

ПОПУЛЯРНЫЙ ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ГИД



НЕФТЬ, МЕТАЛЛЫ И ДРУГИЕ СОКРОВИЩА ЗЕМЛИ

ПОЛЕЗНЫЕ
ИСКОПАЕМЫЕ



Издательство АСТ
Москва

УДК 553
ББК 26.34
Н58

*Все права защищены.
Любое использование материалов данной книги, полностью
или частично, без разрешения правообладателя запрещается*

*В оформлении обложки использованы материалы,
предоставленные агентством Shutterstock/FOTODOM.*

*В оформлении книги использованы фотоматериалы,
предоставленные агентством Shutterstock/FOTODOM,
фотографии А. А. Трещова и С. С. Мирновой*

Автор текста С. С. Мирнова
Научный редактор — кандидат химических наук В. В. Станишевский
Макет и оформление Л. В. Ковальчук

Н58 Нефть, металлы и другие сокровища Земли. Полезные ископаемые / автор текста С. С. Мирнова. — Москва : ОГИЗ, Издательство АСТ, 2025. — 192 с.: ил. — (Популярный иллюстрированный гид).

ISBN 978-5-17-176319-0

Разнообразные металлы, маслянистая горючая нефть, неуловимая ртуть, каменный уголь, сверкающие драгоценные кристаллы, белоснежный известняк, благородный мрамор и многие другие полезные ископаемые — герои очерков, которые вошли в эту книгу. Жизнь современного человека немыслима без топлива, электричества, новых материалов, всевозможных приборов и механизмов.

Они созданы не только благодаря гениальным изобретениям людей, но и потому, что планета передала нам во владение свои подземные сокровища.

Сюжеты о минеральных ресурсах Земли ярко и интересно иллюстрированы. Издание адресовано старшим школьникам и всем, кто интересуется естествознанием.

УДК 553
ББК 26.34

ISBN 978-5-17-176319-0

© Текст, С. С. Мирнова, 2025
© ООО «Издательство АСТ», 2025
Все права защищены

Содержание

Введение..... 4

САМЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ НА ЗЕМЛЕ..... 7

Минералы..... 8

Горные породы..... 16

Кислород и вода..... 22

Конструктор планеты Земля..... 26

МЕТАЛЛЫ. ЧЕРНЫЕ, ЦВЕТНЫЕ, ЛЕГКИЕ И ДРУГИЕ..... 31

Железо..... 32

Медь и цинк..... 38

Марганец, хром и вольфрам..... 42

Свинец..... 48

Олово..... 54

Алюминий..... 60

Золото..... 64

Серебро..... 74

Платина и другие..... 82

Ртуть..... 86

Магний..... 90

Титан..... 94

Редкоземельные металлы..... 100

Уран..... 112

ИСКОПАЕМОЕ ТОПЛИВО И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ..... 121

Нефть и природный газ..... 122

Уголь..... 128

Горючие сланцы..... 132

Песок и глина..... 136

Известняк..... 140

Гранит..... 146

Базальт..... 150

Мрамор..... 154

ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ..... 161

Алмаз..... 162

Знаменитые бриллианты..... 172

Изумруд..... 180

Рубин и сапфир..... 186

Введение

Наша планета образовалась 4,5 млрд лет назад. Сначала ее создавали космические силы, потом за дело взялись вулканы, кислород и вода, внутренние процессы в недрах Земли. Рождались и погружались в морскую пучину огромные материки, вздымались горы, разливались обширные моря, мощные ледники сковывали планету. За безмерно долгий геологический период развития Земли на ней сформировались чрезвычайно разнообразны горные породы.

Внешне они чаще всего невзрачны, но играли в истории человечества очень важную роль, а жизнь современного населения Земли без них невозможно представить. Это маслянистая горючая нефть, голубой газ, каменный уголь, руды, из которых выплавляют черные, цветные и другие металлы. Это на первый взгляд ничем не примечательные песок и глина, белоснежный известняк, мерцающий мрамор, прочный гранит, монолитный базальт и многие другие. Все они называются полезными ископаемыми — минеральными ресурсами Земли, которые используют в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве или в быту.

Полезные ископаемые классифицируют по физическому состоянию (твердые, жидкие, газообразные), по происхождению (магматические, осадочные и метаморфические) и по использованию (руды металлов, горючие и нерудные ископаемые: строительные материалы, драгоценные камни, самоцветы, горно-химическое сырье). Пресную воду и подземные минеральные источники тоже считают полезными ископаемыми.

Добывая минеральные ресурсы из недр Земли, люди вгрызаются в планету, роют огромные карьеры, прокладывают шахты (самая глубокая уходит в Землю почти на 5 км). День и ночь они выкачивают нефть и газ, сжигают миллионы тонн угля, плавят металл, производят электричество. Планета опутана проводами, окована рельсами железных дорог, по ним с грохотом мчатся составы, груженные полезными ископаемыми. По автомобильным магистралям непрерывно двигаются вереницы машин, заправленных топливом — продуктами переработки нефти. Из металла,



бетона, стекла и пластмассы люди строят жилища, производят несметное количество станков, машин, приборов, посуды, мебели и других предметов. Все это стало возможным не только благодаря гениальным изобретениям людей и передовым технологиям, а в первую очередь потому, что планета передала нам во владение свои подземные сокровища.

С каждым годом современной цивилизации требуется все больше и больше полезных ископаемых. Но не следует забывать, что они исчерпаемы, конечны. Люди должны расходовать минеральные ресурсы экономно и рационально, максимально извлекать из горной породы полезные компоненты. Сооружая рудники, шахты и карьеры, надо стараться сохранять гармонию природы.

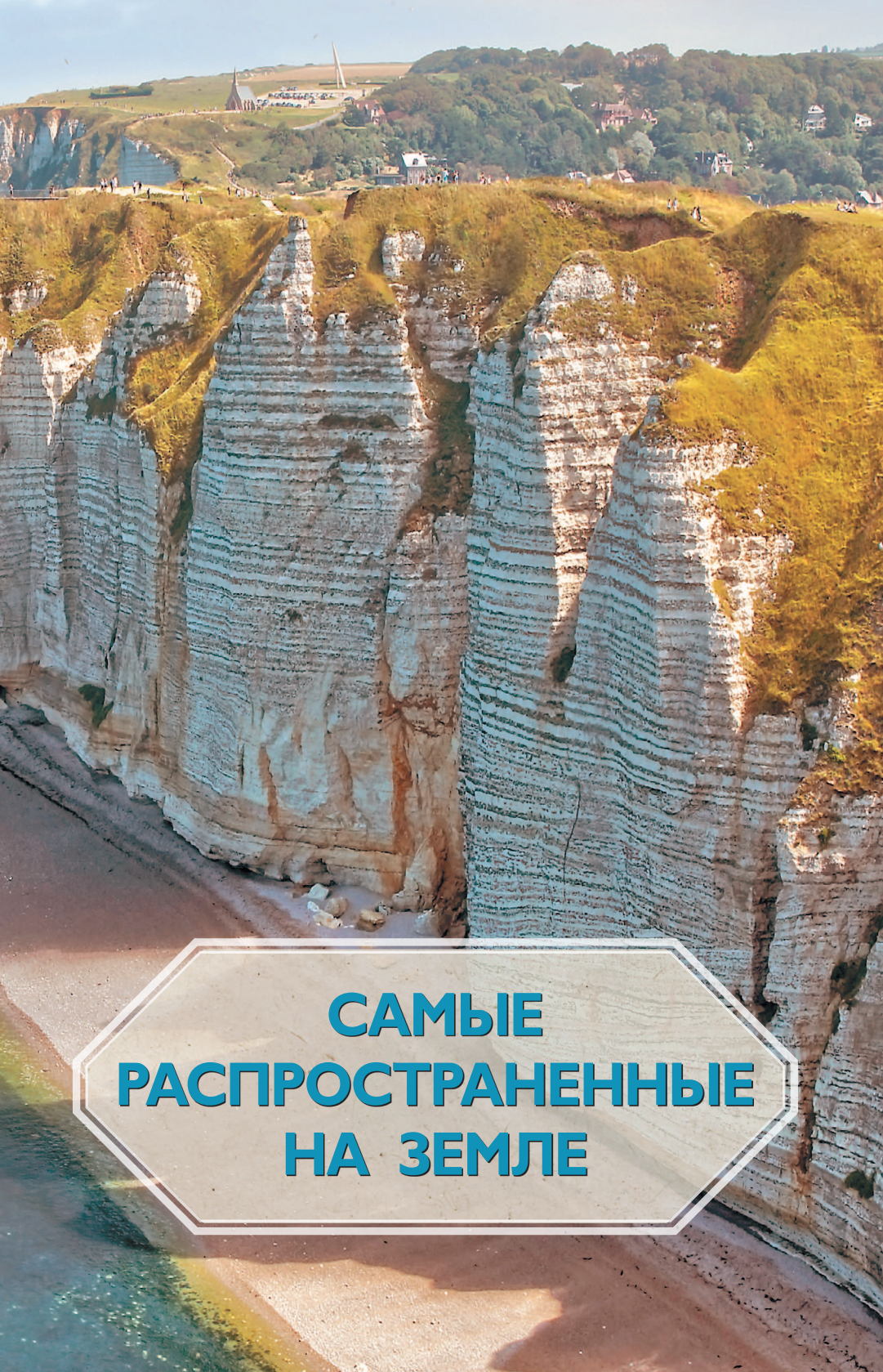
Некоторые из сокровищ Земли — уникальные памятники природы. Своим величественным видом поражают Доломитовые Альпы в Италии, плато Путорана, вулканы Камчатки и Золотые горы Алтая в России, Мостовая гигантов в Ирландии, Куршская коса в Литве, горы Хуаншань в Китае и многие другие. В скалах из песчаника высечен древний город Петра в Иордании, из известняка и мрамора созданы храмы, дворцы, великолепные скульптуры — жемчужины мировой культуры.

Горные породы, ставшие материалами для этих шедевров, серебристые металлы, обладающие самыми разными свойствами, горючие полезные ископаемые и драгоценные кристаллы — герои очерков, которые вошли в эту книгу.

↓ Алтайским Марсом называют цветные горы Кызыл-Чина на Алтае. Россия







**САМЫЕ
РАСПРОСТРАНЕННЫЕ
НА ЗЕМЛЕ**

Минералы

«Кирпичики» Вселенной

ВАЖНОЕ. Наша планета и все твердые тела во Вселенной состоят из особых «кирпичиков» — минералов. Людям известны более 5300 минералов, но только около 150 из них часто встречаются на Земле.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ НАЗВАНИЯ. Минерал — от позднелатинского *minera* — руда, природное минеральное сырье. Руда образуется в результате физико-химических процессов в глубинах и на поверхности Земли, она содержит металлы или их соединения в количестве и в виде, пригодном для их промышленного использования.

↓ Кристаллы флюорита — плавленого шпата (CaF_2). Прозрачные бесцветные разновидности кристаллов флюорита применяются в оптике для изготовления линз

На нашей планете минералы повсюду, они составляют ее земную кору, мантию и ядро, из них созданы горные породы. Первые минералы появились 4,6 млрд лет назад, когда только началось образование Земли и других планет Солнечной системы. Постепенно, в результате геологических процессов в недрах земного шара и на его поверхности, минералы формировались и преобразовывались. Эти процессы продолжаются и в наши дни.

Минералы очень разнообразны, это и гематит — руда, из которой получают железо; и хрупкий тальк; и тонковолокнистый асбест; и редкий драгоценный алмаз; и графит в простом карандаше. Некоторые минералы имеют разновидности, например, аметист, горный хрусталь и халцедон — разновид-



ХРОНОЛОГИЯ

От первых классификаций известных минералов до подробного изучения особенностей их кристаллической структуры.

Около 300 г.
до н. э. —

появился первый известный трактат по минералогии «О камнях» грека Теофраста.

Около
1000 г. —

Ибн Сина (Авиценна) классифицировал все известные минералы, разделив их на камни и земли, горючие ископаемые, соли, металлы.

1546–1556 гг. —

публикация трудов отца минералогии Г. Агриколы «О природе ископаемых» и «О металлах».



↓ Большой каньон в США — ущелье глубиной 1500 м (максимальная отметка — 1857 м) и длиной 446 км в среднем течении реки Колорадо. Река сформировала свою грандиозную долину миллионы лет, прорезая мощную толщу горизонтально залегающих горных пород



ТЕРМИН. Минерал — твердое природное образование, как правило, с однородной кристаллической структурой. Каждый минерал состоит из химического элемента или соединений элементов и имеет собственную химическую формулу. Минералы могут образовывать ограниченные кристаллы, а могут быть зернами неправильной формы.

1669 г. —

датский натуралист Н. Стенон открыл закон постоянства углов между гранями кристаллов.

1735 г. —

К. Линней опубликовал труд «Система природы», в нем он классифицировал минералы по внешним признакам так же, как растения и животных.

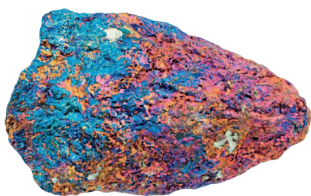
1784 г. —

аббат Р. Гаюи заложил основы современных представлений о кристаллической структуре минералов.

1809 г. —

У. Волластон изобрел прибор, позволяющий точно измерять углы между гранями кристаллов.





↑ Борнит — пестрая медная руда, минерал, сульфид меди и железа



↑ Пирит — серный или железный колчедан



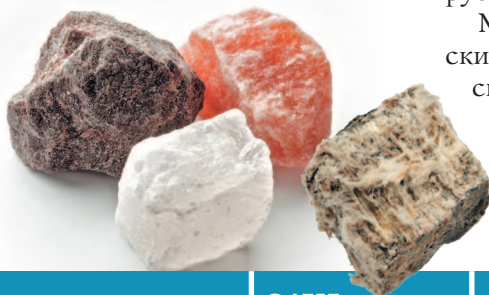
↑ Галенит — свинцовый блеск, или свинцовая руда

↓ Каменная соль и асбест (внизу) — неметаллические минералы

ности кварца. Воду и ртуть в жидком агрегатном состоянии минералами не считают. А лед — твердое агрегатное состояние воды — минерал. Большинство минералов обладают кристаллической структурой, но существуют и аморфные (некристаллические) минералы.

Все минералы делят на две большие группы — металлические и неметаллические. Первые обладают характерным металлическим блеском (например, галенит — минерал свинца или халькопирит и борнит — минералы меди), неметаллические минералы лишены его: это кальцит, кварц, асбест, каменная соль, горный хрусталь и другие.

Минералы состоят из химических элементов Периодической системы, открытой великим русским химиком Д. И. Менделеевым. Если минерал содержит один химический элемент и находится в природе



1815 г. —

П. Кордье предложил изучать оптические свойства обломков минералов под микроскопом.

С 1757 по 1824 г. —

А. Кронстедт и Й. Берцелиус предложили несколько вариантов химических классификаций минералов.

1828 г. —

У. Николь изобрел устройство для получения поляризованного света (призму Николя).

1849 г. —

Г. Сорби усовершенствовал поляризационный микроскоп и применил его к изучению прозрачных шлифов горных пород.



в чистом виде, его называют самородным. А минералы, сложенные двумя и более элементами, именуют сложносоставными. На Земле большинство минералов сложносоставные.

От химического состава и кристаллической структуры минерала зависят его физические свойства: механические, оптические, люминесцентные, магнитные, электрические, термические, а также радиоактивность. Определяя внешне незнакомый минерал, в первую очередь обращают внимание на его структуру, цвет и блеск, затем на механические свойства: твердость, плотность и спайность.

Кристаллы с плоскими, гладкими, блестящими гранями очень красивы. Форма кристаллов может быть разной, она зависит от геометрического расположения атомов в элементарной ячейке кристалла и типа химической связи между ними. Мельчайшие ячейки, бесконечно повторяясь в трехмерном пространстве, образуют кристалл.

По симметрии элементарной ячейки кристаллы подразделяются



← Кристаллы пирита имеют кубическую сингонию

↓ Кристаллы ортоклаза (из класса силикатов) имеют моноклинную сингонию



← Минерал свинца вulfенит имеет тетрагональную сингонию



Вторая половина XIX в. —

усовершенствованы поляризационные микроскопы и оптические гониометры.

1912 г. —

М. Лауэ экспериментально установил, что внутреннюю структуру кристаллов можно изучать с помощью рентгеновских лучей.

Конец XIX — начало XX в. —

развитию минералогии во многом способствовали работы выдающихся российских ученых Н. И. Кокшарова, В. И. Вернадского и др.

Вторая половина XX в. —

минералы начали исследовать, используя точные физические методы (инфракрасную и люминесцентную спектроскопию и др.)

→ Родохрозит и пирит оставляют полосы разного цвета на фарфоровых пластинках



на семь сингоний: триклинную, моноклинную, ромбическую, тетрагональную, тригональную, гексагональную и кубическую (изометрическую). Сингонии подразделяются на 32 кристаллических класса (вида симметрии), включающих 230 пространственных групп. Эти группы в 1890 г. впервые выделил российский уче-

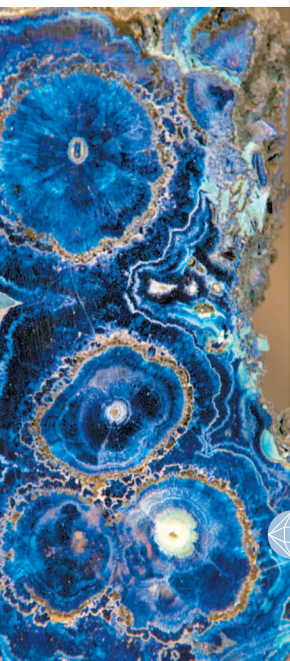
Изучением минералов, их свойств, особенностей строения, условий образования, изменения и практического применения занимается наука минералогия (от *позднелат.* *minera* — «руда» и греч. «логос» — учение).

↓ Азурит (медная лазурь) — индикатор и поисковый признак медных руд, этот минерал и сам является медной рудой, но менее ценной, чем малахит

ный Е. С. Федоров. Современные минералоги с помощью рентгеноструктурного анализа определяют размеры элементарной ячейки минерала, его сингонию, класс симметрии и пространственную группу.

Простой и удобный диагностический признак минералов — цвет. Пирит, например, имеет латунно-желтый цвет, галенит — свинцово-серый, лазурит — синий, а изумруд — густо-зеленый. Цвет некоторых минералов может меняться в зависимости от освещения. Так, александрит днем зеленоватого оттенка, а при вечернем освещении становится красным. У некоторых рудных минералов с металлическим или полуметаллическим блеском цвет может быть замаскирован игрой света в тонкой поверхностной пленке (побежалостью). Ее имеет большинство минералов меди, особенно борнит — «павлинья» руда. Определяют и цвет порошка минерала, его устанавливают по «цвету черты», которую оставляет минерал, если им провести по фарфоровой пластинке (бисквиту). Например, флюорит бывает разного цвета, но черта у него всегда белая.

Блеск минерала определяется тем, сколько света он отражает. Различают металлический, полуметаллический, алмазный, жирный и стеклянный блеск минералов. Твердость — сопротивление, которое минерал оказывает при царапании, она зависит от кристаллической структуры: чем прочнее связаны между



собой атомы минерала, тем труднее его поцарапать. Иначе говоря, внутренняя структура минерала влияет на его твердость. И алмаз, и графит состоят только из углерода, однако у них разная кристаллическая решетка, а следовательно, и твердость.

Тальк и графит — мягкие минералы, они построены из слоев атомов, связанных между собой очень слабыми силами. У жирных на ощупь талька и графита при трении о кожу тончайшие слои минералов соскальзывают и «пачкают» руку. Самый твердый минерал — алмаз, в нем атомы углерода так прочно связаны, что поцарапать его можно только другим алмазом.

В начале XIX в. австрийский минералог Ф. Моос расположил десять минералов в порядке возрастания их твердости. Шкалу Мооса для определения относительной твердости минералов используют и в наши дни.

Плотность минерала отражает его структуру и химический состав. Плотность зависит от тяжести слагающих минерал атомов и плотности их упаковки. Среди всех простых веществ наибольшей плотностью обладает осмий. Этот очень тяжелый серебристо-белый металл входит в платиновую группу.

↓ Кварц имеет показатель твердости 7 по шкале Мооса



Шкала Мооса — последовательность из десяти минералов — от самого мягкого к самому твердому. Каждый предыдущий минерал можно поцарапать следующим по шкале.

- 1 — тальк — самый мягкий минерал
- 2 — гипс — царапается ногтем
- 3 — кальцит — тверд, как бронзовая монета
- 4 — флюорит — царапается ножом
- 5 — апатит — царапается оконным стеклом
- 6 — ортоклаз — царапается сверлом
- 7 — кварц — царапается закаленной сталью
- 8 — топаз — царапается напильником
- 9 — корунд — царапается только алмазом
- 10 — алмаз — самый твердый минерал

Чтобы определить твердость минерала, надо найти другой самый твердый минерал, который он может поцарапать. Твердость исследуемого минерала будет больше твердости поцарапанного им минерала, но меньше твердости следующего минерала по шкале Мооса.

← Цветные скалы Чжанье Данься в Китае состоят из красных песчаников и конгломератов





↑ У калиевой слюды мусковита таблитчатые кристаллы моноклинной системы

Поведение минерала при раскалывании называют спайностью. Если минерал разрушается в местах слабых связей кристаллической решетки, он разделяется на параллельные пластины — расслаивается. Некоторые минералы благодаря их кристаллической структуре раскалываются по гладким плоскостям. Слюда, к примеру, обладает совершенной спайностью в одном направлении — легко

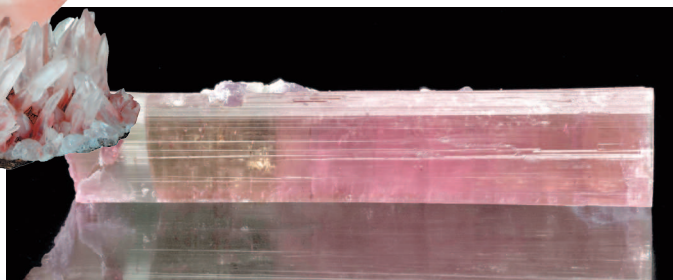
расщепляется на тонкие листочки с гладкой блестящей поверхностью.

Минералы могут иметь несколько направлений спайности, по которым они одинаково легко раскалываются. У кварца и турмалина поверхность излома напоминает раковистый скол стекла. А у некоторых минералов спайность вообще отсутствует. Их излом может быть шероховатым, неровным или занозистым.

Некоторые минералы под воздействием определенного источника энергии излучают свет. Флюоресцирующие минералы светятся под



↑ Породообразующий минерал кальцит, карбонат кальция — CaCO_3



↑ Кристалл турмалина — минерала из группы алюмосиликатов

↓ Ленские столбы в Якутии (Россия) на правом берегу реки Лены



ультрафиолетовыми или рентгеновскими лучами. А фосфоресцирующие продолжают светиться после того, как воздействие источника энергии прекращается. Некоторые минералы реагируют на катодное излучение, обычный свет или электрический ток.

Иногда минералы с одинаковыми структурами — к примеру, галит и галенит — обмениваются катионами. Это явление называется изоморфизмом. Кристаллическая решетка остается той же, но полученное конечное вещество становится иным — один ион заменяет другой. Например, сидерит (FeCO_3), меняя железо на магний (частицу того же размера), постепенно переходит в магнезит (MgCO_3).

Наиболее распространены на Земле силикаты (около 25 % от общего числа минералов); оксиды и гидроксиды (около 12 %); сульфиды и их аналоги (около 13 %). Рудные минералы содержат ценные компоненты для промышленности и образуют месторождения.

Изучение минералов помогает понять процессы, происходившие во время образования Земли, и разгадать загадки геологического прошлого нашей планеты.

↓ Россыпь минералов



ПОЛИМОРФИЗМ

Явление, при котором вещество, имеющее один и тот же химический состав, может существовать в двух или нескольких формах с различными кристаллическими структурами и свойствами. В результате образуется несколько разных минералов. Вещество может переходить из одного полиморфного состояния в другое под действием температуры и давления, быстро или медленно, обратимо или необратимо.

Химический состав	Кристаллическая решетка	Минерал
CaCO_3	Тригональная	Кальцит
CaCO_3	Ромбическая	Арагонит
FeS_2	Кубическая	Пирит
FeS_2	Ромбическая	Марказит
C	Кубическая	Алмаз
C	Гексагональная	Графит