовой коркой.

Металлический блеск характерен для минералов, являющихся рудами различных металлов. Примерами минералов, имеющих металлический блеск, могут служить *золото, медный колчедан, свинцовый блеск*.

Блеск неметаллический

1. Стекланный блеск напоминает блеск поверхности стекла. Им обладают *каменная соль, горный хрусталь*.

2. Алмазный блеск — искрящийся, напоминает стекланный, но более сильный. Примеры: *алмаз, цинковая обманка*.

3. Перламутровый блеск подобен блеску перламутра (поверхность минерала отликает радужными цветами). Часто наблюдается, например, у *кальцита, слюды*.

4. Шелковистый блеск — мерцающий. Характерен только для минералов, имеющих волокнистое или игольчатое строение. Пример: *асбест, селенит* (параллельно — игольчатый гипс).

5. Жирный блеск имеет ту особенность, что поверхность минерала кажется как бы смазанной жиром. Иногда и сам минерал жирен на ощупь, например *тальк*.

6. Восковой блеск подобен жирному, но более слабый. Пример: *халцедон*.

Блеск лучше всего наблюдать на свежем изломе минерала или на свежей поверхности граней его кристаллов.

После того как вы установите характер блеска, необходимо определить **твердость** минерала. Твердость минерала — это сопротивление, которое он оказывает, когда вы царапаете его каким-нибудь другим предметом или минералом. Если испытуемый минерал мягче, чем тот предмет или минерал, которым вы царапаете по его поверхности, то на нем останется след — царапина.

По твердости все минералы разбиваются на три группы:

1. Мягкие минералы (ноготь оставляет царапину на минерале). Примеры: *тальк, графит, гипс*.

2. Минералы средней твердости (ноготь не оставляет царапины на минерале, минерал не оставляет царапины на стекле). Примеры: *кристаллический кальцит, медный колчедан*.

3. Твердые минералы (минерал оставляет царапину на стекле). Примеры: *кварц, полевые шпаты*.

После испытания с поверхности минерала надо стереть порошок, т. е. раздробленные частицы, и убедиться, что на минерале действительно остался след, так как порошок мог образоваться из того предмета, которым царапали.

Цвет черты (или, другими словами, цвет порошка) у некоторых минералов не отличается от цвета самого минерала, но встречаются и такие минералы, цвет порошка которых резко отличается от их цвета. Например, кальцит бывает различных цветов, а порошок у кальцита обычно белый.

Порошок минерала, т. е. черту, можно получить на шероховатой, не покрытой глазурью фарфоровой пластинке. Ее называют бисквитом. Голится черепок неглазурованного фарфора или осколок фаянсовой посуды (надо только предварительно снять с него наждачной бумагой или напильником гладкий слой глазури).

Если провести по поверхности бисквита или по шероховатому излому фарфорового осколка мягким и средней твердости минералом, то, за небольшим исключением, появится черта; большинство твердых минералов черты не дает.

Если нет под рукой фарфоровой пластинки, можно, поскоблив минерал ножом, получить тонкий порошок. Для определения цвета черты этот порошок следует растереть на белой бумаге.

Цвет оказывается постоянным признаком для немногих минералов. Так, например, *малахит* всегда зеленый, *золото* — сверкающе-желтое и т. д. Для большинства минералов этот признак непостоянен. Чтобы определить цвет минерала, необходимо получить свежий излом.

У различных минералов могут быть разные изломы. Так, например, кремень отличается раковистым изломом, свинцовый блеск — ступенчатым изломом, многие минералы имеют землистый, занозистый и другие изломы. Вид излома зависит от физических свойств минерала, его кристаллического строения и твердости.

Для некоторых минералов характерна спайность, т. е. способность раскалываться или расщепляться по определенным направлениям. При этом образуются гладкие, блестящие плоскости раскола. Например, *слюды* характеризуются ярко выраженной спайностью. Они могут легко разделяться в одном направлении на тонкие гладкие листочки. Хорошо выраженной спайностью по трем направлениям отличается *каменная соль*: если расколоть обломок кристалла каменной соли, то осколки будут иметь правильную форму куба.

Плотность не является ведущим признаком при определении для большинства минералов, но для минералов, в состав которых входят тяжелые элементы, например свинец, плотность имеет большое значение.

Изучение минералов по внешним признакам не требует определения плотности с большой точностью. Достаточно разделить минералы на две основные группы: легкие и тяжелые.

Для некоторых минералов отличительным признаком является **магнитность**. Минералы, содержащие железо, иногда обладают магнитностью, например *магнитный железняк*.

Для определения магнитности минералов используется магнитная стрелка, подвешенная на тонком острие, а в полевых условиях работы — стрелка компаса. Минералы, обладающие магнитными свойствами, при поднесении их к магнитной стрелке притягивают ее к себе или отталкивают.

Некоторые минералы, имеющие в своем составе уголекислоту, под действием соляной кислоты (10-процентный раствор) выделяют в виде пузырьков углекислый газ; как говорят, минерал «вскипает».

Примеры: *кальцит, малахит*.

Существуют минералы, которые можно распознать на вкус, например *каменная соль, калийные соли (сильвин, карналлит и другие)*.

Если появится необходимость исследовать минерал на **горение** или **плавкость**, следует отколоть от него маленький кусочек, зажечь его кончиками пинцета и ввести в пламя свечи, спиртовки или газовой горелки. Некоторые минералы, например *сера*, загораются даже в пламени спички.

Приступая к определению неизвестного минерала, используйте прежде всего первую часть определителя, т. е. «Ключ к определителю минералов».

Сначала вы должны установить, какой блеск имеет ваш минерал — металлический, неметаллический — или минерал матовый. Установив это, вы последовательно определяете твердость минерала, цвет порошка и т. д. Полученные данные о минерале приведут вас в конце концов к определенным страницам второй части определителя, где описываются различные минералы. В «Ключе к определителю минералов» страницы эти указаны справа. Внимательно прочитав характеристику этих минералов, сделайте заключение, какой минерал у вас в руках.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛИТЕЛЮ МИНЕРАЛОВ

Блеск металлический

Ноготь оставляет царапину на минерале, стр. 142

Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле:

Порошок желтый, бурый, красный, стр. 142

Порошок серый, черный, стр. 143

Минерал оставляет царапину на стекле:

Цвет желтый, бурый, красный, стр. 143

Цвет темно-серый, черный, стр. 143

Блеск неметаллический

Ноготь оставляет царапину на минерале:

Горит или легко плавится, стр. 143

Не горит:

Порошок белый или порошка не дает:

Имеет вкус, стр. 143

Вкуса не имеет, стр. 144

Порошок желтый, оранжевый, красный, стр. 144

Порошок серый, черный, стр. 144

Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле:

Горит или легко плавится, стр. 144

Не горит:

Порошок белый или порошка не дает:

Имеет вкус, стр. 144

Вкуса не имеет, стр. 144

Порошок желтый, бурый, красный, стр. 145

Порошок зеленый, стр. 145

Порошок голубой, стр. 145

Порошок серый, черный, стр. 145

Минерал оставляет царапину на стекле:

Бесцветный; цвет белый, светло-серый, стр. 145

Цвет желтый, бурый, розовый, красный:

Дает порошок, стр. 146

Порошка не дает, стр. 146

Цвет зеленый, стр. 146

Цвет голубой, синий, фиолетовый, стр. 146

Цвет темно-серый, черный:

Дает порошок, стр. 146

Порошка не дает, стр. 147

Окраска минерала пестрая, многоцветная, стр. 147

Минерал матовый

Цвет желтый, красный, бурый, стр. 147

Цвет зеленый, стр. 147

Цвет голубой, синий, стр. 147

Цвет черный, стр. 147

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ

Блеск металлический

Ноготь оставляет царапину на минерале

— **Графит.** Цвет стально-серый или железно-черный. Растирается пальцами в черную пыль (отличие от молибденового блеска).

Молибденовый блеск, или молибденит. Цвет светло-серый, свинцово-серый. Растирается пальцами в светло-серый, блестящий порошок (отличие от графита). Минерал листоватый, чешуйчатый.

Сурьмяный блеск, или антимонит. Цвет свинцово-серый, имеет вид сплошной массы игольчатого или призматического строения, а также представляет скопление удлиненных кристаллов. Тонкий осколочек плавится в пламени свечи. Ножом легко истирается в порошок. Спутником сурьмяного блеска является киноварь (красного цвета).

Ноготь не оставляет царапины на минерале, минерал не оставляет царапины на стекле

Порошок желтый, бурый, красный

Золото. Цвет золотисто-желтый. Порошок золотисто-желтый, металлический, блестящий.

Бурый железняк, или лимонит. Цвет железно-черный, местами ржаво-бурый. Порошок ржаво-бурый.

Красный железняк, или гематит. Цвет железно-черный, темно-серый. Порошок вишневого цвета.

Порошок серый, черный

Свинцовый блеск, или галенит. Цвет свинцово-серый. Тяжелый. При ударе распадается на мелкие кубики и обнаруживает ступенчатый излом. Спутники: цинковая обманка (бурого и черного цвета), серый колчедан (светлый латунино-желтый), медный колчедан (латунино-желтого цвета).

Медный колчедан, или халькопирит. Цвет латунино-желтый, золотистый.

Красный никелевый колчедан, или никелин. Цвет светлый, медно-красный. В результате химического разложения образуются никелевые цветы яблочно-зеленого цвета.

Титанистый железняк, или ильменит. Цвет железно-черный, местами темно-бурый. Излом неровный (отличие от вольфрамита). Обычно слабо магнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют.

Вольфрамит. Цвет железно-черный или темно-бурый. Дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от титанистого железняка).

Минерал оставляет царапину на стекле

Цвет желтый, бурый, красный

Серный колчедан, железный колчедан, или пирит. Цвет светлый латунино-желтый (светлее, чем у медного колчедана). Порошок черный.

Красный никелевый колчедан, или никелин. Цвет светлый медно-красный. В результате химического разложения образуются никелевые цветы яблочно-зеленого цвета.

Оловянный камень, или касситерит. Цвет бурый. Излом неровный (отличие от вольфрамита). Порошок светло-бурый, белый.

Титанистый железняк, или ильменит. Цвет темно-бурый. Излом неровный (отличие от вольфрамита). Обычно слабомагнитен, но иногда магнитные свойства отсутствуют. Порошок бурый, черный.

Вольфрамит. Цвет бурый. При раскальвании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня и титанистого железняка). Порошок бурый, почти черный.

Цвет темно-серый, черный

Бурый железняк, или лимонит. Цвет железно-черный, местами ржаво-бурый. Порошок ржаво-бурый.

Красный железняк, или гематит. Цвет железно-черный, темно-серый. Порошок вишневым.

Магнитный железняк, или магнетит. Цвет железно-черный или темно-серый. Минерал магнитный. Порошок черный.

Хромистый железняк, или хромит. Цвет железно-черный. Порошок бурый (отличие от магнитного железняка).

Оловянный камень, или касситерит. Цвет черный. Излом неровный (отличие от вольфрамита). Порошок светло-бурый, белый.

Вольфрамит. Цвет черный. При раскальвании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня). Порошок бурый, почти черный.

Блеск неметаллический

Ноготь оставляет царапину на минерале

Горит или легко плавится

Сера. Цвет светло-желтый, зеленоватый. Загорается от зажженной спички и горит голубым пламенем, выделяя газ с резким, удушливым запахом.

Не горит

Порошок белый или порошка не дает

Имеет вкус

Глауберова соль, или мирабилит. Бесцветная или белого цвета. Вкус горько-соленый, холодящий. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося.

Селитра натриевая и калиевая. Белого цвета. Вкус солоноватый, охлаждающий. При прокаливании в смеси с углем дает вспышку (калиевая — сильную, натриевая — слабую).

Сильвин. Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. Кристаллы легко раскалываются по граням куба.

Карналлит. Цвет красный, желтоватый. Вкус горький. Излом неровный.

Вкуса не имеет

Тальк. Цвет зеленовато-белый, светло-зеленый, зеленовато-серый, желтовато-белый. Жирный на ощупь.

Гипс. Бесцветный, белый, сероватый, желтоватый, розоватый, красный. Бесцветный гипс прозрачен, остальные виды гипса просвечивают или непрозрачны. Встречается в виде сплошной зернистой (*алебастр*), плотной или толсто-листоватой массы (*«марьино стекло»*). Иногда гипс представляет скопление тонких, игольчатых, расположенных параллельно друг другу кристалликов (*селенит*), а также в виде кристаллов различной формы.

Белая слюда, или мусковит. Бесцветная, белая. Листоватая, чешуйчатая. Кончиком перочинного ножа можно легко отделить гибкие, упругие пластинки.

Буря слюда, или флогопит. Бурого цвета. Листоватая, чешуйчатая. Кончиком перочинного ножа легко отделяются тонкие, упругие, гибкие пластинки.

Черная слюда, или биотит. Черного цвета. Листоватая, чешуйчатая. Гибкие и упругие пластинки легко отделяются кончиком перочинного ножа.

Порошок желтый, оранжевый, красный

Реальгар. Цвет оранжево-красный. Порошок оранжево-красный (отличие от киновари). Спутник — аурипигмент (лимонно-желтого цвета).

Киноварь. Цвет ярко-красный, темно-красный. Порошок кроваво-красный (отличие от реальгара). Спутник — сурьмяный блеск (свинцово-серого цвета).

Порошок серый, черный

Графит. Цвет черный. Жирный на ощупь.

Ноготь не оставляет царапины на минерале; минерал не оставляет царапины на стекле.

Горит или легко плавится

Сера. Цвет светло-желтый, зеленоватый. Загорается от зажженной спички и горит синим пламенем, выделяя газ с резким удушливым запахом.

Не горит

Порошок белый или порошка не дает

Имеет вкус

Каменная соль, поваренная соль, или галит. Бесцветная, белая, сероватая, синяя, красная. Вкус соленый. Легко раскалывается по граням куба.

Глауберова соль, или мирабилит. Бесцветная, белая. Вкус горько-соленый. На воздухе теряет воду и покрывается налетом белого порошка, легко рассыпающегося.

Сильвин. Цвет молочно-белый. Вкус горьковато-соленый. Кристаллы легко раскалываются по граням куба.

Карналлит. Цвет красный, желтоватый. Вкус горький. Излом неровный.

Вкуса не имеет

Кальцит, или известковый шпат. Бесцветный (исландский шпат), белый, желтый, зеленый, голубой, фиолетовый, бурый, черный. Вскипает от разбавленной соляной кислоты.

Доломит. Цвет белый, сероватый. Растолченный в порошок, вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Ангидрит. Цвет белый, голубовато-синеватый. Сплошная зернистая, мраморовидная масса.

Апатит. Цвет бледно-зеленый, голубовато-зеленый, синевато-зеленый, иногда светло-зеленый с серыми пятнами (включения нефелина). Сплошные зернистые массы или шестиугольные призматические, таблитчатые кристаллы.

Горный лён, или хризотил-асбест. Цвет зеленовато-желтый с золотистым оттенком, почти белый. Состоит из тончайших волокон, располагающихся перпендикулярно стенкам трещин, легко распушается и становится похож на вату.

Белая слюда, или мусковит. Бесцветная, белая. Листоватая и чешуйчатая. Кончиком перочинного ножа можно легко отделить гибкие и упругие пластинки.

Бурая слюда, или флогопит. Бурого цвета. Листоватая, чешуйчатая. Кончиком перочинного ножа легко отделяют тонкие, упруго-гибкие пластинки.

Порошок желтый, бурый, красный

Бурый железняк, или лимонит. Цвет ржаво-бурый, железно-черный; часто наблюдаются пятна охряно-желтого цвета. Имеет вид натечных образований (сталактиты и другие формы), плотных масс или скоплений, напоминающих шлаки. Порошок ржаво-бурый или охряно-желтый.

Цинковая обманка, или сфалерит. Цвет желтый, бурый, буро-черный. Блеск алмазный. Легче вольфрамита. При расколе дает ровные поверхности в нескольких направлениях (отличие от вольфрамита). Порошок светло-желтый, светло-бурый. Спутники: свинцовый блеск (свинцово-серого цвета), серный колчедан (светлый, латунно-желтый), медный колчедан (латунно-желтого цвета).

Вольфрамит. Цвет бурый до черного. Минерал тяжелый. При расколе дает в одном направлении ровную поверхность (отличие от цинковой обманки). Порошок бурый, почти черный.

Киноварь. Цвет ярко-красный, темно-красный. Порошок кроваво-красный. Спутник — сурьмяный блеск (свинцово-серого цвета).

Красный железняк, или гематит. Цвет вишневым, темно-красный. Порошок вишневого цвета.

Порошок зеленый

Малахит. Цвет ярко-зеленый, травянисто-зеленый. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Порошок голубой

Медная синь, или азурит. Цвет синий. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Порошок серый, черный

Фосфорит. Цвет темно-серый, черный. Встречается в виде желваков различной формы, иногда шарообразной. В расколе нередко обнаруживает радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издает запах жженой кости.

Цинковая обманка, или сфалерит. Цвет темно-черный до черного. Легче вольфрамита. При раскальвании дает в нескольких направлениях ровные поверхности излома (отличие от вольфрамита). Спутники: свинцовый блеск (свинцово-серого цвета), серный колчедан (светлый, латунно-желтый), медный колчедан (латунно-желтого цвета).

Вольфрамит. Цвет бурый до черного. Тяжелый. При раскальвании дает ровную поверхность в одном направлении (отличие от цинковой обманки).

Минерал оставляет царапину на стекле

Бесцветный; цвет белый, светло-серый

Ортоклаз (полевой шпат). Цвет белый, светло-серый. При раскальвании дает в двух направлениях ровные, как бы отполированные, блестящие по-

верхности, а в третьем направлении — неровную, матовую (отличие от кварца).

Кварц. Цвет белый или светло-серый. Излом неровный (отличие от полевого шпата).

Горный хрусталь (разновидность кварца). Бесцветный. Имеет вид шестигранных призматических кристаллов, заканчивающихся пирамидами, или сплошной плотной массы с неровным изломом.

Цвет желтый, бурый, розовый, красный

Дает порошок

Бурый железняк, или лимонит. Цвет ржаво-бурый. Порошок ржаво-бурый, охряно-желтый.

Красный железняк, или гематит. Цвет вишневым. Порошок вишневого цвета.

Вольфрамит. Цвет бурый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня). Порошок бурый, почти черный.

Оловянный камень, или касситерит. Цвет бурый. Поверхность излома неровная (отличие от вольфрамиты). Порошок светло-бурый, белый.

Порошка не дает

Ортоклаз (полевой шпат). Цвет желтый, розовый, красный. Блеск стеклянный. При раскалывании наблюдаются в двух направлениях ровные, блестящие поверхности, а в третьем направлении — неровная, матовая (отличие от нефелина).

Нефелин, или масляный камень. Серовато-белый с желтоватым, буроватым, красноватым оттенками. Блеск жирный. Излом неровный (отличие от полевого шпата).

Кремень (халцедон). Блеск восковой. Цвет желтоватый, светло-коричневый, темно-бурый. Сплошная плотная, натечная масса, внутри которой иногда встречаются пустоты с мелкими кристаллами горного хрусталя. Излом неровный. В изломе дает острые режущие края.

Цвет зеленый

Роговая обманка и **авгит.** Цвет темно-зеленый. Сплошная масса, состоящая из зерен призматической или игольчатой формы, кроме того, встречается в виде вкраплений в породе. Порошок зеленоватый. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных. Эти два минерала можно различить только под микроскопом.

Оливин. Блеск стеклянный. Цвет оливково-зеленый до темно-зеленого, сплошные зернистые массы или вкрапления в породе. Встречается в темноокрашенных магматических породах.

Цвет голубой, синий, фиолетовый

Аметист (разновидность кварца). Блеск стеклянный. Цвет фиолетовый. Шестиугольные призматические кристаллы, заканчивающиеся пирамидами, или сплошная плотная масса. Излом неровный.

Коруид. Цвет голубовато-серый, голубой, синий. Сплошной мелкозернистый, плотный. Кристаллы веретенообразной и бочонковидной формы. Оставляет царапину на горном хрустале.

Цвет темно-серый, черный

Дает порошок

Бурый железняк, или лимонит. Цвет железно-черный. Порошок ржаво-бурый.

Красный железняк, или гематит. Цвет железно-черный. Порошок вишневого цвета.

Магнитный железняк, или магнетит. Цвет железно-черный. Минерал обладает магнитными свойствами. Порошок черный.

Хромистый железняк, или хромит. Цвет железно-черный. Порошок бурый (отличие от магнитного железняка).

Вольфрамит. Цвет черный. Минерал тяжелый. При раскалывании дает в одном направлении ровную поверхность излома (отличие от оловянного камня). Порошок бурый, почти черный.

Оловянный камень, или касситерит. Цвет черный. Тяжелый минерал. Излом неровный (отличие от вольфрамита). Порошок светло-бурый, белый.

Фосфорит. Цвет темно-серый, черный. Встречается в виде желваков различной формы, а также шарообразный. В расколе нередко обнаруживает радиально-лучистое строение. При трении одного куска о другой издает запах жженой кости.

Роговая обманка и авгит. Цвет черный. Форма призматическая или игольчатая. Роговая обманка характерна для светлоокрашенных пород, авгит — для темноокрашенных.

Порошка не дает

Лабрадор (полевой шпат). Цвет темно-серый, зеленовато-серый. Характерен синий отлив, часто наблюдаемый на ровной поверхности излома. Чаше встречается в виде крупнозернистых масс.

Кварц. Цвет дымчатый (раухтопаз), черный (морин). Встречается в виде шестигонных призматических кристаллов, заканчивающихся пирамидами или в виде сплошных плотных масс, вкрапленных в породу. Излом неровный.

Кремень (халцедон). Блеск восковой. Цвет серый, черный. Сплошной, плотный. Излом неровный, плоскораковистый. Края обломков острые, режущие.

Оливин. Блеск стеклянный. Цвет черный. Сплошные зернистые массы или вкрапления в породу. Встречается в темноокрашенных магматических породах.

Окраска минерала пестрая, многоцветная

Агат (халцедон). Окраска полосатая. Отдельные слои разного цвета, располагаются полосами.

Минерал матовый

Цвет желтый, красный, бурый

Боксит. Цвет кирпично-красный, буро-красный. На вид землистый, глино-подобный. В отличие от глины не образует с водой пластичной массы.

Желтая охра, или бурый железняк. Цвет охряно-желтый. Вид землистый, порошковатый. Пачкает руки.

Красная охра, или гематит. Цвет вишневый. Структура землистая, порошковатая. Пачкает руки.

Цвет зеленый

Медная зелень, или малахит. Цвет зеленый. Вскипает от разбавленной соляной кислоты.

Цвет голубой, синий

Медная синь, или азурит. Цвет синий, голубой. Вскипает при действии разбавленной соляной кислоты.

Цвет черный

Пирролюзит. Цвет черный. Пачкает руки.

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

При определении горных пород по внешним признакам прежде всего необходимо обратить внимание на ее строение.

У горных пород наблюдаются следующие **структуры** (строение):

Зернистая: минералы, слагающие горную породу, представлены зернами, ясно различимыми без помощи лупы (пример: *гранит*).

Порфировая: на плотном фоне разбросаны вкрапления более или менее крупных зерен отдельных минералов (пример: *порфирит*).

Обломочная: обломки различной величины, формы и цвета сцементированы в сплошную массу (примеры: *конгломерат, песчаник*).

Оолитовая. в плотной массе встречаются более или менее округлой формы шарики (оолиты). Оолиты имеют тот же минералогический состав, что и основная масса, и тот же цвет, но несколько темнее. Размеры оолитов небольшие (пример: *боксит*).

Плотная: зерна неразличимы невооруженным глазом (пример: *яшма*).

Землистая: порода по внешнему виду напоминает рыхлую почву, легко растирается между пальцами (пример: *мел*).

Пористая: ясно выражены поры. Породы легкие (пример: *пемза*).

Зернисто-сланцеватое (пример: *гнейс*).

Сланцеватая: порода однородного состава, имеет расщепленность (пример: *глинистый сланец*).

Порода состоит из растительных остатков (пример: *торф*).

Порода состоит из раковин морских животных (пример: *известняк-ракушечник*).

Несцементированные обломки: нескрепленные, сыпучие обломки различной величины, формы и цвета (примеры: *галечник, гравий, песок*).

После того как установлено строение породы, необходимо обратить внимание на **твердость**. По этому признаку они делятся на две группы: оставляющие царапину на стекле и не царапающие стекло.

Затем исследуют **минералогический состав** горных пород.

Породы бывают однородные, состоящие из одного минерала, и неоднородные, состоящие из нескольких минералов. Если горная порода неоднородна, то необходимо определить минералы, входящие в ее состав.

Затем устанавливают **окраску** горной породы.

Окраска горных пород обусловлена цветом минералов, входящих в их состав.

Породы бывают светлой и темной окраски. К светлым относятся белые, светло-серые, желтоватые, розоватые, красноватые, к темным — серые, темно-серые, зеленовато-серые, темно-зеленые, черные породы.

Кроме того, породы отличаются по **плотности**.

При определении горных пород по внешним признакам плотность не может быть установлена с большой точностью. Достаточно деления пород по их весу на три группы:

Легкие породы (пример: *пемза*).

Породы среднего веса (пример: *гранит*).

Тяжелые породы (пример: *базальт*).

Определение горных пород следует начинать с изучения «Ключа к определителю горных пород», помещенного ниже.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛИТЕЛЮ ГОРНЫХ ПОРОД

Строение зернистое:

оставляет царапину на стекле:

Состав неоднородный, стр. 149

Состав однородный, стр. 150

Не царапает стекло, стр. 150

Строение порфировое (в плотной массе породы разбросаны зерна отдельных минералов); порода оставляет царапину на стекле, стр. 150

Строение обломочное (порода состоит из сцементированных обломков; состав разнородный), стр. 150

Строение плотное

Оставляет царапину на стекле, стр. 150

Не царапает стекло, стр. 150

Горит, стр. 150

Не горит, стр. 150

Строение землистое (порода легко растирается между пальцами), стр. 151

Строение пористое (порода легкая), стр. 151

Строение зернисто-сланцеватое (чередование полос различного состава), стр. 151

Строение сланцеватое (состав однородный), стр. 151

Порода состоит из растительных остатков, стр. 151

Порода состоит из раковин, скорлупок, скелетных образований морских животных, стр. 151

Несцементированные (нескрепленные) обломки, стр. 151

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГОРНЫХ ПОРОД

Строение зернистое

Оставляет царапину на стекле

Состав неоднородный

Гранит. Состоит из *полевого шпата* (зерна красного, желтого, белого цвета, поверхности раскола ровные, гладкие), *кварца* (стекловидные зерна белого, серого, дымчатого, черного цвета, поверхности излома неровные), *слюды* (белая, черная, поверхность сильно блестящая, кончиком перочинного ножа расщепляется на тонкие пластинки), иногда *роговой обманки* (удлиненные зерна темно-зеленого или черного цвета). Окраска породы светлая.

Диорит. *Кварца* нет или очень мало. Основной минерал — *полевого шпата* (сероватые, белые зерна с гладкой блестящей поверхностью излома или матовые). Присутствуют *роговая обманка*, *авгит* (вытянутые зерна темно-зеленого или черного цвета), иногда *черная слюда* (имеет сильно блестящую поверхность и кончиком перочинного ножа легко расщепляется на пластинки). Светлые составные части преобладают над темноцветными (темноцветных минералов около 25% по объему).

Габбро. Кварц отсутствует. Основные минералы — *полевого шпата* (сероватые, зеленоватые зерна, имеющие ровную поверхность излома), *авгит* (чер-

ного цвета), иногда *роговая обманка* (черного или темно-зеленого цвета), редко — *черная слюда*. Часто содержит *магнетит* (обладает магнитностью), темноцветных составных частей около 50%. Порода тяжелая.

Перидотит. Кварц и полевой шпат отсутствуют. Присутствуют *оливин* (желтовато-зеленые зерна с неровной поверхностью излома) и *авгит* (черного цвета, поверхность излома ровная). Часто присутствуют черные зерна *хромиита* (порошок бурый). Окраска темная. Образец тяжелый.

Состав однородный

Базальт. Цвет черный, темно-серый. Излом неровный. Образец тяжелый.

Диабаз. Цвет темно-зеленый. Излом неровный. Образец тяжелый.

Кварцит. Состоит из *кварца*. Цвет различный. Порода крепкая, звонкая. Поверхности зерен неровные.

Песчаник. Цементированный песок. Грубый на ощупь. Цвет различный. В отличие от кварцита имеет меньшую прочность.

Не царапает стекло

Мрамор. Состоит из кальцита CaCO_3 . Цвет различный. Бурно вскипает от разбавленной соляной кислоты.

Строение порфириное

Порфирит. Плотная порода с вкраплениями зерен различных минералов. Окраска породы различная.

Строение обломочное

Брекчия. Крупные остроугольные обломки (*щебень, дресва*) цементированы в сплошную массу.

Цементирующими веществами могут служить: *известняк* (вскипает при действии разбавленной соляной кислоты), *гипс* (ноготь оставляет царапину), *глина* (если подышать на породу, издает землистый запах), *кварц, халцедон, опал* (не царапаются ножом), *водные окислы железа* (придают породе ржаво-бурю, охряно-желтую окраску, и порода становится более тяжелой), *битумы* (порода имеет черную или темно-бурю окраску, при нагревании выделяет запах нефти).

Конгломерат. Крупные окатанные обломки (*галыки, гравий*) цементированы в сплошную массу. Цементирующие вещества те же, что и у брекчии.

Песчаник. Цементированный песок. Грубый на ощупь. Окраска различная.

Строение плотное

Оставляет царапину на стекле

Яшма. Окраска многоцветная. Излом неровный. Края обломков острые. Часто наблюдаются прожилки.

Обсидиан, или вулканическое стекло. Стекловидный. Излом раковистый. Цвет серый, черный, бурый.

Не царапает стекло

Горит

Бурый уголь. Цвет бурый, черный. Порошок бурый.

Каменный уголь. Цвет темно-коричневый, черный. Порошок темно-бурый.

Антрацит. Цвет черный. Блестящий. Порошок черный.

Не горит

Известняк. Цвет белый, желтоватый, серый, черный. Бурно вскипает от разбавленной соляной кислоты.

Мергель, или рухляк, — глина, содержащая известняк. Цвет различный. Вскипает от разбавленной соляной кислоты. После реакции остается грязное пятно. Если подышать на мергель, чувствуется запах глины.

Строение землистое

Мел. Цвет белый. Бурно вскипает от разбавленной соляной кислоты.

Белая глина, каолинит, или каолин. Цвет белый. Жирная на ощупь. С водой дает пластичную массу.

Мергель, или рухляк, — глина, содержащая известняк. Цвет различный. Вскипает от разбавленной соляной кислоты. После реакции остается грязное пятно.

Глина. Цвет различный. Если подышать на образец, издает своеобразный глинистый запах. С водой дает пластичную массу, разбухает, по высыхании сохраняет приданную ей форму.

Суглинок — глина, содержащая песок. Цвет светло-бурый, желтый. Легко растирается между пальцами (при этом чувствуются песчинки). С водой дает пластичную массу. При отмучивании в воде оседают песчаные, а затем глинистые частицы.

Строение пористое

Пемза. Очень легкая (плавает на воде). Цвет сероватый, белый, желтоватый, черный. Поверхность шершавая, пенная. Порода однородная (отличие от вулканического туфа).

Вулканический туф. На фоне массы, имеющей пористое строение, разбросаны обломки различной величины, формы и цвета. Окраска различная. Порода неоднородная (отличие от пемзы).

Строение зернисто-сланцеватое

Гнейс. Минералогический состав и окраска такие же, как у гранита.

Строение сланцеватое

Горючий сланец. Легко распадается на плитки. Горит. Легкий.

Глинистый сланец. Легко распадается на плитки. Если подышать на образец, издает запах глины. Тусклый.

Слюдяной сланец. Состоит из белой или черной слюды. Легко расщепляется кончиком перочинного ножа на тонкие пластинки.

Хлоритовый сланец. Цвет зеленый. Легко расщепляется на пластинки.

Тальковый сланец. Жирен на ощупь. Цвет белый, светло-серый, зеленоватый, желтоватый. Легко расщепляется на пластинки.

Порода состоит из растительных остатков

Торф. Цвет бурый, желтый. Состоит из измененных растительных остатков. В сухом состоянии очень легкий, загорается от пламени спички.

Порода состоит из раковин, скорлупок и скелетных образований морских животных

Известняк. Бурно вскипает от разбавленной соляной кислоты.

Несцементированные (нескрепленные) обломки

Глыба. Остроугольные обломки размером больше кулака.

Валун. Окатанные обломки размером больше кулака.

Щебень. Остроугольные обломки размером от лесного ореха до кулака.

Галечник. Окатанные обломки размером от лесного ореха до кулака.

Дресва. Остроугольные обломки размером от горошины до лесного ореха.

Гравий. Окатанные обломки размером от горошины до лесного ореха.

Песок. Обломки размером меньше зерен пшена и размером от зерен пшена до горошины.

КАК ОПРЕДЕЛЯТЬ ОКАМЕНЕЛОСТИ

В школьный определитель вошли только беспозвоночные животные.

При определении беспозвоночных животных следует прежде всего их делить на две основные группы: **одиночные** и **колонийные**. При этом нужно помнить, что скопление одиночных форм нельзя принимать за колонии.

При определении одиночных животных необходимо в первую очередь обращать внимание на форму раковины. Она может быть двустворчатой, спирально-завитой, веретенообразной, шаровидной, монетоподобной, куполовидной, сердцевидной, башмачковидной, цилиндрической, сигаровидной, конической. Кроме того, выделяются разнообразные формы и животные, внешне напоминающие растения.

Двустворчатую раковину имеют плеченогие (брахиоподы) и пластинчатожаберные моллюски.

Отличить их можно по одному важному признаку: каждая из створок у плеченогих симметричная, у пластинчатожаберных — несимметричная. Плоскость симметрии у брахиопод делит створку пополам, а у пластинчатожаберных она проходит между створками. У некоторых пластинчатожаберных плоскость симметрии отсутствует (устрица). Створки у плеченогих, как правило, неодинаковы, у пластинчатожаберных обычно равны. У брахиопод различают брюшную (более выпуклая) и спинную створки, у двустворчатых моллюсков — левую и правую створки.

Спирально-завитая раковина может быть свернута в плоскую спираль и в вытянутую спираль (улиткообразная).

Раковина, свернутая в плоскую спираль, особенно характерна для *аммонитов*; раковина, свернутая в вытянутую спираль, типична для *брюхоногих моллюсков*.

Раковины у аммонитов бывают необъемлющие (все обороты видны на боковой поверхности) и объемлющие (последний оборот покрывает все предыдущие). У некоторых аммонитов обороты не соприкасаются или в верхней части раковина становится прямой, палкообразной.

При определении аммонитов немаловажное значение имеет форма перегородочной (лопастной) линии (рис. 45). У некоторых древних (палеозойских) аммонитов наблюдается преимущественно наутилоидная, гоннатитовая перегородочная линия, у новых (мезозойских) аммонитов — цератитовая и аммонитовая.

Наутилоидная перегородочная линия — прямая или слабоизогнутая, нерасчлененная. Гоннатитовая перегородочная линия — с округлыми или заостренными изгибами седла, обращенных в сторону жилой (последней) камеры и лопастью, ориентированными в противоположную сторону. Перегородочная линия называется цератитовой, когда лопасти зазубрены, седла округлые. Аммонитовая перегородочная линия, когда седла и лопасти сильно

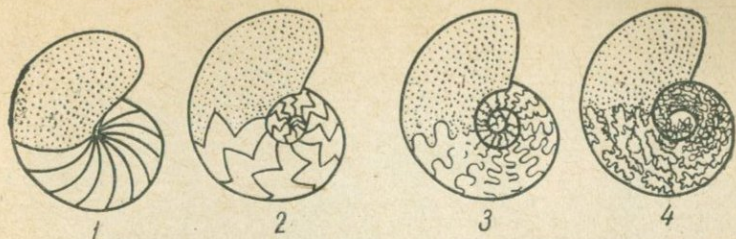


Рис. 45. Перегородочные линии головоногих:

1 — наутилоидная; 2 — гониатитовая; 3 — цератитовая; 4 — аммонитовая.

расчленены и зазубрены. Чем сложнее перегородочная линия, тем больше поверхность соприкосновения перегородок с раковиной, тем прочнее раковина (может выдержать резкие колебания давлений). Более сложная форма перегородочной линии наблюдается у более поздних и более высокоорганизованных аммонитов.

Цилиндрические, сигаровидные и конические раковины могут быть прямыми или слабоизогнутыми.

При определении окаменелостей следует пользоваться ключом, помещенным ниже.

КЛЮЧ К ОПРЕДЕЛИТЕЛЮ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Одиночные, стр. 153

Раковина двустворчатая:

Створка симметричная, стр. 153

Створка несимметричная, стр. 155

Раковина спирально-завитая:

В плоскую спираль, стр. 155

В вытянутую спираль (улиткоподобная), стр. 155

Раковина веретенообразная, шаровидная, монетоподобная, куполовидная, сердцевидная, башмачковидная, стр. 155

Раковина цилиндрическая, сигаровидная, коническая (прямая или слабоизогнутая), стр. 158

Ракообразные формы, стр. 158

Животные, внешне напоминающие растения, стр. 158

Колониальные, стр. 158

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Одиночные

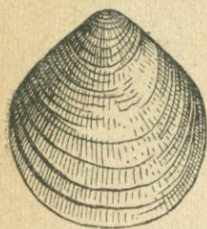
Раковина двустворчатая

Створка симметричная

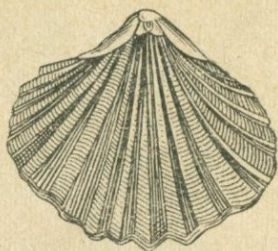
Оболюс. Кембрий — ордовик. Округлой или овальной формы плоская раковина небольших размеров, с тонкими радиальными и концентрическими линиями на поверхности. Иногда раковина гладкая.

Ортис. Ордовик. Округлой или овальной формы слабо выпуклая или плоская раковина небольших размеров. На поверхности створок грубые радиальные ребра.

Пентамерус. Силур. Двойковопуклая сильно вздутая раковина значительных размеров с выступающей загнутой макушкой. Поверхность раковины гладкая или радиально-ребристая.



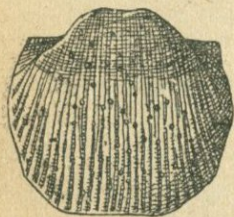
Оболос



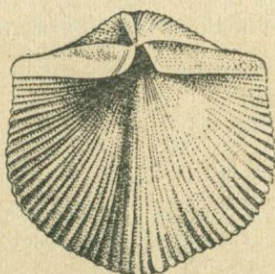
Ортис



Пентамерус



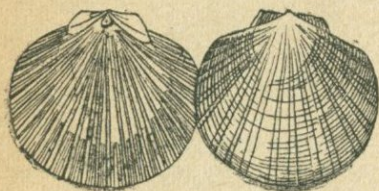
Продуктус



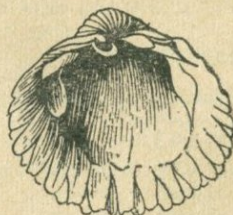
Спирифер



Острея



Пектен



Кардиум



Продуктус. Карбон. Раковина довольно крупных размеров. Одна створка выпуклая, другая плоская или вогнутая. На поверхности раковины — радиальные ребра, концентрические линии роста, шипы, иглы.

Спирифер. Карбон. Раковина средних размеров. Створки выпуклые. Клювообразная макушка сильно загнута, от нее идет на наружной поверхности срединное углубление, которому соответствует с противоположной стороны возвышение. Под макушкой имеется ровная площадка. Поверхность раковины радиально-ребристая.

Створка несимметричная

Острия, устрица. От мела до настоящего времени. Крупная, грубой архитектуры толстенная раковина неправильных очертаний, вытянутая в одном направлении. Одна створка выпуклая, другая — плоская или вогнутая. На поверхности одной створки — радиальные ребра, другая створка гладкая.

Пектен. От юры до настоящего времени. Тонкостенная равносторчатая раковина, вытянутая в одном направлении. По обе стороны от макушки раковины имеются уши. На поверхности раковины радиально-концентрические линии.

Кардиум. От мела до настоящего времени. Округлой или овальной формы толстенная раковина с грубо вылепленными радиальными ребрами на поверхности. Края створок зазубрены.

Раковина спирально-завитая

В плоскую спираль

Тиманитес. Девон. Объемлющая дисковидная, линзообразная раковина с острым наружным краем, с узким выходным отверстием. Поверхность раковины гладкая. Перегородочная линия гониатитового типа, состоит из широких округлых седел и острых лопастей.

Виргатитес. Юра. Среднеобъемлющая раковина. Обороты с наружной стороны округлые. Отверстие не очень широкое. На поверхности раковины пучкообразные ребра. Перегородочная линия аммонитового типа.

Кадоцерас. Юра. Объемлющая сильно раздутая раковина. Последние обороты имеют низкое расширенное поперечное сечение. Отверстие широкое и глубокое (воронковидное). На поверхности раковины грубо вылепленные ребра. Лопастная линия аммонитового типа.

В вытянутую спираль (улиткоподобная).

Геликс. От палеогена до настоящего времени. Раковина уплощенная, башенковидно-спиральная. Обороты выпуклые. Последний оборот большой и вздутый. Поверхность раковины гладкая. Устье округлое.

Туррителла. От мела до настоящего времени. Раковина высокая, стройная, башенковидная. На наружной поверхности — спиральные ребра. Устье маленькое округлое или угловатое. Пупка нет.

Раковина веретенообразная, шаровидная, монетообразная, куполовидная, сердцевидная, башмачковидная

Фузулина. Карбон. Раковина по форме и размеру соответствует зерну ячменя. На поверхности раковинки продольные перегородочные бороздки.

Эхиносферитес. Ордовик. Шаровидный панцирь крупных размеров, состоящий из многоугольных пластинок. На поверхности имеется слабо развитый выступ (по-видимому, остаток стебля). Почти на противоположном конце — ротовое отверстие.

Микрастер. Мел. Панцирь сердцевидной формы, состоит из пластинок; имеются бугорки с иглами. На верхней части панциря углубления, напоминающие цветок, состоящий из пяти лепестков.

Кальцеола. Девон. Раковина по форме напоминает носок башмачка. Нижняя сторона плоская. Крышечка толстая, полукруглая.



Тиманитес

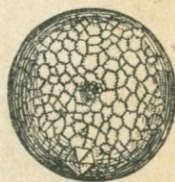
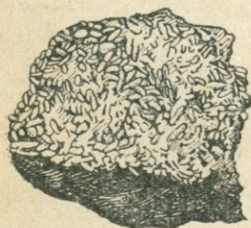
Виргатитес



Кадоцepac

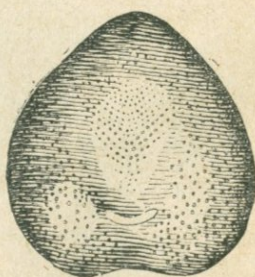
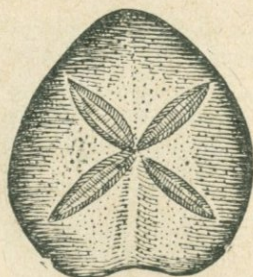
Гелик

Туррителла

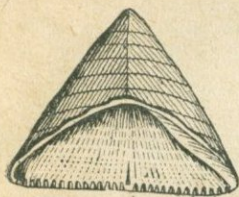


Фузулина

Эхиносферитес



Микpастep. Слева — вид сверху; справа — вид снизу



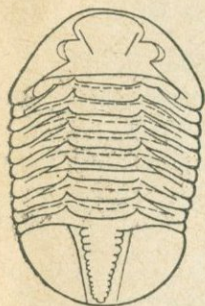
Кальцеола



Белемнит



Археоциатус



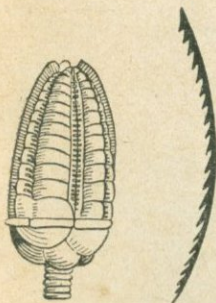
Азафус



Оленус

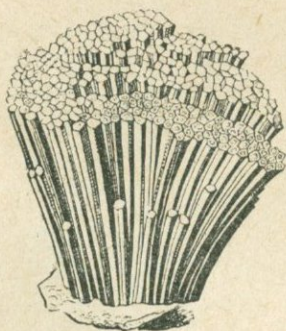


Парадоксидес



Купрессо-
кринитес

Моно-
графтус



Фавозитес



Хететес

Раковина цилиндрическая, сигаровидная, коническая (прямая или слабоизогнутая)

Белемнит. Юра — мел. Раковина карандашевидная или сигаровидная. На поперечном разрезе видны лучеобразно расходящиеся иглы.

Археоциатус. Протерозой — кембрий. Раковина бокаловидной или кубковидной формы. Размеры раковин в высоту от нескольких миллиметров до 40 сантиметров.

Ракообразные формы

Азафус. Ордовик. Небольших размеров. Головной и хвостовой отделы почти одинаковых размеров. Глаза на бугорках или стебельках. Глабель выпуклая, гладкая. Осевая часть хвостового отдела сегментирована.

Оленус. Верхний кембрий. Размеры ископаемого небольшие. Головной щит широкий, спрямленный в передней части. Щеки заканчиваются остроконечиями. Глаза маленькие. Глабель широкая, с поперечными бороздками по краям. Членики с шипами на концах. Хвостовой щит маленький; граница осевой части ясно выражена.

Парадоксидес. Средний кембрий. Головной щит большой с длинными щечными остроконечиями. Хвостовая часть небольшая. Глабель широкая, выпуклая, расчлененная поперечными бороздками, приближена к переднему краю головного щита. Глаза линзовидные, удаленные от глабеля. Туловище узкое. Членики вытянуты в шипы. Шипы последнего членика длинные.

Животные, внешне напоминающие растения

Купрессокринитес. Девон. Похож на крону кипариса. Крона состоит из коробки и пяти «рук». «Руки» постепенно суживаются снизу вверх.

Колониальные

Монограптус. Силур — девон. На ветках один ряд ячеек. Ячейки соприкасаются.

Фавозитес. Силур — карбон. Плотнo прилегающие друг к другу кораллиты имеют в разрезе форму многоугольников и напоминают пчелиные соты.

Хететес. Девон — карбон. Тонкие волосовидные призматические трубочки, плотно прилегающие друг к другу.

Введение	3	Продукты вулканизма	33
ЗЕМЛЯ И ЗЕМНАЯ КОРА		Основные типы вулканов	34
Внутреннее строение Земли	7	Трещинные излияния	—
Температура и давление внутри Земли	9	Центральные извержения	—
Вещественный состав земной коры и внутренних оболочек Земли	10	Причины вулканической деятельности	36
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ		Географическое размещение вулканов	37
Введение	14	Алмазоносные трубки	—
Внутренние, или эндогенные, процессы		Горячие источники и гейзеры	38
Движения земной коры	15	Использование тепла Земли	39
Тектонические процессы	—	Метаморфизм	41
Формы залегания пластов Земли	16	Внешние, или экзогенные, процессы	
Колебательные движения	17	Выветривание	—
Колебательные движения и практическая геология	19	Введение	—
Землетрясения	21	Физическое выветривание	42
Введение	—	Химическое выветривание	43
Сила землетрясений	—	Образование россыпей	—
Очаги землетрясений	22	Геологическая работа ветра	45
Последствия землетрясений	23	Введение	—
Изучение сейсмических явлений	—	Разрушительная работа ветра	—
Причины землетрясений	24	Перенос и отложение обломочного материала	46
Географическое распространение тектонических землетрясений	25	Меры борьбы с дюнами и барханами	47
Предсказание землетрясений	26	Геологическая работа атмосферных вод	48
Антисейсмическое строительство	—	Введение	—
Магматизм	27	Овраги	49
<i>Глубинный магматизм</i>	<i>—</i>	Вред, приносимый оврагами	50
Введение	—	Борьба с оврагами	—
Магматическое минералообразование	28	Селевые потоки	52
Формы залегания глубинных магматических пород	29	Вред, приносимый селями	53
Пегматитовый процесс	—	Меры борьбы с селями	—
Пневматолитовый процесс	31	Геологическая работа рек	56
Гидротермальный процесс	—	Введение	—
<i>Поверхностный магматизм, или вулканизм</i>	<i>32</i>	Разрушительная работа рек	—
Извержение вулканов	—	Перенос и отложение	—
		Значение тектонических движений земной коры для развития речной системы	57
		Геологическая работа подземных вод	59
		Введение	—
		Водопроницаемые и водонепроницаемые породы	—

Классификация подземных вод	60	Архейская эра	87
Источники	—	Протерозойская эра	88
Геологическая работа подземных вод	—	Палеозойская эра	89
Карст	61	Кембрийский период	—
Оползни	62	Ордовикский период	92
Меры борьбы с оползнями	63	Силурийский период	94
Геологическая работа ледников	64	Девонский период	96
Введение	—	Каменноугольный период	99
Типы ледников	66	Пермский период	104
Разрушительная работа ледников	—	Мезозойская эра	107
Морены	—	Триасовый период	—
Ледниковые формы рельефа	67	Юрский период	108
Геологическая работа моря	70	Меловой период	113
Введение	—	Кайнозойская эра	117
Зоны моря	—	Палеогеновый период	—
Органический мир морей	—	Неогеновый период	119
Разрушительная работа моря	71	Антропогенный период	122
Созидательная работа моря	72	Закономерности в развитии земной коры и органической жизни на Земле	128
Минеральные богатства моря	73	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	
Геологическая работа озер, лагун и болот	75	Минералы	132
Введение	—	Горные породы	133
Озерные отложения	76	Магматические породы	—
Лагуны	—	Метаморфические породы	134
Болота	—	Осадочные породы	—
Задания по разделу «Геологические процессы»	77	Древнейшие платформы и геосинклинальные области	135
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОШЛОЕ ЗЕМЛИ		Геологическая карта	136
Как восстанавливают геологическую историю Земли	78	Животный мир прошлого (без позвоночные)	138
Как определяют возраст горных пород	80	ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ МИНЕРАЛОВ	139
Определение возраста магматических пород и жильных образований	82	ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГОРНЫХ ПОРОД	148
Геосинклинальные и платформенные области	83	ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ	152
		<i>Приложение: цветные карты и геохронологическая таблица.</i>	

Валей Галеевич Музафаров

ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

Редактор А. А. Шибанова
 Редактор карт М. Я. Подольская
 Обложка художника Е. А. Сумнительного
 Художественный редактор А. В. Сафонова
 Технический редактор Т. Н. Зыкина
 Корректоры К. А. Иванова
 и Т. М. Графовская

Сдано в набор 13/V 1971 г. Подписано к печати 7/VII 1972 г. 60×90^{1/16}. Бумага тип. № 2. Печ. л. 10+1 л. карты. Уч.-изд. л. 10,72+0,62 карты. Тираж 36 тыс. экз. А07283.

Издательство «Просвещение» Комитета по печати при Совете Министров РСФСР Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

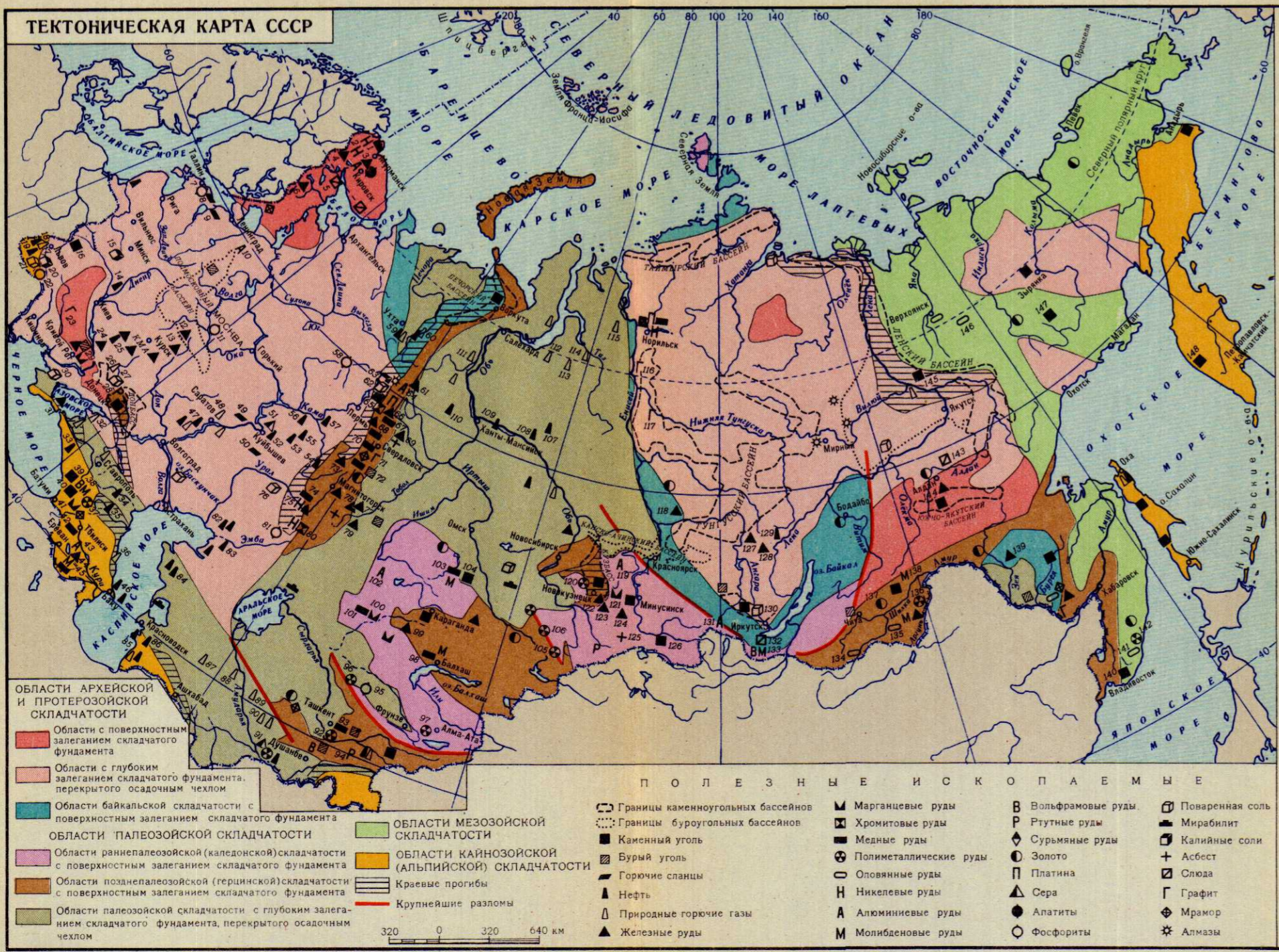
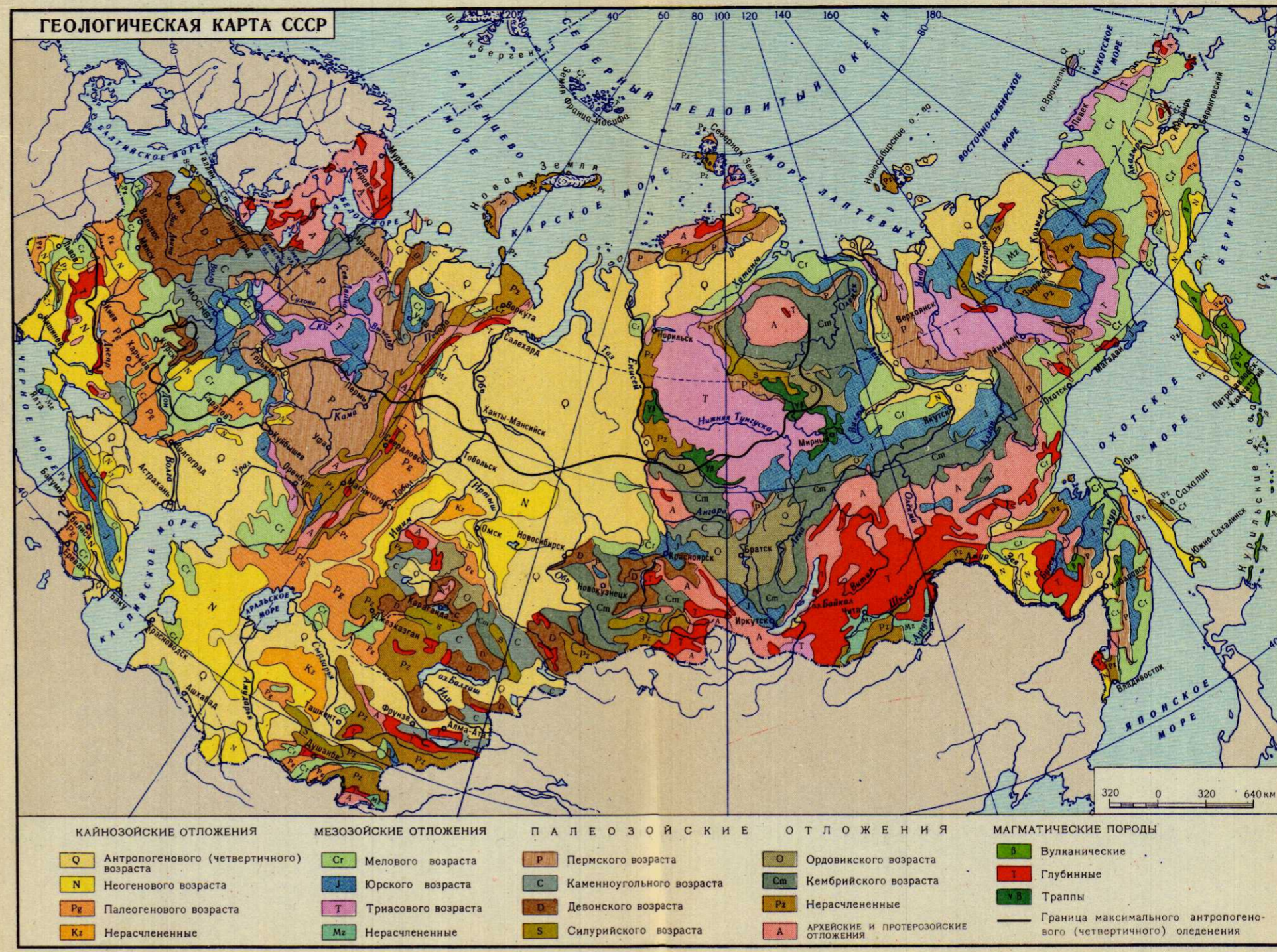
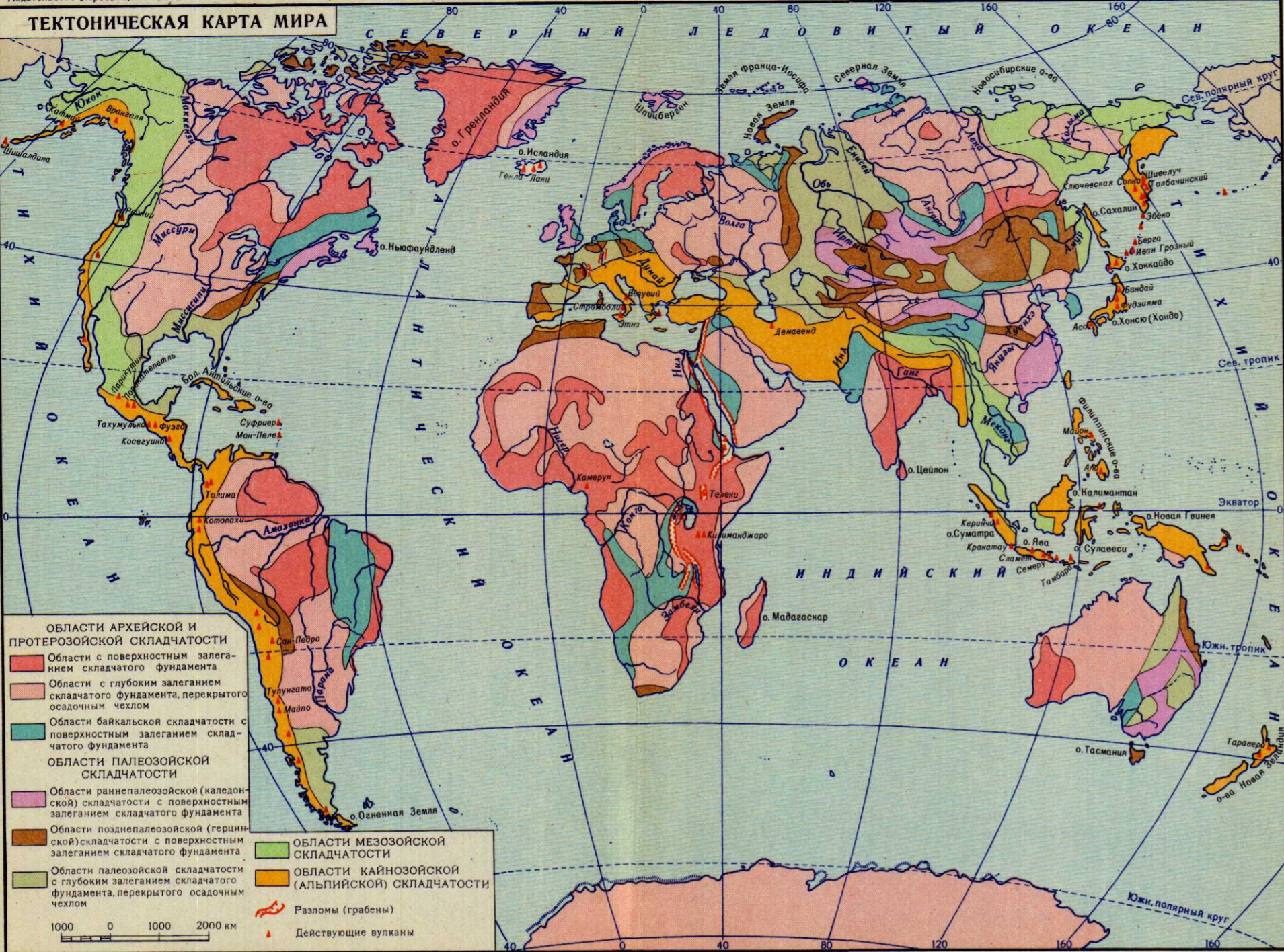
Отпечатано с матриц типографии № 1 «Печатный Двор» им. А. М. Горького в Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградской типографии № 5 Союзно-республиканского Государственного комитета Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли, Красная ул., 1/3. Зак. 1458.

Цена 38 к.+10 к. карты.

48 к. (картами)

578





НАЗВАНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ОБОЗНАЧЕННЫХ НА КАРТЕ ШИФРАМИ

1 Печенское	75 Халиловское
2 Мончегорское	76 Соля-Илецкое
3 Леневское	77 Соколовско-Сарбайское
4 Яно-Ковдорское	78 Аятское
5 Утинское	79 Лысковское
6 Костоможское	80 Храмму
7 Магдур	81 Октябрьское
8 Костяла-Ярое	82 Досор
9 Сланцы	83 Косчазья
10 Пижанское	84 Ульинское
11 Борзовское	85 Телькен
12 Тульское	86 Нейбит-Даг
13 Тилецкое	87 Дарваинское
14 Речичко	88 Анажское
15 Таробинское	89 Гальское
16 Тависко-Волжский бассейн	90 Джаргальское
17 Ташанское	91 Гаурдальское
18 Бориславское	92 Канайское
19 Иолинское	93 Алмакское
20 Балышское	94 Кайдаринское
21 Валтовское	95 Каратауское
22 Иезицкое	96 Ачсайское
23 Завальевское	97 Ак-Тюз
24 Еремчанское	98 Кунрадское
25 Миргородское	99 Атласу
26 Побединское	100 Джебдинское
27 Славянское	101 Джебказанское
28 Икитовское	102 Аркалыкское
29 Икитовское	103 Башкирское
30 Баянское	104 Кызылтузское
31 Терское	105 Зыряновское
32 Ганевское	106 Лениновское
33 Гидьженское	107 Сымтарское
34 Ултеречинское	108 Мешаевское
35 Борзовское	109 Усть-Балыкское
36 Агестинские Озны	110 Шамское
37 Абдонское	111 Березовское
38 Зыряновское	112 Межевое
39 Чарыльское	113 Урганское
40 Кызылское	114 Зыпарьяное
41 Чатурское	115 Месовальское
42 Лавринское	116 Курейское
43 Лунитид	117 Нойчское
44 Лашевское	118 Кызылдарское
45 Ифанское	119 Горнячское
46 Ифанские Камни	120 Салаурское
47 Турновское	121 Ушское
48 Ишано-Курдюмовское	122 Темуртау
49 Иштырское	123 Таштау
50 Кызылтоуское	124 Абаканское
51 Лекеевское	125 Ак-Довурак
52 Кузовское	126 Узунский бассейн
53 Курдунское	127 Рыбинское
54 Шайбаское	128 Карачинское
55 Умалтинское	129 Маровское
56 Деметевское	130 Усолье-Сибирское
57 Франское	131 Воконское
58 Айтжа-Камское	132 Славянское
59 Юрдовское	133 Джебдинское
60 Кутымское	134 Халчарское
61 Идель	135 Шервоорское
62 Иренчи	136 Нерчинское
63 Вильямское	137 Дарваинское
64 Февральское	138 Давида
65 Баранское	139 Гаринское
66 Ичканское	140 Суанское
67 Трасновальское	141 Хуртайское
68 Илжинский Таль	142 Таштау
69 Далгаевское	143 Тымот
70 Дельяское	144 Тажное
71 Давинское	145 Сагар
72 Ульинский бассейн	146 Бурвай
73 Давальское	147 Аркалыкское
74 Давинское	148 Крутоворское

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

Эра	Установившаяся обозначения (русские)	Периоды	Установившиеся обозначения (английские)	Эпохи	Установившиеся обозначения (английские)	Продолжительность (в млн. лет)	Средняя продолжительность периода (в млн. лет)	Органический мир							
								Растения	Животные						
КАЙНОЗОЙСКАЯ (КАЙНОЗОЙ)	Kz	Антропогенный или четвертичный (антропоген)	Q	Современная	Q ₃	< 2		Время покрытосемянных	Время млекопитающих						
				Позднеантропогенная	Q ₂										
				Среднеантропогенная	Q ₁										
Неогеновый (неоген)	N	Поздненеогеновая	N ₂	Ранненеогеновая	N ₁	24	24	Время древних групп пресмыкающихся	Время земноводных						
										Раннепалеогеновая	Р ₃	41	65	Время древних групп пресмыкающихся	Время рыб
Палеогеновый (палеоген)	Pg	Среднепалеогеновая	Р ₂	Раннепалеогеновая	Р ₁	41	65	Время древних групп пресмыкающихся	Время беспозвоночных						
										Позднепалеогеновая	Р ₃				
МЕЗОЗОЙСКАЯ (МЕЗОЗОЙ)	Mz	Меловой (мел)	Cr	Познемеловая	Cr ₂	70	135	Время господствующих	Время новых групп пресмыкающихся						
				Среднемеловая	Cr ₁										
				Раннемеловая	Cr ₀										
Юрский (юра)	J	Познеюрская	J ₂	Среднеюрская	J ₁	58	193	Время господствующих	Время новых групп пресмыкающихся						
										Раннеюрская	J ₀				
Триасовый (триас)	T	Познетриасовая	T ₂	Среднетриасовая	T ₁	45	238	Время господствующих	Время древних групп пресмыкающихся						
										Раннетриасовая	T ₀				
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ (ПАЛЕОЗОЙ)	Pz	Пермский (пермь)	p	Познепермская	P ₂	45	283	Время господствующих	Время земноводных						
				Раннепермская	P ₁										
				Среднекаменноугольная	C ₃					55	338	Время господствующих	Время земноводных		
Раннекаменноугольная	C ₁														
Каменноугольный (карбон)	C	Среднекаменноугольная	C ₂	Раннекаменноугольная	C ₁	55	338	Время господствующих	Время земноводных						
										Среднедевонская	D ₂	70	408	Время господствующих	Время рыб
Девонский (девон)	D	Раннедевонская	D ₁	Среднедевонская	D ₂	70	408	Время господствующих	Время рыб						
										Раннедевонская	D ₁				
Силурийский (силур)	S	Позднесилурийская	S ₂	Раннесилурийская	S ₁	30	438	Время господствующих	Время беспозвоночных						
										Среднеордовикская	O ₂	60	498	Время господствующих	Время беспозвоночных
										Раннеордовикская	O ₁				
Ордовикский (ордовик)	O	Среднеордовикская	O ₂	Раннеордовикская	O ₁	60	498	Время господствующих	Время беспозвоночных						
										Позднекембрийская	Sm ₂	70	568	Время беспозвоночных	Время беспозвоночных
Кембрийский (кембрий)	Sm	Среднекембрийская	Sm ₁	Раннекембрийская	Sm ₀	70	568	Время беспозвоночных	Время беспозвоночных						
										Существуют только местные подразделения	~2000	~2568	Время бактерий и водорослей	Время беспозвоночных	
Архейская (архей)	A	Существуют только местные подразделения				~1000	~3568	Время бактерий и водорослей	Время беспозвоночных						