Московское
региональное отделение
общественной организации
«Российское геологическое общество»
115191, Москва,
ул. 2-ая Рощинская, 10
Тел. (495) 506-30-53
e-mail: info@mos-geo.ru
www.mos-geo.ru

Московское региональное отделение
Российского геологического общества (МосГео)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПУТЕВОДИТЕЛЬ

МОСКВА 2016

Авторы: Е.А. Агишева, В.И. Дейнекин, М.В. Друца, Н.А. Матвеева, И.В. Сауков, Н.И. Сердюк, Е.Б. Солнцева
Под редакцией Н.И. Сердюка

АННОТАЦИЯ

Геологический туризм позволяет вырваться из тисков рутинных забот, понять прошлое и настоящее, задуматься о будущем.

Геологическая история Земли, включает много открытий и достижений, загадок и гипотез, теорий и сложных, но захватывающих маршрутов. Окружающий нас мир многогранен и непостижим, в нем есть множество красивейших мест, многие из которых относятся к геологическим памятникам природы.

В природе нет границ, точнее они переменны, тем более с геологической точки зрения, оперирующей миллионами и миллиардами лет. Земные недра изменяются медленно, незаметно, но иногда, геологические процессы происходят очень быстро, мгновенно, масштабно.

Материал книги не должен восприниматься в виде абсолютной истины, т. к. часть его построена на гипотезах и теориях, которые могут быть опровергнуты новыми научными открытиями.

ISBN МосГео

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время миллионы людей, проживающих на разных континентах, выбирают активные варианты отдыха. Неоспоримым преимуществом геологического туризма является возможность совмещения физического, эмоционального, психологического, интеллектуального и других видов отдыха в рамках одного или нескольких, реальных или виртуальных путешествий.

Настоящая книга может служить дорожной картой для начинающих, но активных и любознательных людей разного возраста, своеобразным навигатором и ключом доступа к прекрасному, бескрайнему, загадочному миру геологии, уходящему на 13,8 млрд лет в глубину истории Земли и Вселенной.

Информация, изложенная в книге, тесно переплетается со школьными предметами, постепенно вводит читателя в мир геологических процессов, их результатов и технологий использования, приоткрывая сложную, иногда не понятную, сущность и логику взаимосвязей и взаимодействий органического и неорганического, микро и макромира, состоящего из частиц, волн, полей, тел, планет, звезд и множества других объектов материального и нематериального мира.

Авторы книги выражают искреннюю благодарность С.Н. Аксеновой, И.П. Ганину, И.В. Осика. А.Ю. Семенову, А.Л. Соловьеву, советы и замечания которых способствовали улучшению качества этой книги.

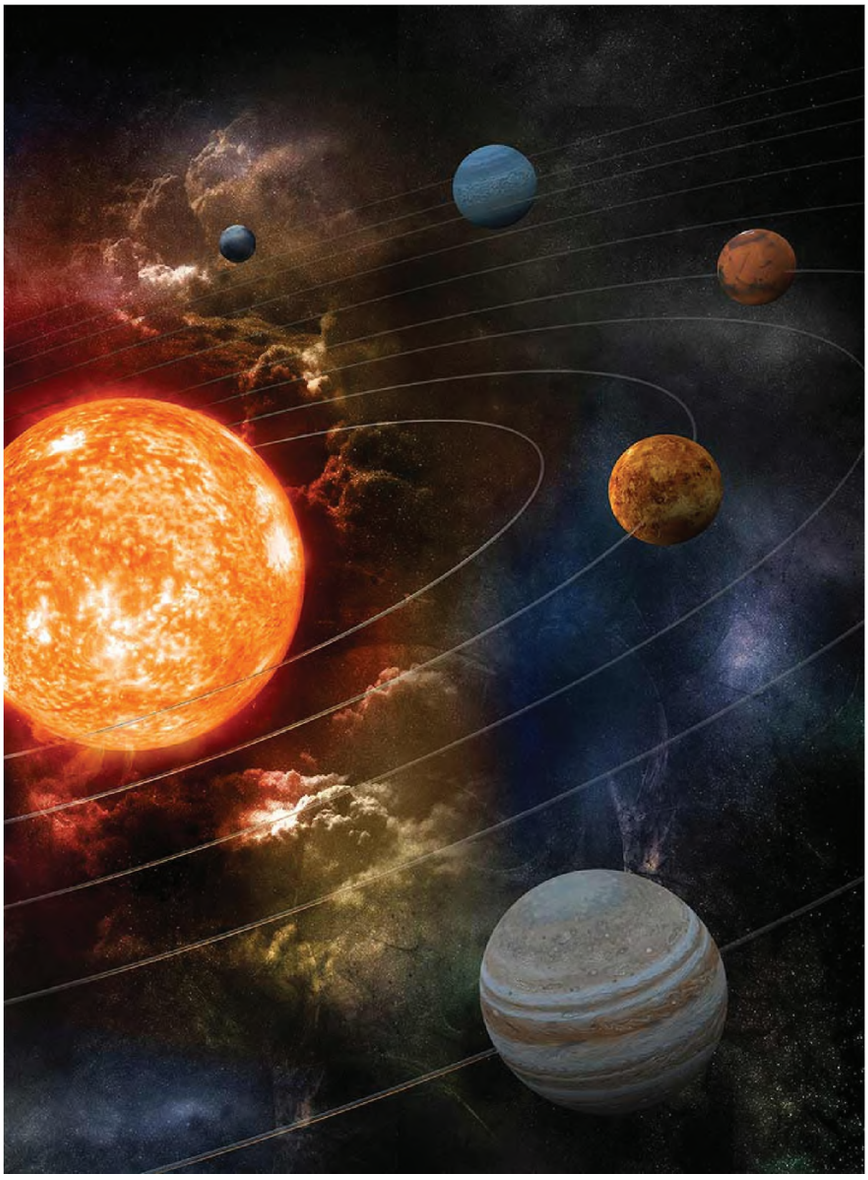
СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОТУРИЗМ

Геологические маршруты и памятники природы.....6

Происхождение объектов геотуризма.....8

Геотуризм начинающих.....10



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Процессы влияния.....12

Магматизм.....16

Вулканизм.....18

Движение литосферных плит.....20

Землетрясения.....22

Метаморфизм.....24

Выветривание.....26

Гравитационные процессы.....28

Карстовые процессы.....30

Деятельность воздушных масс.....32

Деятельность поверхностных текучих вод.....34

Деятельность озер и болот.....36

Деятельность морей и океанов.....38

Деятельность подземных вод.....40

Деятельность снега и льда 42

Деятельность криолитозоны.....44

Деятельность человека.....46

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЦЕССОВ

Частицы, волны, поля.....48
Атомы.....50
Молекулы и вещества.....52
Газы и газогидраты.....54
Жидкости и расплавы.....56
Флора и фауна.....58
Кристаллы и минералы.....60
Горные породы.....66
Месторождения полезных ископаемых.....70
Земля.....74
Солнечная система.....80
Галактики и Вселенная.....82

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ

Полезные процессы.....84
Опасные проявления процессов.....86
Полезные и вредные компоненты....88
История геологии.....90
Цели и задачи геологических работ.....92
Геолого-минералогические работы..94
Геохимические работы.....96
Геофизические работы.....98
Буровые работы.....100
Горные работы.....102
Специальные работы.....104
Список литературы.....108

6 ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ И ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ

Маршруты геотуризма могут пролегать по горам, ущельям, пещерам, кратерам умерших или спящих вулканов, множеству других интересных мест.

Многие геологические маршруты связаны с посещением геологических памятников природы, музеев, обсерваторий и т. п. Поэтому, каждый путешественник имеет возможность выбрать сложность маршрута, соответствующую своим силам и желаниям.

Начинающий геотурист, кроме того, может путешествовать в виртуальном геологическом мире, который изобилует огромным количеством фото, видео, аудио и др. видов информационных продуктов.

Интеллектуальная составляющая геотуризма содержит информацию о геологических процессах, их результатах, способах использования процессов и результатов.

В России насчитывается более четырех тысяч геологических памятников природы. Подробная информация о них, включающая характеристики, адреса и др. полезную информацию приведена в книге «Геологические памятники природы России», изданной в 1998г. под редакцией В.П. Орлова. Книга размещена в интернете в свободном доступе.

Территориальное распределение памятников природы России (см. карту и табл.) отражает характер и масштаб прошедших геологических событий каждого конкретного региона.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ РОССИИ

Регион	Геологические	Геоморфологические	Гидрогеологические	Комплексные
Центральный	27	1	7	1
Северо-западный	20	20	8	21
Южный	4	13	1	6
Северо-кавказский	3	11	14	2
Приволжский	54	12	8	16
Уральский	16	8	10	13
Сибирский	22	32	35	27
Дальневосточный	26	3	16	10

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ГЕОТУРИЗМА

История развития Вселенной и Земли представляет собою бесконечную череду природных процессов, протекающих в окружающем нас мире на протяжении 13,8 миллиардов лет. Эти события различны по характеру, масштабу и значимости, но одинаково привлекательны для всех, кто интересуется историей развития Земли и Вселенной, любит размышлять и путешествовать.

Количество любознательных увеличивается в соответствии с темпами развития информационных систем и возможностей геотуризма.

Если в древние времена люди, увидев извержение вулкана, убегали сломя голову, то сейчас журналисты, фотографы, специалисты и просто любопытные спешат к вулканам, проявляющим активность, пытаясь увидеть и зафиксировать данное событие, чтобы поделиться своими впечатлениями с окружающими. Благодаря таким людям многие из нас могут приобщиться к геотуризму, имеют возможность не только увидеть, но и понять сущность явлений, ощутить напряженный ритм жизни земных недр.

Из бесконечного числа событий, авторы выделили ряд наиболее значимых, которые иллюстрируют сложный путь развития Вселенной, начиная с момента «Большого взрыва».

История развития Земли существенно короче, всего 4,5 млрд лет, но именно в этот период сформировались все геологические памятники природы России и огромный геологический мир нашей планеты, доступный для подготовленных геотуристов.

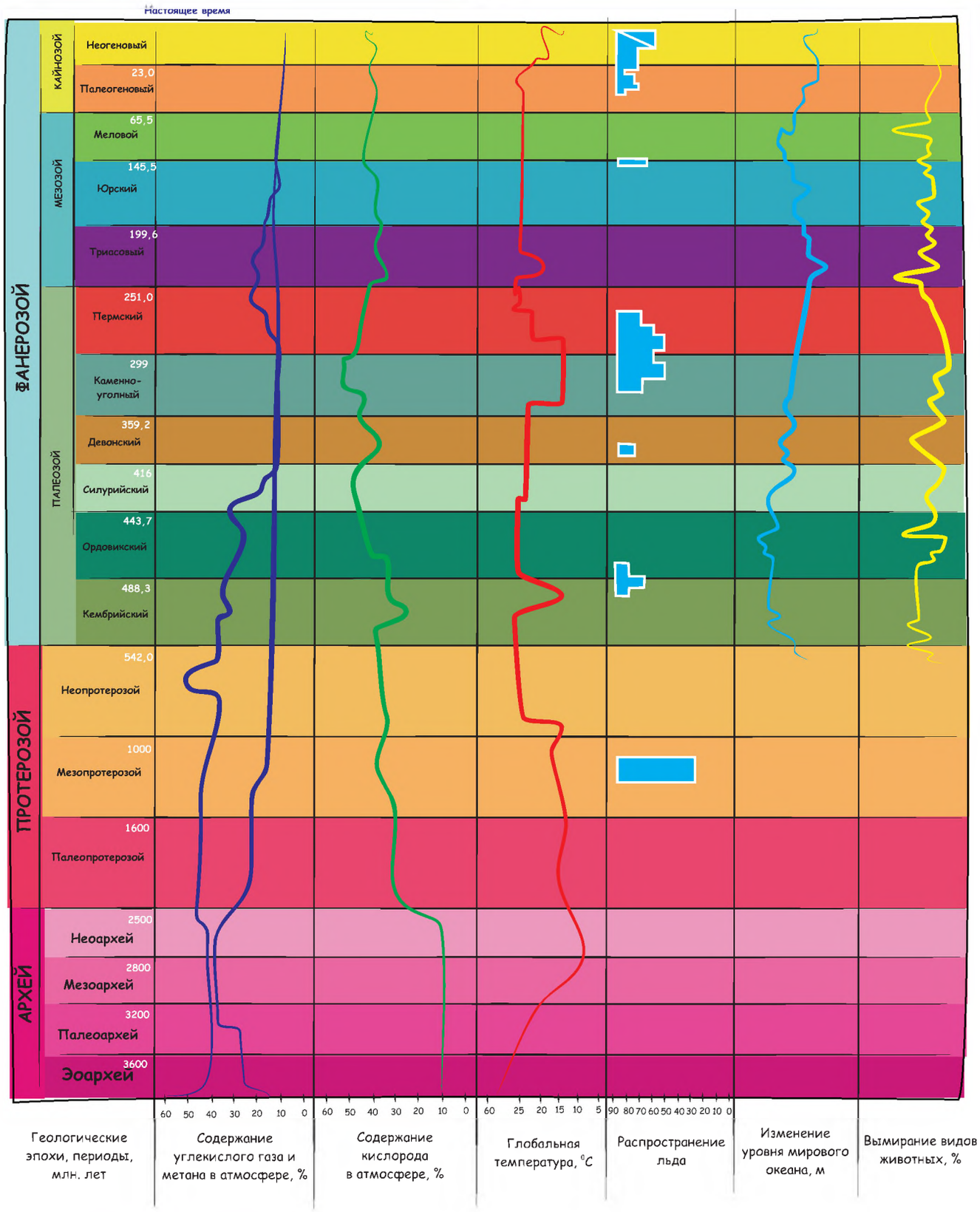
Наиболее значимые события, относящиеся к периоду развития Земли представлены ниже. Главными событиями, с точки зрения авторов, являются ядерные реакции в Земном ядре и тектоно - магматические процессы архея и протерозоя в период с 3,9 до 2,2 млрд лет, при которых проходила первичная дегазация Земли, повлекшая за собою постепенное изменение состава первичной атмосферы. В результате изменения состава атмосферы происходили:

- снижение температуры на поверхности Земли;
- конденсация оксида водорода (воды – H_2O) и появление первичной гидросферы (океанов и др. водоемов);
- появление биосферы, в т. ч. простейших живых организмов и их эволюционное развитие.

Указанные события дали старт дальнейшему развитию разнообразных геологических процессов, в результате развития которых сформировались все геологические объекты, в т. ч. объекты геотуризма.

Период времени млрд. лет	Главные события вселенной
4,4-до наст. времени	Пульсационное развитие Вселенной - образование и исчезновение галактик, звезд, планет и других космических объектов
4,5-4,4	Образование Солнечной системы - Солнца, Земли и других планет системы
13,2-4,5	Пульсационное развитие Вселенной - образование и исчезновение галактик, звезд, планет и других космических объектов
13,4-13,2	Образование первичных звезд и галактик
13,6-13,4	Образование атомов
13,7-13,6	Образование элементарных частиц
13,8-13,7	Постепенное снижение температуры и образование плазмы
13,8-13,7	Большой взрыв

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ГЕОТУРИЗМА



В первых рядах геотуристов всегда находятся дети разных возрастов. Их активность, неподдельный интерес, стремление к открытиям подчеркивают привлекательность геологии с туристической точки зрения. Походный вещмешок, палатка, песня у костра – знаковые атрибуты процесса познания увлекательного геологического мира.

Неуемная энергия молодежи дополняет и без того масштабную энергию геологических преобразований, подчеркивает неразрывную связь человека с геологическими процессами и быстрое увеличение степени его влияния (антропогенные процессы).

Только в рамках детско-юношеского геологического движения объединены десятки тысяч начинающих геологов всех регионов России и большинства стран мира. Многие молодые люди, имеют возможность, приобщиться к геотуризму, через систему краеведческих кружков, центров детского творчества, различные секции спортивной направленности, семейный туризм и т. п.

Когда вся эта армия юных геологов выходит в маршрут, кажется, даже реки текут быстрее и минералы сверкают ярче. Вещмешки наполняются образцами, головы знаниями, души позитивными эмоциями. Иногда, среди обнаруженных минералов и горных пород, попадаются полудрагоценные и даже драгоценные камни, а однажды, юные геологи открыли целое месторождение золота, которое так и назвали «Школьное».

В походах бывают и трудности, но приобретенные ссадины и мозоли, на свежем воздухе быстро заживают, силы восстанавливаются и каждый новый день манит в новый, еще не пройденный маршрут. Таким образом, постепенно и незаметно, параллельно с формированием новых месторождений полезных ископаемых, формируется и новая, будущая геологическая служба России.

Многие из юных геологов выбирают потом другие профессии, но впечатления юных лет, остаются на всю жизнь, часто помогая, в сложных жизненных ситуациях, принимать и воплощать в жизнь правильные решения. Именно эти качества развиваются в геологии.

АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
ПРАВИТЕЛЬСТВО ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОТКРЫТАЯ ПОЛЕВАЯ
ОЛИМПИАДА
ОНЫХ ГЕОЛОГОВ
Тюмень - 2015
ГАЗПРОМ
ВЕКТОР
ТЮМЕНЬНЕРУД
НАЭН
СИГ

Геологическими называются процессы, преобразующие состав и строение Земной коры. Под процессами влияния подразумевают различные воздействия космических объектов, физических полей, ядерных и химических реакций, в результате которых изменяется характер геологических преобразований.

Источником геологических процессов служит внутренняя (эндогенная) энергия Земли и энергия Солнца (экзогенная энергия).

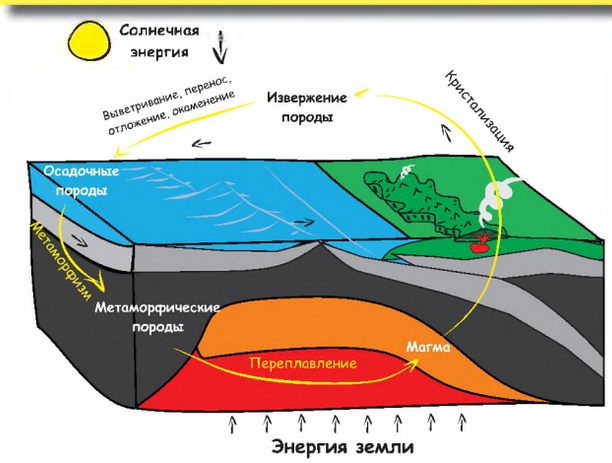
Важнейшими характеристиками геологических процессов являются энергоемкость, температура, давление, скорость и др., зависящие от плотности, вязкости, текучести, состава, строения, состояния преобразуемых веществ и тел.

От количества расходуемой энергии зависит масштаб геологических процессов, преобразующих Земную кору. Энергия (в соответствии с законом сохранения энергии) не появляется ниоткуда и не исчезает без следа, а лишь превращается из одного вида в другой. Например, гравитационная энергия Земли преобразуется в энергию движения ручьев и рек, выполняющих работу по перемещению разрушенных горных пород в озера, моря и океаны.

Названия процессов, а также различные их классификации условны, т. к. в природе нет четких границ и все процессы взаимодействуют между собою — геологические, ядерные, физические, химические, биологические и др.

Степень участия процессов в преобразовании Земной коры различна. Например, одна часть энергии Земли и Солнца расходуется на процессы преобразования Земной коры, другая - на процессы влияния, т. е. косвенные процессы, например, действие силы Земного притяжения и других физических полей Земли - магнитного, электрического, радиационного. Наибольшее влияние на характер протекания геологических процессов оказывают ядерные и химические реакции.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДЕ



ЯДЕРНЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Ядерные реакции - процесс деления атомных ядер на отдельные элементарные частицы или слияния ядер атомов при термоядерных реакциях. Подобные реакции протекают при высоких давлениях и температурах.

Ядерные реакции самопроизвольно возникают в природных условиях по различным причинам и являются источником энергии, лежащей в основе масштабных процессов. Например, в результате активных ядерных реакций 4 млрд лет назад происходила ускоренная дегазация Земли, в результате которой изменилась ее первичная атмосфера. В настоящее время ядерные реакции продолжаются в земном ядре, а также могут инициироваться и управляться человеком.

В результате природных и искусственных ядерных реакций высвобождается большое количество энергии, которая служит источником многих процессов, в т. ч. химических реакций, преобразующих вещественный состав, состояние, строение и свойства микрочастиц и тел, таких как кристаллы, минералы, горные породы, геологические тела и т. п.

Энергия преобразования химической реакции значительно меньше, чем ядерной, но значимость химических реакций в геологических процессах выше. Дело в том, что химические реакции протекают повсеместно, а их количество бесконечно. Из 118 химических элементов периодической таблицы, формируются тысячи природных минералов, миллионы органических веществ, весь окру-

жающий материальный мир. Кроме того, элементарные частицы и химические элементы, являются компонентами множества самых разнообразных искусственных процессов и технологий.

Тысячелетиями люди наблюдали за объектами макромира, постепенно углубляя свои знания. Еще в древние времена обратили внимание на взаимосвязь земных и космических процессов. Накапливая информацию о процессах, научились использовать их энергию – движение на плоту, лодке под парусом и т. п.

С течением времени, а главное с появлением новых научных открытий, таких как микроскоп, периодическая таблица Менделеева Д.И. и мн. др. стало понятно, что в основе макропроцессов лежат невидимые невооруженным глазом микропроцессы. Микропроцессы представляют собою взаимодействие элементарных частиц, атомов, молекул и др. микрочастиц. Одних только элементарных (наименьших) частиц выявлено более 350 видов.

За короткое время знания об устройстве и законах взаимодействия объектов микромира и их практическое применение, позволили подняться в космос, создать атомные электростанции, компьютеры, мобильные телефоны и многое другое. Оказалось - истина скрывается в мелочах, т. е. сила связи между микрочастицами определяет состав, строение и свойства веществ и тел.

Изменение силы связи частиц отчетливо прослеживается при анализе таблицы Менделеева Д.И. Дело в том, что взаимодействие атомов осуществляется за счет взаимодействия электронов, а характер взаимодействия зависит от количества и плотности электронных оболочек атома. Количество оболочек (электронных уровней) равно номеру периода таблицы Д.И Менделеева в котором находится химический элемент, а номер группы равен числу электронов на внешнем уровне (для главных подгрупп) и числу валентных (активных) электронов (для побочных подгрупп).

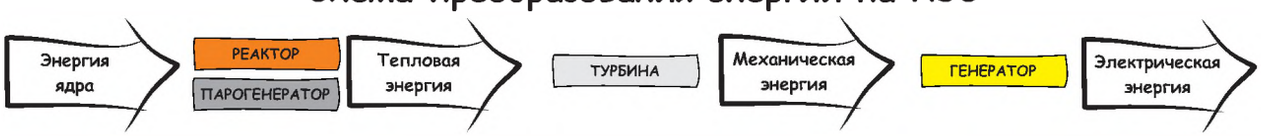
Поэтому, в периоде, с увеличением величины заряда ядра атома (т. е. номера химического элемента в таблице), металлические свойства ослабляются, следовательно, уменьшается сила связи атомов, а неметаллические свойства, наоборот – усиливаются. В группах главной подгруппы, с увеличением заряда атома, металлические свойства усиливаются, а неметаллические – ослабляются, т. к. число электронов на внешнем уровне остается постоянным, а количество энергетических уровней увеличивается из-за увеличения номера периода.

Геологи, получив информацию о составе, состоянии, форме, взаимодействии элементарных частиц, атомов, ионов, молекул и др. микрочастиц, смогли понять условия происхождения, свойства, характеристики кристаллов, минералов, горных пород, жидкостей, газов, геологических тел, плит, континентов, геосфер и много другого.

На основе этих знаний разработаны эффективные методы и технологии прогнозирования, поиска и разведки месторождений полезных ископаемых, добычи и переработки сырья, предвидения опасных геологических процессов и т.п.

Схема преобразования энергии на ТЭС

Схема преобразования энергии на АЭС

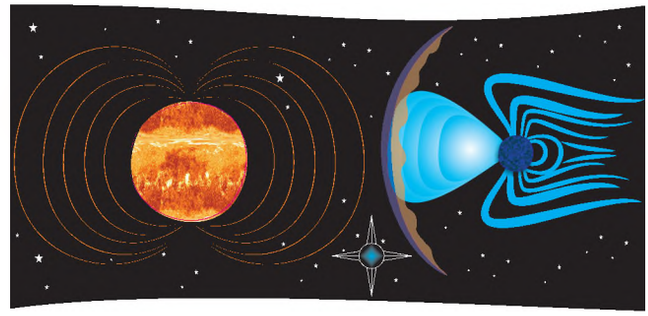


ДЕЙСТВИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Геофизическими полями называются внутриземные и внеземные пространства на которых происходит взаимодействие волн, частиц и тел, под влиянием или при использовании энергии Земли.

Исходным источником энергии, лежащим в основе действия всех геофизических полей, является предположительно энергия «Большого взрыва», которая впоследствии распространялась, многократно преобразовывалась и продолжает видоизменяться во Вселенной, в т. ч. в Солнечной системе и на Земле.

В настоящее время взаимодействие волн, частиц и тел, в рамках геофизических полей, может происходить самопроизвольно или по инициативе человека. Результаты этого взаимодействия часто бывают очевидны, например, отклонение стрелки компаса или действие магнита на металлические предметы, но сам процесс взаимодействия частиц невидим для глаза человека



Основными взаимодействующими элементами геофизических полей являются элементарные (наименьшие) частицы и волны.

Фотоны обеспечивают взаимодействие в электромагнитных полях, в гравитационных – гравитоны, в радиационных – глюоны, бозоны и т.п.

Всего более трехсот пятидесяти элементарных частиц и волн обеспечивают существование и влияние геофизических полей на геологические процессы преобразующие Земную кору.

Состояние, характеристики и свойства геофизических полей зависят от свойств взаимодействующих частиц, которые прямо или косвенно влияют на результаты геологических процессов.

Примерами косвенного влияния гравитационного поля Земли на результаты геологических процессов, являются перемещения магмы при магматизме, круговорот воды в литосфере, гидросфере и атмосфере, выветривание и т. п.

Примерами прямого влияния геофизических результатов геологических процессов под воздействием магнитного поля является ориентирование кристаллов в горных породах в процессе магматизма, под воздействием гравитационного поля обвалы горных пород, оползни, карсты и т. п.

ДЕЙСТВИЕ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

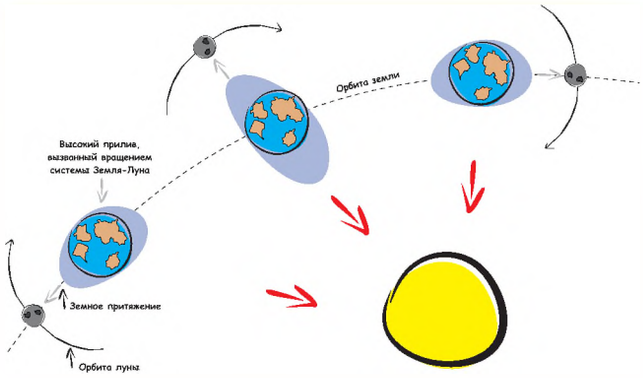
К космическим объектам относят галактики, звезды, планеты и их спутники, астероиды, метеориты и множество других тел и частиц. Солнце из-за своей огромной массы, составляющей около 99% массы всех тел Солнечной системы, оказывает прямое и косвенное влияние на развитие и результаты всех геологических процессов.

Примером такого влияния может служить деформация Земной коры, вызываемая Солнечной гравитацией и вращением вокруг Солнца. Скорость вращения Земли предельно высока (107208 км/час) и Солнце, удерживая Землю с помощью силы притяжения на своей орбите вращения, способствует деформированию атмосферы, гидросферы и твердых оболочек Земли.

Кроме того, поток солнечного ветра, часто изменяющий свою интенсивность, оказывает большое влияние на деятельность земных растений и живых организмов (в т. ч. людей), ускоряет или замедляет их развитие, вплоть до летального исхода.

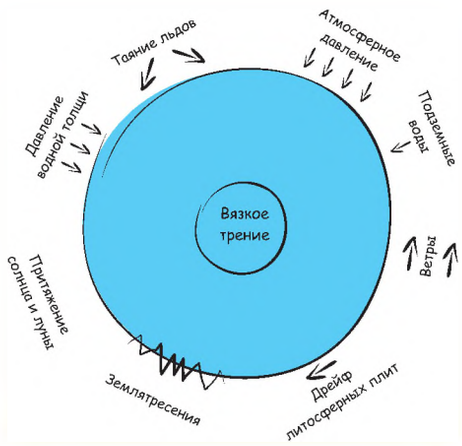
Свой вклад в приливные и деформационные процессы Земли вносит также и Луна.

Первичным источником энергии, с которой космические объекты воздействуют на земные

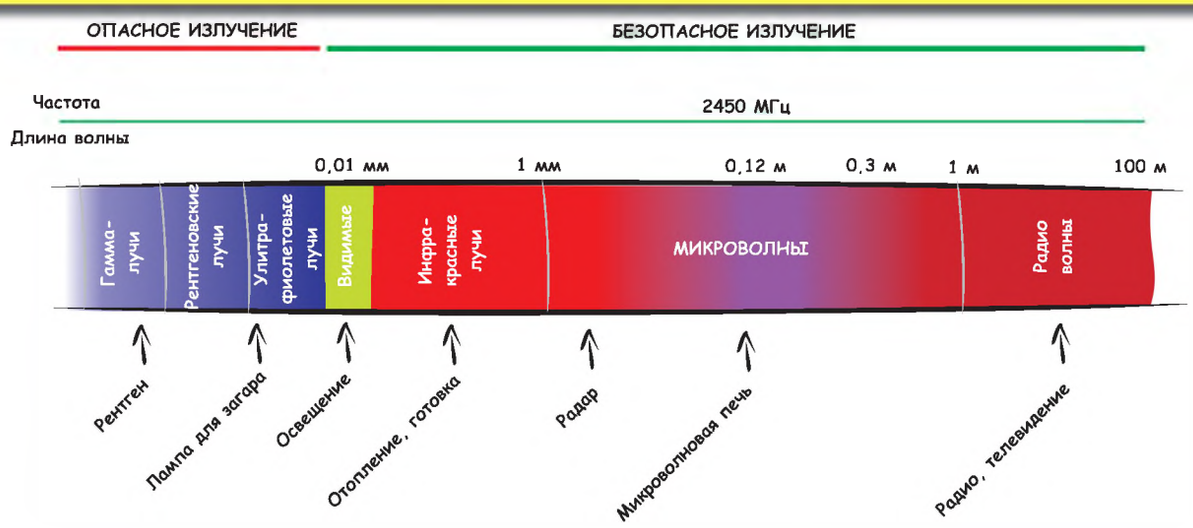


процессы, является энергия «Большого взрыва» (основная современная теория). В результате импульса энергии, полученного при «Большом взрыве», вращаются галактики, вовлекая в свое движение звезды, а те в свою очередь заставляют вращаться вокруг себя планеты и множество других, более мелких космических тел.

Сила воздействия космических объектов на земные зависит от расстояния, углов осей вращения и других параметров. Учитывая преобладание во Вселенной вращательных видов движения, эти параметры изменяются во времени, как правило циклично, следовательно, их воздействие на земные процессы имеет периодический характер. Знания закономерностей повторения различных циклов, позволяют прогнозировать развитие тех или иных геологических процессов.



ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЯ



МАГМАТИЗМ

Эндогенные и экзогенные геологические процессы, использующие, соответственно энергию Земли и Солнца, кардинальным образом преобразуют Земную кору. Иногда эти преобразования заметны, но чаще происходят крайне медленно (4.7 млрд лет) и скрытно. Неприметность геологических преобразований объясняется тем, что часто они происходят на микроуровне, в процессе ядерных реакций и химических преобразований. Но при этом, в результате различных химических реакций из 118 химических элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева, в ходе геологических процессов формируются миллионы органических и неорганических веществ, из которых состоят все космические и Земные тела, жидкости, газы, растения, животные и т.п.

Другими словами, первичные геологические преобразования часто начинаются с изменения состава и строения микрочастиц и происходят под влиянием физических полей и космических объектов. Это необходимо учитывать при изучении геологических процессов.

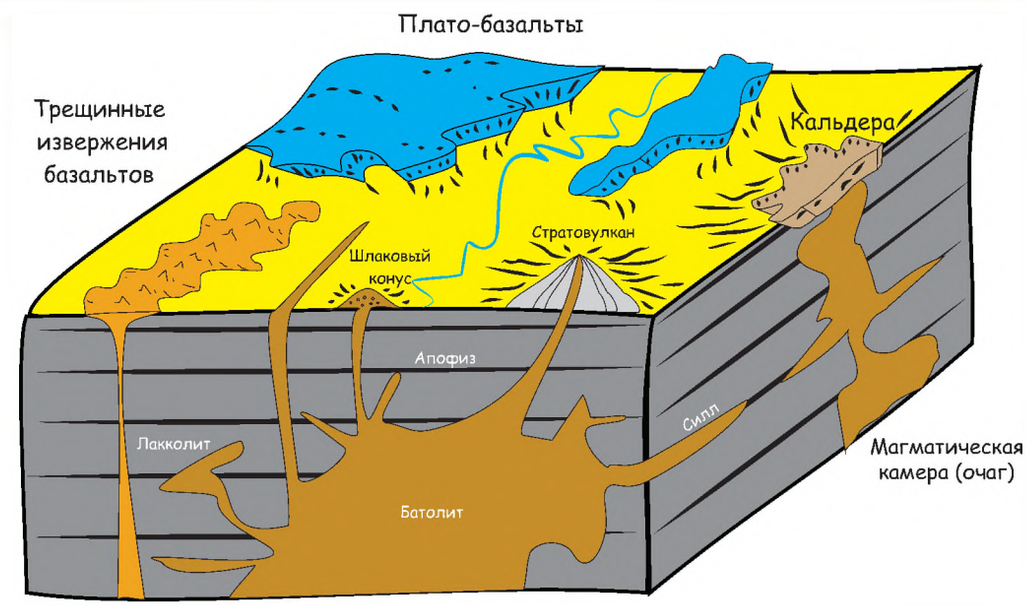
Магматизм – процесс образования и перемещения магмы в недрах Земли. Магма – расплав веществ мантии и Земной коры.

Главной движущей силой магматизма является энергия ядерных реакций в мантии или Земной коре, возникающих из-за гравитационного уплотнения вещества, самопроизвольного радиоактивного распада пород или гравитационных деформаций Земли вызываемых притяжением Луны, вращением вокруг собственной оси, вокруг Солнца и центра галактики.

Основными параметрами, характеризующими магматизм на всем протяжении его развития являются температура и давление магмы, наличие в ней жидкостей и газов (флюидов) и их температурный режим. От этих и других характеристик магматизма зависит скорость его протекания и результаты.

Перемещение магмы из нижележащих в вышележащие слои Земли (вплоть до выхода на поверхность) происходит в результате плотностного расслоения, когда расплав магмы, обогащенный расплавленными сопутствующими породами, жидкостями и газами, становится легче вмещающих ее пород. В зависимости от состава расплавленных веществ выделяют гранитную и базальтовую

ФОРМЫ ИНТРУЗИВНЫХ ТЕЛ И ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ



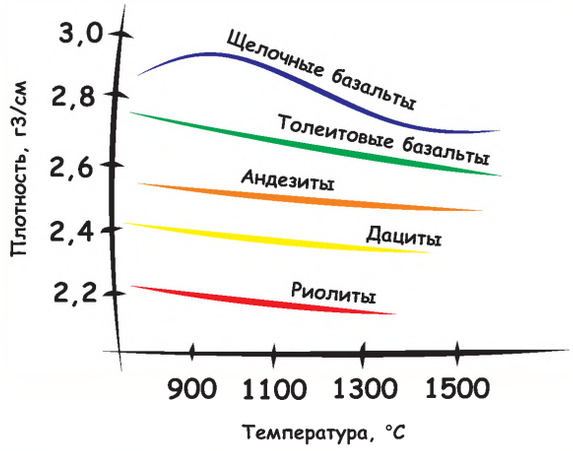
магмы. Гранитная приурочена к континентальному магматизму, базальтовая - к океаническому.

Температура земной коры уменьшается по мере приближения к земной поверхности, поэтому магма, поднимаясь, постепенно остывает. Если процесс кристаллизации магмы происходит до выхода на поверхность, тогда магматизм называют интрузивный, при выходе магмы на поверхность Земли - эффузивный или вулканический.

Следствия магматизма для планеты Земля огромны. Прежде всего, в результате магматизма создавалась и продолжает увеличиваться Земная кора, являющаяся местом жизни человека. Кроме того, в месте выхода на поверхность Земли магма раздвигает земную кору, способствуя разделению ее на отдельные блоки (литосферные плиты).

В процессе этих преобразований, возникают различные кристаллы, минералы, горные породы и геологические тела. Многие из этих новообразований используются как полезные ископаемые в чистом или переработанном (обогащенном) виде в различных отраслях народного хозяйства.

Современные тенденции магматизма сводятся к спокойному развитию тектоно-магматических процессов при снижении их общей энергоемкости и активности, обусловленной снижением интенсивности теплового потока Земли. Но в случае возникновения каких-либо внешних резких воздействий (ядерные войны, столкновения с крупными космическими телами и т.п.), степень проявления магматизма может резко изменяться.



Характеристики магмы

С точки зрения химического состава, магма представляет сложную многокомпонентную систему, образованную в основном **кремнеземом SiO_2** и веществами, химически эквивалентными силикатам Al, Na, K, Ca. Преобладающим компонентом магмы является кремнезем. Состав магм зависит от состава материала, за счет плавления которого они образуются.

На больших глубинах в магмах в растворенном состоянии присутствуют летучие компоненты — **пары воды и газов (H_2S, H_2, CO_2, HCl, и др.).** В условиях высоких давлений их содержание может достигать 12%. Они являются химически очень активными, подвижными веществами и удерживаются в магме благодаря высокому внешнему давлению.

При медленном движении магмы, ее кристаллизация начинается в процессе подъема, и тогда она превращается в трехфазную систему: газы, расплав и плавающие в нем кристаллы минералов. Дальнейшее охлаждение магмы приводит к переходу всего расплава в твердую фазу и к образованию **магматической породы.** При этом летучие компоненты отделяются, и основная их часть удаляется по трещинам, окружающим магматическую камеру, или непосредственно в атмосферу в случае излияния магмы на поверхность. В затвердевшей породе сохраняется лишь незначительная часть газовой фазы в виде мельчайших включений в минеральных зернах.

Таким образом, состав исходной магмы определяет состав главных, породообразующих минералов сформировавшейся породы.

Температура интрузивных магматических расплавов изменяется в пределах 700-1100 °С, а эффузивных — 900-1100 °С, иногда достигая 1350 °С, за счет взаимодействия с атмосферным кислородом.

Виды вулканов

- **Щитовидные вулканы** образуются в результате многократных выбросов жидкой лавы. Эта форма характерна для вулканов, извергающих базальтовую лаву низкой вязкости: она вытекает как из центрального кратера, так и из склонов вулкана. Лава равномерно растекается на многие километры. Как, например, на вулкане **Мауна-Лоа** на Гавайских островах, где она стекает прямо в океан.
- **Шлаковые конусы** выбрасывают из своего жерла только такие неплотные вещества, как камни и **пепел**: самые крупные обломки скапливаются слоями вокруг кратера. Из-за этого вулкан с каждым извержением становится всё выше. Лёгкие частицы отлетают на более дальнее расстояние, что делает склоны пологими.
- **Стратовулканы**, или «слоистые вулканы», периодически извергают лаву и **пирокластическое вещество** — смесь горячего газа, пепла и раскалённых камней. Поэтому отложения на их конусе чередуются. На склонах стратовулканов образуются ребристые коридоры из застывшей лавы, которые служат вулкану опорой.
- **Купольные вулканы** образуются, когда гранитная, вязкая магма вздымается над краями кратера вулкана и лишь небольшое количество просачивается наружу, стекая по склонам. Магма закупоривает жерло вулкана, подобно пробке, которую накопившиеся под куполом газы буквально вышибают из жерла.
- **Сложные вулканы:** смешенные и составные.

Вулканизм - разновидность магматизма при котором продукты магматизма выходят на земную поверхность (эффузивный магматизм). Вулканизм возникает и протекает в результате тех же процессов, что и магматизм.

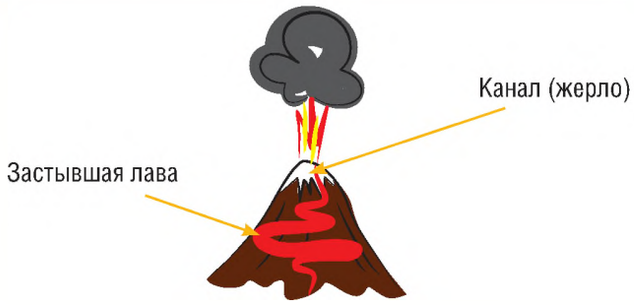
Количество вулканических процессов составляют не более 10 % от магматических, несмотря на это их знают все. Это объясняется их наглядностью (поверхность Земли) и эффектностью. Но по существу вулканизм - тот же магматизм, отличительной чертой которого является наличие в магме значительно большего количества сопутствующих газов, способствующих быстрому (иногда взрывному) выходу магматического расплава (лавы) и сопутствующих продуктов на Земную поверхность.

Вулканизм имеет эндогенное происхождение, но происходит на Земной поверхности в экзогенных условиях. Выходя на поверхность земли или дно океана, магматический расплав (лава) увеличивает объем Земной коры, образуя характерные купола, высота которых достигает нескольких километров. Чаще всего это происходит в области срединных океанических хребтов и зонах субдукции, расположенных вдоль материков (см. «движение литосферных плит»). Химический состав и температура магмы определяют характер извержения, качество и количество вынесенного материала.

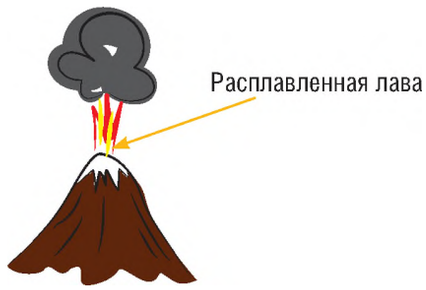
Вулканизм преобразует Земную кору, осуществляя обмен веществ между твердыми оболочками Земли ядром и мантией, отражает эволюцию Земли, происходившую в течение всей ее геологической истории. Также он является индикатором существующих на Земле геодинамических обстановок растяжения (мантийный вулканизм) и сжатия (коровый и мантийно-коровый), отражает наличие цикличности на фоне общего необратимого развития Земли.

Продукты извержения вулканов могут быть твердыми, жидкими, газообразными и распространяться на десятки и сотни километров, представляя серьезную опасность для двигателей самолетов (вулканический пепел), здоровья и жизни людей. Позитивным результатом взаимодействия лавы и других продуктов

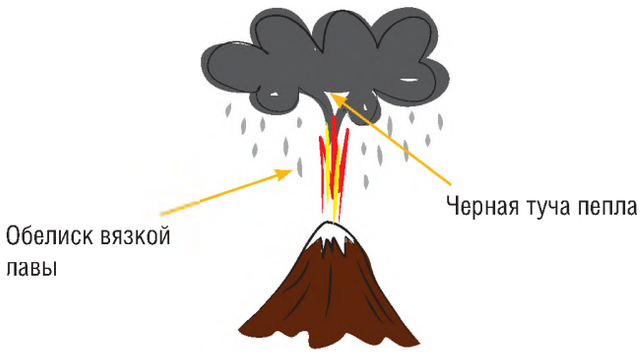
ТИПЫ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ИЗВЕРЖЕНИЙ



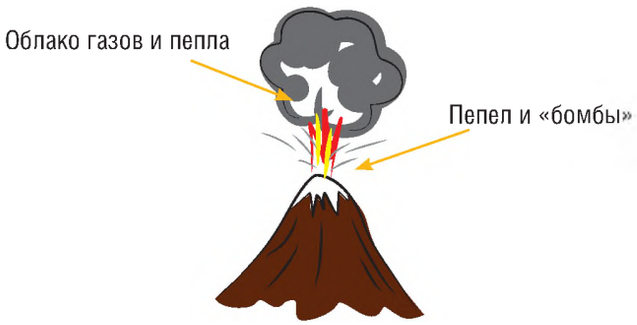
Гавайский. Жидкая лава образует низкий и широкий (щитовой) вулкан



Стромболианский (от Стромболи). Взрывы высоко выбрасывают светлое облако с мелкими «бомбами» и шлаком



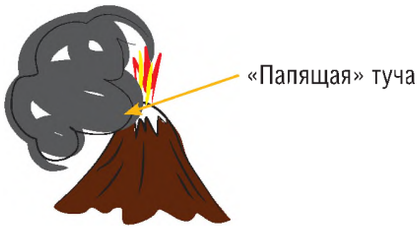
Плинианский (описал для Везувия Плиний Младший). Пыль, пепел и газы образуют над кратером грибовидную тучу огромной высоты



Вулканский (от Вулькано). Взрывы высоко выбрасывают черное облако пыли и пепла с крупными «бомбами»

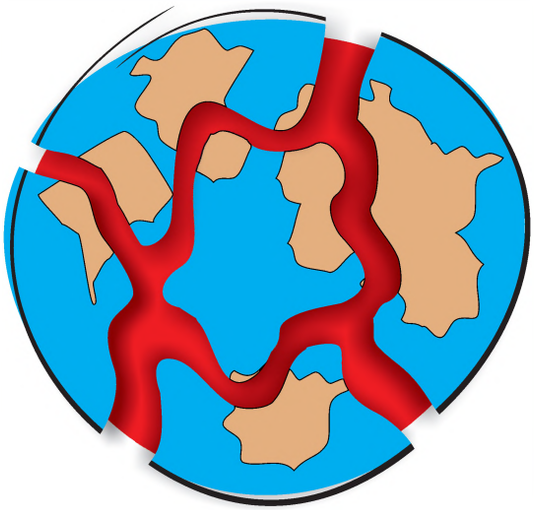
вулканизма с атмосферой, гидросферой и биосферой является широкий спектр образующихся полезных ископаемых.

Общая тенденция снижения глубинной активности Земли прослеживается также и в деятельности вулканов. Когда активность вулкана либо прекращается навсегда, либо он «дремлет» в течение тысяч лет, на самом вулкане и его окрестностях продолжают действовать остаточные (поствулканические) процессы и явления, связанные с остыванием магматического очага – гейзеры, гидротермы, фумаролы. Подобные явления широко развиты во всем мире, включая Камчатку, Крым, Кавказ.

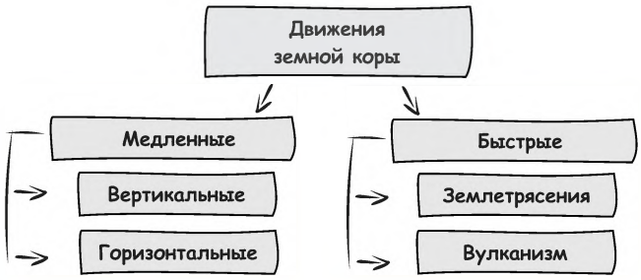


Пелейский (от Монтань-Пеле на Мартинике). Вслед за густой лавой ползет «палящая туча» из газов и пеппа

ДВИЖЕНИЕ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



Литосферными принято называть плиты, объединяющие в себе часть Земной коры и верхнюю часть мантии. На поверхности планеты границы плит проходят как по материковой, так и по океанической части Земной коры. Океаническая кора относительно молодая (менее 200 миллионов лет), континентальная более древняя. В современную эпоху земная кора разделена на ряд мелких и 8 крупных литосферных плит, занимающих более 90 % поверхности Земной коры. Названия плит подчеркивают их местонахождение: Австралийская, Антарктическая, Африканская, Евразийская, Индостанская, Северо-Американская, Тихоокеанская и Южно-Американская.

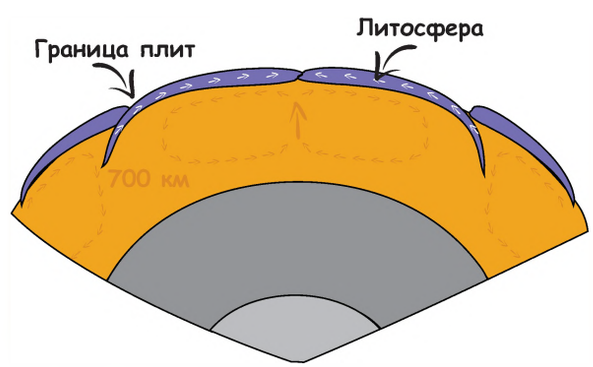


Горизонтальная скорость движения плит колеблется в изменяется от 1 до 18 см в год. Также, происходят вертикальные колебания плит со скоростью 1-2 см в год, в горных районах иногда до 20 см. Скольжение (опускания — поднятия), а тем более столкновения, сопровождаются землетрясениями и возникновением разрушительных океанических волн (цунами). При опускании плиты на глубину 100-200 км давление и температура повышаются вследствие чего происходит выделение флюидов — перегретых минеральных растворов. Флюиды, перемещаясь к Земной поверхности плавят вмещающие породы и выносят магму на поверхность в виде вулканов. Горизонтальные и вертикальные перемещения плит приводят к смятию пород и образованию складок и надвигов.

Литосферные плиты медленно, но постоянно перемещаются относительно друг друга. Перемещение происходит в результате действия многих факторов, например магматизм, в процессе которого магматические расплавы внедряются в Земную кору, кристаллизуются – разрывая, раздвигая и наращивая ее.

Многократный излив лав с последующим их остыванием происходит чаще всего в рифтовых зонах срединно-океанического хребта. Таким образом происходит раздвигание и наращивание литосферных плит (спрединг), которые, удаляясь от хребта в противоположные стороны, постепенно погружаются вниз. Погружение (субдукция) происходит в астеносферу (670 км) – жидкую прослойку мантии. При этом более тяжелая океаническая плита уходит под континентальную с различными углами наклона, за счет большей массы, достигая иногда глубины 2900 км. При равенстве масс плит происходит их столкновение (коллизия).

Несмотря на медленные скорости движения, литосферные плиты могут перемещаться на сотни километров, вызывая упругие деформации, разрывы горных пород и землетрясения. Упругие и пластические деформации происходят в результате действия



поперечных и продольных сил сжатия и растяжения, приводят к образованию различных форм залегания горных пород. Основными типами складчатых нарушений являются синклинали и антиклинали, а разрывных – сброс, взброс, сдвиг и надвиг (покров).

При погружении нижняя, как правило, океаническая, плита изгибается, в ней возникают напряжения (в результате происходит землетрясение, после которого напряжения снижаются).

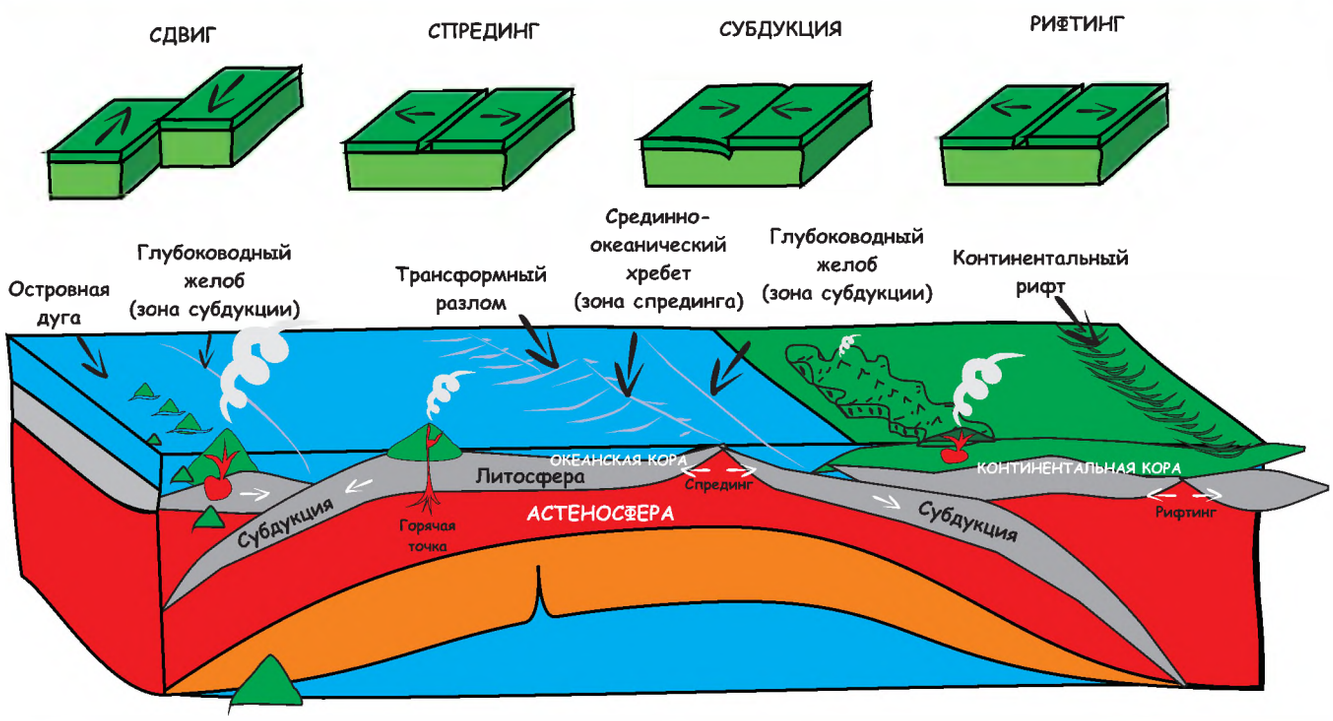
При опускании плит на глубину 100 и более километров повышаются давление и температура пород. В результате увеличения температуры порода выделяет перегретые минеральные растворы (флюиды), которые вызывают плавление горных пород, образование магматических очагов и извержение вулканов.

В результате движения литосферных плит: деформируются горные породы, возникают землетрясения, цунами, создаются, распадаются и дрейфуют материки, образуются месторождения полезных ископаемых, происходит множество других геологических событий различного масштаба.

Разработанная в последние десятилетия мобилистская теория, опирающаяся на закономерности и следствия движения литосферных плит, позволила объяснить основные тенденции развития тектонических процессов Земли, связать их с особенностями и результатами геологических процессов и вплотную подойти к вопросам прогнозирования геологического будущего планеты Земля.

Наиболее масштабными результатами процесса движения литосферных плит являются деформации, разрывы, формы залегания горных пород, рельеф Земной поверхности и океанического дна; метаморфические преобразования пород, распад и соединение материков, появление и исчезновение морей и океанов; образование месторождений полезных ископаемых и другие масштабные геологические события и явления.

ВИДЫ ДВИЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



Землетрясение — мгновенное скачкообразное высвобождение энергии за счет разрыва горных пород в очаге землетрясения (гипоцентр) и передачи из недр к поверхности Земли упругих колебаний, обладающих большой разрушительной энергией.

Эпицентр - место, находящееся над гипоцентром на поверхности Земли. Основными причинами землетрясений являются движения литосферных плит и предшествующий им магматизм (вулканизм).

Среди ученых наблюдаются расхождения в представлениях о глубине нахождения гипоцентров. Одна точка зрения сводится к тому, что гипоцентры землетрясений не могут находится глубже 100 км, т.к. на этой глубине вещество под действием температуры и давления из твердого состояния превращается в текучее. Другая часть ученых предполагает, что при самых сильных, катастрофических землетрясениях, их протяженность составляет 500-1000 км, а гипоцентр находится на глубине нескольких сотен километров.

Масштаб землетрясения определяется его магнитудой. Магнитуда характеризует землетрясение как цельное, глобальное событие и не является показателем интенсивности землетрясения, ощущаемой в конкретной точке на поверхности Земли. Магнитуда землетрясения - безразмерная величина, пропорциональная логарифму отношения максимальных амплитуд определенного типа волн данного землетрясения и некоторого стандартного землетрясения. Расчеты показали, что размер очага землетрясения при слабых, едва ощутимых человеком толчках измеряется в длину и по вертикали несколькими метрами.

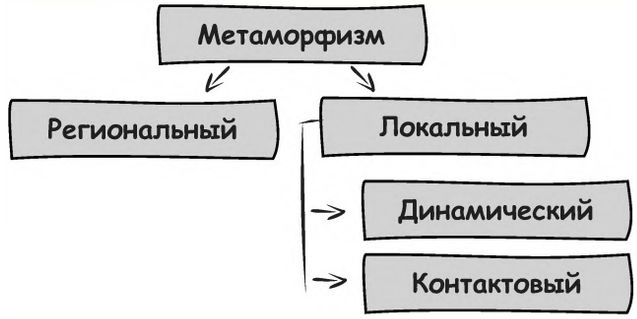
Это любопытно!

Очаги при самых сильных, катастрофических землетрясениях имеют протяженность 500—1000 км и уходят на глубину до 50 км.

Результатами землетрясений являются цунами, оползни, обвалы, повреждение и разрушение зданий и сооружений, человеческие жертвы. Разрушающее действие передается от гипоцентра на поверхность земли с огромной скоростью, достигающей 8 км/с, поэтому людям для спасения остаются считанные минуты.

При землетрясениях устраняются напряжения, накапливающиеся при движении литосферных плит, сопровождающиеся их изгибом и перемещением. В связи с ослаблением тектоно-магматической деятельности Земли степень проявления землетрясений, на данном этапе ее развития, постепенно снижается.

Балл	Сила землетрясения	Краткая характеристика
1	Незаметное сотрясение почвы	Отмечается только сейсмическими приборами.
2	Очень слабые толчки	Отмечается сейсмическими приборами. Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя.
3	Слабое	Ощущается лишь небольшой частью населения.
4	Умеренное	Распознаётся по лёгкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стёкол, скрипу дверей и стен.
5	Довольно сильное	Под открытым небом ощущается многими, внутри домов — всеми. Общее сотрясение здания, колебание мебели. Маятники часов останавливаются. Трещины в оконных стёклах и штукатурке. Пробуждение спящих.
6	Сильное	Ощущается всеми. Многие в испуге выбегают на улицу. Картины падают со стен. Отдельные куски штукатурки откалываются.
7	Очень сильное	Повреждения (трещины) в стенах каменных домов. Антисейсмические, а также деревянные и плетневые постройки остаются невредимыми.
8	Разрушительное	Трещины на крутых склонах и на сырой почве. Памятники сдвигаются с места или опрокидываются. Дома сильно повреждаются.
9	Опустошительное	Сильное повреждение и разрушение каменных домов. Старые деревянные дома кривятся.
10	Уничтожающее	Трещины в почве иногда до метра шириной. Оползни и обвалы со склонов. Разрушение каменных построек. Искривление железнодорожных рельсов.
11	Катастрофа	Широкие трещины в поверхностных слоях земли. Многочисленные оползни и обвалы. Каменные дома почти совершенно разрушаются. Сильное искривление и выпучивание железнодорожных рельсов.
12	Сильная катастрофа	Изменения в почве достигают огромных размеров. Многочисленные трещины, обвалы, оползни. Возникновение водопадов, подпруд на озёрах, отклонение течения рек. Ни одно сооружение не выдерживает.



Метаморфизм – это химические и минералогические преобразования первичных (осадочные и магматические) и вторичных (метаморфических) горных пород, в результате физико-химических процессов. Причинами преобразования одних пород и минералов в другие являются повышение температуры и давления, а также действие высокотемпературных флюидов, происходящих в результате погружения литосферных плит в Земные недра, метеоритных «бомбардировок» и т.п.

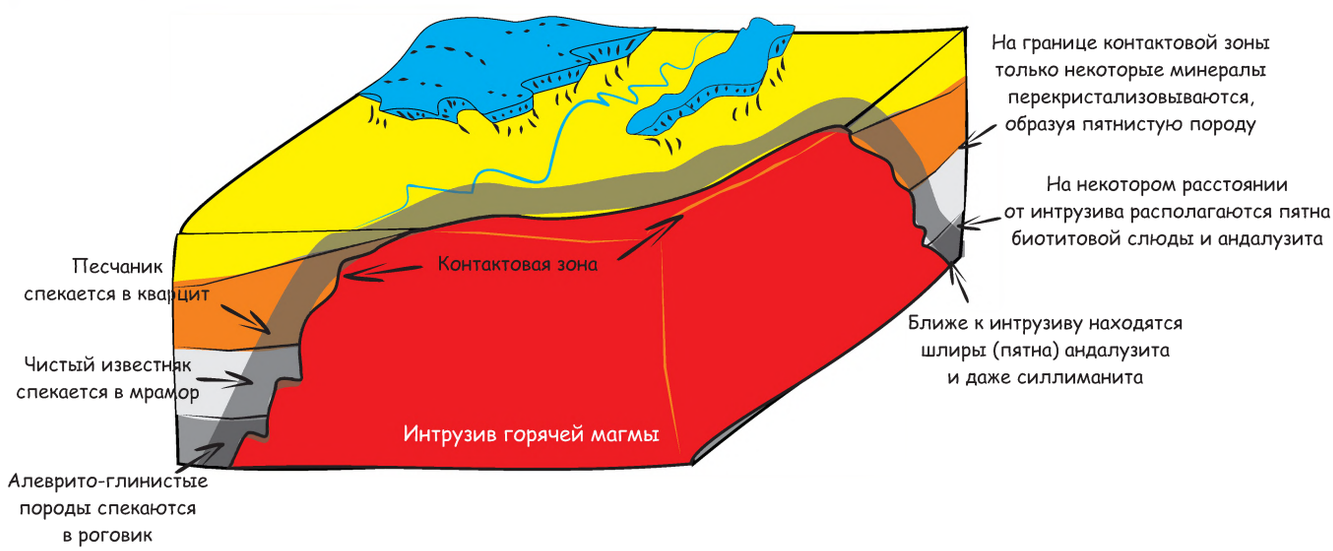
Преобразованию могут подвергаться любые осадочные и магматические породы, а также ранее образовавшиеся метаморфические.

Изменение минерального состава при метаморфизме может протекать изохимически (без изменения химического состава метаморфизуемой породы) и метасоматически (с изменением химического состава метаморфизуемой породы). В процессе метаморфических преобразований исходных пород происходит изменение их минерального состава. При этом из любой горной породы и минералов могут образовываться разные метаморфические породы за счет изменения их первичного минерального состава.

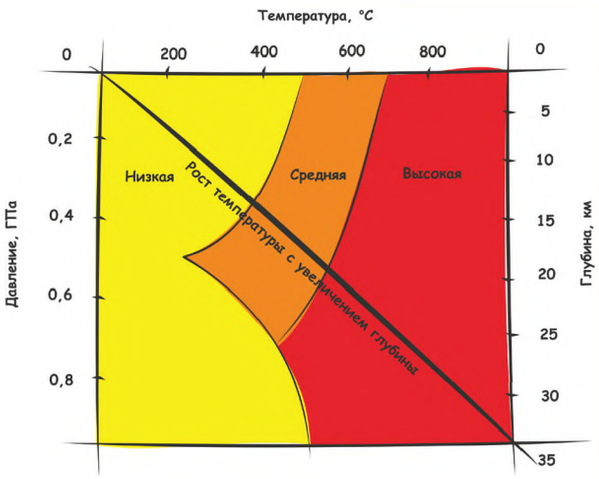
Интенсивность метаморфических процессов, в свою очередь, зависит от конкретных значений температуры, давления и флюидов, действующих в области метаморфизма. Особое значение имеют высокотемпературные флюиды (жидкости, расплавы, газы), которые существенно усиливают скорость и степень метаморфических преобразований. Например, в Исландии на глубине 500 метров горные породы из-за воздействия флюидов метаморфизованы, хотя температура и давление на такой глубине не значительны. В том же месте по данным геофизической разведки на глубине 20 км породы не подвержены метаморфизму.

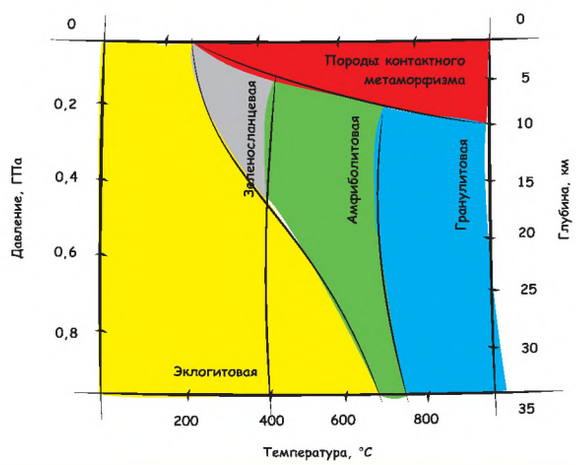
В зависимости от степени преобразования пород выделяют три ступени метаморфизма (низкую, среднюю и высокую) и шесть,

ОБРАЗОВАНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД



соответствующих им, фаций метаморфизма. Низкая ступень метаморфизма соответствует температурам 300-500 ^{0}C (голубые и зеленые сланцы), средняя – 500-650 ^{0}C – кристаллические сланцы, гнейсы, амфиболы и высокая ступень – более 650 ^{0}C – гранулиты.





МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Исходные породы	Низкотемпературная	Среднетемпературная	Высокотемпературная
Основные магматические	Зеленые сланцы (хлоритовые, тальковые..) серпентиниты	Слюдяные сланцы, амфиболиты	Гнейсы, гранулиты, эклогиты
Кислые магматические	Слюдяные сланцы	Амфибол-биотитовые гнейсы	Гранитогнейсы, гранулиты
Глины, аргиллиты	Глинистые сланцы, филлиты	Слюдяные сланцы, гнейсы	Гнейсы
Карбонаты		Мрамор	
Песчаники		Кварциты	

Характеристики метаморфизма

Метаморфизм подразделяется на эндогенный, происходящий под воздействием на породы тепла, флюидов, а также давления вышележащих слоев Земли, и космогенный, возникающий в крупных метеоритных кратерах при воздействии на породы ударных волн, порождаемых падениями крупных метеоритов.

Существуют различные виды метаморфизма.

Эндогенный метаморфизм подразделяется на региональный и контактовый. В результате регионального метаморфизма образуются метаморфические сланцы (филлиты, слюдяные сланцы, гнейсы, амфиболиты, пироксен-плагиоклазовые сланцы, эклогиты), кварциты и мраморы. Этому типу метаморфизма подвергаются геосинклинальные вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные отложения в ходе эволюционного развития складчатых поясов. Различаются ранний (догранитный) метаморфизм собственно геосинклинальной стадии развития подвижных зон и последующий метаморфизм орогенной стадии, связанный с развитием мигматитов и гранито-гнейсовых куполов. С метаморфизмом связывается разуплотнение глубинных зон земной коры и подстилающей её мантии, ведущее к орогенному воздыманию и эрозии складчатых поясов. В посторогенную стадию метаморфические складчатые толщи могут подвергаться расколам, вдоль которых развивается их повторный низкотемпературный метаморфизм (диафторез).

Контактовый метаморфизм происходит в непосредственной близости от интрузий или экструзий магм под воздействием на вмещающие породы отделяющихся от них флюидов и тепла. Интрузивные контакты, на которых флюидное воздействие магм по тем или иным причинам не проявилось, называются сухими контактами. Контактовое воздействие при очень высокой температуре приводит к метаморфизму, сопровождаемому частичным плавлением глинистых пород, и образованию роговиков, содержащих богатое водой стекло.

ВЫВЕТРИВАНИЕ

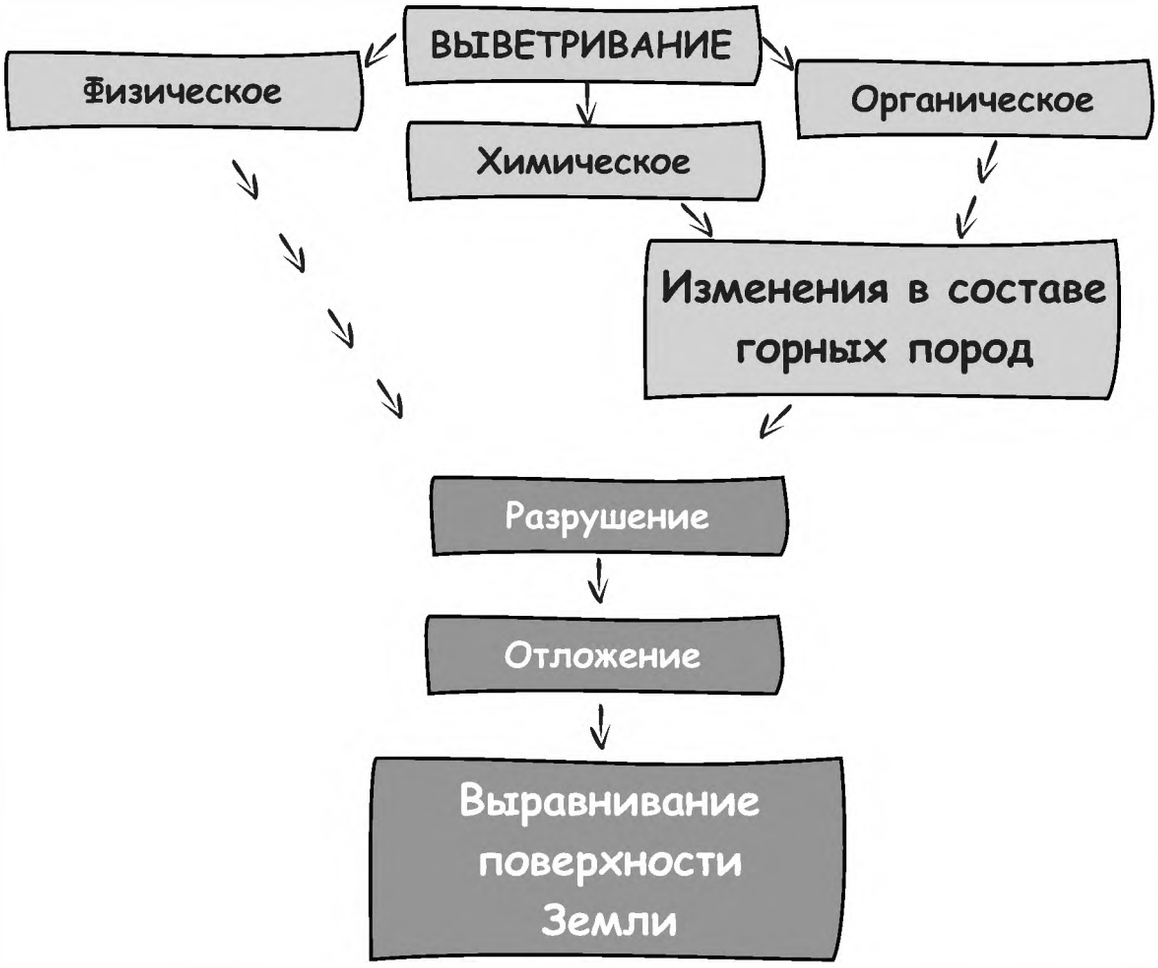
Многообразные преобразования поверхности Земной коры (экзогенные процессы) имеют много общего:

- общий главный источник энергии, приводящей в действие все экзогенные процессы, которым является поток Солнечного ветра, энергия которого преобразуется в тепловую, механическую, гидравлическую, ядерную, химическую и другие виды энергии, приводящие в действие различные геологические процессы;
- комплексность взаимодействия твердых тел, жидкостей, газов, флоры и фауны, в т. ч. человека;
- влияние гравитационного, теплового и магнитного полей Земли и др.

Выветривание – процесс изменения и разрушения минералов и горных пород в верхней части Земной коры. Выветривание тесно связано с процессами атмосферы, гидросферы, биосферы. В процессе выветривания наиболее наглядно выражается комплексная сущность геологических процессов, т. е. высочайшая степень их взаимодействия. Причинами выветривания, причем одновременно, могут быть физические, химические и биологические виды эндогенных и экзогенных воздействий. Разрушение горных пород может протекать при участии воздуха, воды, растений и организмов, гравитации, тепла Земли, Солнца и т. д.

Выветривание может происходить как в поверхностном слое Земной коры, так и на глубине десятков и сотен метров.

В зависимости от преобладающих причин, принято условно выделять следующие виды выветривания: физическое (температурное,



морозное и др.), химическое (окисление, растворение, гидратация, гидролиз), органическое (механическое разрушение, химическое разложение, образование органогенных соединений), комбинированное. Одной из наиболее распространенных причин выветривания является колебание температуры.

Интенсивность разрушения пород, подвергаемым температурным колебаниям, в большей степени зависит от структуры горной породы, ее минералогического состава, теплоемкости, цвета (черный цвет более активно поглощает солнечную энергию) и теплопроводности.

Это любопытно!

Одной из наиболее распространенных причин выветривания является колебание температуры.

При химическом (или физико-химическом) выветривании происходят глубокие преобразования и даже полная перестройка вещества горной породы. Основные агенты — вода и воздух; главнейшие химические реакции — растворение, реакции присоединения, расщепления и обмена, а также окисление и гидратация.

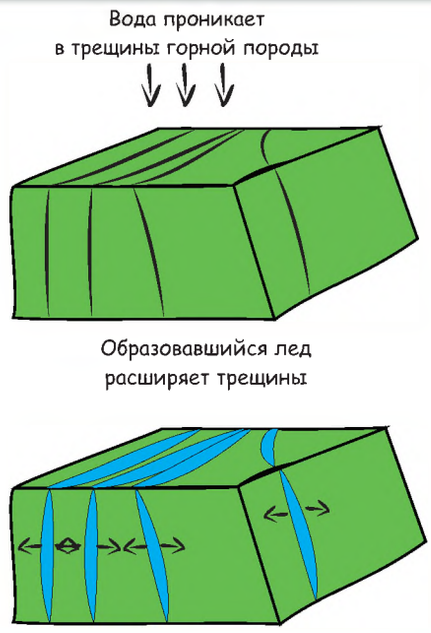
Органическое выветривание выражается в механическом разрушении горных пород корнями растений, сверлящими и роющими животными и в химических изменениях, происходящих в результате действия органических кислот, получающихся при разложении органического вещества и т. п.

Характер и интенсивность процессов выветривания обусловливаются взаимодействием перечисленных факторов, их зональным изменением в пространстве и изменением во времени. Кроме того, большую роль играют климатические изменения, форма залегания горных пород, их литологический состав, структурные и текстурные признаки и прочие факторы.

Основными результатами выветривания являются кора выветривания, элювий, делювий, пролювий, а также почвы и различные полезные ископаемые.

Причины температурного выветривания

- быстрое изменение объема в поверхностных горизонтах горных пород, что ведет к их растрескиванию;
- замерзание проникающей в трещины горных пород воды, за которым, вследствие увеличения объема, следует разрыв породы по трещинам;
- кристаллизация солей (особенно гигроскопических) из растворов в трещинах горных пород, вызывающей увеличение объема солей и разрывное действие, аналогичное замерзающей воде.



КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЛОМОЧНЫХ ПОРОД

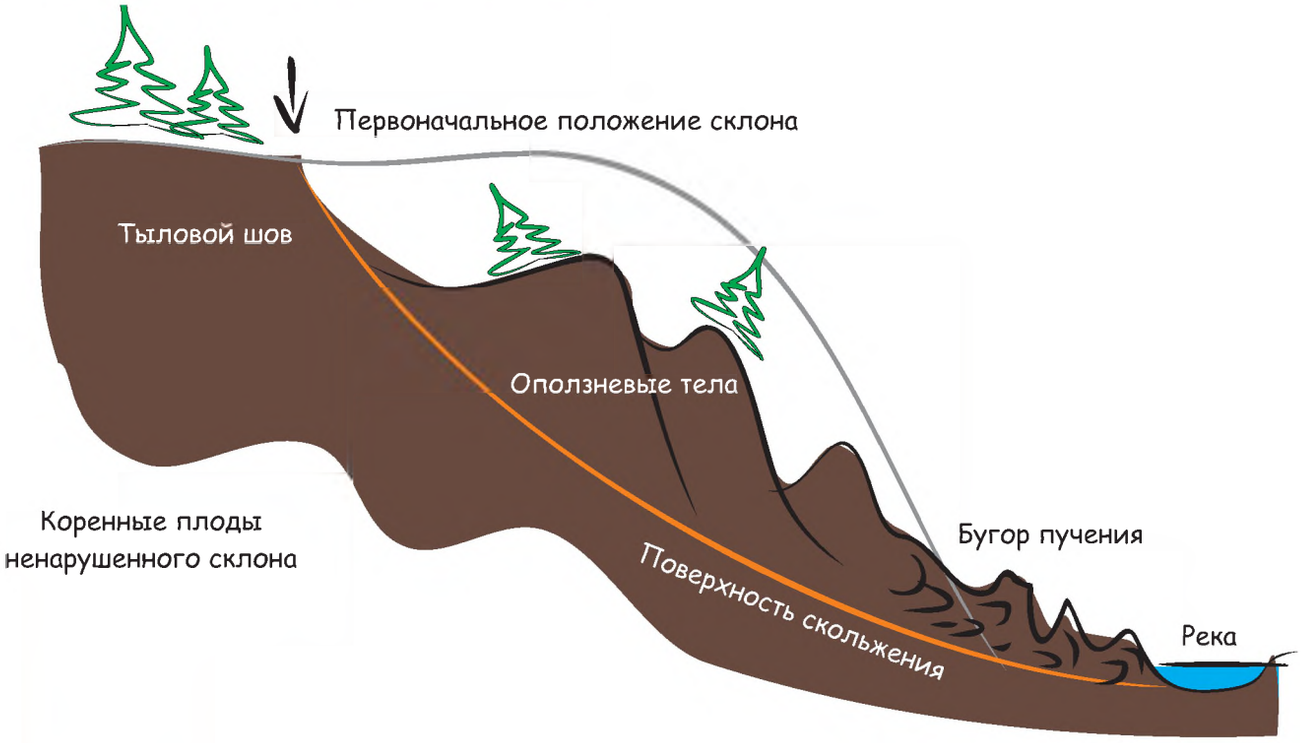
Группа пород	Р-р обломков, мм	Рыхлые породы		Сцементированные породы			
		окатанные	неокатанные	окатанные		неокатанные	
Грубообломочные (псефиты)	>200	ВАЛУНЫ	ГЛЫБЫ	КОНГЛОМЕРАТЫ	валунные	БРЕКЧИИ	глыбовые
	200-10	ГАЛЬКА	ЩЕБЕНЬ		галечные		щебневые
	10-2	ГРАВИЙ	ДРЕСВА		гравийные (гравелиты)		дресвяные (дресвяники)
Песчаные (псаммиты)	2-0.1	ПЕСКИ		ПЕСЧАНИКИ			
Алевриты	0.1-0.01	АЛЕВРИТЫ		АЛЕВРОЛИТЫ			
Пелиты	<0.01	ГЛИНЫ		АРГИЛЛИТЫ			

Гравитационные процессы - разрушение горных пород под воздействием силы Земного притяжения. Они часто возникают под действием поверхностных и подземных вод, которые подмывают основания скал, дорог, других инженерных и жилых сооружений, приводят к снижению несущих способностей грунтов, лежащих в основаниях фундаментов и т п.

Космические тела под действием силы Земного притяжения, также, принимают участие в непосредственном преобразовании Земной поверхности. Например, падение на Землю крупных астероидов приводило к вымиранию многих видов флоры и фауны. По одной из теорий, именно метеоритная бомбардировка земной поверхности дала старт ядерным процессам внутри Земли и запустила в действие геологические процессы.

Наиболее распостраненными и неприятными среди гравитационных процессов являются оползни — передвижение масс горных пород по склонам под влиянием силы тяжести.

Обычно скольжение происходит по поверхности глинистого или какого-нибудь другого водоупорного слоя (например, по-



верхности мерзлоты). Наиболее подвержены оползням склоны сложенные чередующимися водоупорными глинистыми, водопроницаемыми и водоносными слоями, а также легко выветривающимися породами.

Оползни разнообразны, встречаются в разных условиях и на различной стадии развития, однако, оползневый рельеф участков, где происходили или происходят оползни, чрезвычайно типичен.

Действие подземных вод при развитии оползней выражается в следующем:

1. Оползни происходят обычно после дождей, когда породы на склоне насыщаются водой, увеличивается их вес и ослабляются физико-механические свойства. Это один из основных факторов нарушения равновесия, вызывающих оползни.
2. Смачивание грунтовыми водами поверхности скольжения уменьшает силу трения.
3. Вода, насыщающая делювий, снижает силу сцепления слагающих его частиц, что также способствует их сползанию.
4. Движение пород вниз по склону облегчается гидродинамическим давлением подземной воды, текущей обычно в направлении перемещения оползня.

А. П. Павлов выделял свободно соскальзывающие (деляпсивные) и толкающие (детрузивные) оползни. Движение оползней иногда происходит очень быстро, но чаще они сползают достаточно медленно. Например, оползень горы Соколовой в г. Саратове происходил в течение почти суток, так что все жители разрушенных домов успели спастись.

Для борьбы с оползнями стремятся увеличить прочность склонов. Это достигается лесонасаждением, искусственным выполаживанием склона путем срезания и подсыпки, путем покрытия склона дерном с прошивкой сваями и шпильками. Более надежно склон закрепляется террасированием и постройкой бетонных и каменных стенок. Однако все эти мероприятия дают эффект лишь при закреплении сравнительно небольших оползней. Значительно надежнее мероприятия, преобразующие физические свойства пород на склонах и коренным образом меняющие режим подземных вод. К их числу относится устройство поверхностного и подземного дренажа: перехват воды нагорными канавами, осушение подземными галереями и забивными фильтрами. Применяются также замораживание и цементация оползневых участков. Эти мероприятия очень эффективны, но дорогостоящи.

В строительстве гравитационные процессы часто вызывают большие проблемы. Селевые потоки, обвалы, оползни часто приводят к разрушению дорог, зданий и сооружений, другим опасным процессам, иногда трагическим.

ВИДЫ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

- водно-гравитационные (оползни; глыбовые, блоковые, террасовидные, цирковидные — оползневая группа);
- гравитационно-водные (оползневые потоки, оплывины, грязекаменные потоки или сели — оползне-потоковая группа);
- собственно-гравитационные (мгновенные провалы, обвалы простые и сложные, оползнеобвалы, камнепады, вывалы, осыпи — обвальная группа; просадка, склоновый крипп — криппповая группа);
- подводно-гравитационные (подводные обвалы, подводные оползни, мутьевые потоки).

Карстом называется совокупность геологических явлений, сопровождающихся подземным и наземным растворением и размывом горных пород с образованием крупных полостей. Карстующиеся породы — известняки, доломиты, гипсы и ангидриды.

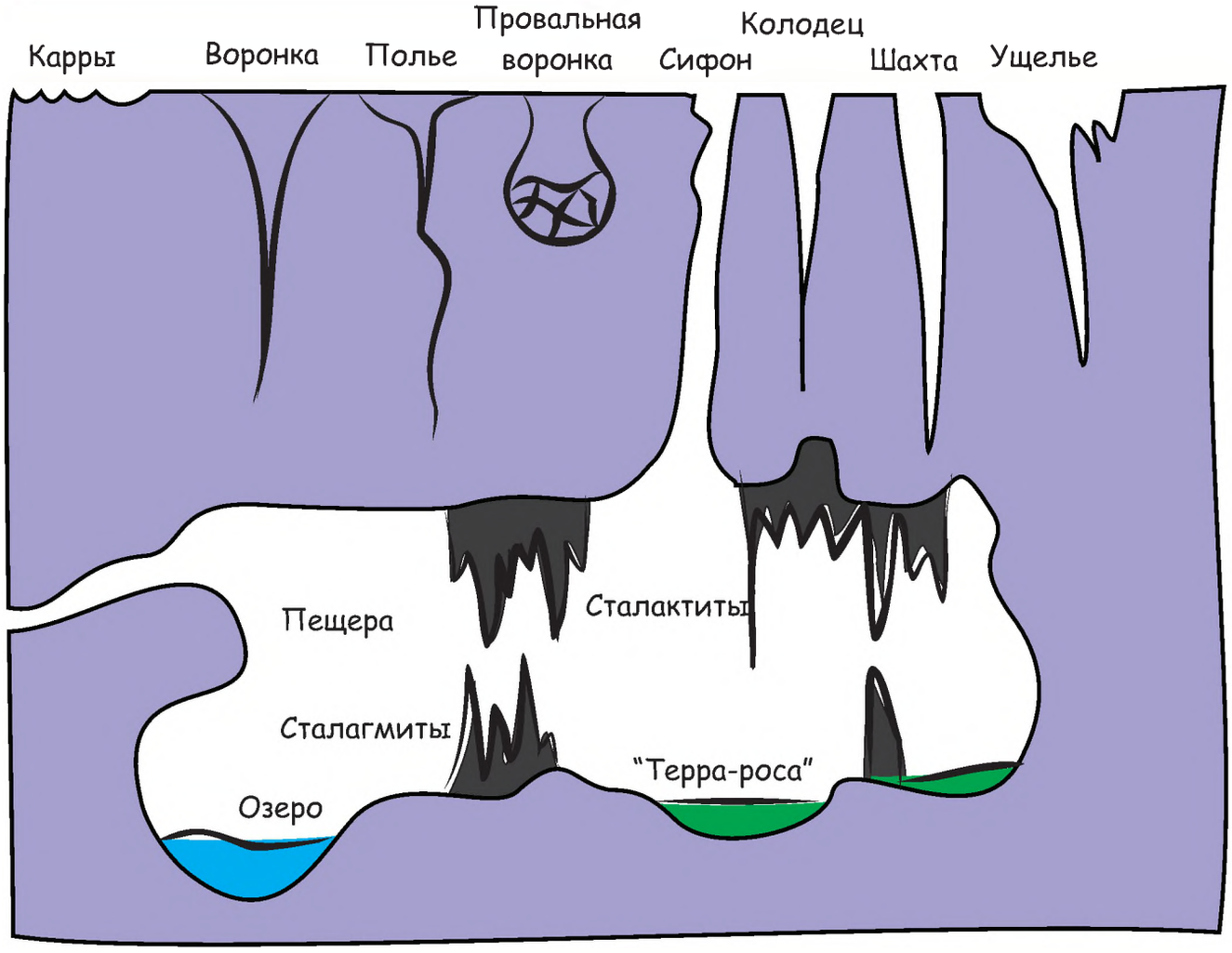
Основной причиной образования карстовых полостей является деятельность подземных вод.

Геологическая работа подземных вод прежде всего выражается в химическом взаимодействии с горными породами — растворение, гидратация, гидролиз, карбонатизация, окисление, выщелачивание, перенос и переотложение веществ. Растворение обусловлено содержанием кислорода, углекислоты и других органических и неорганических веществ.

Растворение, выщелачивание, перенос и переотложение пород подземными водами наглядно проявляются в процессе суффозии.

Суффозия (от лат. suffosio — подкапывание) - вынос из горных пород подземной водой растворенных веществ и мелких минеральных частиц. Она особенно широко проявляется в лёссах и лёссовидных грунтах и сопровождается проседанием поверхности с образованием небольших суффозионных воронок, западин и блюдец. Суффозия наблюдается на склонах долин, в оврагах, на ровной поверхности (в степях), часто

КАРСТОВЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА



вызывает суффозионные оползни. Карстово-суффозионные процессы развиваются в песчаниках и конгломератах с известковым, гипсовым и другим растворимым цементом. Цемент выносится в растворе, а песок и галька водой, уже чисто механически. Так создаются иногда значительные подземные пустоты и полости, сходные с глубинными формами карста.

Разрушительная деятельность подземных вод проявляется, главным образом, в химическом разрушении и выщелачивании горных пород, что связано с содержанием в них кислорода, углекислоты, различных органических и неорганических веществ.

Это любопытно!

Основной причиной образования карстовых полостей и оползней является деятельность подземных вод.

Карстообразование — процессы растворения горных пород атмосферными, талыми, морскими и особенно подземными водами, приводящие к появлению денудационных форм карста, а так же миграции и переотложения продуктов растворения в виде поверхностных и пещерных аккумулятивных образований либо в виде цемента в пористых толщах.

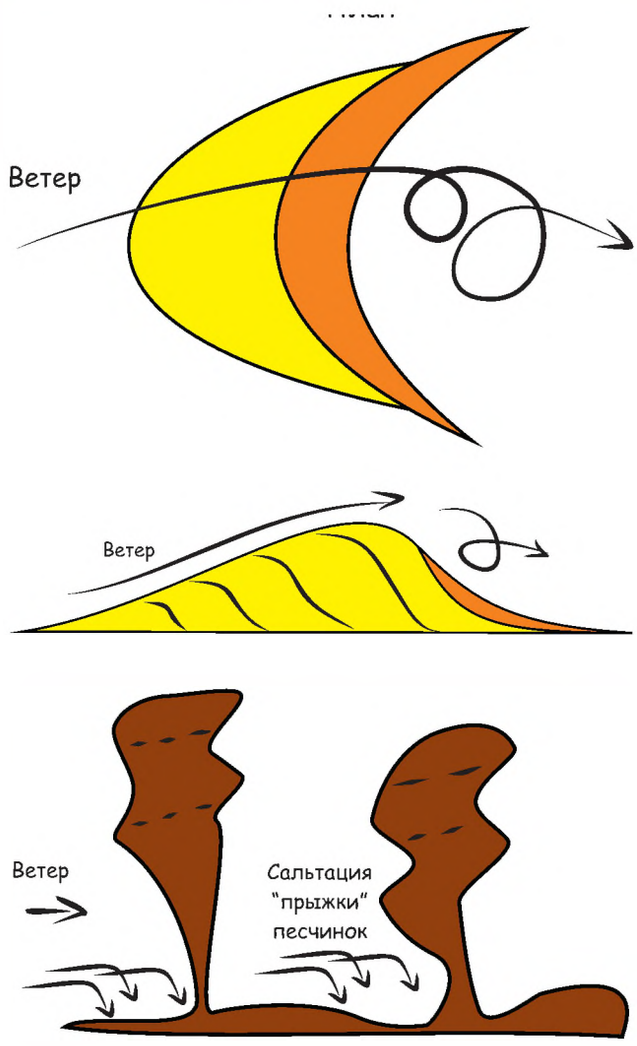
Карры – углубления в виде борозд, канавок, образующие карровые поля. Наиболее распространены карстовые воронки, колодцы. В карстовых областях исчезают реки (в Башкирии река Янан — яма 40 км под землей и 17 км на поверхности). Воды образуют горизонтальные ходы и пещеры (самая крупная — Мамонтова, США, штат Кентукки, до 100 км, в России — Четырдаг, Кунгурская пещера).

В результате наполнения поверхностными водами рыхлых пород образуются оплывины - мелкие смещения, захватывающие только верхнюю выветренную часть склонов. Происходит смещение — суглинки и супеси по глинам и специальным суглинкам. Оползни — смещение горных пород более крупных масштабов по берегам рек, озер и морей, сложенных рыхлыми породами. Слои имеют наклон в сторону откоса. Образованию оползней способствуют дожди, землетрясения, подмывы рекой или прибоем и т.д. (берега Волги, Черного моря и т.д.).

Насыщение минеральными солями подземных вод приводит к выпадению их из раствора и образованию, например, из $Ca(HCO_3)_2$ минерала арагонита. В пещерах образуются на стенах натечные корки, посреди — сталактиты и сталагмиты. Полости могут постепенно заполняться ими из вод, насыщенных кремниевой кислотой, образуя кремниевые туфы (гейзериты). В местах выхода на земную поверхность насыщенных углекислотой подземных вод откладывается углекислая известь в виде известкового туфа.

32 ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВОЗДУШНЫХ МАСС

СХЕМА БАРХАНА



Разрушение горных пород за счет перемещения песчинок прыжками — сальтацией

Ветер — это движение воздуха под действием гравитационных сил, протекающих из области высоких давлений в область низких.

Основной причиной движения воздушных масс являются колебания атмосферного давления, вызываемые неравномерным распределением солнечной энергии. Перемещение воздуха начинается при изменении давления на 25 мм. рт. ст.

Ветровые воздушные массы двигаются как правило, горизонтально и постоянно выполняют работу по переносу различного материала. Существуют 2 вида движений: горизонтальное (ветер), вращательное (смерчи, ураганы — наиболее разрушительны).

Это любопытно!

Скорость (сила) ветра измеряется по 17-бальной шкале. Скорость ветра в 17 баллов составляет 210 км/час.

При ветрах скоростью до 7 м/с около 90% песчаных частиц переносится в слое 5—10 см от поверхности Земли, при сильных ветрах (15—20 м/с) песок поднимается на несколько метров. Штормовые ветры и ураганы поднимают песок на десятки метров в высоту и перекатывают даже гальки и плоский щебень диаметром до 3—5 см и более. Мелкий пылеватый материал алевритовой размерности может подниматься в воздухе на высоту более 4 км и переноситься во взвешенном состоянии на расстояния 2000—2500 км.

Выделяют 4 вида геологической деятельности ветра: дефляцию от лат. «дефляцио» — выдувание и развевание; корразию (лат. «корразио») — обтачивание; перенос и аккумуляцию (лат. «аккумуляцио» — накопление).

Резкие суточные колебания температуры, незначительное количество осадков, отсутствие растительности или ее разреженность усиливают деятельность ветра. На значительных пространствах пустынь, одновременно с дефляцией и переносом, происходит аккумуляция и образуются эоловые отложения. Среди них выделяются два основных генетических типа — эоловые пески и эоловые лёссы.

Кроме перечисленного выше, активная геологическая деятельность атмосферы усиливается за счет частого и быстрого изменения ее состава, включающего пар и воду. Изменения происходят в процессе круговорота воды в атмосфере, гидросфере и верхней части Земной коры.

Таким образом, многие виды деятельности ветра часто связаны друг с другом, проявляются одновременно и представляют единый сложный процесс.

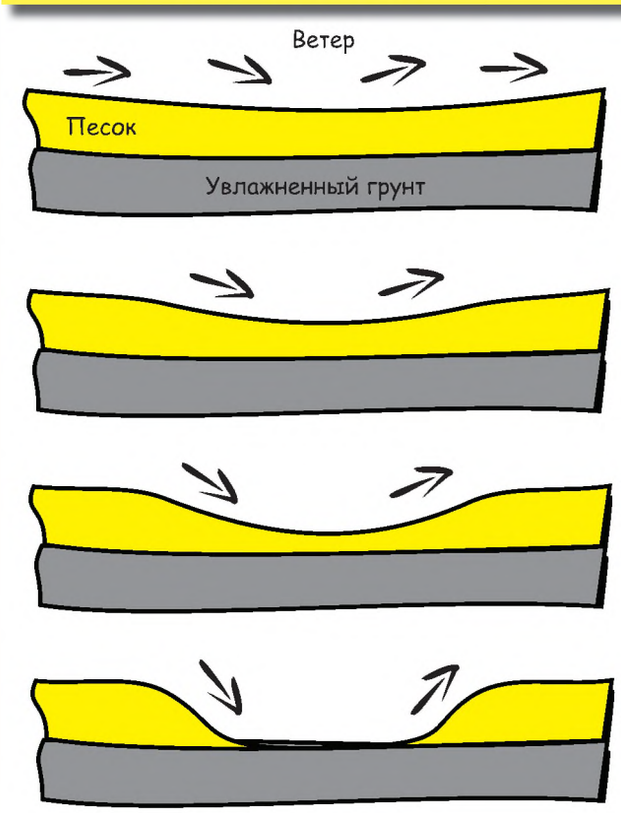
Эоловый лёсс (нем. «лёсс» — желтозем) представляет собой своеобразный генетический тип континентальных отложений. Он образуется при накоплении взвешенных пылеватых частиц, выносимых ветром за пределы пустынь в их краевые части и в горные области. Мощность лёссов колеблется от нескольких до 100 м и более.

Круговорот воздуха происходит также и в недрах Земли. В результате подземного движения воздуха горные породы насыщаются кислородом, который, выступая в роли окислителя, ускоряет химико-биологические преобразования.

Самым распространенным в них минералом является кварц, но встречаются и другие устойчивые минералы (полевые шпаты и др.). Менее стойкие минералы, такие как слюды, в процессе эоловой переработки истираются и выносятся.

В результате движения воздушных масс преобразуется рельеф пустынь (около 20% суши), в процессе которого формируются специфические отложения, в т.ч. полезные ископаемые.

ОБРАЗОВАНИЕ КОТЛОВИНЫ



ОСОБЕННОСТИ ЛЕССОВ

1) сложение пылеватыми частицами преимущественно алевритовой размерности — от 0,05 до 0,005 мм (более 50%) при подчиненном значении глинистой и тонкопесчанистой фракций и почти полным отсутствием более крупных частиц;

2) отсутствие слоистости и однородность по всей толще;

3) наличие тонкорассеянного карбоната кальция и известковых стяжений;

4) разнообразие минерального состава (кварц, полевой шпат, роговая обманка, слюда и др.);

5) пронизанность лёссов многочисленными короткими вертикальными трубчатыми макропорами;

6) повышенная общая пористость, достигающая местами 50—60%, что свидетельствует о недоуплотненности;

7) просадочность под нагрузкой и при увлажнении;

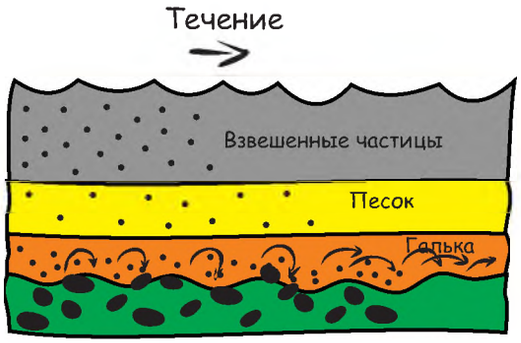
8) столбчатая вертикальная отдельность в естественных обнажениях, что, возможно, связано с угловатостью форм минеральных зерен, обеспечивающих прочное сцепление.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕКУЧИХ ВОД

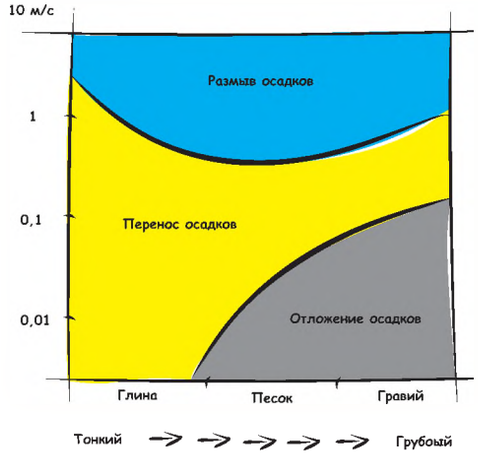
Геологическая деятельность воды заключается в разрушении, растворении, выщелачивании горных пород, транспортировке и накоплении разрушенного материала. Несколько миллионов лет воды на Земле не было вовсе, планета была сухой и горячей. По одной из основных гипотез, вода появилась на Земле в результате дегазации ее ядра, по другой - в результате интенсивных метеоритных бомбардировок поверхности Земли твердыми телами, в том числе ледяными.

Основными причинами геологической деятельности воды являются тепловая и гравитационная энергия Солнца, Земли и Луны, преобразуемая с помощью воды в механическую, химическую и биологическую работу.

Геологическая деятельность воды разнообразна, в преобразованиях горных пород задействованы ручьи, реки, моря, океаны, озера, болота, подземные и дождевые воды, воздушные массы, растения, живые организмы и т. п.



Процесс траспортировки материала в реке



Зависимость грубости аллювия, его переноса, размыва и отложения от скорости течения реки

Геологическая деятельность воды может происходить как на поверхности Земли, так и в ее недрах. К основным особенностям воды относятся:

- постоянный круговорот воды в природе (по малому и большому кругу);
- способность воды принимать участие в различных процессах: физических, химических, биологических, геологических, в т. ч. гравитационных, карстовых и др.;
- разнообразие свойств и состояний, от жидкого до твердого (лед) и газообразного;
- всю воду в природе можно разделить на: дождевую, речную озерную, болотную, морскую, океаническую, подземную, гравитационную, капиллярную, связную, атмосферную, ювенильную и др.;
- большой объем земной поверхности (70,8%) занимает вода, из нее: океаны и моря – 97,5%, реки и озера – 0,02%, ледники – 1,8%, подземные воды – 0,63%.

Это любопытно!

Геологическая деятельность воды может происходить как на поверхности Земли, так и в ее недрах.

Значимость геологической деятельности воды для человека огромна. Вода, в том или ином виде, присутствует практически во всех геологических процессах, геосферах, минералах, горных породах, в т.ч. сам человек на 70% состоит из воды.

В связи с ростом темпов развития промышленности и других отраслей народного хозяйства, пресные воды быстро загрязняются. Все большая ее часть переходит из разряда питьевой в разряд технической, насыщенной вредными веществами. Использование человеком воды, загрязненной тяжелыми металлами, нитратами, продуктами нефтехимии человеком наносит непоправимый вред его здоровью.

В перспективе количество и качество воды

могут вылится в самую масштабную проблему.

Несмотря на относительно небольшие объемы, поверхностные текучие воды, к которым относятся дождевые струи, ручьи и реки, выполняют огромный объем работ по размыву и транспортированию разрушенного материала (ежегодно, около 50 кубических километров воды) на дно озера, моря, океана.

Причинами движения поверхностных вод являются действие силы гравитации Земли, уклон рельефа, а также вращение Земли, в результате которого подмывается правый берег рек, текущих на Юг и левый, текущих на Север.

Объем геологической работы, выполняемой поверхностными текучими водами, зависит от массы воды и скорости ее движения. Чем больше масса воды и скорость ее течения, тем больше совершаемая работа.

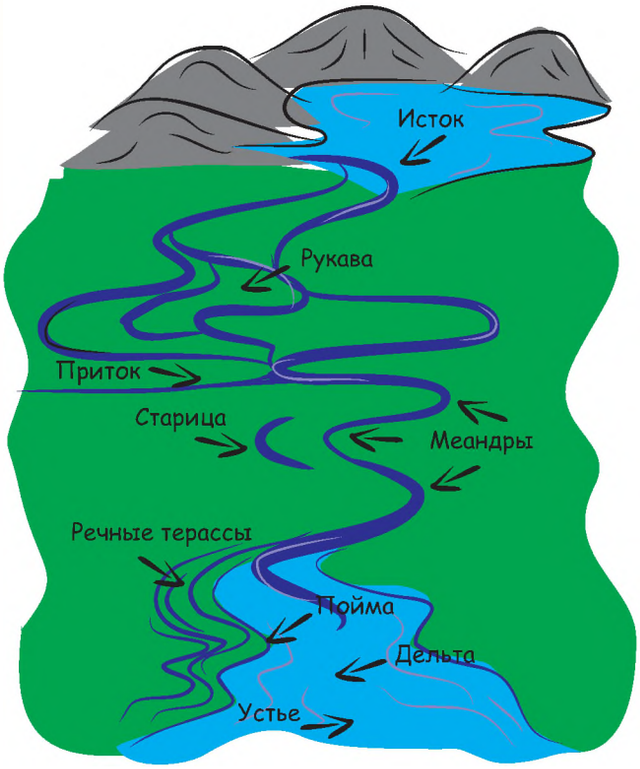
Атмосферные осадки, выпадая на поверхность Земли, распределяются различным образом. Часть из них просачивается в глубину и идет на пополнение подземных вод, часть испаряется в атмосферу, а другая часть стекает на поверхности, образуя поверхностный сток, который делится на площадной и линейный.

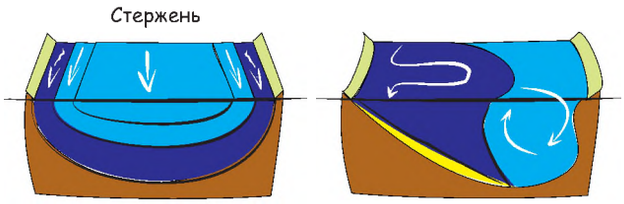
Поверхностные текучие воды участвуют в общем круговороте воды в природе, испаряясь в атмосферу, возвращаясь на Землю в виде различных осадков, дренируясь в подземное пространство и снова возвращаясь на дневную поверхность, выполняя одновременно различную геологическую работу.

Степень проявления геологической деятельности поверхностных текучих вод на различных этапах геологического развития существенно различается.

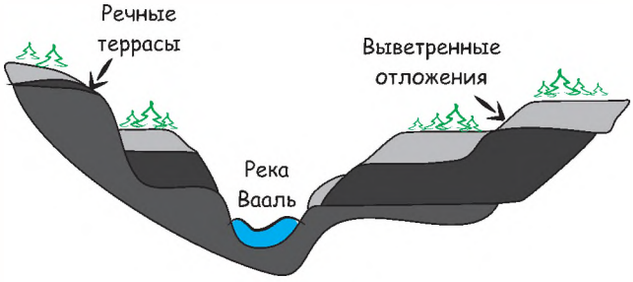
Результатами работы поверхностных текучих вод являются: разрушение пород и перемещение разрушенного материала (17 млрд. т. в год) в моря и океаны, изменение форм рельефа Земной коры (овраги, речные долины, балки и т. п.), формирование новых минералов, осадочных горных пород, месторождений полезных ископаемых и т. п.

СТРОЕНИЕ РЕКИ





Характер течения в реке при разных формах русла



Берега реки

Озерами называются впадины на поверхности суши, заполненные водой и не имеющие непосредственной связи с Мировым океаном. Озерные впадины бывают экзогенного и эндогенного происхождения. Причины образования озер: старение рек и выпрямление их русла, движение ледников, карстовые провалы грунта и др. Источники питания: атмосферные осадки, ручьи, реки, подземные воды выходящие на поверхность, талые воды ледников и др.

Главным видом геологической деятельности озер является аккумулирующая работа. Озера по масштабам своей геологической деятельности уступают океанам и морям. К самым крупным из них относятся озеро Байкал, Каспийское море-озеро (395 тыс. км^2), озеро Верхнее в Северной Америке (82,4 тыс. км^2) и озеро Виктория в Африке (69,4 км^2). Озера разделяют по гидрогеологическому режиму, химическому и биологическому составу.

В районах влажного климата расположены пресноводные проточные озера, для которых характерны обломочные осадки (илы, пески, иногда гравий и галечник), так как они имеют интенсивный поверхностный сток.

Разрушительная работа вторична для озер, она происходит в основном в прибрежной зоне и связана с воздействием ветровых волн. Под ударами волн берег разрушается и постепенно отступает. Интенсивность разрушения находится в прямой зависимости от величины водоема. У относительно небольших озер, с установившимся уровнем абразия минимальна.

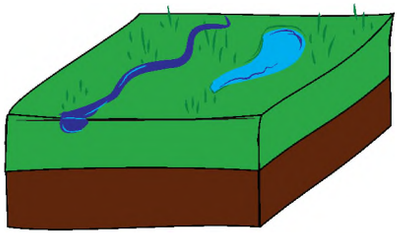
Перенос разрушенного материала происходит как в механической форме – перекатыванием по дну, в виде взвесей, так и в химической – в виде истинных и коллоидных растворов. Весь материал, поступающий в озера, разносится волнами и течениями по всему водоему и отлагается на его дне.

Это любопытно!

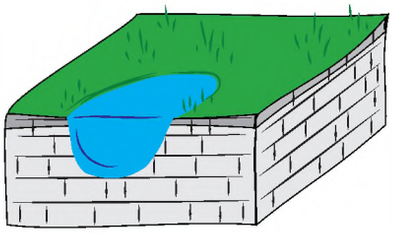
Причинами образования озерных котловин являются старение рек и выпрямление русла, движение ледников и др.

Хемогенные осадки достаточно разнообразны и встречаются в различных типах озер. Усиленное испарение приводит к перенасыщению растворов и химическому осаждению (садке) солей. Хемогенные осадки в виде поваренной, калийной, глауберовой солей, гипса и другие образуются, преимущественно, в озерах аридного климата, чаще всего бессточных.

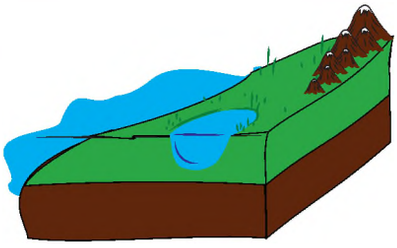
Небольшие глубины озер благоприятствуют развитию богатого органического мира, следовательно, формированию органогенных отложений – сапропелей, диатомитов и известняков-ракушечников и т. п.



Озеро-старица



Озеро в карстовой воронке



Озеро-лагуна

Болотами называются участки земной поверхности с избыточным увлажнением верхних горизонтов горных пород и развитием влаголюбивой болотной растительности. На Земном шаре они занимают площадь около 2 млн. км^2. Исходным материалом для геологической деятельности болот является материал, осажденный на дне озер, появляющихся по мере старения и обмеления.

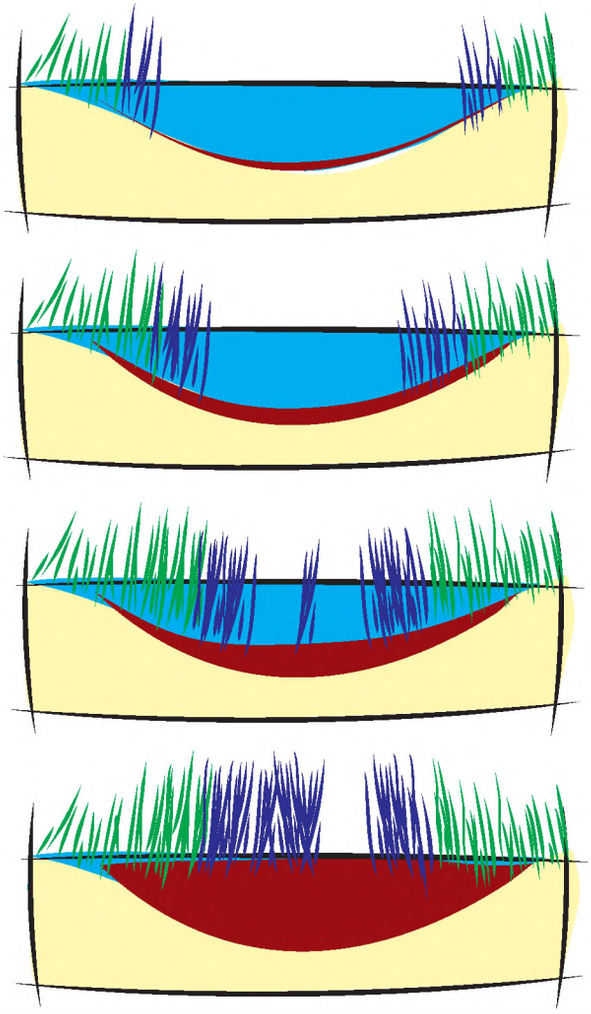
В верхних слоях болот существует частичное поступление кислорода, поэтому осадки преобразуются в перегной (гумус), в нижних слоях – в торф.

В процессе преобразования торфа происходит постепенное возрастание в нем содержания углерода (до 57-59 %). Таким образом торф переходит в буроугольную стадию, т. е. в бурый уголь. В дальнейшем, в процессе увеличения температуры, бурый уголь переходит в более твердое состояние – каменный уголь. При дальнейшем увеличении температуры и давления каменный уголь превращается в антрацит – наиболее ценный вид угля.

Хемогенные осадки образуются в болотах в небольших количествах из перенасыщенных железистых соединений, в восстановительной среде преобразуются в болотные железные руды, в окислительной – в бурые железняки.

Геологическая значимость болот связана, прежде всего, с процессом переработки материала, осажденного в озерах, с образованием впоследствии полезных ископаемых, включающих сапропель, уголь, нефть.

ОБРАЗОВАНИЕ БОЛОТА

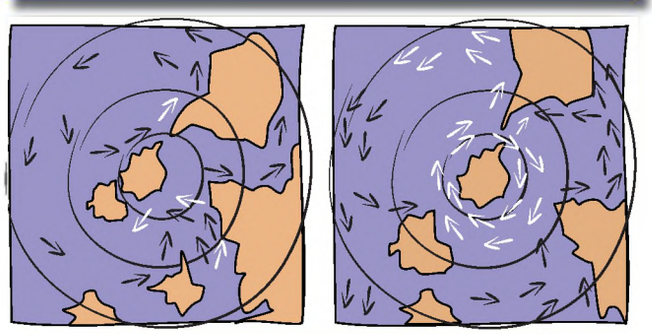


Образование запрудного, или плотинного, озера

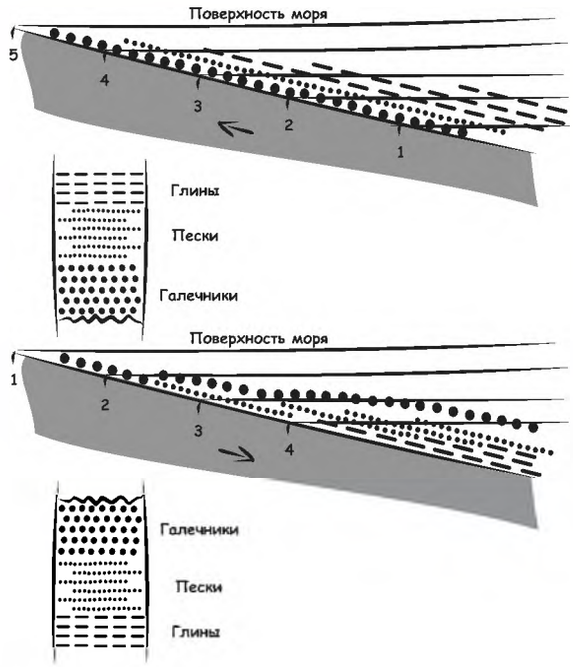
Геологическая деятельность океанов и морей заключается в разрушении, растворении, выщелачивании, транспортировке и накоплении минералов, пород, остатков организмов и т.п. Указанная геологическая работа воды выполняется за счет тепловой и гравитационной энергии Солнца, Земли и Луны, преобразуемой в кинетическую, химическую и биологическую энергию воды. На протяжении длительной истории развития Земной коры, моря и океаны не раз меняли свои границы, покрывая периодически различные ее части.

Моря и океаны занимают около 361 млн км^2, что составляет 70,8% всей земной поверхности. Контактируя с породами, составляющими дно океана, вода обогащается огромным количеством различных веществ, которые поставляются также из рек. Таким образом, морская и океанская вода становится сильно минерализованной. В зависимости от глубины океанов, составляющей более 11 километров, вода изменяет свои параметры в широких пределах. Например, только 8% океанской воды имеет температуру более 10 °С, а 50% — менее 2—3 °С. В верхней части океана наблюдается явление «термоклина», т.е температура воды понижается резко. Давление воды с глубиной увеличивается — на 1 атм каждые 10 м, достигая величин 800—1100 атм. Средняя соленость морской воды составляет 3,5% (в 1 литре 35 граммов растворенных солей, в т.ч. — NaCl — 78%; $MgCl_2$ — 9%; $CaSO_4$ — 4%; KCl ~ 2%; $CaCO_3$ — 0,04%; SiO_2 — 0,008%). В ничтожных количествах в морской воде — I, Br, Mn, Zn, Pb, Cu, Au, а также растворены газы CO_2 и O_2.

АНТАРКТИЧЕСКОЕ ХОЛОДНОЕ ТЕЧЕНИЕ



60 млн лет назад — в настоящее время



Изменение осадконакопления в зависимости от прихода или отступления моря

Разрушительная геологическая деятельность морей и океанов сводится к сглаживанию берегов и дна, переносу обломков материала и отложению осадков, из которых впоследствии образуются осадочные горные породы морского происхождения.

Разрушение берегов и дна океанов и морей происходит под действием различных факторов, главными из которых следует считать: ударную силу волны, обрушивающуюся на берег; удары обломков горных пород, переносимых волнами; химическое воздействие морской воды на горные породы, слагающие берега. Различные силы действуют совместно, выполняя комплекс разрушительных работ, называемый абразией. Более всего, абразия проявляется у обрывистых берегов, где обломочный материал и схлопывающиеся пузырьки воздуха усиливают ее.

Перемещение продуктов разрушения ве-

ществ происходит в растворенном состоянии, в виде механических взвесей и волочения крупных обломков по дну. По отношению к береговой линии перемещение материала может осуществляться в поперечном (перпендикулярно линии берега), продольном (параллельно береговой линии) и диагональном направлениях.

Результатами геологической деятельности воды является накопление на дне морей

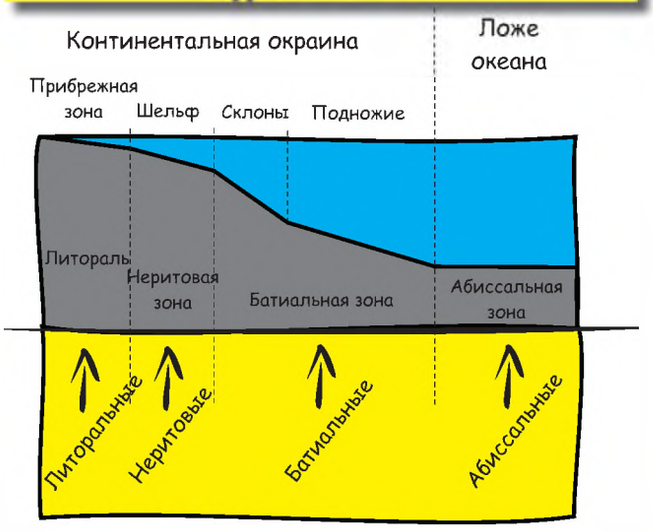
Это любопытно!

Осадки шельфа откладываются вдоль берега шириной 250—300 км и расширяются в местах впадин рек до 600 км.

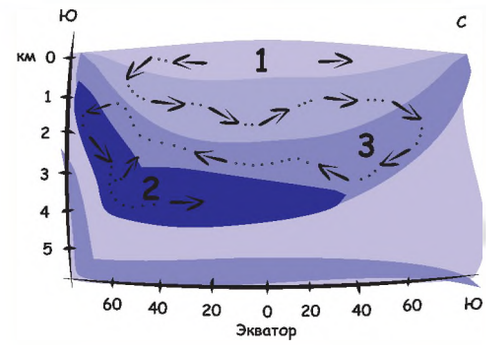
и океанов осадочных горных пород большой мощности, в т.ч. шельфовых месторождений полезных ископаемых, откладывающихся вдоль берега шириной 250-300 (до 600) км.

Современные тенденции развития мирового океана сводятся к ускорению добычи полезных ископаемых, залегающих в шельфовой зоне мирового океана, следовательно, ускорению темпов его загрязнения. В обозримой перспективе эти тенденции будут доминировать, поэтому геологи, экологи и другие специалисты уже сегодня вынуждены объединять свои усилия для решения глобальных экологических проблем.

ОБЛАСТИ С РАЗНЫМИ УСЛОВИЯМИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

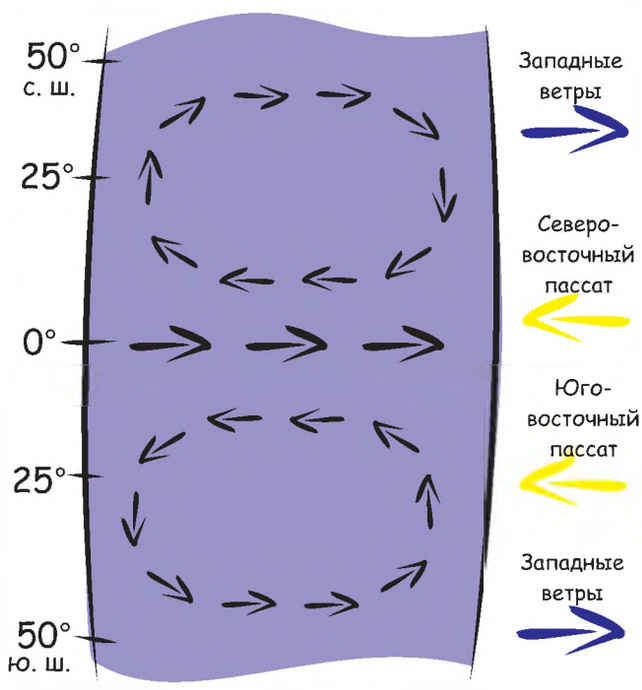


РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ В ПРОДОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА



1 — теплая вода, 2 — антарктические холодные воды, 3 — арктические холодные воды

ВЕТРОВАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ В ОКЕАНЕ

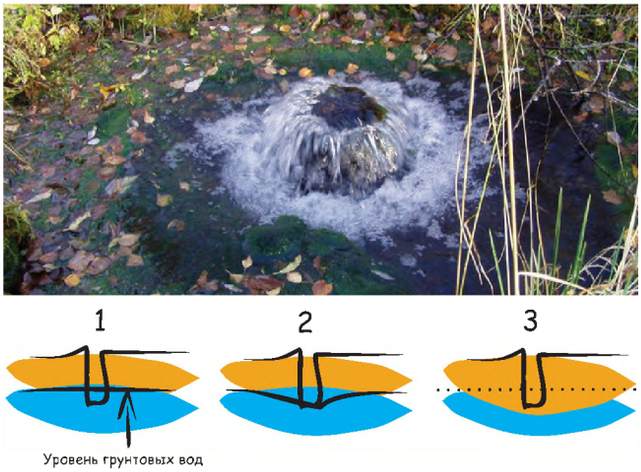


Сущность геологической деятельности подземных вод и их участия в круговороте веществ сводится к следующим процессам: разрушение, преобразование, транспортирование и накопление минералов и горных пород, формирование карстовых полостей, пещер, месторождений полезных ископаемых и другим преобразованиям Земной коры.

Основными движущими силами геологической деятельности подземных вод являются: гравитационная и тепловая энергия Земли и Солнца; химические преобразования; деятельность человека, в том числе хозяйственно- питьевое водоснабжение и другие факто-

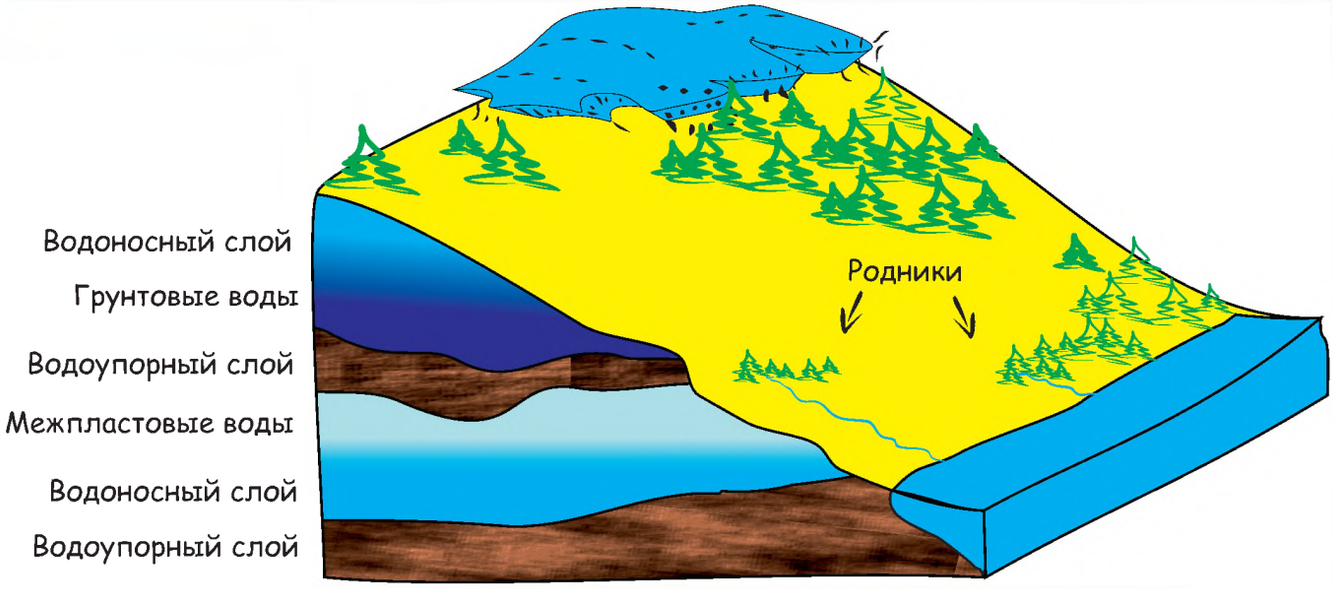
Температурные пояса подземных вод (по убыванию)

- Пояс сезонных колебаний температур;
- Пояс постоянных температур (неизменны в течение всего года);
- Пояс повышения температуры за счет повышения тепла Земли с глубиной (холодные — до 20 °С; теплые — 20-42 °С; горячие (или термальные) > 42 °С)



Образование депрессионной воронки и усыхание колодца

СТРОЕНИЕ И МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



ры.

По особенностям геологической деятельности воды в процессе ее перемещения выделяют свободную и связанную воду, по происхождению — инфильтрационную, конденсационную, седиментогенную, магматогенную (ювенильную), метаморфогенную (возрожденную).

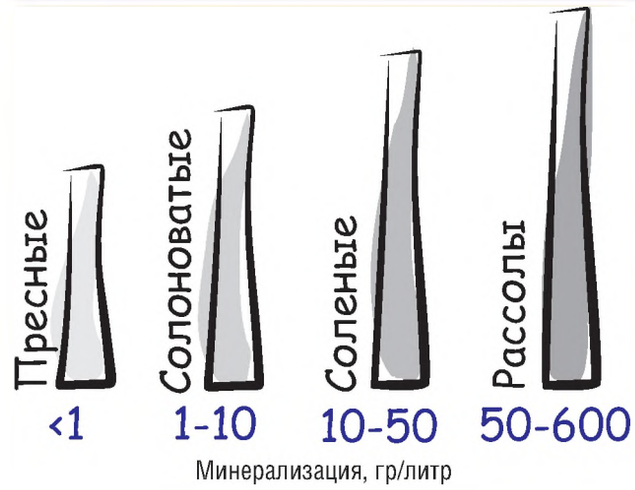
Геологическая деятельность воды происходит на всех стадиях, начиная с момента ее возникновения. Особенностью этой деятельности является подвижность и способность быстрого изменения своего состояние (жидкое, твердое (лед), газообразное). Указанные и другие особенности позволяют подземным водам, участвовать практически во всех геологических процессах, осуществляя постоянный круговорот в гидросфере, атмосфере, биосфере, литосфере, взаимодействуя с горными породами, перераспределяя полезные компоненты и т. п.

К основным характеристикам подземных вод относятся степень минерализации, агрессивность, напор, скорость и др. Разрушительная деятельность подземных вод проявляется в химическом разрушении, выщелачивании, вымывании горных пород и т. п. В результате создаются подземные пустоты и полости, трескаются и разрушаются здания, обрушаются тоннели, разрушаются дороги и т. п., но вместе с тем образуются месторождения полезных ископаемых.

Кроме этого, подземные воды повсеместно используются людьми для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов, промышленных, сельскохозяйственных и других производств.

Артезианские или напорные воды фонтанируют из пробуренной скважины

ВИДЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД



Жесткость подземных вод определяется наличием солей $CaSO_4$, $MgSO_2$, NaCl и т. д. Щелочность — $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $NaHCO_3$. Нейтральные воды — поровну H+ и OH–.

Наибольшей проблемой, усугубляющейся с течением времени является ограниченное количество и быстро прогрессирующее загрязнение питьевых подземных вод.

Сущность геологической деятельности воды, находящейся в твердом состоянии, т.е. в виде снега, льда и ледников, сводится, в основном, к механическому разрушению, перемещению и накоплению разрушенных пород.

Условиями превращения воды в снег, лед и ледники являются низкие температуры окружающей среды, характерные для условий высокогорья и полюсов Земли, а также изменения астрономических и других особенностей, вызывающие дополнительное понижение температуры. Причинами, в результате которых ледник перемещается в сторону понижения рельефа, является энергия Солнца, сила притяжения Земли, состав и состояние подстилающих пород. Скорость движения ледников разнообразна, от нескольких сантиметров до 20 м в сутки. Средняя часть поверхности ледника перемещается быстрее, чем краевая.

Ледники при движении производят значительную работу по разрушению и перемещению горных пород, по которым движутся. Движению ледника способствует появление воды в его подошве, выполняющей роль смазки, а разрушительную, транспортирующую и накопительную работу выполняют, вмерзшие в лед, обломки твердых пород, движимые огромной ледяной массой.

Отложения ледника называются мореной. Движущиеся морены разделяются на долины — внутренние, срединные и боковые. Отложенные морены — на конечные и основные. Скорость движения ледника зависит от массы льда, уклона поверхности, характера движения подземных вод, климата, извилистости ледникового ложа и т.п.

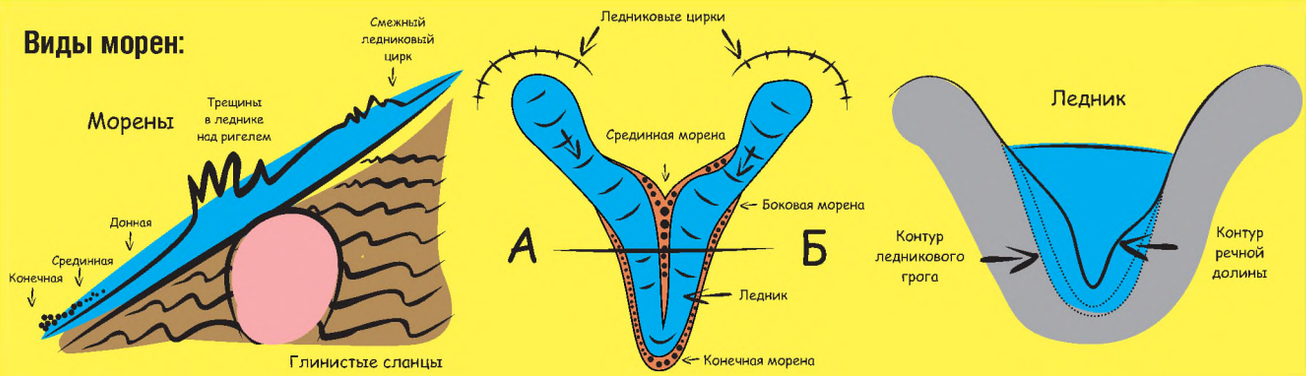
Это любопытно!

Результатами движения ледников являются фьорды (заливы морей), морены, месторождения полезных ископаемых и т.п.

Центральная часть ледника движется значительно быстрее, чем боковые участки, которые испытывают большее трение о борта долины.

Наибольшую пластичность лед имеет в нижней части ледника. При расширении

Виды морен:



Донные — состоят из продуктов постледникового выветривания и обломков пород ложа основания (крупные обломки, пылеватые и глинистые частицы).
Срединные — образуются при слиянии боковых морен двух ледников. По числу этих морен можно определить число слившихся ледников.
Конечные — это валы обломочного материала (валуны, галька, щебень и т.д.). Скорость движения ледника зависит от массы льда, уклона поверхности, а также изменений условий питания, климата, извилистости ледникового ложа. В частности, центральная часть ледника движется значительно быстрее, чем боковые участки, которые испытывают большее трение о борта долины.
Внутренние — слагаются из обломков, попавших в ледник извне и при таянии снега, проникшего внутрь его.
Боковые — состоят из обломков осыпей, обвалов и бортов долины.

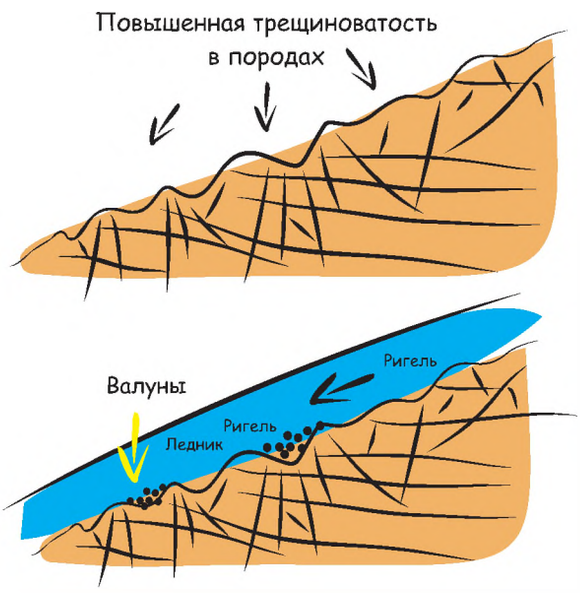
долины ледник стремится растечься по ней, поэтому в нем появляются продольные трещины, а при увеличении уклона ложа — поперечные.

Различают 3 типа ледников: горный (альпийский), плоскогорный (скандинавский) и покровный (гренландский). Общая площадь, занимаемая ледниками на поверхности Земли, 16 млн км^2 (10%). Лед, накапливающийся в течении многих тысяч лет, превращается в зернистый — фирн, затем под давлением – в голубой прозрачный или глетчерный.

Валы показывают границы движения ледника. Если ледник, отступая, останавливается несколько раз, то образуется несколько валов. У быстро отступающих ледников срединные, боковые, донные и внутренние морены объединяются в основную морену, таким образом образуются боковые валы.

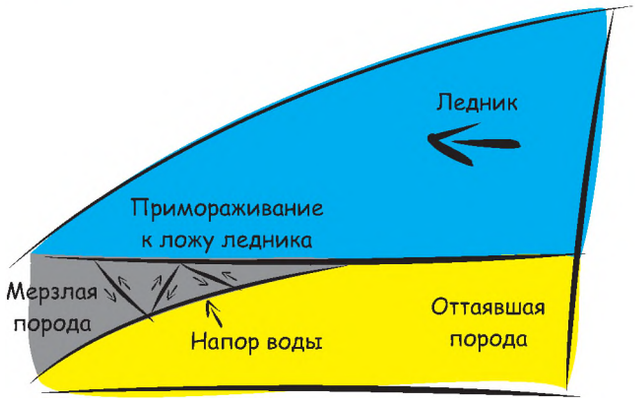
Размытый материал выносится талыми ледниковыми водами, в результате чего образуются холмообразные гряды, располагаясь рядами высотой 50 м, ширина у основания 50-200 м. Среди ледниковых отложений наиболее часто встречаются моренные глины и суглинки, а также валунные суглинки с крупными обломками.

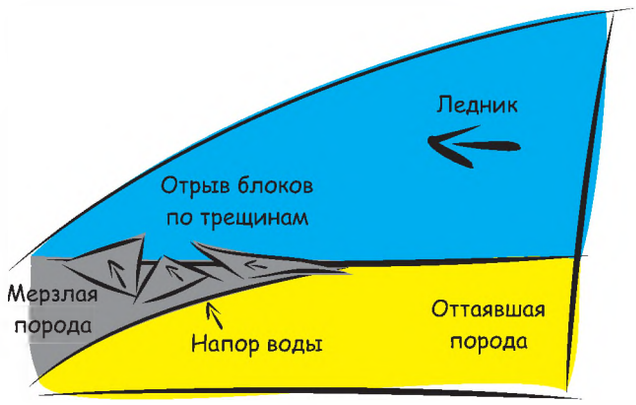
Результатами движения ледников являются месторождения полезных ископаемых, заливы морей (фьорды), морены и т. п.



Трещиноватые участки сильнее разрушаются

ЗАХВАТЫВАНИЕ ЛЕДНИКОМ КРУПНЫХ ГЛЫБ





Под криолитозоной понимаются многолетнемерзлые горные породы, в которых отрицательные температуры сохраняются на протяжении нескольких лет. Причинами их появления являются низкие температуры, тип ландшафта, рельефа, состава и строения горных пород, интенсивность теплового потока Земли в данном районе и другие.

Многолетнемерзлые горные породы в России прилегают к ледовитому океану и состаляют 25% суши и 64% общей территории России, включая моря и океаны. Всего на земном шаре 23% территории суши покрыто «вечной» мерзлотой; наиболее крупными областями ее распространения являются Канада (6 млн км^2), Гренландия (1,6 млн км^2), Аляска (1,5 млн км^2), Антарктида (12 980 000 км^2).

К мерзлой зоне литосферы принято относить области развития таких горных пород, для которых характерна нулевая или отрицательная температура и присутствие в них льда, заключенного в порах и трещинах. Льды в пределах распространения многолетнемерзлых горных пород могут встречаться в виде льда-цемента, жильного льда, повторножильного, погребенного и пещерного.

Лед-цемент сковывает минеральные образования, скрепляя и цементируя их. Жильный лед заполняет трещины в горных породах. Повторножильный лед проникает в горные породы по морозобойным трещинам глубже границы их сезонного промерзания. Погребенные льды располагаются в зонах современных оледенений. Пещерные льды формируются в разнообразных полостях.

Горные породы могут быть многолетнемерзлыми или сезонными. Изотопными методам установлено, что хорошо сохранившиеся в мерзлых породах остатки мамонтов имеют возраст, исчисляемый многими тысячелетиями. Таймырский мамонт погиб 12 тыс. лет назад.

Основными геологическими процессами криолитозоны являются морозное выветривание, термокарст, морозное вспучивание.

Морозное выветривание является главнейшим самостоятельным процессом криолитозоны. Кроме того, оно сопровождает практически все остальные происходящие здесь экзогенные явления. Именно благодаря морозному выветриванию, в составе поверхностных пород зоны многолетней мерзлоты широко распространены алевриты. Морозное трещинообразование заключается в раздав-

ливании рыхлых пород деятельного слоя замерзающей водой. Этот процесс, повторяясь из года в год в одном и том же месте (трещине), ведет к образованию тундровых полигонов. В однородных грунтах такие полигоны имеют форму четырехугольника, а в неоднородных — неправильного многоугольника.

Термокарст — это процесс вытаивания подземных льдов и последующего проседания земной поверхности. Он происходит тогда, когда глубина сезонного оттаивания грунтов превышает глубину залегания подземных льдов. В результате термокарста возникают блюдцеобразные котловины.

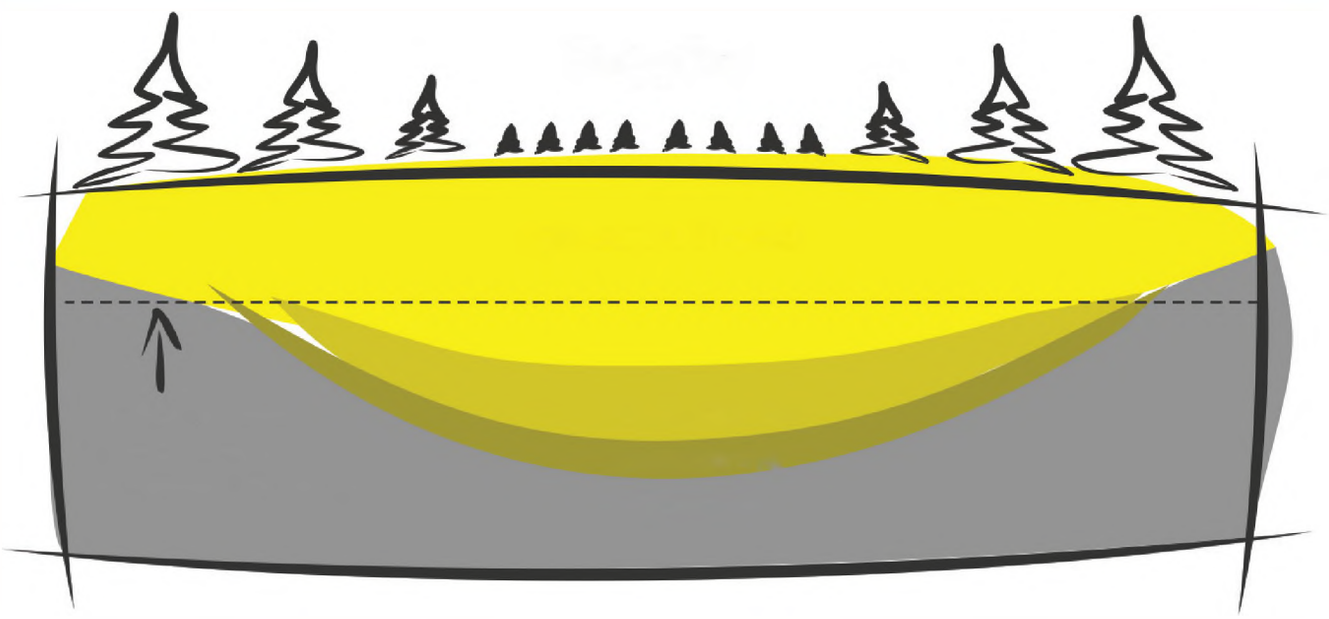
Процессы морозного вспучивания слоев горных пород происходят в результате замерзания залегающих на небольшой глубине подземных вод. Установлено, что давление, развивающееся при морозном вспучивании, достигает 140 т/кв. м.

Высокая значимость геологических процессов криолитозоны России вытекает из огромной площади территории России, занятой многолетнемерзлыми породами, а также особенностей проживания на этих территориях людей и выполняемых ими, различных видов работ.

СТРОЕНИЕ ЛЕДОВОГО КОМПЛЕКСА

36 900 лет — абсолютный возраст торфа по радиоуглеродному методу

ВЫРУБКА ЛЕСА, ВЫЗВАВШАЯ ДЕГРАДАЦИЮ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД

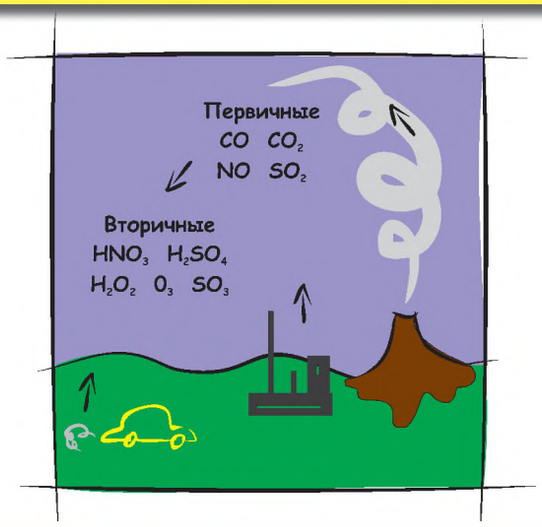


Сущность геологической деятельности людей, преобразующей Земную кору, сводится к извлечению полезных ископаемых, сооружению в недрах и на поверхности крупных и мелких полостей различного назначения (в т. ч. водоемов, газохранилищ, шахт, карьеров и т. п.), заполнению подземного пространства бытовыми и промышленными отходами, постоянными взрывными колебаниями недр, в т. ч. ядерными и термоядерными.

Перечислить всю гамму человеческого воздействия на Земную кору достаточно трудно, настолько она многообразна. Например, разрабатывая месторождения полезных ископаемых, которые формируются миллионы лет, люди, попутно, создают новые, искусственные залежи полезных ископаемых.

Всего лишь из 100 химических элементов периодической таблицы Д.И. Менделеева, люди искусственно создали сотни тысяч новых веществ, а природа, наоборот, за миллиарды лет создала всего четыре тысячи минеральных видов. На поверхности Земли осталось крайне мало территории не подверженной воздействию человека.

СХЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА



Земные недра, атмосфера, биосфера, космос также активно и всесторонне осваиваются человеком. А ведь буквально 200 лет назад значимость человеческой деятельности по преобразованию природы была ничтожно мала, по сравнению с современной.

В 20-м веке люди развивают генетику, синтезируют ядерные реакции, выходят в открытый космос и быстро наращивают там свое присутствие, порою забывая о неразрывной связи земных и космических процессов.

Люди научились использовать энергию геологических процессов – Солнца, ветра, гравитации, тепла Земли, накопили научно-технологический потенциал, позволивший в миллионы раз увеличить степень его влияния на геологические процессы. Общая скорость развития антропогенных процессов резко увеличилась за счет концентрации колоссального количества энергии в конкретном месте в конкретное время. Скорость антропогенных процессов превосходит скорость природных в тысячи раз.

Это любопытно!

Еще 200 лет назад значимость человеческой деятельности по преобразованию природы была ничтожно мала, по сравнению с современной.

Негативной особенностью антропогенных процессов является стремление к получению сравнительно кратковременных частных выгод без учета дальнейших последствий для развития данного природного объекта и планеты в целом, что приводит к замене природной среды искусственной.

В результате роста хозяйственной деятельности человека и антропогенного преобразования среды обитания происходит многократное пропускание воды и воздуха через производственные процессы, что приводит к

замене геохимических циклов технохимическими.

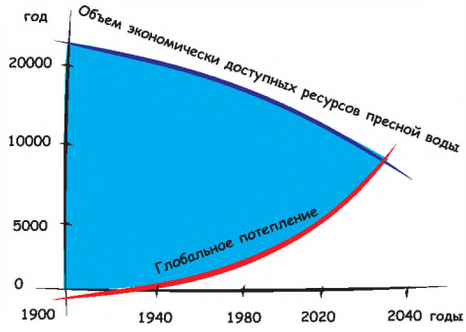
Антропогенные процессы способствуют упрощению видового состава биосферы. Полностью исчезли сотни видов растений и животных. С другой стороны, много полезных видов растений и животных подвергаются вещественной и энергетической антропогенной стимуляции, а вредных (сорняки, грызуны и т. д.) — целенаправленному уничтожению.

Антропогенные процессы, изменяя рельеф, состав Земной коры, гидросферы, биосферы и атмосферы и т.п., способствуют усилению взаимодействия эндо- и экзогенных процессов.

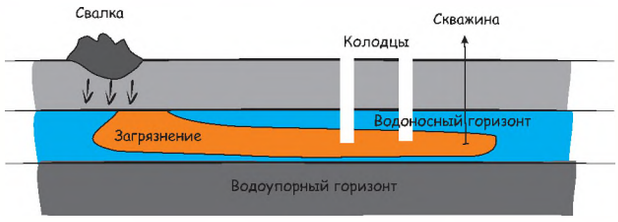
Достигнув феноменального уровня развития техники и технологии, человечество подходит к периоду перехода от стремления лучше жить к стремлению сохранить саму Землю ценой сознательных самоограничений. Мысль о необходимости самоограничения возникла давно. Сначала это была инициатива отдельных людей, стран и, наконец, мирового сообщества.

ООН ввел ограничения на выброс в атмосферу парниковых газов, запрет на сброс в реки сточных и промышленных вод, некоторые страны ограничивают рождаемость и т. п.

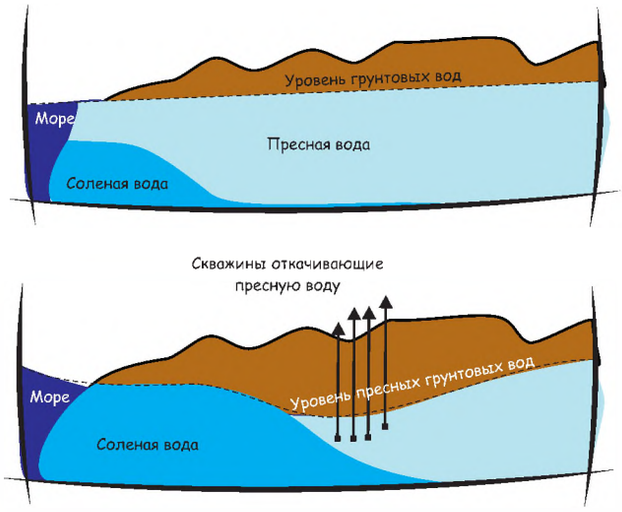
Но это только начало масштабных самоограничений. В дальнейшем, именно геологи вынуждены будут взять на себя ответственность за разумное, адекватное участие человека в развитии геологических процессов. Подобная работа уже ведется, но по сравнению с работой по преобразованию Земной коры она, пока, малозаметна.



Соотношение ресурсов и потребления пресной воды в мире (по Данилову-Данильянцу)



Вредные вещества, которые просачиваются из свалки мусора, загрязняют водоносный горизонт и делают воду непригодной для использования



Образование депрессионной воронки при откачивании пресной воды и вследствие этого внедрение соленой морской воды

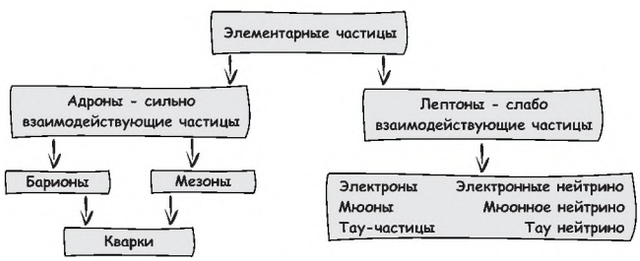
В настоящий период времени развитие геологических процессов происходит в спокойном режиме, а именно:

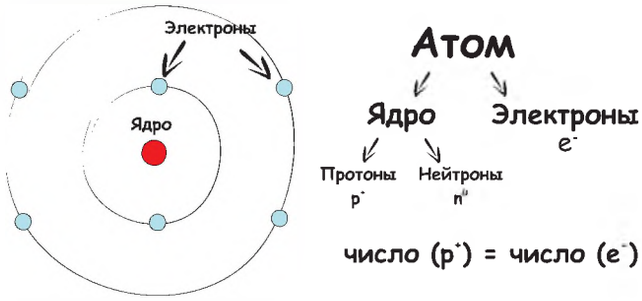
- Вселенная, галактика «Млечный путь», Солнце и Земля расширяются, постепенно теряя энергию;
- земное ядро медленно дегазируется, нагревая недра;
- тектоно-магматические процессы проходят ритмично;
- прочие геологические процессы развиваются, не выходя за пределы средних значений.

Элементарными частицами (ЭЧ) называются наиболее мелкие, неделимые частицы. Окружающий нас материальный мир состоит из бесчисленного множества ЭЧ, рассеянных в пространстве, к которым относятся протоны, нейтроны, электроны, мезоны и т. п., всего более 350 видов частиц. Часть из них объединены в атомы, их ядра, ионы, другие образуют физические поля или рассеяны в пространстве.

Первичные ЭЧ образовались после Большого взрыва 13,7 млрд. лет назад, за счет снижения температуры и давления, в результате чего произошло превращение энергии в материю. После «Большого взрыва» ЭЧ продолжают взаимодействовать между собой, появляться и исчезать, т. е. пульсировать, поочередно превращаясь в энергию или частицу.

ВИДЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ



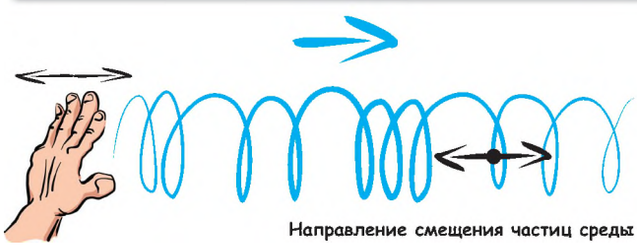


Взаимодействие ЭЧ происходит в рамках природных или искусственных ядерных реакций. Характер взаимодействия определяют три основных вида ЭЧ составляющих ядра атомов – протоны, нейтроны и электроны. Протоны имеют положительный заряд, электроны – отрицательный, нейтроны не имеют заряда. Электроны, перемещаясь вокруг ядра атома по электронным орбитам, могут передавать заряд атому, а значит изменять его величину, изменяя, таким образом, свойства и виды атомов. При этом изменяется и их место в периодической системе Д.И. Менделеева.

Таким образом, взаимодействие ЭЧ влечет за собой изменения в более крупных частицах – атомах, молекулах, кристаллах, зернах кристаллов, минералах, горных породах, жидкостях, газах и, более масштабных веществах и телах, включая планеты и звезды.

Люди широко использует не только свойства частиц, но и сами частицы, например, при управляемых ядерных реакциях, в медицине и т.п.

ВИДЫ ВОЛН



Продольные волны

Поперечные волны

К физическим полям Земли относятся: гравитационное, магнитное, электрическое, тепловое, радиационное.

ЭЧ являются основными составными элементами геофизических полей. Несмотря на малые радиусы действия ЭЧ, их влияние, следовательно, и действие физических полей распространяется на большие расстояния.

Например, в соответствии с Законом всемирного тяготения радиус действия гравитационного поля Земли простирается до бесконечности и, хотя степень влияния Земли на больших расстояниях стремится к нулю, чувствительность современных приборов улавливает взаимодействие гравитонов. Гравитоны - элементарные частицы, отвечающие за гравитационные взаимодействия.

Это любопытно!

Первичные ЭЧ, образовались после Большого взрыва, за счет снижения температуры и давления, в результате чего произошло превращение энергии в материю.

В пределах своего действия, геофизические поля оказывают как прямое, так и косвенное влияние на характер протекания геологических и других процессов. Например, гравитационное поле Земли обеспечивает движение ручьев и рек, магнитное поле задерживает большую часть жесткого солнечного излучения, губительного для живых организмов и т. п.

С появлением электронных микроскопов, коллайдеров и других приборов с высокой точностью измерений, постоянно увеличивается интенсивность исследования характеристик и свойств ЭЧ, вследствие чего расширяется область их применения.
Свойства элементарных частиц и они сами, используются в нанотехнологиях, электронной, ядерной и других отраслях народного хозяйства.
Знание строения и свойств атомов и частиц, законов и закономерностей развития микромира, позволяет геологам определять условия образования и места накопления полезных ископаемых и т. п., лучше понимать, прогнозировать и предотвращать опасные геологические процессы и т. п.

ВИДЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

- Гравитационное
- Магнитное
- Тепловое
- Радиационное
- Электромагнитное
- Переменное (сейсмическое) поле напряжений в горных породах

Атом – микрочастица, состоящая из протонов и нейтронов, составляющих ядро атома, а также электронов, перемещающихся вокруг ядра по электронным орбитам.

Химический элемент (ХЭ) – вид однотипных атомов. В природе существует 118 видов атомов или ХЭ, расположенных в таблице Д.И. Менделеева, в порядке возрастания величины заряда ядра.

Первичные атомы образовались из элементарных частиц приблизительно через 380 млн. лет после «Большого взрыва».

Свойства атомов изменяются при изменении величины заряда их ядер, причем не монотонно, а периодически, т.е. свойства атомов в следующих рядах начинают повторяться с некоторыми изменениями. Именно Д.И. Менделеев бесконечное количество атомов сгруппировал в виды, в соответствии с их свойствами и расположил в таблице по мере возрастания величины заряда ядра, которая в 1869 году была еще неизвестна!

Одним из основных свойств атомов является их способность образовывать минералы и их кристаллические решетки за счет взаимодействия электронных оболочек атомов.

В Земной коре, как и в целом в природе, различные виды атомов распределены крайне неравномерно. Всего лишь 8 видов атомов (т. е. химических элементов) составляют около 97,5% Земной коры.

Чтобы одни виды атомов Земной коры превратились в другие, необходимо изменение величины заряда ядра атома, т. е. количества протонов, имеющихся в ядре. Подобное возможно только в ходе природных или искусственных ядерных реакциях, протекающих при очень высоких температурах (в несколько миллионов градусов), например, в результате самопроизвольного радиоактивного распада атомов в недрах Земли.

Миграция и накопление химических элементов (видов атомов) в той или иной области Земной коры может также происходить за счет их миграции из одного места Земли в

Состав атомов

Несмотря на то, что ядро меньше атома в 10 000—100 000 раз, в нем сосредоточена практически вся масса атома.

Протоны имеют положительный заряд, электроны — отрицательный, нейтроны заряда не имеют. Количество электронов в атоме равно количеству протонов, поэтому атом является электронейтральной частицей. Масса электронов не существенна по сравнению с массами протонов и нейтронов (в 1840 раз меньше массы протонов), но изменение количества электронов в атоме нарушает баланс между равенством положительно и отрицательно заряженных частиц.

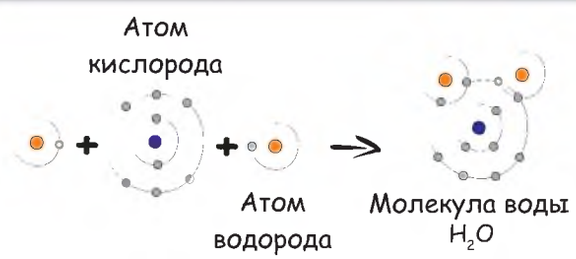
Строение атомов

В том случае, когда количество электронов уменьшается или увеличивается, атом приобретает, соответственно, положительный или отрицательный заряд и называется ионом с положительным или отрицательным зарядом.

Электроны непрерывно перемещаются вокруг ядра по своим орбитам, образуя электронные оболочки. Число электронов во всех оболочках атома равняется числу протонов в его ядре и соответствует порядковому (атомному) номеру элемента в таблице Д. И. Менделеева.

Виды связей

Электроны в атоме отличаются своей энергией и расположены как бы слоями, энергетическими уровнями. Чем ближе к ядру находится орбита, по которой двигается электрон, тем меньше его энергия, т.е ниже энергетический уровень, и, следовательно, сильнее притяжение к ядру. Наоборот, чем дальше от ядра находится орбита, тем больше энергия электрона и его легче оторвать от атома. Атомы теряющие или приобретающие электроны, в отличие от электронейтральных атомов, становятся заряженными частицам, которые называют ионами, а атомы в которых количество нейтронов не равно количеству протонов, изотопами.



Ковалентная связь

другое или оседания космической пыли.

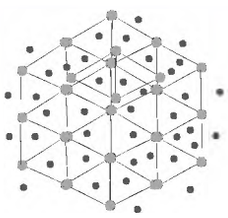
Причинами накопления в конкретных местах могут быть совпадения свойств атомов, определяемых их составом и строением, с термодинамическими условиями Земной коры, в том или ином месте.

Атомы принимают участие во всех химических реакциях, протекающих в рамках геологических процессов, при этом, не изменяя заряда своего ядра и места в таблице Д.И. Менделеева.

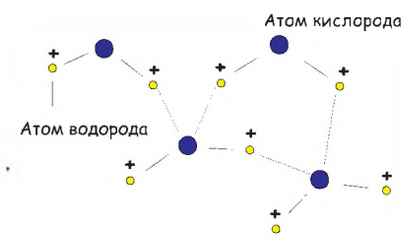
Химические реакции являются важнейшей стадией большинства геологических процессов, движущей силой которых являются взаимодействия атомов.

ХЭ (атомы), находясь в составе веществ и тел, широко используются человеком в различных целях. Существенно реже их используют, в виде отдельных ХЭ.

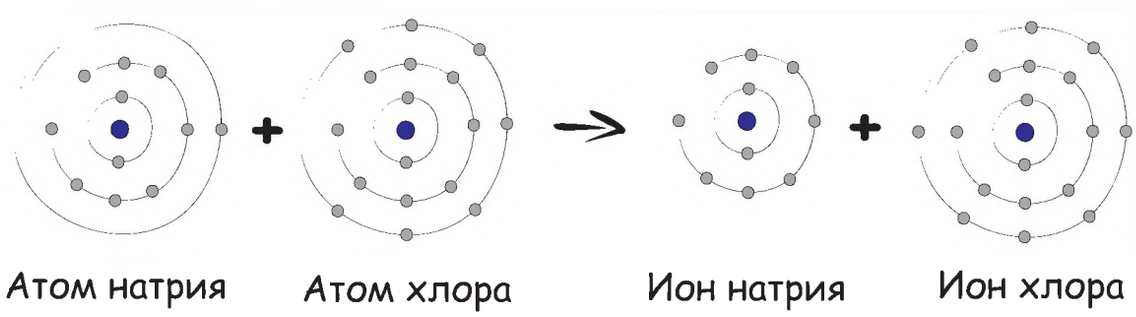
ВИДЫ СВЯЗЕЙ



Металлическая связь



Водородная связь



Ионная связь

Состояние химических элементов в природе:

1 - находятся в газообразном состоянии - Hg, Br, H, N, O, Cl, He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn;

2 - существуют в жидком виде, при температуре плюс 20 грС - Br, Hg;

3 - прочие ХЭ существуют в твердом состоянии;

4 - рассеяны в пространстве - преимущественно благородные газы;

5 - искусственные - технеций № 43, прометей № 61, астат № 85, франций № 87, трансурановые ХЭ № 93 - 118.

Часть ХЭ находится в узлах кристаллических решеток твердых кристаллов, другая часть присутствует в виде примесей.

Таблица Д.И. Менделеева поделена на периоды и группы (главные и побочные). Порядковый номер ХЭ указывает на заряд его атомного ядра, т.е. на число протонов. Номер периода соответствует числу энергетических уровней атома данного ХЭ. Номер группы соответствует числу электронов на внешнем уровне для главных подгрупп и максимальному числу валентных электронов для побочных подгрупп, которые обеспечивают взаимодействие атомов в веществах. В периодической таблице атомы металлов, неметаллов и газов, в соответствии со своими свойствами, вытекающими из величины заряда ядра и валентности электронов, сгруппированы в определенных зонах таблицы.

Всего открыто видов атомов 118, в т. ч. в природе обнаружены 93.

Молекула — соединение двух и более атомов, а вещество — форма материи, состоящая из одной и более молекул. Молекулы, в отличие от атомов, обладают свойствами веществ, частями которых являются. Некоторые молекулы, состоящие из двух и более атомов одного вида, представляют собою простое вещество.

Причинами образования (преобразования) молекул и веществ являются изменения во взаимодействии атомов и элементарных частиц, вызываемые колебаниями параметров внешней среды — температуры, давления, гидротермальной обстановки. При изменении этих и других параметров, вещества могут изменять свои состояния в диапазонах: твердое вещество, жидкое, газообразное, плазменное. Например, вода может находиться в жидком состоянии, в твердом (лед)

Формы распространения веществ в природе:
- **твердое тело** (минералы, горные породы, руды и др.);
- **жидкость** (нефть, вода капилярная, поровая, ювенильная, дождевая, озерная, морская и т.п., рассолы, растворы, расплавы и др.);
- **газ** (метан, углекислый газ и. др.);
- **плазма** (Солнце и др. звезды).

В настоящее время в природе насчитывается более 100 тыс. неорганических веществ, в том числе более 4 тысяч минералов и более 3 миллионов органических веществ.

Период	Группа							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1							H_2	He
2	Li	Be	B	C	N_2	O_2	F_2	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P_4	S_8	Cl_2	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br_2	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I_2	Xe
Тип кристаллической решетки	Металлическая				Атомная		Молекулярная	

и в газообразном (пар), а также в различных переходных состояниях (пена, туман и т.п.).

В природных условиях различные состояния веществ часто совмещаются. Например, газы, в минимальных концентрациях присутствуют во всех без исключения твердых телах и жидкостях, жидкости - в твердых телах и газах, микрочастицы твердых тел - рассеяны в газах и жидкостях.

Состояния и свойства веществ зависят от степени взаимодействия атомов, ионов, молекул, т. е. от прочности их связей. Прочность связей вытекает из величины заряда ядра, количества электронных орбит и активности электронов. Ионы – атомы или молекулы, имеющие заряд.

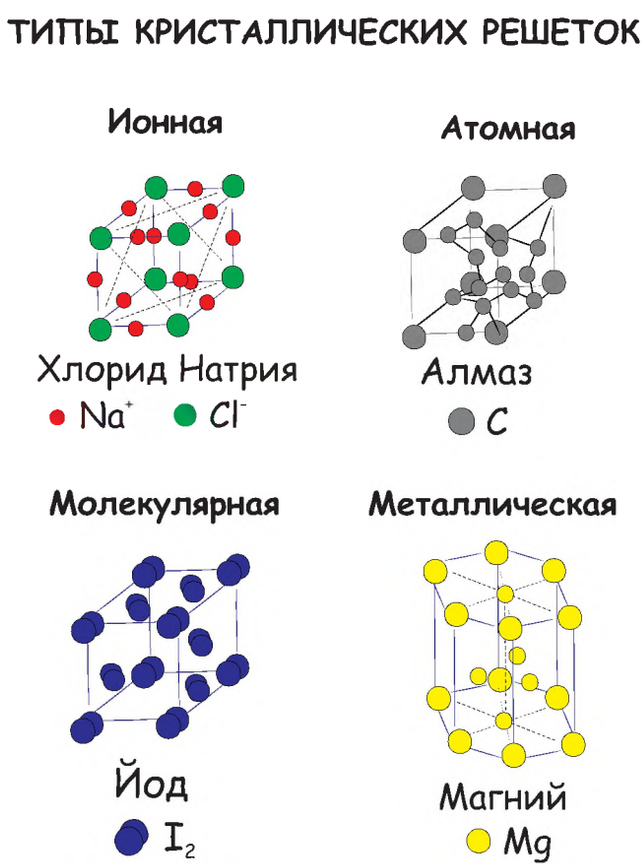
Большинство неорганических веществ находятся в виде минералов, имеющих кристаллические решетки. В узлах этих решеток находятся взаимосвязанные и взаимодействующие атомы или ионы. Поэтому строение минералов зависит от атомного (ионного) состава веществ и от строения кристаллических решеток.

Для большинства органических веществ характерны молекулярные решетки, в узлах которых находятся молекулы. В молекулярных решетках преобладают атомы углерода, для которых характерно слабое взаимодействие. В состав органических веществ могут входить и другие элементы, наиболее часто водород, галогены, кислород, азот, сера и фосфор.

Геологические процессы, за 4 млрд лет своей деятельности, совершенно бесплатно для людей, образовали огромные залежи твердых, жидких и газообразных полезных ископаемых (веществ). Эти залежи называются месторождениями полезных ископаемых (МПИ). Находить и использовать их намного выгоднее, чем создавать искусственно.

Кроме природных органических веществ, современная химическая промышленность производит искусственные (синтетические), такие как пластмассы, волокна, каучук, резину, смолы, бензин, смазочные масла, краски и др.

Процессы рудонакопления связаны с переходом твердых веществ во флюидное состояние и дальнейшим их перемещением с последующей концентрацией в зависимости от множества случайных геологических условий.



Для поиска МПИ необходимо знать где, когда и почему они возникают и в каких условиях протекают. Часто ответы на эти вопросы находят, изучая химический состав, строение, свойства и другие характеристики кристаллов, минералов, горных пород, природных жидкостей, расплавов, газов и т.п.

Вещества могут использоваться в различных отраслях экономики, находясь в естественном виде (кристалл, минерал, горная порода) или в виде извлеченного полезного компонента. Список используемых природных веществ и их компонентов изменяется и расширяется по мере развития технологий.

Газы — молекулярная форма существования летучих веществ.

Газы принято разделять на реальные (природные) и идеальные (несжимаемые, благородные).

Идеальные (благородные) газы, к которым относятся He, Ne, Ar, Kr и Xe, занимающие в 8-й группе таблицы Д.И Менделеева места, соответственно №2, 10, 18, 36, 54, находятся в природе в свободном состоянии, т. е. не являются составными частями атомов, молекул, ионов.

Состав газов

Наряду с метаном, в состав природных газов входят: азот (N), углекислый газ (CO_2), сероводород (H_2S), гелий (He), аргон (Ar).

Группы природных газов

1. Газ, добываемый из чисто газовых месторождений и представляющий собой сухой газ, свободный от тяжелых углеводородов (УВ).

2. Газы, добываемые вместе с нефтью (растворенные или попутные газы). Это физические смеси сухого газа, пропан-бутановой фракции (жирного газа) и газового бензина.

3. Газы, добываемые из газоконденсатных месторождений,— смесь сухого газа и жидкого углеводородного конденсата. Углеводородный конденсат состоит из большого числа тяжелых УВ, из которых можно выделить бензиновые, лигроиновые, керосиновые, а иногда и более тяжелые масляные фракции.

4. Газы газогидратных залежей.

Природные газы возникают из растений и организмов в ходе химических преобразованиях веществ, сопровождающих геологические процессы. Природные газы представляют собой смесь разнообразных алканов, среди которых наиболее распространен метан (CH_4), его содержание достигает 98%.

Первые природные газы появились около 4 млрд. лет назад в результате ускоренной дегазации Земного ядра и активного вулканизма. Выходя на Земную поверхность, различные газы, под действием силы притяжения Земли, концентрировались, создавая, таким образом, первичную атмосферу Земли. В первичной атмосфере преобладали метан (CH_4) и углекислый газ CO_2.

В результате активной жизнедеятельности растений и организмов, выражающейся в переработке солнечной энергии (фотосинтез), состав атмосферных газов с течением времени все больше насыщался кислородом. Отмирающие растения и животные накапливались в углублениях Земной коры или перемещались водными потоками в различные водоемы и там осаждались, формируя осадочные породы.

В дальнейшем, при движении литосферных плит, осадочные породы перемещались вглубь Земли где, попадая в область действия высоких температур, давлений и горячих растворов, преобразовывались в природные газы (метаморфизм), посредством химических реакций растворения, окисления, гидролиза, восстановления, замещения.

Свойства газов зависят от их атомно-молекулярного состава и строения молекулярной решетки.

Природный газ состоит из мельчайших частиц — атомов, ионов, молекул, которые находятся в постоянном движении. Скорость движения молекул зависит от температуры газа. Чем выше температура, тем выше скорость движения молекул. Кроме кинетической энергии движения, молекулы обладают не большой потенциальной энергией взаимодействия, которая выражается в силах взаимного притяжения и отталкивания молекул.

В природных условиях, в зависимости от давления и температуры среды, газ может находится в трех состояниях — в виде летучего

вещества, углеводородных смесей с нефтью и водой, а также в виде твердых тел, которые называются газогидраты. Изменяя температуру и давление, газы можно искусственно переводить из одного состояния в другое, например при хранении и транспортировке с целью экономии места.

Среди природных газов наиболее распространены углеводороды, прежде всего метан (CH_4), а также H_2, CO_2, CO, N_2, H_2S, NH_3, O_2 и др. Инертные благородные газы рассеяны в очень малых количествах, доли наиболее распространенных гелия и аргона не превышают 0,2%.

Природные газы, благодаря своим свойствам, используются людьми в тепловых электростанциях, двигателях и подушках безопасности автомобилей, холодильниках (фреон) и т.п.

Месторождения газа формируются миллионы лет, их количество ограничено, а использование происходит очень быстро. В результате, в мире возникают различные энергетические конфликты, связанные с переделом природных запасов газа.

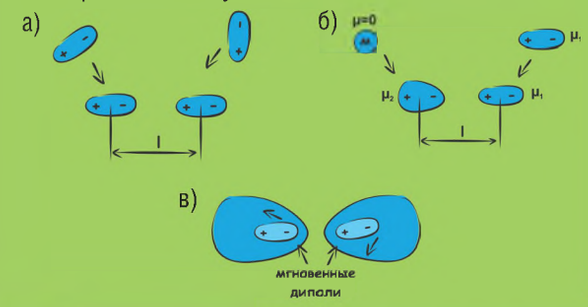
СВЯЗИ МОЛЕКУЛ (СИЛЫ ВАН-ДЕР ВААЛЬСА)

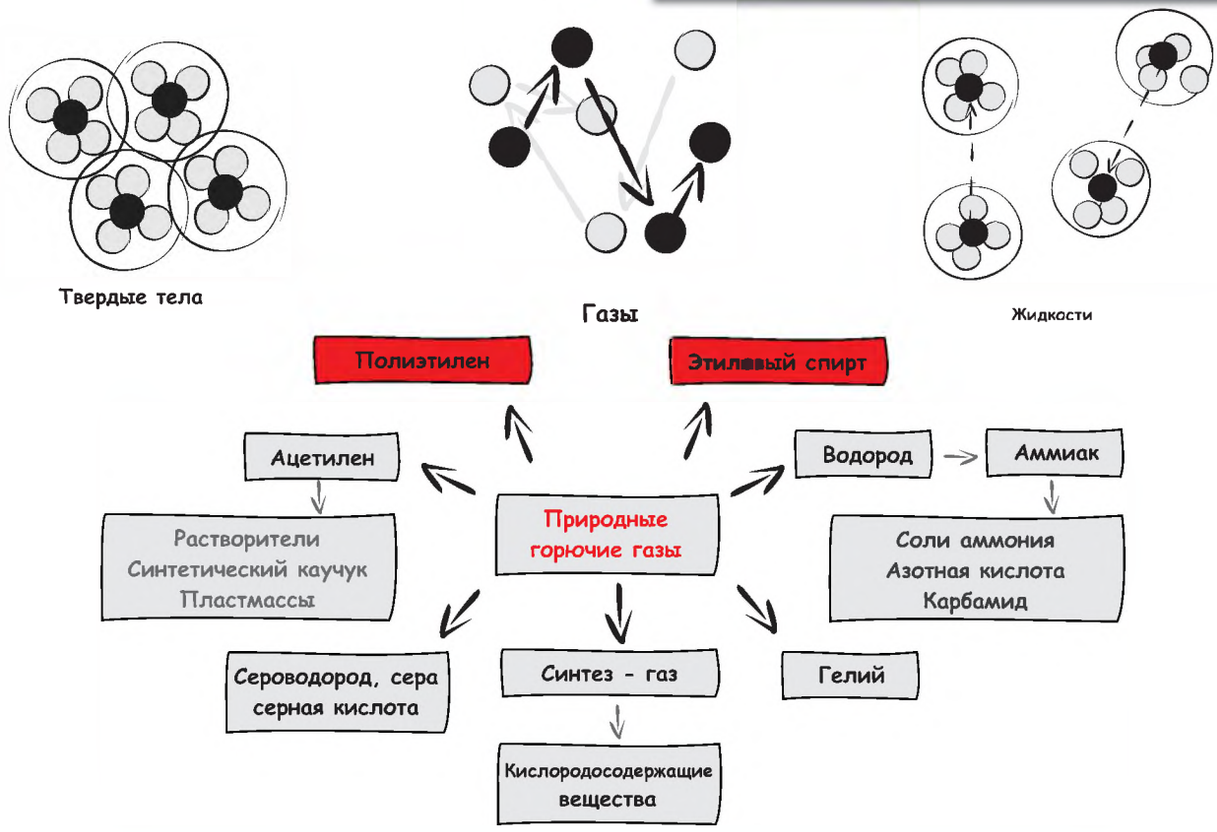
Состав газов

Связи между молекулами, обусловленные электростатическим взаимодействием, называются силами Ван-дер-Ваальса

Различают 3 типа взаимодействия::

1. **Ориентационное** взаимодействие возникает между полярными молекулами (а)
2. **Индукционное** взаимодействие возникает между полярными и неполярными молекулами (б)
3. **Дисперсионное** взаимодействие возникает между неполярными молекулами





К жидкостям относят текучие компоненты литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Жидкости могут быть природного и искусственного происхождения, а также органического, неорганического и смешанного состава.

Расплавы представляют собою твердые вещества, преобразованные под действием высоких температур и давлений, в текучее состояние. Например, в начальной стадии магматизма горные породы, вода, газ преобразуются в единый расплав магмы, который по мере движения к поверхности Земли, остывает, постепенно разделяется на отдельные элементы (вещества).

Причиной появления первых жидкостей, в том числе воды, считают жизнедеятельность простейших организмов, которая начала проявляться на ранних стадиях развития Земли около 4-х миллиардов лет назад.

Формирование первых нефтяных залежей началось несколько позднее и происходило в процессе метаморфизма при котором осадочные органические породы подвергались воздействию высоких давлений и температур.

Среди неорганических жидкостей наиболее распространена вода (оксид водорода - H_2O) и водные растворы. Из органических жидкостей наиболее ценной является нефть и нефтепродукты.

Водные растворы изменяются в широких пределах, в них можно обнаружить сохранившиеся свойства растворителей и растворяемых веществ. Этим они отличаются от химических соединений, образовавшихся в результате полноценной химической реакции и имеющих общие свойства.

Основными характеристиками жидкостей являются состав, строение кристаллической решетки, плотность, вязкость.

Строение кристаллических решеток твердых, жидких и газообразных тел различно. В узлах кристаллических решеток твердых тел, как правило, находятся плотно упакованные атомы и ионы, а узлы кристаллических решеток жидкостей и газов заполнены молекулами, поэтому такие решетки часто называют молекулярными. Прочность

Характеристики воды

Состав, строение, агрегатное состояние и свойства воды свидетельствуют о причастности ее к тем или иным процессам. По происхождению выделяют воды:

— **инфильтрационные**, образованные в результате проникновения атмосферных осадков в толщу горных пород;

— **конденсационные**, образованные из влаги атмосферного влажного воздуха, проникающего в почву или выходящие на дневную поверхность породы, обычно в засушливых областях;

— **седиментогенные**, образованные в результате захоронения вод морского происхождения, высокоминерализованные и сильно измененные под влиянием давления и температуры;

— **метаморфогенные**, образованные в результате дегидратации под действием температуры и давления минералов, содержащих в своем составе воду.

Геологическая деятельность воды связана, также, с условиями ее залегания:

— **грунтовые**, залегающие на первом водоупорном горизонте — подпитывающиеся атмосферной влагой;

— **межпластовые воды (ненапорные)** — залегают между двумя водоупорными толщами, расположенными горизонтально;

— **напорные подземные воды (артезианские)** — залегают между двумя водоупорными толщами, расположенными под наклоном;

По особенностям геологической деятельности воды в процессе ее перемещения выделяют свободную и связанную воду.

Свободная (жидкая гравитационная) подразделяется на виды:

— **капиллярные**, содержащиеся и перемещающиеся в капиллярах породы за счет силы поверхностного натяжения и используемые растениями (мощность зоны — 2-35 см);

— **гравитационные (избыточные)** перетекающие в случае перенасыщения пор горных пород.

молекулярных решеток меньше атомных и ионных из-за больших расстояний между молекулами и слабых связей между ними.

В природе жидкости и расплавы распределены крайне неравномерно из-за различия физико-химических условий среды, способствующей или препятствующей их накоплению.

Множество природных и искусственных жидкостей используется человеком для удовлетворения своих потребностей, а также протекания разнообразных технологических процессов.

Формы нахождения воды в природе:

— **конституционная**, находящаяся в кристаллической решетке минералов и извлекаемая только при нагреве до 300-1000 ^{0}C;

— **кристаллизационная**, входящая в состав минералов имеющих молекулы воды;

— **гигроскопическая (прочно связанная)** — поглощаемая породой из воздуха;

— **пленочная (прочносвязанная)** — облегает частицы породы тонким слоем (до 0,0001 см), насыщая ее водой (влагоемкость породы). Влагоемкость породы зависит от ее состава и пористости, например для песков она изменяется 5-7%, для глины 26-40%, для супесей 9-19%, для суглинков 15-23%, для глины 25-40%

Характеристики нефти

Природные горючие газы это все вещества. Нефть органическое вещество в виде жидкости, включающее более 20 ХЭ и веществ, в том числе парафины, нафтены, примеси органических кислот, сероводорода и сероорганических соединений, немного соединений металлов и много воды.

Флора и фауна – растительный и животный мир, состоящий, преимущественно, из органических веществ. Основным компонентом (более 50% по массе) органических соединений (веществ) является углерод (С). Намного реже встречаются водород, а также галогены, кислород, азот, сера и фосфор.

Первичные, простейшие органические вещества начали образовываться из неорганических 4 млрд. лет назад за счет его переработки железистыми бактериями.

В настоящее время, основным источником развития большинства растений и животных является энергия Солнца, которая перерабатывается в органические вещества в процессе фотосинтеза.

Отмирающие растения и животные принимают активное участие в геологических процессах - переносятся водными и воздушными потоками, откладываются в углублениях Земной коры или в различных водоемах в виде осадочных горных пород, многократно преобразуются в процессе метаморфизма, под действием высоких давлений, температур, гидротермальных растворов и т. п.

В дальнейшем, в ходе метаморфических и других геологических процессов осадочные породы преобразовывались в другие породы и вещества органического происхождения – нефть, газ, газогидраты, битум и др. В результате преобразований молекулярное строение органических осадков, заменятся кристаллическим.

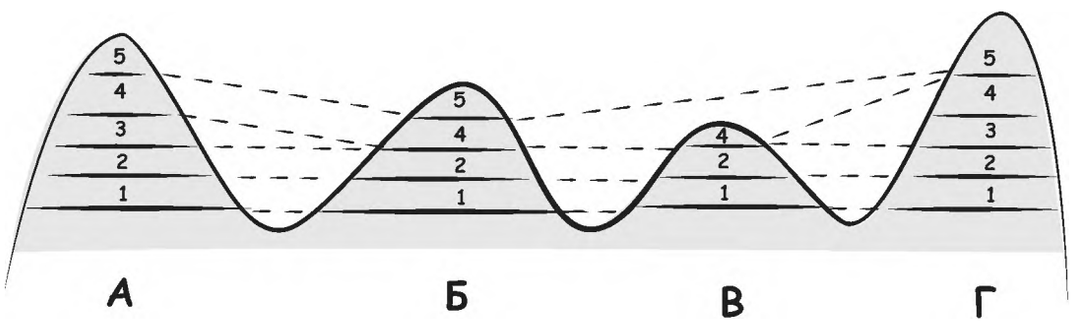
В отличие от неорганических веществ, имеющих атомные и ионные кристаллические решетки, для большинства органических характерны молекулярные, в узлах которых находятся преимущественно молекулы углерода. Молекулярные решетки представляют собою углеродные цепи, которые могут быть прямыми или разветвленными, в т. ч. циклическими.

Строение органических веществ положено в основу классификации.

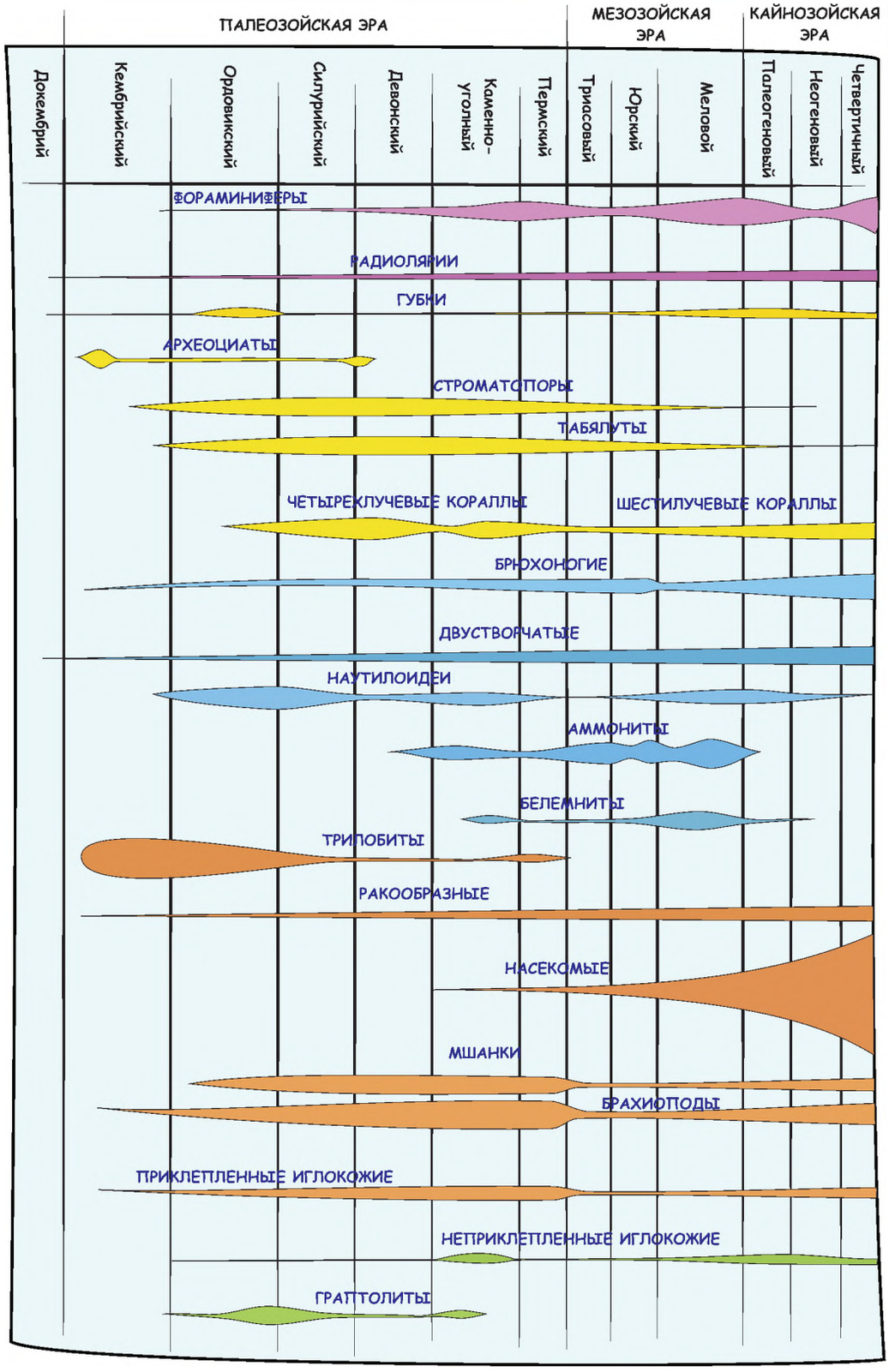
Несмотря на древность пород органического происхождения, органическая химия возникла только в начале 19-го века. Но, уже в 1828 году, искусственным образом было получено первое органическое вещество. В настоящее время химическая промышленность производит пластмассы, волокна, каучук, резину, смолы, бензин, смазочные масла, растворители, краски и множество других синтетических веществ. Синтетические вещества производятся и используются, также, в других отраслях народного хозяйства, таких как пищевая, нефтехимическая, нефтеперерабатывающая, сельскохозяйственная, медицинская и др.

За 4 млрд. лет своего существования флора и фауна прошла, как пути бурного развития, так и периоды массового вымирания. Периоды вымирания соотносятся с ледниковыми периодами. Причиной активизации ледников было резкое снижение температуры поверхности Земли, в результате активного вулканизма, выбрасывавшего в атмосферу пепел, препятствующий нагреванию поверхности Земли потоком солнечной энергии.

Человек – часть живой природы и все, что в ней происходит, касается его самым непосредственным образом – потепление климата, уменьшение видов флоры и фауны и т.п.



Сопоставление разрезов палеонтологическим методом.
Слой 3 отсутствует в разрезах Б и В. Остальные слои прослеживаются во всех разрезах



РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СОСТАВ

Кристаллами называются частицы твердых тел, состоящие из атомов, ионов, молекул, расположенных в узлах кристаллических решеток в порядке, соответствующем их свойствам.

Минералами называются однородные твердые тела, состоящие из кристаллов, образовавшихся в результате естественных природных физико-химических процессов, происходящие в земной коре и на ее поверхности.

Причинами образования кристаллов и минералов являются колебания термодинамической и гидротермальной обстановки в окружающей среде, из-за которых изменяется характер протекания химических реакций и геологических процессов.

В результате разнообразных геологических процессов, образуется более 380 базовых форм кристаллов (сингоний) и более 4 тысяч минеральных видов. Это гораздо меньше, чем миллионы органических веществ. Но значимость кристаллов и минералов заключается в том, что из них образуются горные породы, составляющие 97,5% Земной коры.

Химический (атомный) состав минералов не всегда соответствует распространенности химических элементов в Земной коре. Это связано с различной активностью химических элементов, обусловленной строением их внешних электронных оболочек. Химические элементы, занимающие места в начале периодической системы Менделеева Д.И., более активны.

Поэтому, химические элементы неравноценны, как в процессе образования минералов, так и в их составе. Из 93 природных химических элементов, только 8 можно отнести к основным, с точки зрения минералообразования: кислород, водород, кремний, алюминий, железо, свинец, висмут и никель.

Часть химических элементов (рубидий, гафний, рений, радий и др. рассеянные) не дают самостоятельных минералов и обычно входят в их состав в виде примесей (изоморфизм). Изоморфизм – взаимное замещение атомов, ионов или их групп в кристаллических решетках минералов без нарушения их строения.

Эта важнейшая особенность химического состава минералов широко распространена среди соединений переменного состава. Примером полного изоморфизма является группа плагиоклазов, представляющий собой непрерывный изоморфный ряд, крайними членами которого являются альбит ($Na[AlSi_3O_8]$) и анартит ($Ca[Al_2Si_2O_8]$).

Классификация минералов по химическому составу:

Раздел I. Самородные элементы
Раздел II. Сульфиды, сульфосоли и им подобные соединения
Раздел III. Галоидные соединения (Галогениды)
- *Класс 1.* Фториды
- *Класс 2.* Хлориды, бромиды и иодиды

Раздел IV. Оксиды и гидроксиды
- *Класс 1.* Оксиды
- *Класс 2.* Гидроксиды, в т.ч. вода

Раздел V. Кислородные соли (оксисоли)
- *Класс 1.* Нитраты
- *Класс 2.* Карбонаты
- *Класс 3.* Сульфаты
- *Класс 4.* Хроматы
- *Класс 5.* Вольфраматы и молибдаты
- *Класс 6.* Фосфаты, арсенаты и ванадаты
- *Класс 7.* Бораты
- *Класс 8.* Силикаты (*А.* Островные силикаты. *Б.* Цепочечные силикаты. *В.* Ленточные силикаты. *Г.* Слоистые силикаты. *Д.* Каркасные силикаты)

Раздел VI. Органические соединения

Процессы образования кристаллов и минералов

Образование кристаллов и минералов может происходить на поверхности Земли (экзогенные процессы) и в ее недрах (эндогенные и метаморфические процессы):

1) **магматический** - процесс кристаллизации силикатного раствора (магмы), поднявшийся из мантии в земную кору, при понижении его температуры ниже точки затвердевания;

2) **водный** - это процесс отложения минерального вещества из горячих водных растворов, (гидротермальных) отделяющихся от магмы или образующихся в результате сжижения газов;

3) **газовый (пневматолитовый)** - это процесс образования минералов из газов, которые выделяются при застывании магмы и которые по мере продвижения вверх реагируют со вмещающими породами. Этот тип может быть подразделен на два подтипа: вулканический - это когда минералы образуются в областях вулканической деятельности из газов, отделяющихся от магмы на поверхности, так и вблизи ее; глубинный - минералы этой группы образуются когда газы отделяются в глубине земной коры;

4) **метаморфический** - образование минералов происходит в результате взаимодействия между горячими водными и газовыми растворами с одной стороны и вмещающими горными породами с другой;

5) **осадочный** - образование минералов происходит за счет экзогенных процессов таких как: выветривание (химическое, физическое разрушение); переносов продуктов выветривания и осадконакопление; инфильтрация;

Знание условий образований минералов позволяет правильно прогнозировать места их скопления, способы поисков и разведки.

Идеальные и природные формы кристаллов

По строению кристаллической решетки, по совокупности элементов симметрии выделяют семь кристаллографических систем (сингоний):

- триклинная;
- моноклинная;
- ромбическая;
- тригональная;
- тетрагональная;
- гексагональная;
- кубическая.

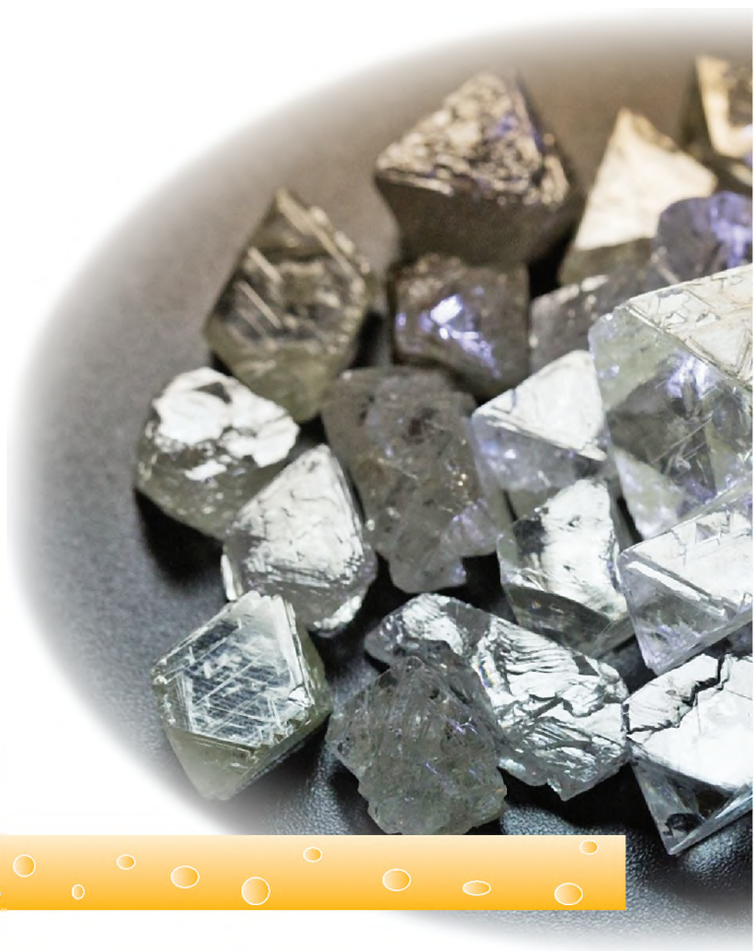
СТРОЕНИЕ И ФОРМЫ

Кристаллические решетки минералов формируются под влиянием их межатомных и межмолекулярных связей, параллельно формированию химического состава минералов.

От химического состава и характера связей зависит тип кристаллической решетки и плотность упаковки ее элементов, а все вместе взятое представляет собою кристаллохимическую структуру минерала. Структурными единицами, из которых строятся решетки минералов, могут быть ионы (преимущественно), атомы, иногда молекулы.

Абсолютное большинство минералов являются твердыми кристаллическими телами и только незначительное число минералов встречаются либо в аморфном состоянии (лимонит), либо в жидком (ртуть).

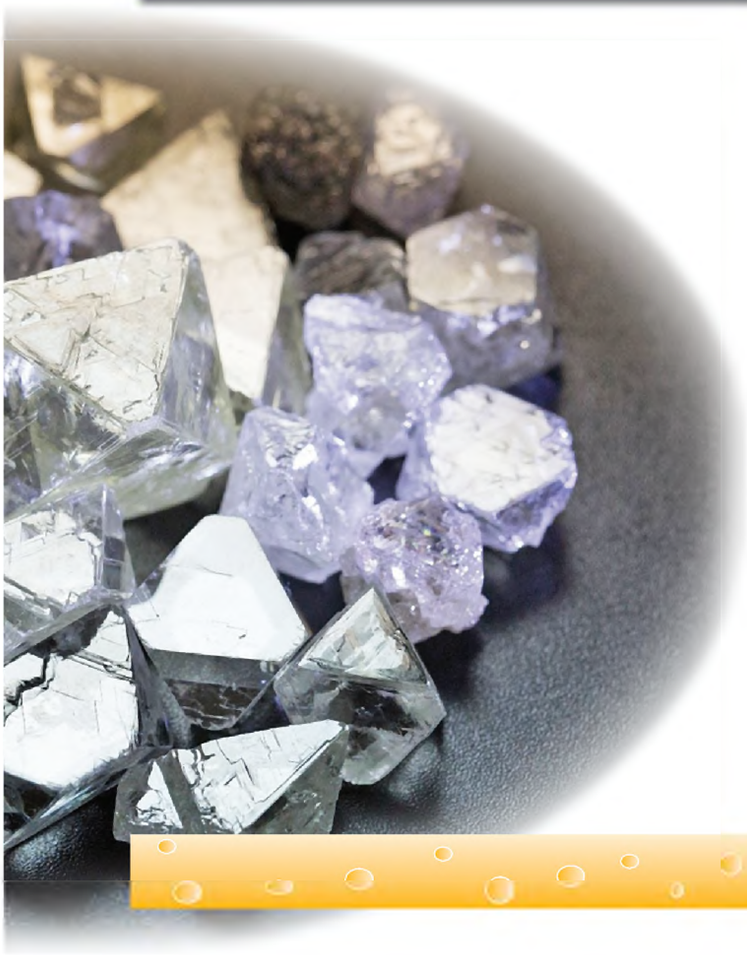
Внешняя форма минералов зависит от строения кристаллической решетки и условий образования, и может быть изометричной, плоской, вытянутой, столбчатой. Правильные классические формы присущи только свободно растущим кристаллам. Одиночные кристаллы в природе встречаются достаточно редко. Помехи при кристаллизации приводят к различным формам и сочетаниям кристаллов в минералах.



Свойства кристаллов и минералов зависят в основном, от условий образования, химического состава, вида связи между атомами, типа кристаллической решетки и их формы и определяют область их применения, методы поисков и переработки.

Виды химических связей и кристаллических решеток

Химические связи при помощи которых соединяются структурные единицы могут быть пяти основных видов: **1) ионный; 2) ковалентный; 3) донорно-акцепторный; 4) металлический; 5) молекулярный**. Наиболее распространен ионный тип и переходные виды связи между ионным и ковалентным типами. Каждый минерал имеет свою кристаллическую решетку с присущей ей внутренней и внешней симметрии, что не только предопределяет форму кристаллов, являющуюся главнейшим диагностическим признаком, но и коренным образом влияет на свойства минералов. Наиболее хрестоматийным примером является графит и алмаз. Оба минерала имеют одинаковый химических состав и являются полиморфными модификациями углерода, однако обладают абсолютно разными, подчас полярными (твердость) свойствами. Связано это именно со строением кристаллической решетки. Алмаз имеет прочную кубическую решетку, а графит слоистую гексагональную.



ПРИРОДНЫЕ ФОРМЫ МИНЕРАЛОВ

Двойник — закономерный сросток одинаковых кристаллов

Друза — незакономерные сростки кристаллов, имеющие под собой общее основание

Друза с более мелкими кристаллами называется — щетка

Секреция — полость или пустота, в которой отложение минерального вещества происходит от периферии к центру (жеоды — более двух сантиметров и миндалины менее двух сантиметров)

Натечные агрегаты — образуются из растворов (сталактиты, сталагмиты)

Свойства минералов

Физические свойства: твердость, хрупкость, спайность, излом, гибкость, ковкость, упругость. Не менее важное значение имеют **оптические свойства** минералов, как то преломление, отражение и поглощение света, блеск, цвет, люминесценция. В ряде производств и видах деятельности на первый план выходят **электрические свойства** минералов. Электрические свойства выявляются у минералов при воздействии на них электрического поля. По величине **электропроводности** минералы делятся на полупроводники и диэлектрики (пример). Кроме того важное значение имеет **магнитное свойство** минералов, которое проявляется у них в магнитном поле. По величине **магнитной восприимчивости** минералы подразделяются на диамагнетики (пример), парамагнетики (пример) и ферромагнетики (самородное железо).

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Свойства кристаллов и минералов многообразны и зависят, в основном, от условий образования, химического состава и кристаллического строения.

В свою очередь, состав и строение минералов зависят от свойств химических элементов, а значит размеров их атомов, ионов и строения их электронных оболочек, которые определяются положением ХЭ в системе Д.И. Менделеева. Все остальные свойства минералов связаны с перечисленными параметрами. В зависимости от температуры, давления и других условий минералы могут изменять свое состояние и свойства в очень широких пределах, переходя из твердого состояния в жидкое и газообразное и, наоборот.

Химические, физические, оптические, магнитные и множество других свойств минералов позволяют решать множество практических задач. Минералы используются человеком во многих областях экономики: металлургия, энергетика, электроника, сельское хозяйство, пищевая промышленность, ювелирное дело и др.

Потребителей минерального сырья интересуют, прежде всего, свойства минералов,

влияющие на технологию и экономику их добычи и переработки.

Но для того чтобы использовать минералы, их сначала нужно найти, а процесс поиска месторождений полезных ископаемых связан со многими трудностями. Месторождения часто находятся на глубине, а в местах редких выходов на поверхность полезные минералы не всегда удается обнаружить. Дело в том, что в природных условиях, различные по составу, строению и свойствам минералы бывают сильно похожи друг на друга, т. к. их кристаллические решетки, как правило, сильно деформируются, поверхность теряет естественную окраску и т. п. В таких условиях идентификация кристаллов и минералов усложняется.

Геологов интересуют, прежде всего, условия образования, химический состав, кристаллическое строение и внешняя форма минералов, определяющие их свойства поисковые признаки. Во избежание ошибок при поисках минералов, их идентификацию необходимо проводить одновременно по нескольким поисковым признакам, таким как блеск, цвет, спайность, плотность, твердость и т.п.

Использование минерального сырья

Виды производства и используемые минералы:
Медицина и фармакология (магнезит, гипс, тальк, мирабилит, колеманит, сассолин и др.);
Металлургия (доломит, ванадинит, родохрозит и др.);
Огнеупоры, кислостойкие и электроизоляционные материалы (слюды, альбит, лабрадор, кианит, хризотил, силлиманит, андулузит, пирофиллит и др);
Оптика (флюорит, кварц, рубин, горный хрусталь, диаптаз и др.);
Посуда и стекло (флюорит, касситерит, целестин, каолинит, кианит, пирофиллит, стронцианит и др.);
Поделочные (серпентинит, чароит, родонит, азурит, малахит и др.);
Сельское хозяйство (удобрения) (сера, сильвин, апатит, карналлит и др.);
Строительство (кальцит, доломит, гипс, мергель, каолинит, монтриолонит и др.);
Химия (киноварь, целестин, сера, реальгар, галит, кальцит, бура и др.);
Электротехника (самородная медь, кварц, слюда, и др);
Ювелирное (алмаз, золото, серебро, платина, изумруд, гранат, корунд, шпинель, топаз и др.);
Ядерная промышленность (уранинит, браннерит, карнотит, целестин, гейландит и др.).

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СОСТАВ

Горная порода — любая масса органических и неорганических минералов, различных размеров и форм, находящаяся в различных состояниях, от твердого и монолитного до мягкого и рыхлого, включающих флюиды.

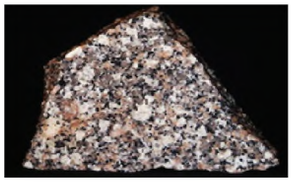
Причины и условия образования горных пород, аналогичны причинам и условиям образования минералов, и заключаются в колебаниях термодинамической и гидротермальной обстановки, вызывающим протекание различных химических реакций и геологических процессов:

1 кристаллизация магм и лав в процессе магматизма за счет уменьшения температуры и давления магмы и гидротермальных растворов;

2 осадконакопление магматических и метаморфических пород, разрушенных за счет колебаний температуры, давления, действия водных растворов и других факторов;

3 перекристаллизация магматических, осадочных и метаморфических (вторичная) пород при магматизме и тектонике за счет изменения температуры и давления.

Химический и минеральный состав горных пород зависит от условий их образования и влияет на их внутреннее строение, форму и свойства. В зависимости от времени образования минералы, входящие в состав горных пород делятся на первичные (образовавшие-



Магматические породы образуются в процессе охлаждения и кристаллизации природных силикатных растворов (магмы, лавы).

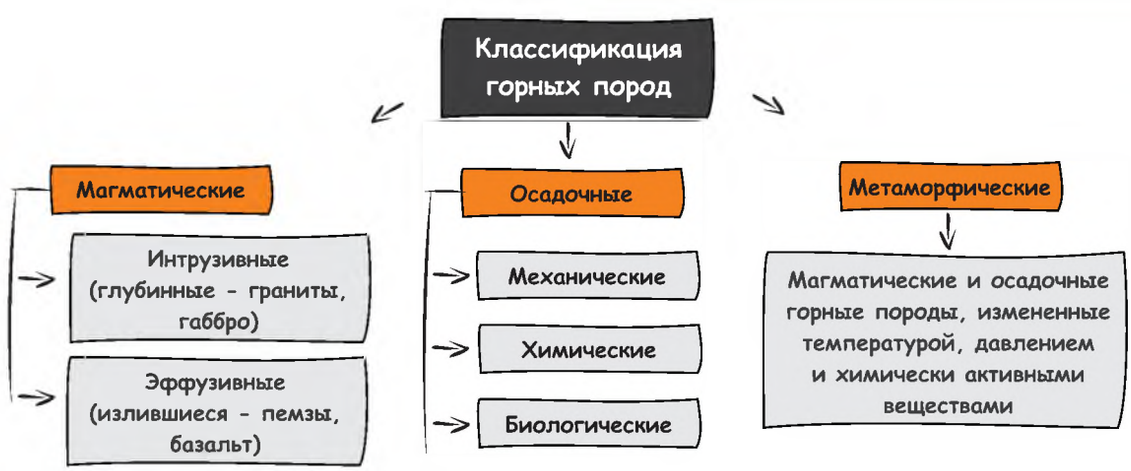
Осадочные породы образуются в результате выветривания (разрушения) ранее образовавшихся горных пород и последующем переотложении продуктов распада.

Метаморфические породы образуются в результате изменений магматических и осадочных горных пород под воздействием изменившихся внешних условий (температуры, давления и др.).

Химический состав горных пород

С минеральным составом тесно связаны химические свойства пород. По химическому составу горные породы делятся на четыре типа: 1) ультраосновные — содержание SiO_2 менее 45%, большее содержание MgO и FeO (пироксениты) (рис. 3); 2) основные — содержание SiO_2 45—55%, большое содержание CaO и Al_2O_3, малое содержание MgO и FeO (габбро) (рис. 4); 3) средние — содержание SiO_2 55—65%, меньше CaO, обогащены щёлочью (диорит) (рис. 5); 4) кислые — содержание SiO_2 более 65%, наименьшее содержание MgO, CaO и FeO, наиболее богата щелочами (гранит) (рис. 6).

Как физические тела горные породы характеризуются плотностными, упругими, прочностными, тепловыми, электрическими, магнитными, радиационными и др. свойствами, которые в большой степени предопределяют область их применения.



ся вместе с породой) и вторичные (возникли в результате последующих процессов).

В зависимости от условий образования выделяют магматические, осадочные и метаморфические горные породы. В Земной коре наибольший весовой процент имеют магматические породы (около 95%), а осадочные и метаморфические составляют всего лишь 1% и 4%, соответственно.

Вещественными составляющими горных пород различных генетических типов могут быть зерна минералов, обломки ранее существовавших пород и минералов, органические осадки, нераскристаллизованная минеральная масса.

Минеральный состав горных пород

Минералы слагающие горные породы делятся на:

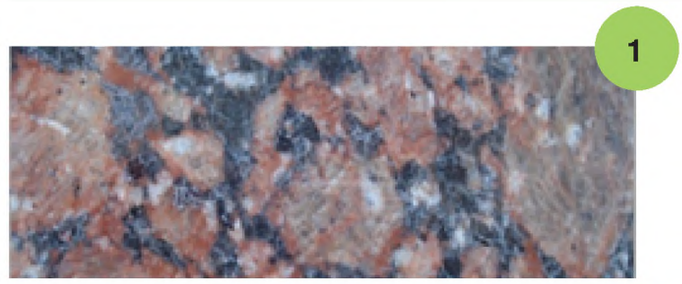
Главные — минералы, которые занимают 5 и более процентов в составе породы. Например в граните — кварц, полевой шпат, плагиоклаз, слюда.

Второстепенные — минералы являющиеся породообразующими (т. е. минералы которым принадлежит ведущая роль в породе), но их содержание не превышает 5%.

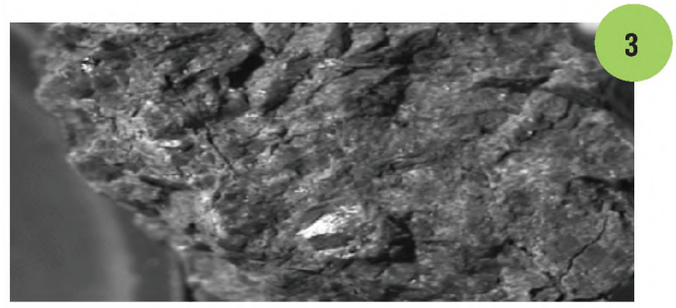
Акцессорные — минералы, входящие в состав горной породы в незначительном количестве и не учитывающиеся в их номенклатуре (в названии).

В зависимости от времени образования минералы, входящие в состав горных пород делятся на первичные (образовавшиеся вместе с породой) и вторичные (возникли в результате последующих процессов).

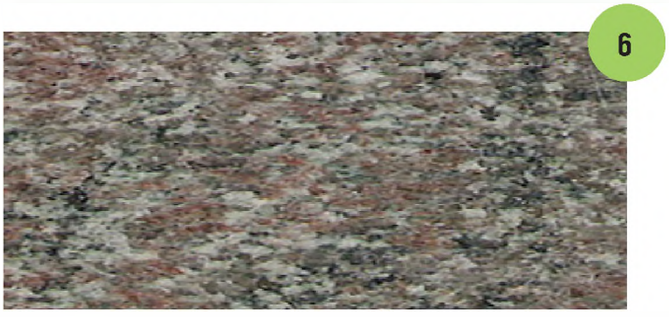
По числу слагающих минералов, горные породы делятся на полиминеральные (которых большинство) (рис. 1) и мономинеральные т. е. (рис. 2), состоящие из одного минерала (кварцит).


1

2


3

4


6

5

СТРОЕНИЕ, ФОРМА ЗАЛЕГАНИЯ

Строение горных пород выражается в их структуре и текстуре. Структура — соотношение размеров и форм. Текстура — внутреннее строение и взаимное расположение агрегатов, слагающих горную породу.

Основные типы структур — кристаллическая, обломочная, органогенная. Кристаллическая структура — это когда порода состоит из кристаллических зерен, минералов, распространена среди магматических и метаморфических пород.

Обломочная структура характерна для осадочных горных пород. Большая часть осадочных пород состоит из обломочной структуры, т.е. породу составляют обломочные зерна различной величины и формы.

Органогенная структура характерна для осадочных горных пород и наиболее ярко представлена у карбонатов (известняки, доломиты).

Текстура горных пород влияет на их крепость и проницаемость и позволяет восстановить условия образования горной породы. Выделяются текстуры однородные, неоднородные, плотные, пористые.

Это любопытно!

По мере развития различных технологий увеличивается количество горных пород, используемых в качестве полезных ископаемых.

От состава, условий образования, структуры и текстуры горных пород зависят их свойства и области применения. Как физические тела горные породы характеризуются плотностными, упругими, прочностными, тепловыми, электрическими, магнитными, радиационными и др. свойствами. По мере развития технологий добычи и переработки, увеличивается количество горных пород, используемых в качестве полезных ископаемых.

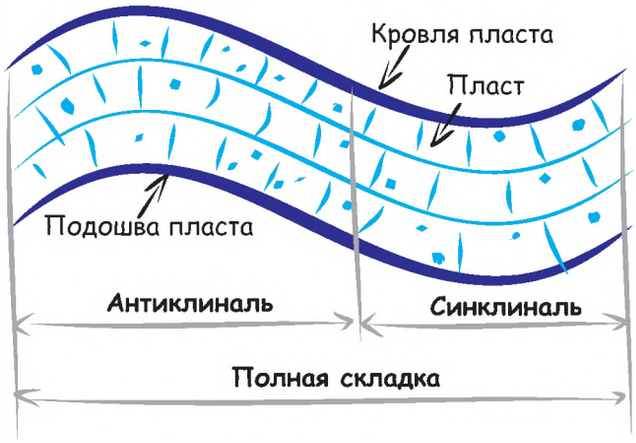
Осадочные и метаморфические горные породы в большинстве случаев залегают в виде пластов либо слоев. Магматические горные породы образуют много форм залегания — жилы, штоки, локкалиты, покрова

и др. Под влиянием различных тектонических нарушений (в результате движений земной коры) первоначальные формы горных пород могут быть в дальнейшем нарушены. Наиболее простая форма нарушения первоначального залегания – моноклинальное (наклонное) залегание. Формой залегания при которой пласты, волнообразно изгибаясь, последовательно меняют угол своего падения, называют складчатостью. Основным элементом этой формы является складка - антиклинальную и синклинальная.

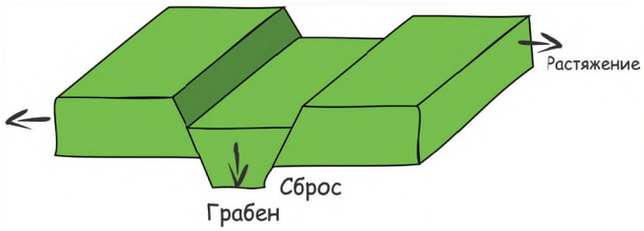
К разрывным нарушениям относятся сброс, сдвиг, надвиг и др.

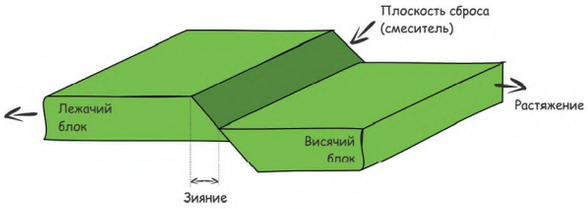
Кроме перечисленных видов связных и разрывных смещений существует еще большое количество других, а также множество разнообразных и сложных сочетаний различных дислокаций.

Для осадочных пород взаимоотношение между отдельными слоями указывает на историю образования всей толщи. Различают два типа соотношения слоев: согласное залегание и несогласное залегание пород. Согласное залегание характеризует непрерывный процесс осадконакопления, т.е. залегание слоев в строгой возрастной последовательности. Несогласное залегание выражает перерыв в осадконакоплении и последующую смену условий отложения.

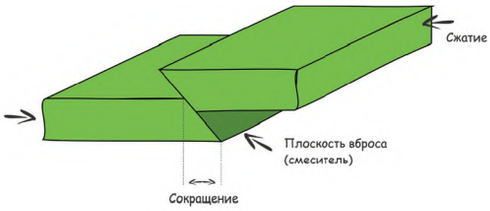


РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

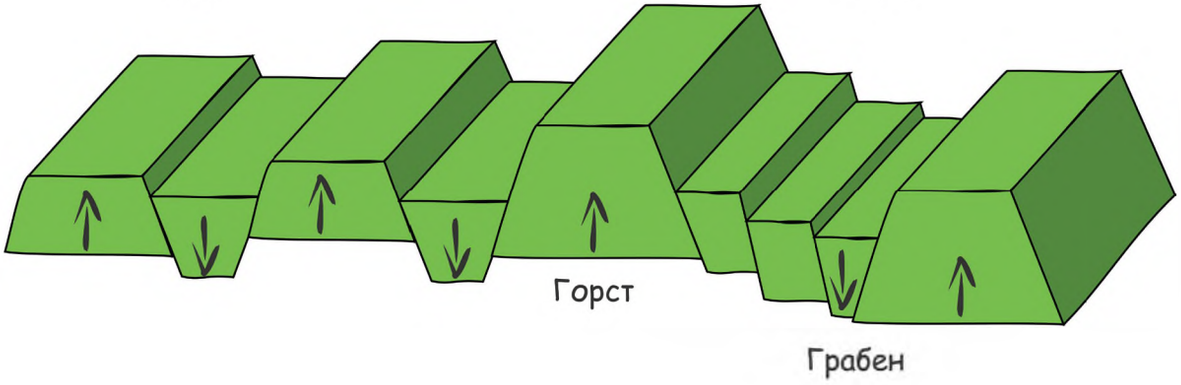




Сброс



Вброс



ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СОСТАВ.

Месторождения полезных ископаемых (МПИ) — природные или техногенные скопления минерального вещества на поверхности земли (на дне океана) или в ее недрах, по количеству, качеству и условиям залегания пригодные для промышленного использования.

Причины и условия образования полезных ископаемых (ПИ) и мест их повышенной концентрации (месторождений) сходны с причинами и условиями, характерными для минералов и горных пород. По существу, ПИ, это те же минералы и горные породы, а также находящиеся в них газы и жидкости. Отличие их в том, что одни из них необходимы людям, на данном этапе развития, а другие были нужны в прошлом (каменный век, бронзовый и т. п.), используются сейчас или могут понадобиться в будущем.

Минералы, горные породы, ПИ и МПИ, состоят из одних и тех же 93 химических элементов, поэтому, несмотря на многообразие природных ситуаций, в их классификациях есть много общего.

Например, условия образования МПИ, связаны с деятельностью трех основных геологических процессов — магматизма, осадконакопления и метаморфизма. Похожая картина наблюдается, также при делении МПИ по химическому и минеральному составу, формам и условиям залегания.

Формирование месторождений полезных ископаемых происходит в результате концентрации отдельных элементов или веществ, при развитии эндогенных, экзогенных и метаморфических процессов. В соответствии с особенностями протекания этих процессов, выделяют три серии МПИ — эндогенные, экзогенные и метаморфические.

Руды подразделяются на мономинеральные — содержащие одно полезное ископаемое и полиминеральные — содержащие несколько полезных ископаемых. Полиминеральные руды, являющиеся комплексными, представляют наибольшую ценность, однако при сложном составе руды могут возникать проблемы с ее переработкой.

Важное значение при поиске МПИ имеет факт частого соседства, в природных условиях, химических элементов, минералов и горных пород. В МПИ часто наблюдаются закономерное сонахождение минералов и химических элементов (парагенезис). Парагенезис минералов и элементов, слагающий руды, имеет большое значение для поисково-оценочных работ. Например, в МПИ прожилково-вкрапленных руд наряду с сульфидами меди может находится в промышленных количествах и молибденит, поэтому опробование, таких руд, необходимо проводить и на молибденит.

Сведения о закономерностях распределения (сонахождения — парагенезиса) полезных компонентов в рудном теле, позволяют осуществлять рациональное планирование, разведку и добычу ПИ.

Метаморфические МПИ образуются в глубинах земной коры при перекристаллизации горных пород и древних месторождений под воздействием высоких температур и давления. К ним приурочены крупные месторождения золота, урана, свинца, цинка, железа, а так же месторождения многих других видов минерального сырья. К этому типу приурочены месторождения алюминиевого сырья, яшм, асбеста, титана. Техногенная серия МПИ образуется в результате жизнедеятельности человека. Месторождения этой серии делятся на три типа: сухие отвалы; гидроотвалы, хвосто-, ишламохранилища; комбинированные отвалы.

Экзогенные МПИ образуются в верхней части литосферы под воздействием внешних факторов: воды, атмосферных осадков, органической жизни. Экзогенная серия делится на два типа: 1) месторождения выветривания; 2) осадочные.

Месторождения выветривания — образуются в процессе механического или химического разрушения породы под влиянием внешних факторов с последующей концентрации полезных компонентов в виде рудных тел. Среди месторождений выветривания выделяют: 1) обломочные; 2) остаточные (коры выветривания); 3) инфильтрационные; 4) зоны окисления.

Остаточные месторождения (коры выветривания) — образуются в результате выщелачивания коренных горных пород под воздействием атмосферных агентов с образованием новых полезных ископаемых. К этим отложениям приурочены месторождения бокситов, каолинов, бурых железняков, апатита, талька, никелевых и марганцевых руд и др.

Инфильтрационные месторождения — образуются в результате переноса и переотложения водными растворами части продуктов выветривания. Среди этих отложений выделяются месторождения железа, марганца, меди, урана, фосфоритов и др.

Месторождения зоны окисления – образуются в результате воздействия на горные породы специфической формы выветривания (окисления) и образованием так называемой зоны окисления. Зона окисления распространяется вглубь до уровня грунтовых вод, обычно от нескольких метров до нескольких десятков метров, но иногда, на отдельных участках, до нескольких сот метров от поверхности Земли.

Осадочные месторождения — образуются в результате разрушения горных пород и древних месторождений, с переносом и переотложением материала. С этим типом связаны месторождения угля, каменных солей, фосфоритов, циалитов, алмазов, изумрудов и многих металлов (железо, марганец, золото, уран, медь и др.). Осадочные месторождения разделяют по способу их образования: 1) механические (россыпи); 2) хемогенные; 3) органогенные.

Эндогенные МПИ

Эндогенное образование месторождений связано с процессами зарождения и кристаллизации магмы и делится на семь классов, в соответствии особенностями этих процессов: магматический; пегматитовый; карбонатитовый; скарновый; грейзенов; гидротермальный; смешанный.

Магматические МПИ — образуются в процессе кристаллизации жидкой магмы и являются основными поставщиками таких важных полезных ископаемых, как хром, титан, никель, кобальт, платина, медь, алмазы.

Пегматитовые МПИ — образуются на поздних стадиях кристаллизации магмы из остаточных растворов и являются источником получения драгоценных и полудрагоценных камней, редких и радиоактивных металлов, олова, слюды, пьезокварца и др.

Карбонатитовые МПИ — состоят на 75-90% из карбонатных минералов, залегающих в пределах интрузивных массивов, сложенных ультраосновными и щелочными горными породами и являются источником получения ниобия, железа, титана, тантала, циркония, редкоземельных и радиоактивных минералов, слюды.

Скарновые МПИ — образуются рудоносными растворами в результате химического замещения минеральных комплексов и являются источником кобальта, железа, меди, платины, молибдена, золота, вольфрама и др.

Грейзеновые МПИ — формируются в процессе постмагматического щелочного метасоматоза в массивах кислого и щелочного состава под воздействием горячих растворов на кристаллизованные ранее горные породы являются сырьем на берилл, радиоактивные элементы, изумруды, редкоземельные элементы и др.

Гидротермальные МПИ — образуются газово-жидкими рудоносными растворами магматического или иного происхождения и являются источником получения молибдена, вольфрама, олова, меди, урана, золота, серебра и др.

Смешанные МПИ — образуются в результате комплекса наложившихся геологических процессов либо месторождения, генезис которых трактуется неоднозначно. К смешанным относятся некоторые месторождения меди, свинца, цинка, вольфрама, флюорита и др.

ФОРМЫ, ЗАЛЕГАНИЕ, ПРИМЕНЕНИЕ

Промышленное значение различных типов месторождений не одинаково и измеряется в основном двумя показателями:

- доля запасов полезного ископаемого в данном типе (в стране) относительно мировых запасов этого полезного ископаемого;
- доля добычи минерального сырья (в стране) из месторождений, принадлежавших к данному типу относительно к мировой добыче такого минерального сырья;

Промышленная классификация промышленных типов МПИ включает 12 групп, основывается на важнейших природных свойствах ПИ и области их применения.

Внутри этих групп, в зависимости от методов разведки, разработки и переработки ПИ, выделяют природные типы МПИ. В качестве основных признаков промышленного типа МПИ, принимают форму, размеры, качество и условия залегания тел полезных ископаемых.

Каждая из перечисленных промышленных групп включает различные природные типы месторождений, учитывающие состав, строение, состояние и свойства рудных тел. С развитием горной и перерабатывающей промышленности происходит изменение востребованности тех или иных ПИ, в соответствии с этим корректируется и промышленная классификация МПИ.

Формы рудных тел

Размеры, качество, условия залегания тел полезных ископаемых является одной из главнейших характеристик месторождений. Для месторождений твердых полезных ископаемых характерно три морфологических типа залежей:

1) Изометричные;
2) Плоские;
3) Вытянутые по одному направлению;

Изометричные тела полезных ископаемых представляют собой скопления минерального вещества примерно равновеликие во всех направлениях. Это штоки, штокверки, гнезда. Шток — крупная, относительно изометричная залежь сплошного или почти сплошного минерального сырья (шток каменной соли). Штокверк — относительно изометричныйблок горной породы пронизанный мелкими жилками и насыщенный вкрапленностью минерального вещества (некоторые месторождения меди, олова, молибдена). Гнездо — относительно небольшое локальное скопление полезного ископаемого (некоторые месторождения золота, ртути, хрома).

Плоские тела — это тела с двумя протяженными и одной короткой стороной. К ним относятся пласты и жилы. Пласты наиболее типичны для осадочных месторождений руды, угля, и нерудных полезных ископаемых. Пласт полезного ископаемого иногда разделяется на пачки, разобщенные прослоями пустой породы. Пачки в свою очередь могут распадаться на слои. В соответствии с этим пласты могут быть простыми (без прослоев пустой породы) и сложными (с прослоями пустой породы). Жилы — это трещины в горных породах, выполненные минеральным веществом полезного ископаемого. (Рис. 40). Жилы бывают простыми и сложными. К простым жилам относятся единичные минерализованные трещины. Сложные жилы — это скопление переплетающихся трещин или зон дробления, которые еще называются жильной зоной.

Вытянутые тела — это формы тел с одной длинной и двумя короткими сторонами. Вытянутые по одной стороне тела называют трубкой. Наиболее характерным примером являются алмазоносные кимберлитовые трубки .

Комбинации форм рудных тел

Наряду с приведенными, простыми формами твердых полезных ископаемых, встречаются сложные залежи, представляющие собой их комбинацию.

Среди жидких и газообразных полезных ископаемых (нефть, вода, газ)по морфологическим признакам можно выделить пластовые, массивные и линзовидные залежи.

Пластовые залежи приурочены к пласту проницаемых пород, заключенному между непроницаемых пластов.

Массивные залежи это скопление жидкости или газа в выступах проницаемых пород, перекрытых непроницаемыми породами.

Линзовидные залежи приурочены к локальным зонам пористых и трещиноватых пород, ограниченных со всех сторон непроницаемыми породами.

МПИ составляют основу минерально — сырьевой базы России, являются залогом экономической, политической и военной независимости страны, обеспечивают стабильное развитие всех отраслей экономики.

Условия залегания и категории МПИ

По условиям залегания месторождения могут быть открытыми т. е. выходящие на земную поверхность, или перекрыты небольшим объемом вскрыши. Закрытые или слепые, залегающие на глубине под значительной толще горных пород.

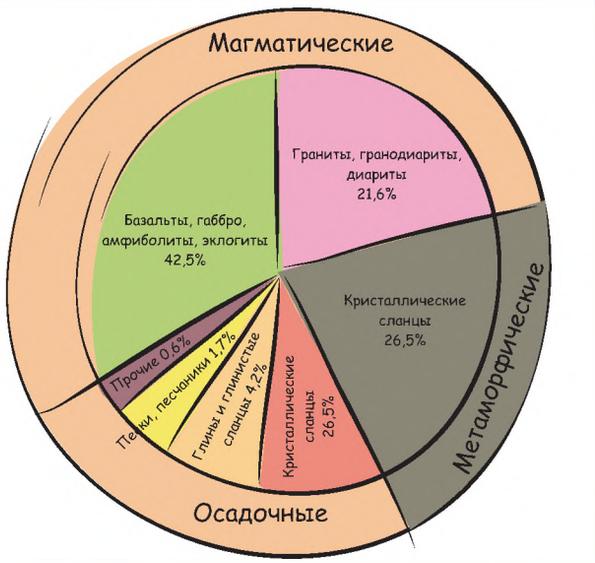
В зависимости от масштабов оруденения выделяют следующие категории перспективных площадей:

1) Провинция — крупные структурные элементы земной коры, которые относятся к платформам;
2) Область (бассейн) — составной элемент провинции с изометрическими очертаниями, характеризующийся определенным набором месторождений области, приуроченной к определенным структурам;
3) Рудный район — местное скопление месторождений в пределах отдельных структурных образований;
4) Рудное поле — небольшой участок земной коры (до первых десятков км^2) в пределах которого располагаются одновременно образовавшиеся генетически родственные месторождения;
5) Месторождение — это одно или несколько тел объединенных общностью происхождения и приуроченных к одной локальной структуре (до первых десятков км^2);
6) Рудная зона — совокупность сближенных рудных тел, которые подчиняются единой инфраструктуре, занимающая площадь от сотен м^2 до первых км^2;
7) Рудное тело — скопление в недрах или на поверхности минерального вещества, которое ограничено контуром экономически выгодной разработки.

Геолого-промышленные типы МПИ

1) Минеральное топливо, включающее уголь, нефть и газ;
2) Руды черных металлов, в число которых входят железные, марганцевые, хромовые, титановые и др.;
3) Руды цветных металлов (алюминиевые, медные, свинцовые, цинковые и др.;
4) Руды драгоценных (благородных) металлов, в основном золото и платиноидов;
5) Руды радиоактивных элементов, преимущественно урана;
6) Руды редкоземельных и редких элементов;
7) Руды для химической промышленности, среди которых наибольшее значение имеют каменные соли, фосфориты, апатиты, сера и др.;
8) Руды индустриального сырья (техническое сырье) — алмазоносные кимберлиты, асбест, тальк, оптические минералы, графит и др.;
9) Флюсы и огнеупоры для металлургической промышленности (известняк, доломит, кварц, глина и др.);
10) Строительные материалы (песчано-гравийные смеси, песок, известняки, глины)
11) Подземные воды, среди которых различаются источники питьевого или технического водоснабжения и минеральные источники.

СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ



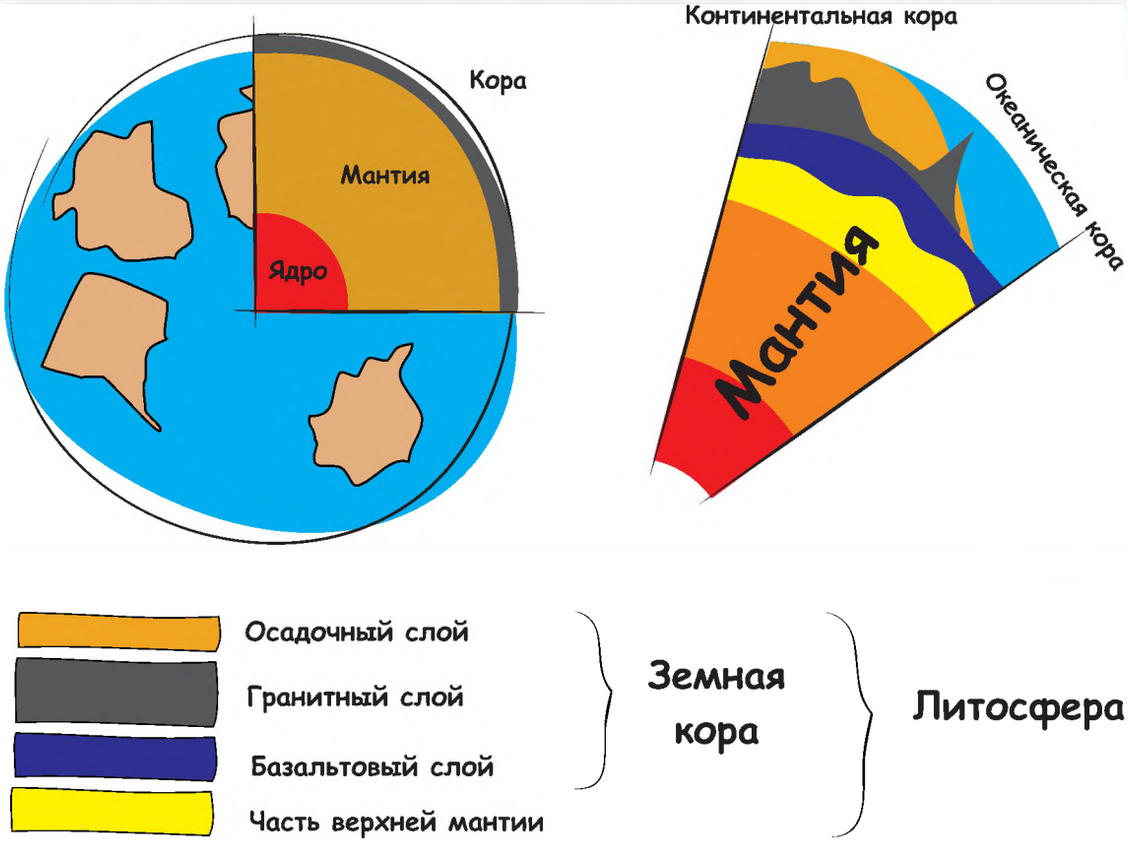
ТВЕРДЫЕ ОБОЛОЧКИ

Земля одна из планет Солнечной системы, также как и Солнце, возникла 4,6 млрд лет назад, в результате взрыва (коллапса) одной из ближайших звезд. Энергия взрыва преобразовалась в работу сжатия космического вещества и его вращательно-поступательного движения. Другие семь планет Солнечной системы образовались аналогично за период времени около 100 млн лет.

Материалом, из которого сформировалась Земля и другие планеты являлись обычные космические вещества – пыль, газы, возможно лед и т. п., а также свободные атомы и элементарные частицы. В течении 600 – 700 млрд лет, под действием силы тяготения, температуры и давления происходило естественное уплотнение первичного вещества Земли и его плотностное расслоение на ядро, мантию и Земную кору.

Через 600-700 млн. лет первичная Земля уплотнилась и разогрелась до параметров,

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ



при которых в ее ядре началась термоядерная реакция. Появившееся избыточное внутреннее тепло Земли, привело к запуску процесса ее дегазации и началу нового - геологического периода ее жизни.

Дегазация сопровождалась превращениями и перемещениями больших масс веществ, в процессах магматизма, вулканизма, движения литосферных плит, землетрясений. Одновременно с указанными процессами, изменялись состав и температура атмосферы, образовывались и развивались гидросфера и биосфера.

Несмотря на то, что границы между геосферами нечеткие и часто пересекаются в пространстве, принято выделять внутренние и внешние геосферы. Внутренние геосферы - ядро (внутреннее и внешнее), мантия (нижняя и верхняя), литосфера и Земная кора, внешние – гидросфера, атмосфера, биосфера, ноосфера (сфера разума).

Существует также ряд геосфер, распространяющих свое действие, как внутри, так и вне Земли. Среди них выделяются магнитосфера, радиационная сфера, а также подземные частичные проявления всех внешних геосфер в виде жизнедеятельности микроорганизмов, окислительных и других процессов.

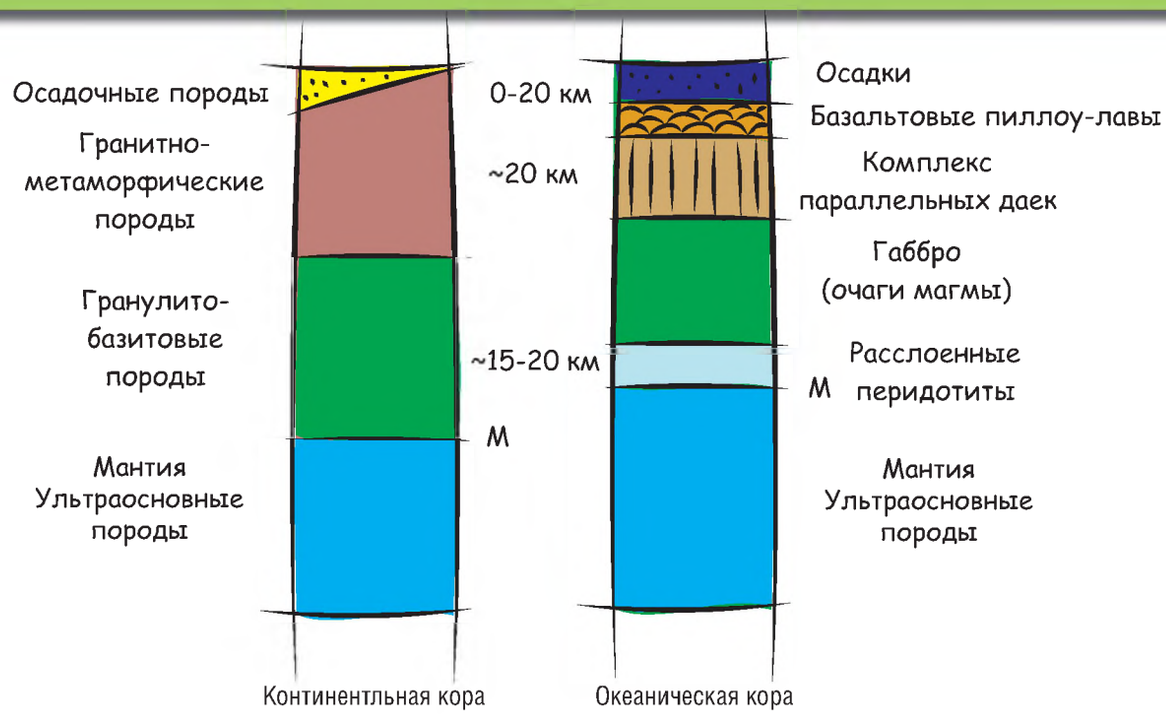
Кроме того, между геосферами наблюдается непрерывные или прерывистые переходные зоны, среди которых наибольшее значение для Земли имеет астеносфера – зона перемещения оснований литосферных плит.

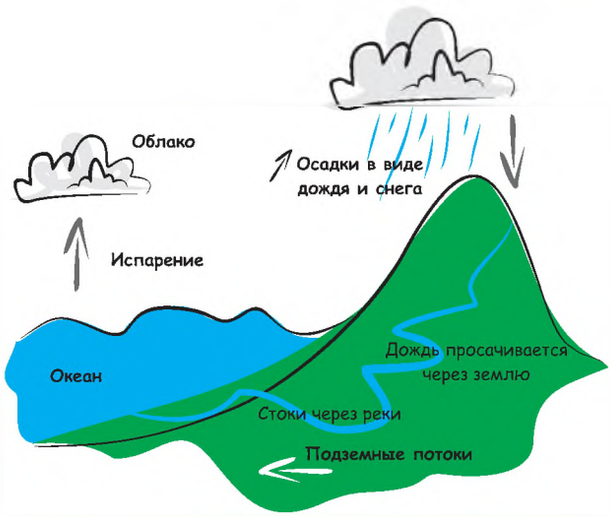
Для современного состояния Земли характерно устойчивое развитие геологических процессов, следовательно, эволюционное изменение ее твердых, жидких, газовых, биологических и других сфер Земли (геосфер).

Особенностями современного состояния Земли являются:

- постепенная дегазация и снижение внутренней энергии;
- умеренный магматизм, вулканизм, движение литосферных плит, землетрясения, метаморфизм;
- взаимосвязь и взаимодействие геологических процессов и геосфер;
- сверхактивная геологическая деятельность человека.

РАЗРЕЗЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ





ГИДРОСФЕРА

Гидросфера – внешняя водная оболочка Земли. Причиной формирования гидросферы Земли, как и атмосферы, являлись процессы дегазации Земли, но, в отличие от атмосферы, гидросфера развивалась значительно медленнее.

Несмотря на то, что наиболее активная тектоно-магматическая деятельность и дегазация Земли наблюдались в архее (3,9-2,5 млрд. лет назад), накопление воды в гидросфере происходило медленно, т. к. основное количество оксида водорода (водяного пара) поглощалось (диссоциировалось) слоем расплавленного железа. Только часть оксида водорода поднималась на поверхность Земли и в Атмосферу, создавая первичную гидросферу.

В начале протерозоя расплавленный слой

ВЗАИМОСВЯЗЬ ГИДРОСФЕРЫ, АТМОСФЕРЫ И БИОСФЕРЫ ВО ВРЕМЕНИ

Эон	Эра	Хим. состав атмосферы	млн.л.н.	Важные события
ФАНЕРОЗОЙ	Кайнозой	N_2, O_2	0	Расцвет млекопитающих
	Мезозой		66	Расцвет рептилий
	Палеозой		235	Расцвет амфибий
КРИПТОЗОЙ	Протерозой	Ch_4, Co_2	543	Выход на сушу животных
			570	Древнейшие хордовые
	Архей	S	2600	Вспышка многоклеточных животных. Возникновение многоклеточных. Возникновение эукариот. Образование почвы
	Протопланетный этап развития Земли	Nh_3, H_2, Cl_2	3800	Возникновение фотосинтеза. Первые следы жизни
			4500	Образование земной коры
			7000	Формирование планеты

железа достиг предела насыщения оксидом водорода и весь водяной пар стал подниматься непосредственно на поверхность Земли, конденсируясь и наполняя водою все составные части гидросферы – ручьи, реки, озера, моря, океаны, накапливаясь в углублениях рельефа, подземных трещинах, пустотах, порах горных пород, растворяясь в атмосфере и т. п.

Уникальные свойства воды, в т. ч. предрасположенность к быстрому изменению состояний при изменении температуры и давления (пар - жидкость – лед), делают ее универсальным компонентом самых различных химических преобразований. Поэтому, на протяжении всего времени существования Земли, все элементы гидросферы принимали активное участие во множестве геологических процессов.

Естественно, постоянно изменялся и изменяется состав, состояние и строение гидросферы. Процесс постоянных перемен, происходящих в гидросфере, подчеркивается известным выражением – «нельзя войти в одну и ту же воду дважды».

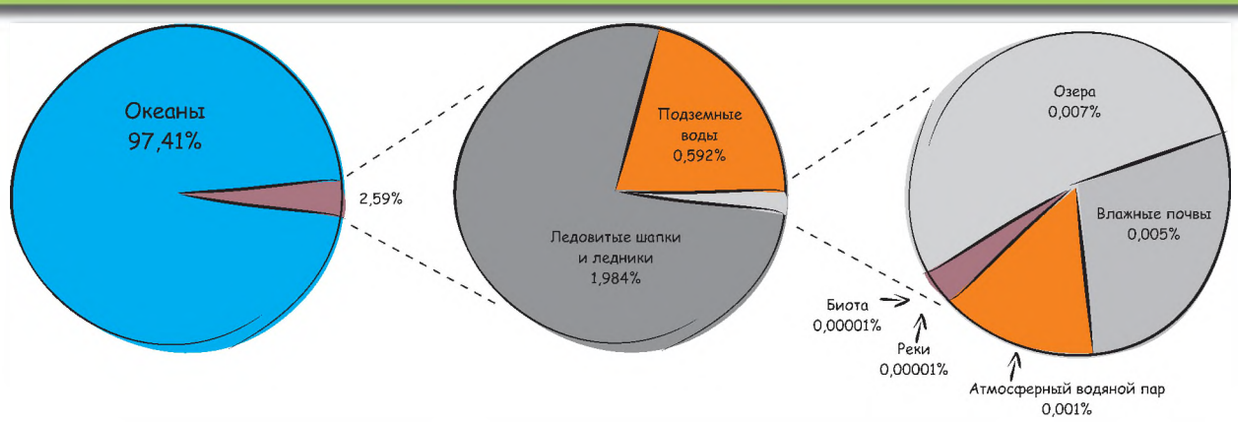
В настоящий период времени гидросфера находится в сложной ситуации. Проблемы гидросферы обусловлены ростом численности населения Земли и постоянным повышением уровня его благосостояния. В.И. Вернадский очень точно отметил – «Вода – наиболее ценное полезное ископаемое». Действительно, диапазон биогеохимических процессов и технологий, составной частью которых является вода, огромен и продолжает быстро расширяться. Ко всему прочему, вода необходима людям для питья и бытовых нужд.

К сожалению, естественная циркуляция воды в природе, в процессе которой вода самоочищалась, проходя различные естественные фильтры и состояния, в том числе испарение, уже не всегда приводит к восстановлению ее качества. Поэтому, все чаще людям, в зависимости от ситуации, приходится тратить силы и средства для поддержания баланса между своими потребностями и природными возможностями.

Строение и состояние гидросферы Земли

Средняя глубина океанов — 3711 м, наибольшая — 11022 м, в северном полушарии вода занимает — 61%, в южном — 81%. Водой покрыто около три четвертых поверхности Земли. Общий объем воды на Земле — 1390 млн км^3, моря и океаны — 96,4%, суша — около 1,86%, горные ледники — 0,2%, подземные воды — 1,7%, реки и озера — 0,2%, пресная воды составляет 2,64%. Глубина Тихого океана 11022 м. Глубина Атлантического океана — 8742 м. Глубина Индийского океана — 7309 м.
Всего на планете 36,7 мл кубический пресных вод, в холодных источниках температура до 20 градусов, в теплых от 20—37, горячие выше 37. В России исследовано 3367 месторождений подземных вод. В болотах сосредоточено 11,5 тысяч км^3 пресных вод. Торфяные болота составляют 2% площади суши.
В мировой океан реки планеты приносят примерно 38 тысяч км^3. Общая площадь озер составляют 2,7 млн квадратных километра или 1,8% всей суши, озера содержат около 180 тысяч км^3 воды.

СОСТАВ ГИДРОСФЕРЫ ЗЕМЛИ



АТМОСФЕРА

Атмосфера – внешняя газовая оболочка Земли, удерживаемая у ее поверхности силой Земного притяжения.

Первичная атмосфера Земли образовалась в результате действия силы притяжения первичной Земли из широко распространенных в космосе, газов, среди которых преобладают азот, водород и гелий. Атмосфера и процессы, происходящие в ней, обеспечили накопление воды на земле, которое осуществлялось за счет конденсации испаряющегося оксида водорода (H_2O).

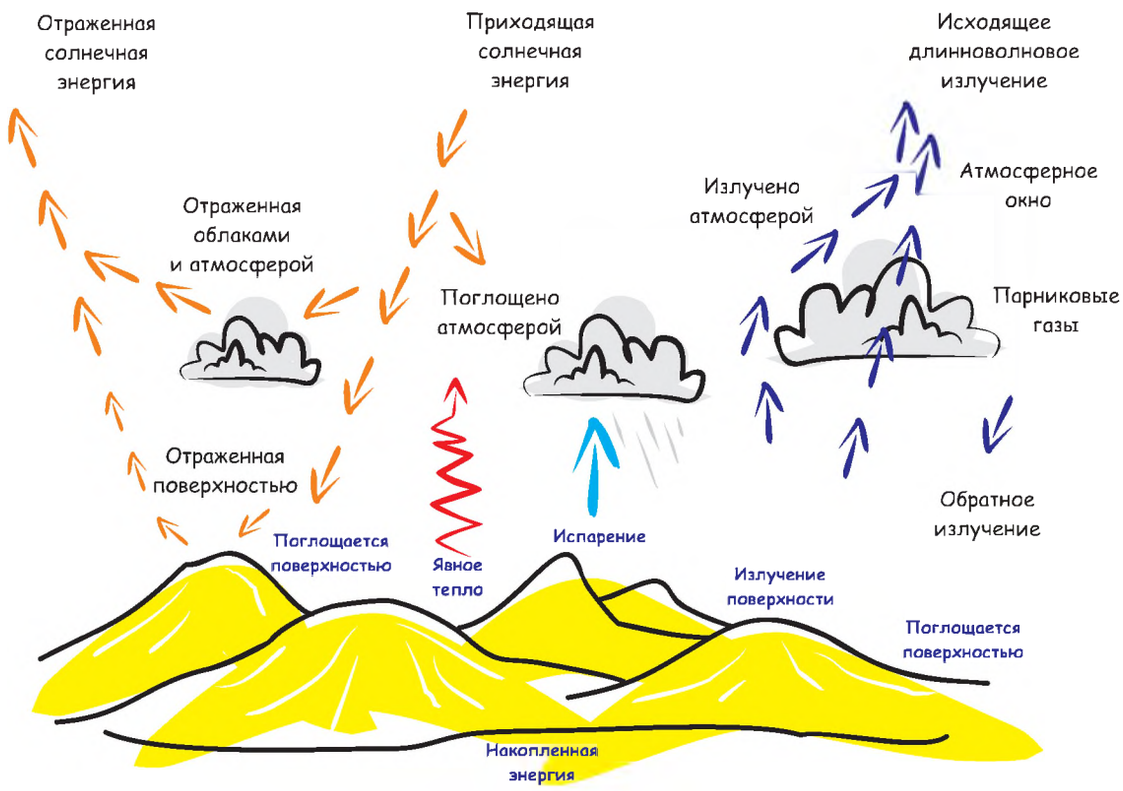
В процессе своего развития первичная атмосфера являлась активной частью многих геологических процессов, изменяя состав минералов и горных пород. Легкие летучие элементы атмосферы, активно перемещались в верхней части Земной коры, участвуя в окислительных и других видах химических преобразований. При этом коренным образом изменялся и состав самой атмосферы.

Каждый из периодов развития атмосферы Земли имеет свои важные особенности. Изменения состава, строения и состояния атмосферы позволяли развиваться все более сложным формам живых организмов, давая им кислород и защищая от избыточного Солнечного излучения.

Первое существенное изменение произошло вначале архея (3.9 млрд. лет назад), когда, в результате дегазации Земли, оксид водорода насыщал океаническую часть Земной коры, а углекислый газ (CO_2) и метан (CH_4), поднимаясь в атмосферу вытесняли

СОСТАВ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

Вещество	Обозначение	По объему, %	По массе, %
Азот	N_2	78,084	75,5
Кислород	O_2	20,9476	23,15
Аргон	Ar	0,934	1,292
Углекислый газ	Co_2	0,0314	0,046
Неон	Ne	0,001818	0,0014
Метан	Ch_4	0,0002	0,000084
Гелий	He	0,000524	0,000073
Криптон	Kr	0,000114	0,003
Водород	H_2	0,00005	0,00008
Ксенон	Xe	0,0000087	0,00004



азот.

Затем, в начальной стадии протерозоя (2.5 млрд. лет назад), после насыщения океанической коры, в атмосферу стал подниматься и кислород, преобразуясь в оксид водорода (H_2O), который вытеснял метан и углекислый газ, а при конденсации преобразовывался в воду.

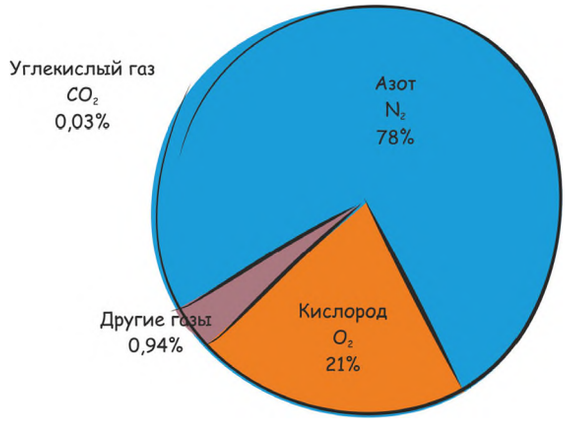
В соответствии с ходом геологических процессов, атмосферные газы расслаивались на более мелкие оболочки, плотность которых уменьшалась по мере удаления от поверхности Земли за счет заполнения их более легкими газами.

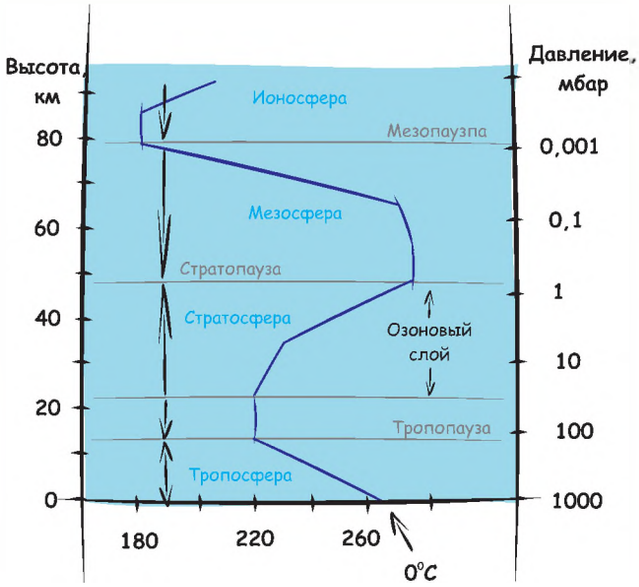
В дальнейшем, в результате действия различных геологических процессов, в т. ч. жизнедеятельности живых организмов, состав атмосферы существенно изменялся и продолжает изменяться до настоящего времени.

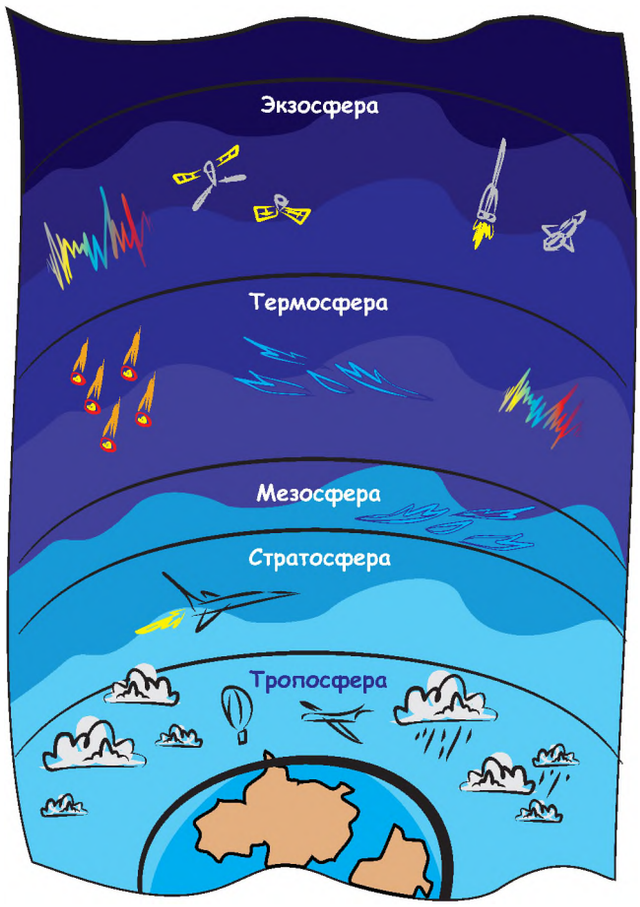
Важной особенностью атмосферы является также способность воды – одного из главных компонентов для человека, к изменению своего состояния. Существуют следующие виды изменения состояний веществ (фазовых переходов):

- жидкость – газ (испарение); обратный переход – из газа в жидкость (конденсация);
- твердое тело – жидкость (плавление); обратный переход – жидкость – твердое тело (отвердевание, кристаллизация);
- твердое вещество – газ (сублимация, возгонка); обратный переход – газ – твердое тело (конденсация).

Современное состояние и состав атмосферы Земли зависит от многих внутриземных и космических факторов. Ни одна планета Солнечной системы не имеет такой многофункциональной атмосферы.







Солнечная система является частью галактики «Млечный путь», имеет в центре звезду под названием Солнце, включает 8 планет, одной из которых является Земля.

Причиной возникновения Солнечной системы, в соответствии с одной из основных теорий, является взрыв (коллапс) одной из соседних звезд (4,7 млрд лет назад) и преобразование энергии взрыва, в работу по первичному сжатию космического вещества в плотную массу и приданию ему вращательно - поступательного движения. За счет этой же энергии взрыва были образованы и другие тела Солнечной системы – планеты и их спутники, астероиды, метеориты, кометы.

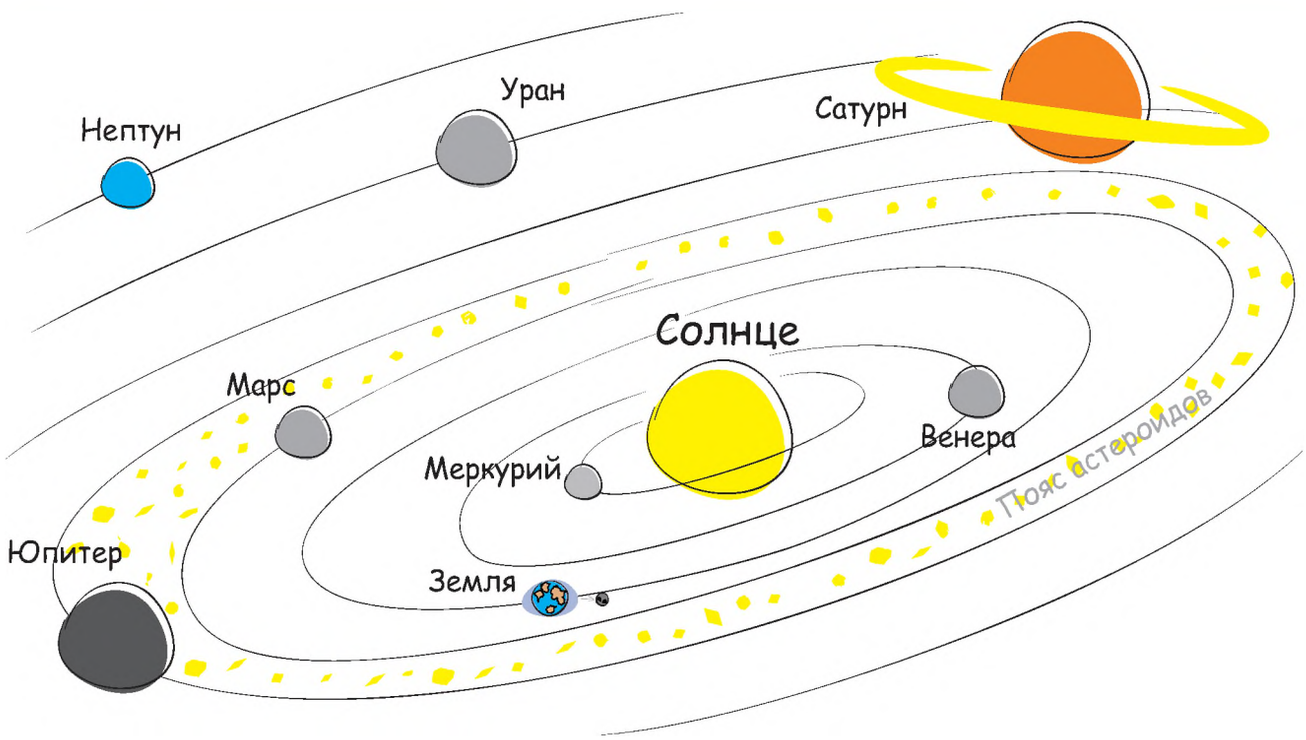
В дальнейшем, в результате гравитационного сжатия, солнечное вещество разогрелось до температуры, при которой внутри Земли началась термоядерная реакция, сопровождавшаяся выделением большого количества тепла.

В строении планет Солнечной системы наблюдается много общего. Большинство планет Солнечной системы, кроме Меркурия и Венеры имеют спутники. Спутник Земли называется Луна. Все планеты имеют сферическое строение и вращаются одновременно вокруг Солнца и собственных орбит.

Вращательно - поступательное движение Солнечной системы, является ее важной особенностью, свидетельствующей об общих причинах происхождения всех объектов Солнечной системы и ее расширении. Солнечная система, являясь частью галактики «Млечный путь», кроме вращения вокруг своей собственной оси, вращается вокруг центра галактики.

Еще одной характерной особенностью состояния Солнечной системы являются постоянные ядерные и химические преобразования, происходящие в недрах Солнца и других планет. В результате этих преобразований, происходят прямые и обратные превращения энергии, частиц и веществ.

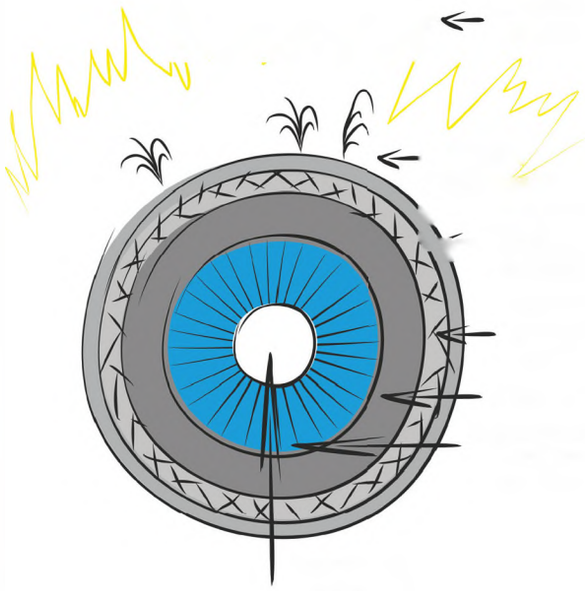
Основными различиями в строении планет Солнечной системы являются их масса,



размеры, расстояние до Солнца, форма орбит вращения, наличие и количество спутников, существование или отсутствие магнитных полей, наличие атмосферы, ее состав и др.

В процессе постоянных преобразований (4,7 млрд. лет), строение и вещественный состав каждой из планет и других объектов Солнечной системы претерпели существенные изменения. Например, Меркурий потерял атмосферу и воду, на Марсе и Венере атмосфера сохранилась в сильно измененном виде. Земля, наоборот приобрела атмосферу и воду.

В настоящее время, Солнечная система продолжает развиваться, подчиняясь действию общих законов природы. Основные тенденции этого развития выражаются в постоянных преобразованиях энергии, частиц и веществ. Развитие всех объектов Солнечной системы, в т. ч. Земли, зависит от Солнечных процессов, т. к. его масса и энергия составляют более 99 % от общей массы и энергии всей системы.



Планета		Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Среднее расст. от Солнца	млн. км. АЕ	58 0,39	108 0,72	149,6 1	227,9 1,52	778,3 5,2	1427 9,54	2870 19,18	4497 30,06	5913 39,53
Период обращения вокруг Солнца		88 сут	225 сут	365 сут	687 сут	11,86 г	29,5 г	84 г	165 лет	248 лет
Наклон орбиты к плоскости орбиты Земли	град.	7	3,4	0	1,85	1,3	2,49	0,77	1,77	17,15
Период вращения		56,65 сут	243 сут	24 часа	24,62 ч	9,92 ч	10,5 ч	17,24 ч	16,11 ч	6,4 сут
Наклон плоскости экватора к плоскости орбиты	град.	-0	177,3	23,27	23,98	3,12	26,73	97,72	28,8	122,46
Диаметр	км	4878	12100	12756	6778	142924	120536	51118	49532	2274
Масса	$г^2$	3,3(26)	4,9(27)	5,98(27)	6,4(26)	1,9(30)	5,68(29)	8,63(28)	1,02(29)	1,25(25)
Средняя плотность	$г/см^3$	5,44	5,3	5,5	3,9	1,33	0,687	1,32	1,64	2,05
Состав		силикаты железо	силикаты железо	силикаты железо	силикаты железо	H_2, НЕ несиликаты	H_2, НЕ несиликаты	H_2, НЕ несиликаты	H_2, НЕ, H_2O силикаты	льды силикаты
Атмосфера	нет	нет	Co_2	N_2, O_3	нет	мощная H_2, НЕ	мощная H_2, НЕ	мощная H_2, НЕ	мощная H_2, НЕ	разрежен H_2, CH_4
Магнитное поле		есть	нет	есть	?	есть	есть	есть	есть	?
Спутники		нет	нет	1	2	16	17	15	8	1

Вселенная представляет собою подвижное скопление звезд, объединяющихся в галактики законами всемирного тяготения.

Одной из теорий образования Вселенной предполагается ее возникновение в результате «Большого взрыва», который произошел 13,8 млрд лет назад. Причины «большого взрыва» пока не установлены, также как и прошлое, которое было до взрыва. Теоретически установлены только основные параметры взрыва: Т 10^{27} К (Кельвин). Наличие у Вселенной стартовой энергии, позволяет ей постоянно развиваться – преобразовываться (пульсировать) и расширяться, совершая вращательно - поступательные движения.

Факт расширения установил Эдвин Хаббл в 20-х годах прошлого столетия, наблюдая за поведением звезд с помощью мощного телескопа. Скорость расширения Вселенной в честь ученого названа постоянной Хаббла. Значение скорости расширения Вселенной позволило составить модель прошлого и вычислить время «большого взрыва».

Энергия «большого взрыва» постепенно преобразовалась в различные виды вещества – элементарные частицы, атомы, молекулы и т. п., из которых, в дальнейшем, образовывались все космические и земные тела.

Т. е. материя Вселенной, Солнечной системы, Земли и других планет состоит из одних и тех же микрочастиц, т.к. Вселенная – открытая система. Но концентрация различных частиц и веществ в разных местах Вселенной - различна.

Усредненный состав Вселенной по массе содержит s водорода (Н) и j - гелия (Не). Плотность размещения звезд и других видимых космических тел крайне низкая.

Основными, известными в настоящее время, элементами Вселенной являются черные дыры, галактики и звезды. Во Вселенной насчитывают около ста галактик, состоящих в свою очередь из сотен млрд звезд. Галактики объединяются в мегагалактики, вращаясь вокруг своих центров, в которых предположительно находятся черные дыры. Предположительно в черных дырах сосредоточена практически вся материя и энергия (более 90%), причем вещества неизвестного, т.к. черные дыры не излучают свет, лишая ученых возможности проведения исследований.

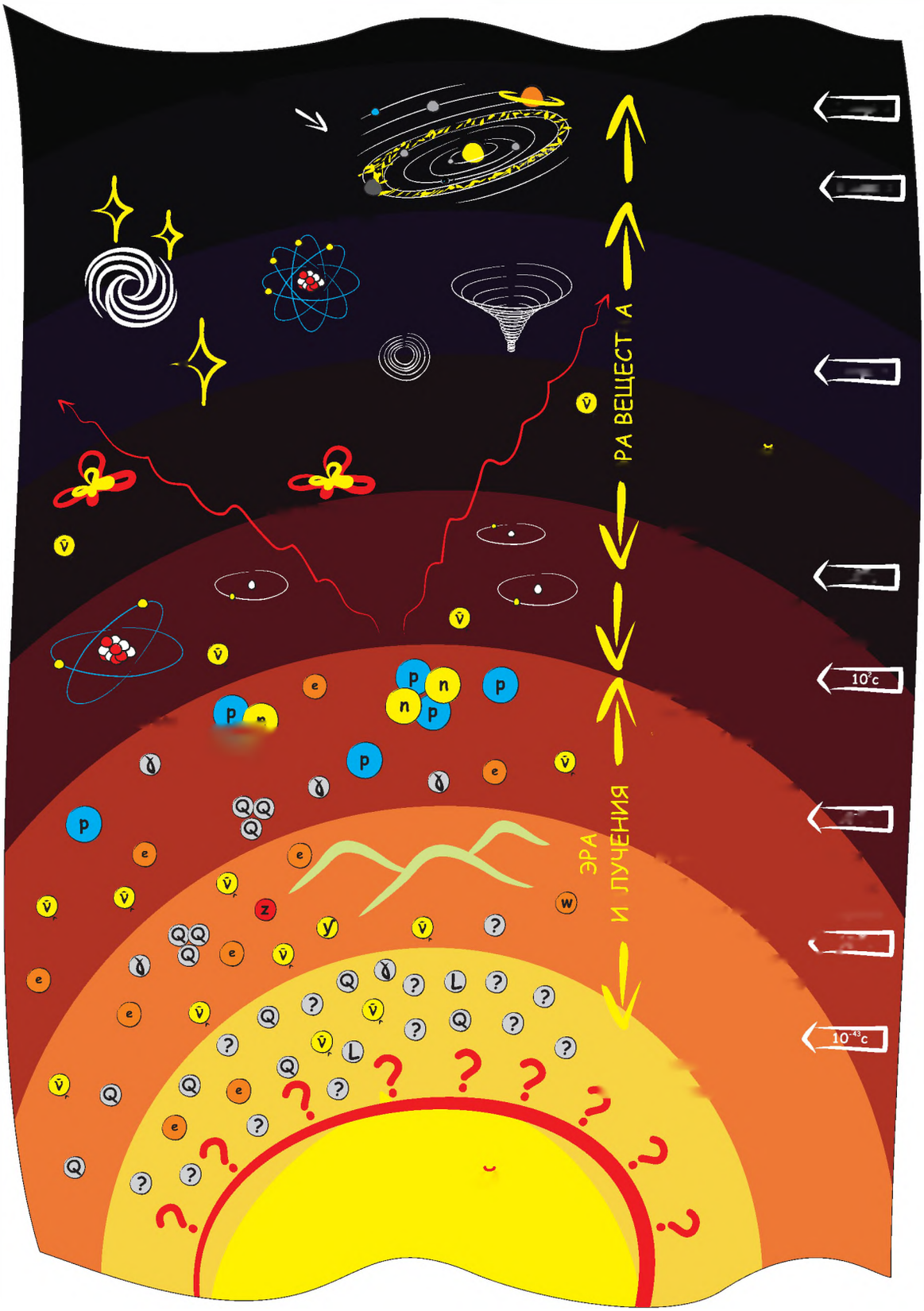
Звезды объединяются в галактики, вращаясь вокруг ее центра, в котором, как правило, находится черная дыра. Состояние звезд Вселенной изменяется от больших, массивных, горячих, ярких до маленьких, холодных, тусклых. Солнце является составной частью галактики «Млечный путь» и находится в средней стадии своего развития, имея возраст 4, 7 млрд лет.

Вокруг звезд вращаются планеты, вокруг планет спутники, астероиды, метеориты и другие космические тела. Остальное космическое пространство заполнено космической пылью. Космические объекты настолько удалены друг от друга, что перелет на современном космическом корабле от Земли до ближайшей звезды Альфа Центавра занял бы 150 тысяч лет.

Основная тенденция в развитии Вселенной и галактик, в т. ч. галактики «Млечный путь», в которой расположена Земля, заключается в пульсирующем вращательно-поступательном расширении и снижении энергии. Мелкие космические тела и спутники вращаются вокруг планет, планеты вокруг звезд, звезды вокруг центра галактик, галактики движутся вокруг центра мегагалактики и т.д. Наша галактика «Млечный путь», а вместе с нею Солнечная система, совершают один оборот вокруг центра галактики за 200 млн лет.

В ближайшие несколько млрд лет тенденция расширения Вселенной сохранится, а, следовательно, будет ослабляться сила взаимодействия космических объектов. Это подтверждается снижением степени влияния Луны на Земные процессы.

Развитие галактики «Млечный путь» определяет движение и развитие Солнечной системы и планеты Земля, что выражается в изменении активности геологических процессов, происходящих на Земле.


ЭРА ИЗЛУЧЕНИЯ
ЭРА ВЕЩЕСТВА
10^{-43} с
10^{2} с

Человек всегда использовал геологические процессы – согревался Солнечным теплом, плавал на плоту, используя силу земного тяготения, ловил в паруса энергию ветра. По мере развития интеллекта увеличивалось количество вариантов использования природной энергии – ветряные электрогенераторы, водяные мельницы и гидроэлектростанции, солнечные батареи, тепловые насосы и другие технологии превращения энергии природных процессов в более удобную форму – электрическую, тепловую и т. п..

При использовании природных процессов, часто возникает необходимость их корректировки, поэтому люди всегда стремились управлять геологическими процессами, делая это вначале неосознанно, а затем вполне сознательно, соединяя реки и моря каналами, занимаясь орошением пустынь и т.п. Наконец, научились копировать, т. е. создавать принудительно, наиболее мощные природные процессы – ядерные и термоядерные реакции.

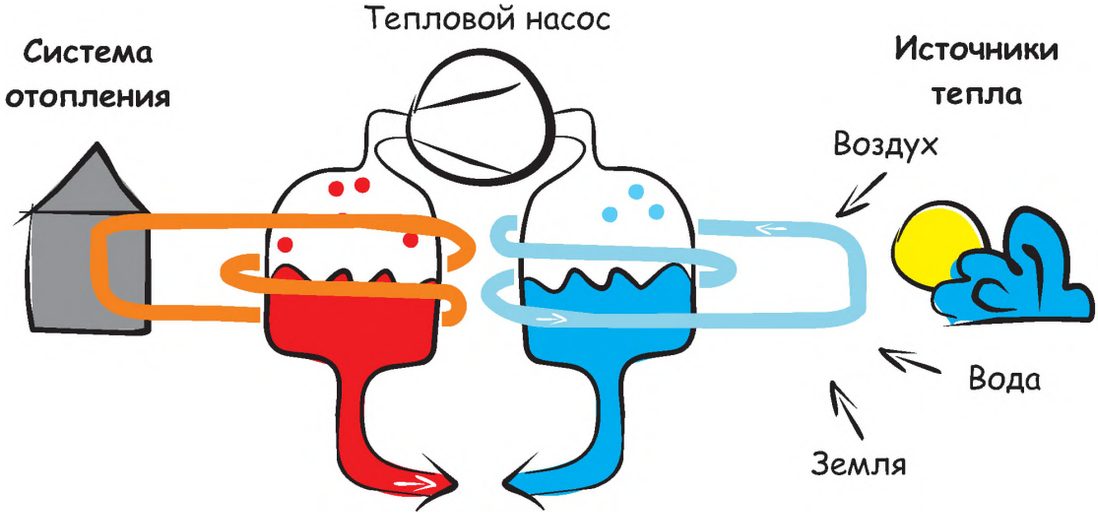
Но природа не желает быть управляемой.

За время существования Земли, в результате природных геологических процессов, на Земле несколько раз уничтожалось большинство растений и животных. Вулканы и землетрясения, цунами и тайфуны, засухи, пожары и другие природные катастрофы, также, происходят вопреки человеческим желаниям.

Много столетий геологи шаг за шагом приближаются к пониманию истинной сущности геологических процессов, их причин, условий протекания, результатов и т. п. Изучение и прогнозирование вулканизма и тектоники Земной коры и верхней мантии, движения подземных вод, возникновения селей и оползней спасает человеческие жизни и материальные ценности.

Тем не менее, наблюдается нарастающее противостояние деятельности человека и окружающей среды, идущее во вред человеку. Нарастание противоречий между деятельностью человека и развитием природных процессов ускорило развитие таких видов геологических работ как мониторинг, моделирование, прогнозирование, вынудило активизировать исследовательскую работу, не только в традиционных, но и в новых научных направлениях, таких как тектоника литосферных плит, нелинейная, медицинская, политическая геология и т. п.

СХЕМА РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО НАСОСА



Несмотря на научно-технический прогресс, степень защищенности населения от опасных проявлений геологических процессов, имеет тенденцию к снижению. В настоящее время в мире усиливается понимание значимости природных явлений для развития экономики и социума.

Одной из важнейших причин усиления природных опасностей является прямая и косвенная сверхактивная геологическая деятельность человека, которая выражается в постоянном увеличении объемов добываемых полезных ископаемых и используемой природной и искусственной энергии.

Большая часть социальных и экономических потерь связана с разрушениями зданий и сооружений из-за недостаточной надежности и защищенности от опасных природных воздействий. Наиболее частыми на территории России становятся природные катастрофические явления атмосферного характера — бури, ураганы, смерчи, шквалы (28%), далее идут землетрясения (24%) и наводнения (19%). Опасные геологические процессы, такие, как оползни и обвалы составляют 4%, лесные пожары и другие, всего более 30 видов опасных проявлений геологических процессов, в сумме равны 25%. Общий ежегодный экономический ущерб от развития опасных геологических процессов, только в России, составляет десятки млрд. руб. в год.

Землетрясения являются одним из наиболее разрушительных и трудно прогнозируемых явлений природы. Области повышенной сейсмической активности, занимают около 40% от общей площади территории России. В сейсмически активных зонах проживает более 20 млн. человек (14% населения страны). Наиболее опасными последствиями землетрясений являются разрушения зданий и сооружений, пожары, выбросы радиоактивных и химических веществ и другие.

Широкую распространенность и опасность представляют оползни и сели Поволжья, Забайкалья, Кавказа и других регионов. Сели представляют собой мощные потоки, насыщенные твердыми материалами, спускающиеся по горным долинам с огромной скоростью. Формирование селей идет с выпадением в горах дождей, интенсивного таяния снега и ледников. Селевые процессы проявляются на 8% территории России и развиваются в горных районах Северного Кавказа, на Камчатке, Северном

Вид природной чрезвычайной ситуации	Опасные явления
Космогенная	Падение на Землю астероидов, столкновение Земли с кометами, кометные ливни, столкновение Земли с метеоритами и болидными потоками, магнитные бури
Геофизическая	Землетрясения, извержения вулканов
Геологическая (экзогенная геологическая)	Оползни, сели, обвалы, осыпи, лавины, склоновый смыв, просадка лессовых пород, просадка (обвалы) земной поверхности в результате карста, абразия, эрозия, курумы, пыльные бури
Метеорологическая	Бури (9-11 баллов), ураганы (12-15 баллов), смерчи (торнадо), шквалы, вертикальные вихри (потоки)
Гидрометеорологическая	Крупный град, сильный дождь (ливень), сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильная метель, сильная жара, сильный туман, засуха, суховей, заморозки
Морская гидрологическая	Тропические циклоны (тайфуны), цунами, сильное волнение (5 баллов и более), сильное колебание уровня моря, сильный тягун в портах, ранний ледяной покров или припай, напор льдов, интенсивный дрейф льдов, непроходимый (труднопроходимый лед), обледенение судов, отрыв прибрежных льдов
Гидрологическая	Высокие уровни воды, половодье, дождевые паводки, заторы и зажоры, ветровые нагоны, низкие уровни воды, ранний ледостав и преждевременное появление льда на судоходных водоемах и реках, повышение уровня грунтовых вод (подтопление)
Природные пожары	Лесные пожары, пожары степных и хлебных массивов, торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых

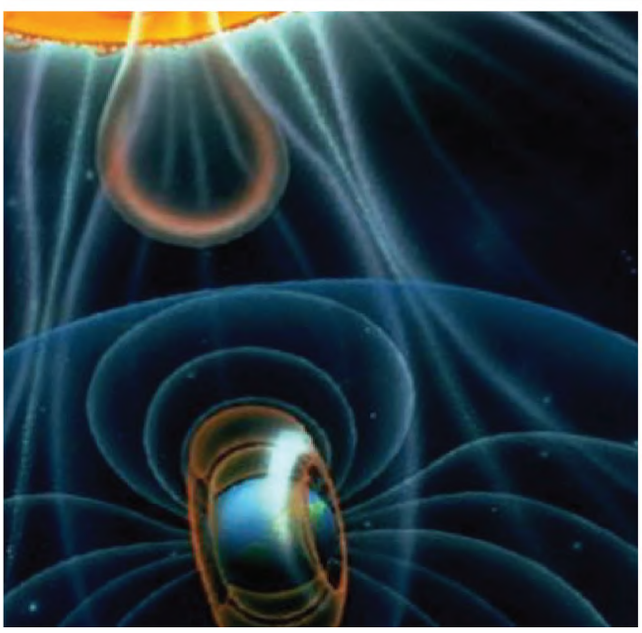
Урале и Кольском полуострове. Под прямой угрозой селей в России находится 13 городов и еще 42 города расположены в потенциально селеопасных районах.

Наводнения, также, относятся к наиболее распространенным и опасным природным явлениям. В России наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий по площади распространения и частоте – в среднем 20 наводнений в год. В 1998 г. в Якутии было затоплено 172 населенных пункта, разрушены 160 мостов, 133 дамбы, 760 км автодорог. Общих ущерб составил 1,3 млрд. руб.

Еще более разрушительным было наводнение в 2001г. Во время этого наводнения вода в р. Лене поднялась на 17 м и затопила 10 административных районов Якутии. Был полностью затоплен Ленск. Под водой оказалось около 10000 домов, пострадало около 700 сельскохозяйственных и более 4000 промышленных объектов, было переселено 43000 человек. Общий экономический ущерб составил 5,9 млрд. руб.

Вырубка лесов, нерациональное ведение сельского хозяйства, нарушения других природоохранных мероприятий, провоцируют опасные проявления геологических процессов, и, наоборот.

МАГНИТНЫЕ БУРИ



Термин «полезные ископаемые», широко применяемый в геологоразведке, в последние десятилетия, значительно расширил свой первоначальный смысл, который подразумевал извлечение минералов и руд, готовых к употреблению в натуральном виде (каменная соль, уголь и др.).

В настоящее время, такие виды работ как, разведка, добыча, переработка полезных ископаемых и захоронение отходов производства, стараются свести в единый комплекс работ, проводимых в подземных условиях, с помощью сооружения и эксплуатации буровых геотехнологических скважин.

На первом этапе развития геотехнологий, многие твердые полезные ископаемые, научились добывать посредством растворения, расплавления и т. п. Следующим шагом стала подземная переработка твердых полезных ископаемых (газификация углей, вышелачивание различных твердых компонентов и т. п.).

Для таких технологий не нужно сооружать дорогие карьеры, штольни, шахты, горно – обогатительные комбинаты и т. п. Таким образом, происходит переориентация технологий, с целью извлечения из недр Земли конкретного полезного компонента, вместо руды, содержащей пустые породы и вредные примеси.

Во многих современных отраслях промышленности все более часто используются различные микрочастицы - элементарные частицы, атомы, изотопы, ионы, молекулы и т. п., добываемые из газов, жидкостей, смесей, отвалов и других сред с помощью различных технологий. Примером может служить добыча пресной воды из морской, а также извлечение морской соли.

Существует несколько, постоянно дополняющихся систематизаций (классификаций) минеральных ресурсов (по группам минеральных ресурсов, по их назначению и т. п.), отражающих те или иные аспекты вопроса. Например, выделяют следующие группы минерального сырья: металлическое, горно-

ПРЕДЕЛЬНО ДОСТУПИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ХЭ

Химическое вещество	ПДКп, мг/л
Ванадий	150
Бенз(а)пирен	0,02
Бензин	0,1
Карбофос	2
Марганец	1500
Медь	3
Мышьяк	2
Никель	4
Нитраты	130
Ртуть	2,1
Свинец	32
Сернистые соединения	160
Сероводород	0,4
Стирол	0,1
Суперфосфат	200
Толуол	0,3
Формальдегид	7
Хлорофос	0,5

в почве

Химическое вещество	ПДКп, мг/л
Алюминий остаточный	0,5
Бериллий	0,00002
Молибден	0,25
Мышьяк	0,05
Нитраты	45,0
Полиакриламид остаточный	2,0
Свинец	0,03
Силен	0,001
Стронций	7,0
Фтор	1,5

в воде

Вещество	ПДКп, мг/л		Класс опасности вещества
	Макс. разовая	Средняя суточная	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Серы диоксид	0,5	0,05	3
Углерода оксид	5,0	3,0	4
Пыль (взвешенные в-ва)	0,5	0,15	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Кислота серная	0,3	0,1	2
Фенол	0,01	0,003	2
Ртуть металлическая	-	0,0003	1

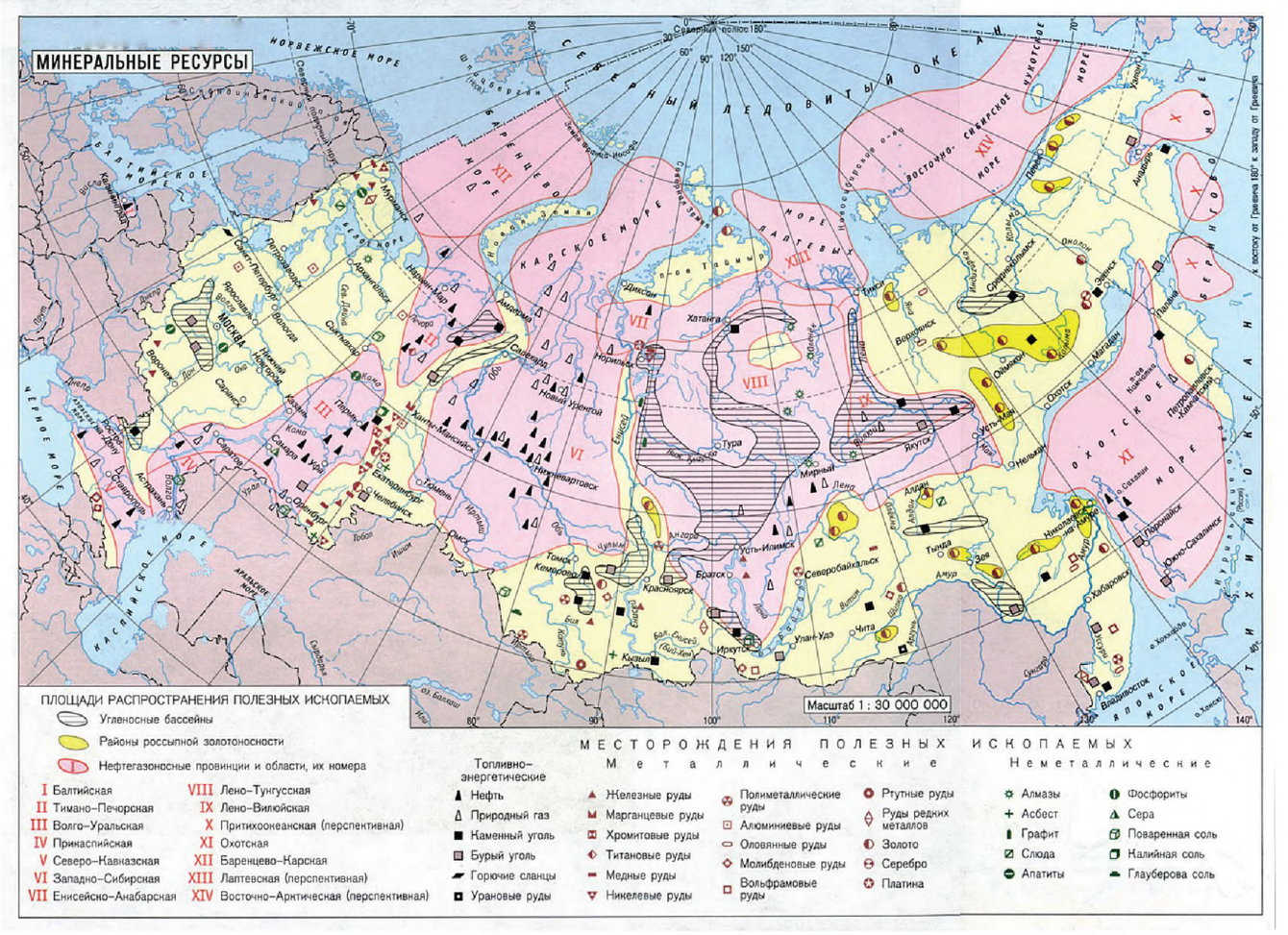
в воздухе

химическое, горно-индустриальное, строительное, каустобиолитовое, газо-гидроминеральное и др.

Важным, в вопросе классификации, является то, что по мере развития технологий, любой природный или искусственный компонент (полезное ископаемое) могут быть исключены или добавлены в какую-либо классификационную группу.

Полезные ископаемые и добываемые компоненты бывают не только полезными, но и опасными для здоровья человека. Исследования проб воздуха, воды, почв, горных пород, продуктов питания, растительности в районах распространения многих загадочных болезней показали их связь с избыточным или недостаточным содержанием в них различных химических элементов природного происхождения. Поэтому, неотъемлемой частью современных геологических работ, являются геохимические, медико-геологические, социально - психологические и другие виды исследований.

ВИДЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ТЕРРИТОРИИ РОССИИ



Геология – наука о Земле (в переводе с греч.: geo – Земля, logos – наука). Скорость развития геологических наук определяется запросами общества и достижениями физики, химии, биологии и других наук.

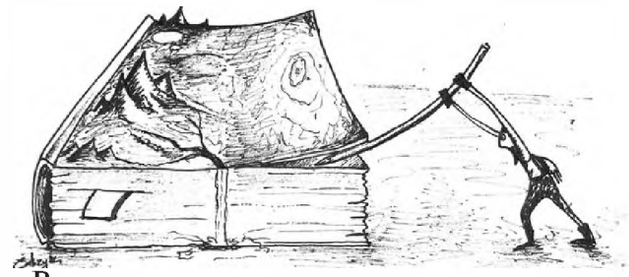
Миллионы ученых всего мира на протяжении тысячелетий прямо или косвенно занимались геологическими исследованиями и продолжают их в настоящее время. Все выдающиеся ученые мира уделяли свое внимание тем или иным вопросам, связанным с развитием природных и геологических процессов. Физики, химики, биологи, астрономы и другие ученые – все немного геологи, также, как все геологи в определенной степени, химики, физики, биологи, и т.п.

В отличие от возраста Земли и Вселенной (соответственно 4,5 и 13,8 млрд лет), возраст геологических наук - младенческий, измеряемый несколькими столетиями. Несмотря на короткий, по историческим масштабам, период времени, геологи России успели открыть сотни крупных и средних месторождений полиметаллов, подземных питьевых вод, нефти, золота, алмазов и других видов полезных ископаемых.

На страницах путеводителя нет возможности перечислить имена и достижения даже малой части ученых и специалистов, работавших в геологии, но в огромном массиве, накопленных геологических знаний и открытых месторождений есть частичка заслуг каждого из них – об этом нужно помнить.

В настоящее время приповерхностные месторождения с высоким содержанием полезных компонентов уже разведаны, а для поиска новых приходится применять сложные технико-технологические разработки.

Природа многолика, в ней редко встречаются четкие границы, гораздо чаще наблюдаются буферные (переходные) зоны, подчеркивающие неоднозначность (нелинейность) развития геологических процессов и высокую степень вариативности результатов. Поэтому, геологические науки развиваются в тесном контакте с другими, а большинство современных геологических открытий совершается на стыке специальностей, технологий, наук.



В развитии наук, в т. ч. геологических, наблюдается свойственное природе чередование эволюционного и революционного, часто, нелинейного развития.

Донаучный этап развития.

1. Становление человеческой цивилизации (до 5 в. до н. э.) – развитие опыта использования минералов, пород, руд для создания орудий труда.
2. Античный период (5 в. до н. э. – 5 в. н. э.) – зарождение представлений о минералах, горных породах, геологических процессах (античная философия).
3. Схоластический период (5-14 в. н. э.) – развитие рудных промыслов (натурфилософия).
4. Эпоха возрождения (14-16 вв. – сер. 18 в.) – великие географические открытия, активизация развития рудных промыслов (возрождение античной философии, механика).

Научный этап развития.

1. Переходный период (2-я пол. 18 в.) – физический этап изучения вещества, космогеническая гипотеза Канта и Лапласа; становление научной геологии (механика).
2. Героический период (1-я пол. 19 в.) – гипотеза кратеров поднятий, палеонтология, биостратиграфические методы, геологическое картирование, химический этап изучения вещества, минералогия (биология, химия, физика).
3. Классический период (2-я пол. 19 в.) – гипотеза контракции, учение о геосинклиналях и платформах, геоморфология, создание общей стратиграфической шкалы фанерозоя, региональная геология континентов,

палеогеография, учение о рудных месторождениях, кристаллография, гидрогеология, петрография (химия, физика, биология).

4. Критический период (10-60гг. 20 в.) – развитие учения о геосинклиналях, орогенах и платформах, появление теории мобилизма, кристаллохимический этап изучения вещества, развитие геохимии, сейсмологии, разведочной геофизики, радиогеологии, создание оболочечной модели строения Земли, региональные геолого-геофизические исследования, опорное континентальное бурение, развитие прикладных дисциплин: нефтяной геологии, геологии угля, инженерной геологии, геокриологии (физика).

5. Новейший период (60-90гг. 20 в.) – тектоника литосферных плит, исследования мирового океана (включая глубоководное бурение), исследование Земли из космоса, геохронология докембрия, изотопный уровень исследования вещества, сверхглубокое бурение на континентах, сейсмостратиграфия, сейсмотомография, палеомагнетизм, экспериментальная минералогия и петрология, геохимия, космохимия, математическое моделирование, геоинформатика (химия изотопов, астрофизика).

6. Современный период (конец 20-нач. 21 в.) – глобальная геодинамическая модель Земли и планет земной группы, глобальная геоэкология, медицинская геология, политическая геология, геоэтика (биохимия, биогеофизика, синергетика, нелинейная геология).

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

Основной целью геологических работ является получение информации о Земле, а основные задачи сводятся к изучению истории развития Земли и прогнозированию извержений вулканов, землетрясений, размещения в Земной коре месторождений полезных ископаемых и т. п.

Природные системы имеют, как правило, сложный состав, строение, состояние. Они бывают большие и малые, сложные и простые образования, сложенные, одновременно, твердыми, жидкими и газообразными веществами, количественные соотношения которых, могут быть самыми разнообразными.

Поэтому виды и технологии геологических работ, также, разнообразны и позволяют всесторонне изучать геологические объекты, детализуя или объединяя получаемую информацию. Работа по анализу и синтезу информационных потоков, в настоящее время, приобрела первостепенное значение благодаря развитию компьютерной техники и методов обработки информации.

Для решения множества задач геологические работы ведутся под Землей и под водой, на Земле и в космосе, а их результаты используется, практически во всех отраслях экономики. Основными геологическими направлениями (специальностями, специализациями), являются геология, минералогия, геохимия, геофизика, гидрогеология, инженерная геология, бурение, горные работы и др.

Наиболее масштабными и значимыми являются геологоразведочные работы, позволяющие прогнозировать, находить, разведывать и использовать месторождения полезных ископаемых. Для получения надежной качественной информации геологоразведочные работы выполняются в несколько этапов и стадий.

В зависимости от характера решаемых геологических задач, из десятков видов геологических работ и множества применяемых технологий, в каждой конкретной ситуации, выбирают наиболее подходящие. Например, при поисках месторождений нефти и газа первостепенное значение имеют геофизические и буровые работы. При поисках месторождений подземных вод – гидрогеологические, при строительных изысканиях – инженерно-геологические.

Прежде чем приступить к поисковым работам, геологи проводят региональное геологическое изучение геологической истории региона и системное изучение территории по сеткам различной плотности (картирование). На этом этапе работ устанавливают, на какие типы горных пород и геологических тел (фации и формации), необходимо обращать внимание, как на возможные предпосылки присутствия полезных ископаемых.

Фации – часть слоя (пачки) осадочных горных пород, выделяющаяся особенностями состава, строения и комплексами окаменелостей. Формация – наиболее типичные по составу и строению слои Земной коры, происхождение которых известно и связано с возможностью нахождения полезныз ископаемых.

Внешний вид горных пород и минералов, внешне похожих друг на друга, не означает схожести их свойств и, наоборот, единство свойств присуще отличным по внешним признакам минералам и породам. Поэтому, на всех этапах и стадиях поисково – разведочных работ, совместно трудятся геологи, гидрогеологи, геофизики, геохимики, буровики и другие специалисты, выполняя различные виды исследований, дающих комплексную, более точную, информацию по каждому конкретному геологическому объекту.

После завершения каждого из этапов ГРР, накопленная информация заносится в государственный кадастр, что позволяет лучше планировать развитие регионов. Информация содержит сведения о количестве и качестве основных и попутных полезных ископаемых, содержащихся в них компонентах, горнотехнических, гидрогеологических, экологических и других условиях разработки месторождений. Так же, государственный кадастр содержит геолого-экономическую оценку каждого месторождения и информацию о слабых, но потенциально перспективных проявлениях полезных ископаемых.

Этапы ГРР	Стадии ГРР
Работы общегеологического назначения	Региональное геологическое изучение
Поисковые и оценочные работы	Поисковые работы Оценочные работы
Разведка и освоение месторождений	Разведка месторождений Эксплуатационная разведка

ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Цели и задачи геолого-минералогических работ разнообразны и сводятся, прежде всего, к прогнозированию, поиску и разведке месторождений полезных ископаемых. В зависимости от целей и задач, а также геолого-экономической ситуации района работ, применяются аэрокосмические, наземные (подземные), надводные (подводные) методы геологических работ.

Одним из основных, наземных, методов геологоразведочных работ (ГРР) являются геолого-минералогические исследования, выполняющиеся на различных стадиях. Территория России огромна, по сравнению с нею размеры большинства месторождений микроскопичны. Чтобы избежать нерационального расходования поисковых ресурсов, на первой стадии - стадии регионального геологического изучения - выявляются теоретические предпосылки (критерии поиска), тех или иных видов природных ресурсов.

Основным методом первой стадии ГРР, является геолого-минералогическое картирование, преимущественно масштабов 1:500000 и 1:200000. При проведении геолого-минералогического картирования масштаба 1:200000 объектами прогноза являются рудные районы, узлы, поля, в благоприятных случаях месторождения. Прогнозные ресурсы оцениваются по категории P_3 и P_2.

Полезные ископаемые могут находиться глубоко под Землей, поэтому наряду с геолого-минералогическими методами ГРР, применяются геохимические, геофизические, буровые, аэрокосмические и др.

Месторождения полезных ископаемых могут иметь разнообразные формы, в виде заполненных трещин (вертикальных, горизонтальных, наклонных, прерывистых и т. п.), небольших линз и других геометрических форм, сложных для обнаружения. Поэтому, геологи ищут не только полезные ископаемые, но и породы (минералы), которые часто им сопутствуют (парагенетические минералы и горные породы).

Для узнавания минералов, применяют набор (комплекс) их идентификационных признаков. К основным признакам минералов относятся цвет, цвет черты, блеск (металлический, неметаллический, алмазный, восковой и др.), прозрачность, твердость, спайность, излом, плотность, магнитность, гигроскопичность, растворимость, способность к реакци с кислотами и реагентами и т. п.

Виды работ при геолого-минерагеническом картировании

— проведение работ на эталонных площадях и участках с месторождениями полезных ископаемых прогнозируемого типа для дополнительного изучения и уточнения ранее установленных и выявления новых минерагенических факторов и поисковых признаков;
— полевые, лабораторные и камеральные работы, направленные на выявление изучения, картографирования минерагенических факторов и поисковых признаков, характерных для рудных объектов прогнозируемого типа с применением геологических, геофизических и геохимических методов, проходкой горных выработок и бурением заверочных скважин;
— изучение закономерности размещения рудных объектов прогнозируемого типа;
— формирование комплексных критериев прогнозирования рудных объектов;
— выделение, оконтуривание и оценку прогнозных ресурсов перспективных объектов — рудных районов, узлов, полей;
— детализационные работы в пределах объектов, выделенных в качестве перспективных;
— разработка рекомендаций по дальнейшему изучению перспективных площадей.

ПОИСКОВЫЕ ПРИЗНАКИ МИНЕРАЛОВ

1. Твердость. Эталоном при определении твердости минералов служит шкала Мооса, в которую ученый подобрал минералы, таким образом, что каждый последующий своим острым концом царапает все предыдущие. Порядковый номер минерала этой шкалы принят за его относительную твердость: 1 — тальк; 2 — гипс; 3 — кальцит; 4 — флюорит; 5 — апатит; 6 — ортоклаз; 7 — кварц; 8 — топаз; 9 — корунд; 10 — алмаз, т. е. твердость алмаза равна 10, корунда 9 и т. д.

2. Магнитность - определяется по реагированию стрелки компаса на кусок минерала или притягиванию магнитом мелких частиц минерала. Кристаллы и минералы определяют, также, по способности к горению, плавлению, растворимости в воде, реагированию на воздействие кислоты и т. п. В лабораторных условиях могут исследоваться и другие характеристики минералов.

3. Блеск - стеклянный, перламутровый, алмазный, жирный, шелковистый и др.

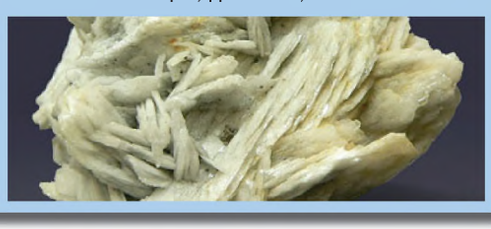
4. Цвет - изменяется в широких пределах (лучше определяется на свежем сколе)

5. Цвет черты лучше определять по цвету порошка минерала, растертого на белой бумаге.

6. Излом - поверхность раскола, прошедшая в минерале не по спайности. Выделяют изломы: ровный, ступенчатый (полевые шпаты), неровный (апатит), занозистый (гипс, золото), раковистый (кварц, опал, халцедон).

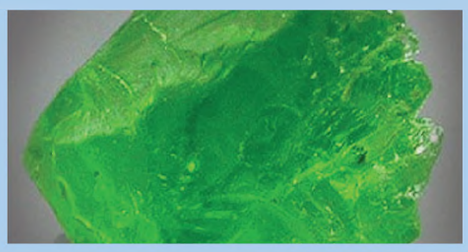
7. Спайность - это способность минерала расщепляться или раскалываться в определенном направлении, давая при этом гладкие блестящие поверхности.

Некоторые минералы обнаруживают **спайность нескольких направлений,** что часто является для них главным диагностическим признаком. Спайность двух направлений имеют полевые шпаты, барит, трех — кальцит, доломит, галит.



Спайность весьма совершенная — минерал легко расщепляется на тонкие пластинки: слюда, гипс, тальк.

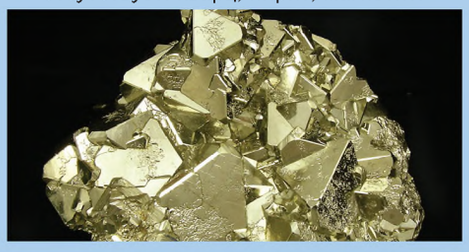
Спайность несовершенная — обнаруживается с трудом: оливин, апатит, берилл.



Спайность средняя или ясная — при раскалывании минерала получаются обломки, ограниченные как плоскостями спайности, так и неровными поверхностями по случайным направлениям: ортоклаз, авгит.

Спайность совершенная — при любом ударе молотком минерал раскалывается на обломки, ограниченные плоскостями спайности: кальцит, галит, флюорит, барит, галенит, большинство полевых шпатов.

Спайность весьма несовершенная, т. е. практически отсутствует: кварц, пирит, магнетит.



Геохимические работы выполняются для изучения химического состава Земли, закономерностей распределения химических элементов в разных геосферах, в т. ч. в Земной коре, прогнозирования землетрясений и месторождений полезных ископаемых, особенно подземных, залегающих на больших глубинах. Геохимические работы и методы исследований, являются важнейшей составной частью геолого-минералогических, геофизических и др. работ, и проводятся на различных этапах и стадиях геологоразведки.

Сущность геохимических методов вытекает из химической активности или инертности химических элементов, т. е. их способности образовывать в природной обстановке различные частицы и вещества – природный газ, нефть, воду, кристаллы, минералы, горные породы и т. п.

Расположение химических элементов в таблице Д.И. Менделеева, позволяет оценить степень активности их взаимодействия, следовательно, определить вероятность сов-

Распределение химических элементов в пространстве

В природе химические элементы и вещества, распределены неравномерно. Часть из них образует минералы, породы, другая часть свободно рассеяна в пространстве или же рассредоточена вокруг месторождений полезных ископаемых, образуя рудные аномалии. Такие аномалии называются ореолами рассеяния. Они состоят из рудных минералов, составляющих полезный компонент месторождения и сопутствующих им минералов, которые образуются одновременно с рудными телами. При разрушении месторождений в результате миграции элементов формируются так называемые вторичные геохимические ореолы. Ореолы значительно превышают размеры рудных тел и нередко расположены ближе к поверхности, что облегчает их обнаружение. Количественный анализ ореолов рассеяния позволяет охарактеризовать рудные тела и, в ряде случаев, оценить запасы полезных ископаемых. В геохимических методах поисков оценивают концентрации ряда характерных для данного месторождения элементов-индикаторов, аномальные концентрации которых могут незначительно отличаться от геохимического фона.

местного залегания, т. е. сонахождения (парагенезис) различных минералов и горных пород, следовательно, упростить их поиск.

Информация о химическом и вещественном составе минералов и горных пород, их строении и свойствах, помогает делать прогнозы о возможном развитии тех или иных процессов, условиях образования и местах залегания полезных ископаемых.

Геохимические методы (литогеохимические, гидрогеохимические, биогеохимические, атмогеохимические) применяются на всех этапах и стадиях геологоразведочных работ, масштаба от 1:200000 до 1:50000, особенно на ранних, а для целого ряда месторождений рудных полезных ископаемых, являются главными.

С помощью геохимических методов поисков открыты месторождения нефти и газа, олова, цветных металлов, множества других полезных ископаемых.

Активность (инертность) химических элементов

В.И. Вернадский по геохимическим свойствам химических элементов, отражающих закономерности их распределения и поведения в природе, выделил 6 групп элементов.

Инертные (пассивные) химические элементы:

1-группа - благородные газы – He, Ne, Ar, Kr, Xe;

2-я группа — благородные металлы – Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Au;

Элементы активно вовлекаемые в обратимые биогеохимические процессы:

3-я — группа — циклические элементы — H, Be, B, C, N, O, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co,

Ni, Cu, Zn, Ge, As, Se, Sr, Zr, Mn, Ag, Cd, Sn, Sh, Te, Ba, Hf, W, Re, Hg, Ti, Pb, Bi;

Элементы с преобладанием рассеянной формы нахождения в природе — 4-я группа рассеянные элементы– Li, Sc, Ga, Dr, Rb, Y, Nb, Ln, I, Cs, Ta;

— Po, Rn, Ra, As, Th, Pa, U;

Важные с точки зрения радиоактивности в природе – 5-я группа — сильно радиоактивные элементы – Po, Rn, Ra, As, Th, Pa, U;

Геохимически уникально связанные элементы — 6-я группа - элементы редких земель – La, Ct, Pr, Nd, Nt, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu.

Методы и стадии геохимических работ

Названия геохимических методов поиска полезных ископаемых, соответствуют названию среды в которой они применяются (литосфера — литохимические, жидкость — гидрохимические, живое вещество биохимические, атмосфера — атмохимические).

Масштаб геохимических исследований укрупняется по мере увеличения стадии геологоразведочных работ:

—1-й этап, 1-я стадия — региональное геологическое изучение, масштаб от 1:1 000 000 до 1:100 000;

—2-й этап, 2-я и 3-я стадии — поиски и оценка МПИ, масштаб от 1: 50 000 до 1: 5 000;

— 3-й этап, 4-я и 5-я стадии — разведка и эксплуатационная разведка МПИ, масштаб от 1: 5 000 и крупнее

1) Литогеохимические поиски по первичным и вторичным ореолам рассеяния. Это основной тип геохимических поисков при геологоразведке. Литогеохимические методы поиска наиболее полно разработаны и основаны на изучении распределения химических элементов в коренных породах и продуктах их выветривания.

2) Гидрогеохимические методы. Гидрохимические методы поиска основаны на наличии элементов в речных, грунтовых и подземных водах. Гидрохимические ореолы, связанные с рудными телами, выявляют путем анализа проб воды после их высыхания либо после выделения из них элементов-индикаторов с осаждением или экстракцией. Иногда показателями оруденения могут служить низкие значения pH и высокое содержание ионов $(SO_4)_2$ (сульфидные месторождения).

3) Атмогеохимические методы — анализируют пробы воздуха. Эти методы применялись сначала только для поисков нефти и газа, но потом стали использоваться и для выявления радиогенных аномалий, связанных с распадом радиоактивных элементов. Регистрируются специальными датчиками, улавливающими пары металлов.

4) Биогеохимические методы — выявляют зоны оруденения по увеличению содержания химических элементов в растениях.

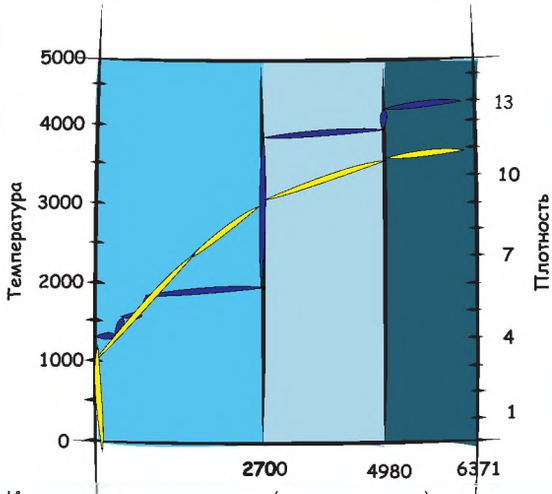
В последние годы разработаны новые методы геохимических поисков:

1) Поиск оруденения по металлоорганичеким комплексам (в частности по их подвижным формам);

2) Метод частичного извлечения металлов;

3) Поиск по искусственным сорбентам;

4) Поиски по донным отложениям водоемов.



Изменение температуры (желтая линия) и плотности (синяя линия) в породах Земли с глубиной

Геофизические работы проводятся с целью изучения глубинного строения, состава, состояния Земли. С помощью геофизических работ решаются многие геологические задачи, например, прогнозируются состав и состояние литосферы, мантии и ядра и т. п. Наиболее часто геофизические исследования проводятся для поиска мест залегания полезных ископаемых. Геофизические работы могут проводиться в скважинах, из поверхности Земли (воды) или в воздушно – космического пространства.

В зависимости от направления геологоразведочных работ выделяют рудную, нефтегазовую, нерудную, в т. ч. угольную, гидро- и инженерногеологическую геофизику и т. п. Соответственно направлениям формируются и названия. Нефтегазовая (объем работ в РФ – 90 %) – прогнозирует месторождения нефти и газа. Рудная геофизика (3,5 %) – прогнозирует места и условия залегания полезных ископаемых. Инженерная геофизика (3,5 %) используется для изучения несущих свойств грунтов, находящихся в основаниях инженерно-строительных сооружений, подземных коммуникаций и др.

Геофизические методы исследований основаны на измерении физических свойств горных пород и рудных тел, а также параметров естественных и искусственных физических полей Земли. Названия методов происходят от названия физических полей Земли:

- гравиразведка;
- магниторазведка;
- электороразведка;
- сейсморазведка;
- терморазведка;
- ядерная геофизика;
- геофизические исследования в скважинах (ГИС).

Первые шесть методов разведочной геофизики, используются для площадных исследований при региональном геологическом изучении (1-я стадия ГРР). В этом

Виды геофизических работ.

1. Сейсморазведка — основана на изучении распространения упругих волн, возбужденных искусственно с помощью тех или иных источников: ударов, взрывов и др. Т. е. сейсморазведка фиксирует время пробега упругих волн по горным породам, от пункта их возбуждения до сейсмоприемника.

2. Терморазведка — использует естественное тепловое поле Земли с целью изучения ландшафтов, выявления геотермических ресурсов, решения поисково-разведочных и инженерно-гидрологических задач.

3. Ядерная геофизика объединяет физические методы поисков и разведки радиоактивных руд по их естественной (радиометрия) и вызванной (ядерные геофизические методы) радиоактивности. При ядерной геофизике измеряются мощность дозы ядерных превращений физических полей, а также естественная радиоактивность, гамма-лучевые и нейтронные свойства горных пород и руд.

4.Геофизические методы исследования скважин (ГИС) — часть вышеперечисленных методов, применяющихся в буровых скважинах для всех видов ГРР.

случае геофизические работы проводятся с поверхностности Земли по профилям (картирование). Плотность профилей, следовательно, и точность наблюдений, изменяется (от 1:200000 до 1:50000) в зависимости от сложности строения геологических объектов.

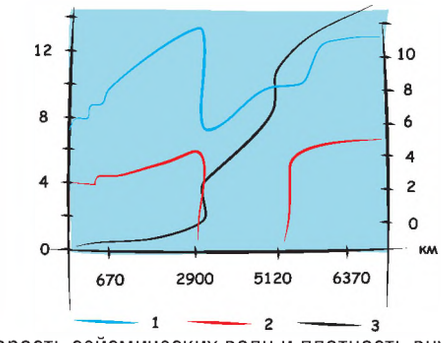
Преимуществами геофизических методов исследований являются возможности их использования в труднодоступных условиях, а также большая глубина и площадь исследований. К недостаткам следует отнести сложность привязки (дешифровки, интерпретации), полученных данных к интересующему объекту. В связи с упомянутыми сложностями, геофизических методов исследований, их самостоятельное использование возможно только на ранних стадиях геологоразведочных изысканий.

При поисково-разведочных работах (от 2-й до 5-й стадии ГРР), масштаб геофизических исследований укрупняется с 1:50 000 до 1:2 000, они в обязательном порядке увязываются с другими методами и заверяются результатами буровых, иногда горных, работ.

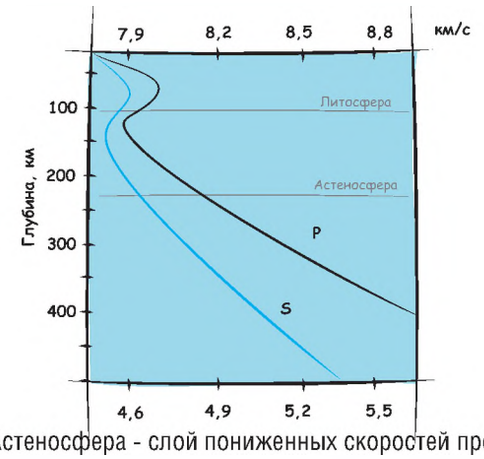
4. Магниторазведка — основана на изучении магнитного поля Земли. Достоинство — высокая производительность (особенно аэромагниторазведки). Применяется для поисков и разведки железорудных месторождений, геологическом картировании, структурных исследованиях, поисков полезных ископаемых, изучения геомагнетизма и палеомагнетизма с глубиной до 50 км.

5. Гравиметрическая или гравитационная разведка (гравиразведка) — это геофизический метод исследования земной коры разведки полезных ископаемых, основанный на изучении распределения аномалий поля силы тяжести Земли вблизи земной (водной) поверхности и в воздухе.

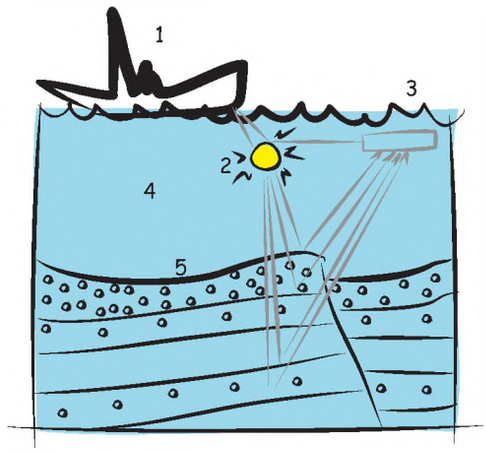
6. Электоразведка в следствие многообразия использования электромагнитных полей и электромагнитных свойств горных пород, отличается большой разновидностью методов (свыше 50) и применяется для решения практически всех задач, при которых используются геофизические методы. акваториальные (морские, речные, озерные), подземные (шахтно-рудничные) и скважинные (межскважинные) методы электроразведки.



Скорость сейсмических волн и плотность внутри Земли. Сейсмические волны: 1 - произвольные, 2 - поперечные, 3 - плотность



Астеносфера - слой пониженных скоростей продольных (P) и поперечных (S) сейсмических волн и верхней мантии Земли



Непрерывное сейсмическое профилирование: 1 - корабль, 2 - источник звуковых волн, 3 - приемник отраженных сигналов, 4 - вода, 5 - морское дно. Стрелками показано отражение звуковых волн от различных слоев горных пород на морском дне

Бурение (в пер. с англ. Drilling – сверление) называется процесс сооружения в Земной коре цилиндрической горной выработки, длина которой значительно превышает ее диаметр.

Буровые скважины бурят для достижения различных целей, например для использования тепла Земли, предотвращения опасных геологических процессов (оползней, обвалов, селей и т. п.), добычи полезных компонентов, захоронения вредных отходов производства, прокладки коммуникаций и т. п..

Также, буровые работы выполняют на всех стадиях ГРР (картирование, поиски, оценка, разведка) для получения образцов горных пород (керн).

Многообразие геологических ситуаций и задач, привело к появлению большого количества различных технологий и видов буровых установок, оборудования, инструмента, которые постоянно модернизируются. В настоящее время Московский опытный завод буровой техники (МОЗБТ) разработал и выпускает многоцелевые, многофункциональные, модульные буровые комплексы, позволяющие решать широкий спектр геологических и других задач.

	Группы, виды и разновидности скважин	Технологические задачи	Технологические процессы
	группа А Разведочные общего назначения		
А1	Геологоразведочные: опорные, параметрические, структурные, картировочные, поисковые, разведочные, эксплуатационно-разведочные	Изучение концентрации, свойств и условий залегания твердых ПИ	Отбор керна Зондирование (А2) Прессиометрия (А2) Штампирование (А2)
А2	Инженерно-геологические: разведочные, параметрические	Изучение несущих свойств ГП	
	группа Б Разведочно-фильтрационные		
Б1	Гидрогеологические: разведочные, наблюдательные, режимные Нефтегазовые: опорные, параметрические, структурные, картировочные, поисково-оценочные разведочные	Изучение качества жидких и газообразных ПИ, а также фильтрационных характеристик продуктивных горизонтов	Вскрытие продуктивных горизонтов Опробование продуктивных горизонтов
Б2	Геотехнологические: параметрические, гидрогеологические	Изучение возможности преобразования твердых ПИ в подвижное состояние	
	группа В Эксплуатационно-фильтрационные		
В1	Водно-рассольные: добычные, дренажные, нагнетательные Нефтегазовые: добычные, нагнетательные, специальные	Обеспечение эффективной фильтрации жидких и газообразных ПИ из пласта в скважину	Вскрытие продуктивных горизонтов Оборудование скважин Растворение, гидродобыча, выщелачивание, газификация ПИ, сжигание, выплавка (В2) Освоение скважин Откачка ПИ
В2	Геотехнологические: солевые, серные, угольные, полиметаллические, тепловые	Преобразование ПИ из твердого в подвижное состояние	
	группа Г Эксплуатационно-технические		
Г1	Несущие: буронабивные, буроинъекционные	Обеспечение качества сцепления опоры со стенками скважины	Монтаж несущих конструкций Цементирование Взрывные работы Управление траекторией скважины
Г2	Взрывные	Обеспечение безопасности взрывных работ	
Г3	Коммуникационные: трубопроводные, кабельные	Бурение скважины по заданной траектории	

Горные работы выполняются для добычи полезных ископаемых, сооружения коммуникационных и транспортных сетей, проведения геологоразведочных работ, решения других задач.

При геологоразведочных работах, бурение и проходка горных выработок остаются наиболее надежными методами и используются для заверения результатов буровых, геофизических, геохимических и других работ, а также для отбора проб, в первую очередь, технологических. В случае разработки месторождений твердых полезных ископаемых, значимость горных выработок повышается.

По назначению, горные выработки можно разделить на разведочные и эксплуатационные, подготовительные и капитальные, по расположению в пространстве – открытые и подземные, вертикальные и наклонные. В зависимости от горно-геологических, технико-экономических и других условий, сооружаются различные виды горных выработок. Открытые – закопуши, расчистки, канавы, траншеи, шурфы, карьеры. Среди подземных выделяют – тоннель, штольня, шурф, шахта, квершлаг и орт. Вертикальные – шурф, шахта, гезенк, наклонные – уклон, бремсберг, восстающий.

При разведке месторождений полезных ископаемых, проектировании и строительстве горного предприятия требуется маркшейдерское сопровождение работ, в т. ч. создание маркшейдерской геометрической основы и документации на горном предприятии. Маркшейдерские работы включают:

- перенесение в натуру проектных геометрических элементов сооружений и горных выработок;
- выполнение горизонтальных и вертикальных соединительных съемок для производства подземных маркшейдерских съемок в одной системе координат со съемками на поверхности;
- съемку всех подземных горных выработок на основе развития подземных опорных съемочных сетей с целью правильного наглядного изображения горных выработок на маркшейдерских чертежах.

Подземные горные выработки

Подземные горные выработки делятся на горизонтальные, вертикальные и наклонные. К вертикальным относятся шурф и шахтный ствол, к горизонтальным — штольня, штрек, квершлаг и др.

Штольня — в отличие от других типов горизонтальных выработок имеет непосредственный выход на дневную поверхность. Параметры штолен могут быть различными. Длина достигает нескольких километров, форма поперечного сечения преимущественно трапециевидная или сводчато-прямоугольная.

Тоннель — горизонтальная или наклонная горная выработка, выходящая обоими концами на поверхность и служащая для транспортировки груза или пропускания воды, прохода людей. Тоннели, как и штольни, характерны для гористой местности.

Штрек — горизонтальная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проходимая по простиранию тел полезных ископаемых.

Квершлаг — горизонтальная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проходимая по вмещающим породам или по телу полезного ископаемого под углом к их простиранию, чаще всего вкрест простирания.

Орт проходится по мощности полезному ископаемому и не выходит за его пределы.

Рассечка проходится из другой выработки под любым углом к телу полезных ископаемых, может выходить за его пределы. Длина обычно небольшая и не превышает 20—30 м.

Вертикальные выработки

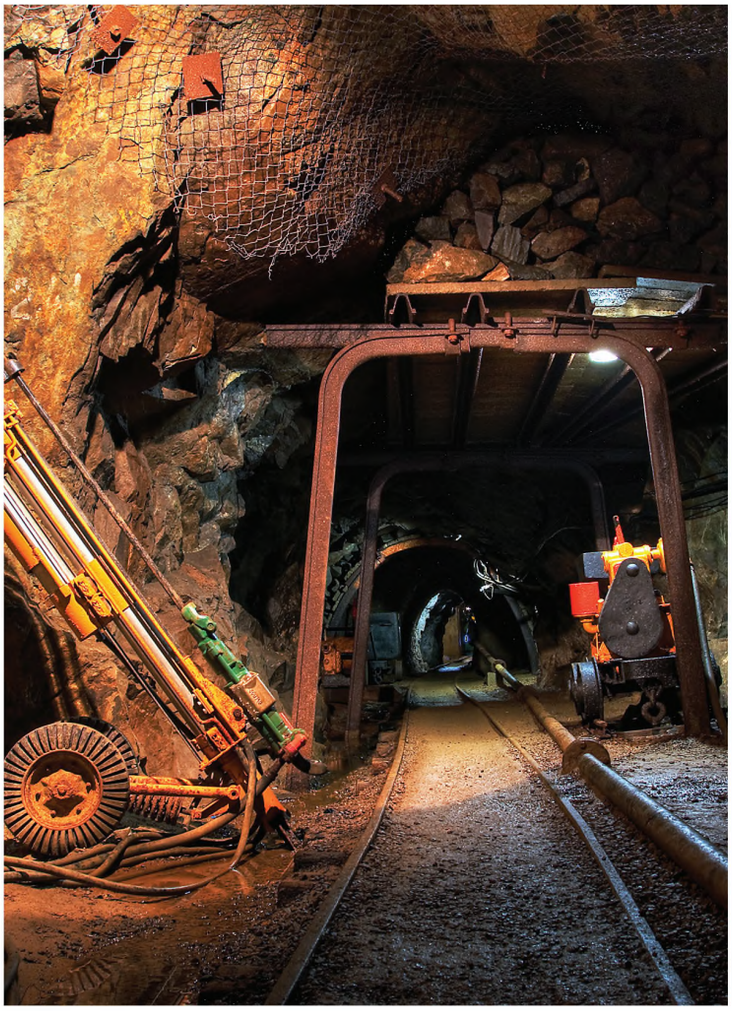
К вертикальным выработкам относятся шурф, шахта (шахтный ствол), гезенк.

Шурф — вертикальная выработка квадратного, прямоугольного или круглого сечения, имеющая непосредственный выход на земную поверхность. Из шурфов нередко проходят горизонтальные выработки: рассечки, квершлаги, штреки.

Шахта (шахтный ствол) имеет большее, чем шурфы сечение, большую глубину. Форма сечения обычно квадратная. Имеет выход на дневную поверхность;

Гезенк в отличие от шахтного ствола не имеет непосредственного выхода на дневную поверхность, служит для спуска грузов и людей с верхних на нижние горизонты.

ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ



Открытые (поверхностные) выработки

К ним относятся закопушки, расчистки, канавы, траншеи, шурф, карьеры.

Канавы представляют собой неглубокие, но протяженные выработки, которые широко применяются на стадии поисковых и оценочных работ для обнажения рудных тел и коренных пород, залегающих близко к поверхности.

Траншеи от канав отличаются большей протяженностью. При проходке траншей может применяться и искусственная крепь. Траншеи обычно проходятся уже на стадии оценки и разведки месторождений или их вскрытия для отработки.

Закопушка — самая мелкая по объему горная выработка, это небольшая ямка. Применяется обычно при картировании и для отбора проб горных пород с поверхности.

Расчистка — это не глубокое, но большое по площади искусственное обнажение. Применяется при изучении геологических структур или отбора больших по объему проб.

Карьер — большая по площади и глубине открытая эксплуатационная выработка неопределенной формы, зависящей от расположения и морфологии рудных тел. Угольные карьеры называются также разрезами.

Наклонные выработки

К основным наклонным выработкам относятся уклон, бремсберг.

Уклон проходится по падению пласта полезного ископаемого. При добыче полезного ископаемого используется обычно для подъема грузов с нижнего горизонта на верхний.

Бремсберг также проходится по падению полезного ископаемого, но в отличие от уклона используется для спуска грузов и людей с нижнего на верхний горизонт.

Восстающий — это выработка, которая не имеет выхода на дневную поверхность и проходится снизу вверх под любым углом.

Кроме того, существует еще ряд специальных наклонных выработок, используемых, в основном, в угольной промышленности.

ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

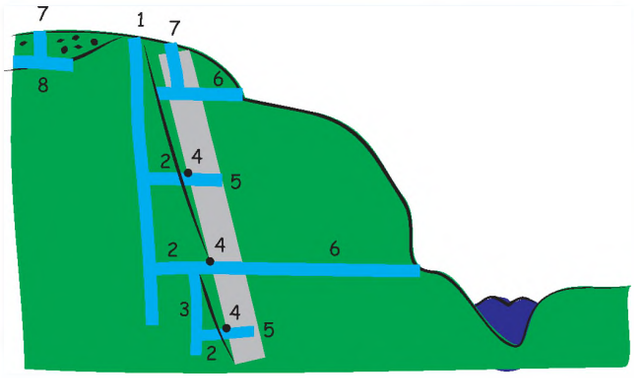


Схема расположения подземных горных выработок: 1 — ствол шахты; 2 — квершлаги; 3 — слепой ствол; 4 — штреки; 5 — орты; 6 — штольни; 7 — шурфы; 8 — рассечка

Кроме универсальных геологических работ (геолого-минералогических, геохимических, геофизических, горных и буровых), целью которых является решение разноплановых задач, существуют специализированные – гидрогеологические, инженерно-геологические, топографо-геодезические, экологические и другие.

Специальные геологические работы чаще выполняются на конкретных производственных объектах – рудниках, карьерах, строительных площадках, гидроэлектростанциях, жилых массивах и т. п.

Инженерно-геологические работы выполняются для изучения устойчивости бортов карьеров, несущих свойств грунтов, залегающих в основаниях фундаментов зданий и сооружений и т. п.

Гидрогеологические работы проводятся для разведки и оценки месторождений подземных вод (пресных, технических и минеральных, с подсчетом и утверждением их запасов и т. п.), определения величины возможных водопритоков в подземных разработках и др.

Топографо-геодезические работы выполняются для привязки геологических объектов к местности. Основными методами решения топографо-геодезических работ яв-

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ, ОСНОВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РАБОТ, ЯВЛЯЮТСЯ:

- ритмичное (на уровне средних значений) развитие тепловых, дегазационных, тектоно-магматических и др. геологических процессов и процессов влияния;
- исчерпание фонда приповерхностных, легко обнаруживаемых месторождений;
- расширение номенклатуры и спектра применения минералов, горных пород и других полезных веществ и компонентов;
- появление новых геологических идей, о процессах, происходящих в земной коре и верхней мантии, происхождении и распространении полезных ископаемых;
- появление новых научно - технических разработок в области геологоразведки, базирующихся на достижениях микроэлектроники, компьютерных, GPS-, нано- и других технологий и наук, таких как нелинейная геология, синергетика, биохимия, астрофизика и т. п.

ляются высотно-теодолитные и нивелирные ходы. В слабо изученных регионах геодезистам приходится прибегать как к услугам GPS навигаторов, так и к нетрадиционным геодезическим методам (барометрическое и гидростатическое нивелирование). Наиболее прогрессивной и перспективной в настоящее время является технология спутникового геодезического и навигационного обеспечения геологоразведочных работ.

С помощью экологических работ осуществляется:

- анализ изменения геосфер под влиянием природных и антропогенных факторов и разработка путей минимизации этих изменений;
- разработка мер и способов рационального использования водных, земельных, минеральных и энергетических ресурсов Земли;
- разработка системных мероприятий для снижения ущерба окружающей среде от природных и техногенных катастроф;
- мониторинг степени загрязнения окружающей среды и составление итоговых карт и т. п.

На основании данных, полученных в результате перечисленных и других видов геологических работ, составляются геологические карты различных масштабов и назначений, используемые для медико-биологических и социально-экономических оценок территорий, оперативного прогноза и контроля опасных проявлений геологических процессов, принятия управленческих решений и т. п.

Традиционные и специальные геологические работы, постоянно развиваются, за счет появления новых направлений и технологий геологоразведки.

ГИДРОИНЖСТРОЙ

концерн
Союзгеопром

ГЕОНАСОС

МОЗБТ

КВО

МОЗБТ
СЕРВИС

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов Л.В. Атмосфера Земли – М:, Физматлит, 2012, с. 420.
2. Ред. Орлов В.П. Геологические памятники природы России – М:-СПб, ВСЕГЕИ, 2010.
3. Еременкоф Н.А.,Чилингар Г.В. Геология нефти и газа – М:, Наука, 1996, с. 176.
4. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых – М:, Трикста, 2004, с. 512.
5. Макарова Н.В., Суханова Т.В. Геоморфология – М:, КДУ, 2009, с. 414.
6. Сорохтин О.Г. Жизнь Земли – М:, АНО «ИКИ», 2007, с. 452.
7. Ананьев В.П. Инженерная геология – М:, Высшая школа, 2002, с. 511.
8. Сергеев М.Б. Происхождение Земли и Солнечной системы – М:, РосГео, 2005, с. 320.
9. Авдонин В.В., Бойцов В.Е. и др. Месторождения металлических полезных ископаемых – М:, Трикста, 2005, с. 720.
10. Бетехтин А.Г. Курс минералогии - М:, КДУ, 2010, с. 736.
11. Короновский Н.В. Общая геология – М:, КДУ, 2012, с. 552.
12. Соколовский А.К. Общая геология – М:, КДУ, 2006, т. 1,2.
13. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология – М:, Недра, 1996, с. 423.
14. Хомченко И.Г. Общая химия – М:, Новая волна, 2002, с. 464.
15. Бондаренко В.М. Общий курс разведочной геофизики – М:, Норма, 1998, с. 304.
16. Сучкова А.П., Питолина Т.П. Первые шаги в геологию – М:, РосГео, 2005, с. 116.
17. Авдонин В.В., Ручкин и др. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых – М:, Мир, 2007, с. 540.
18. Ред. Козловский Е.А., Ледовских А.А. Российская геологическая энциклопедия, - М-СПб, 2010, т. 1, 2, 3.
19. Корсаков А.К. Структурная геология – М:, КДУ, 2009, с. 328.
20. Гаврилов В.П. Физика Земли - М:, Недра, 2008, с. 287.
21. Матвеев А.А. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых – М:, КДУ, 2012, с. 564.

Е.А. Агишева, В.И. Дейнекин, М.В. Друца, Н.А. Матвеева,
И.В. Сауков, Н.И. Сердюк, Е.Б. Солнцева
Под редакцией Н.И. Сердюка

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПУТЕВОДИТЕЛЬ

Компьютерная верстка и оформление Я.А. Мерзлякова
Рисунок на обложке, иллюстрации Я.А. Мерзлякова

Отпечатано в ООО “ТРАНСМЕДИА Дизайн”
Тираж 3000 экз
Заказ № 140
Бумага офсетная, мелованная
Формат 210*280 мм