

АНАСТАСИЯ ЗЛОБИНА, ИСХАК ФАРХУТДИНОВ

# МИР МИНЕРАЛОВ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО МИНЕРАЛАМ И ГОРНЫМ ПОРОДАМ,  
ИЗ КОТОРЫХ СОСТОИТ ЗЕМЛЯ  
И ПОСТРОЕНА НАША ЦИВИЛИЗАЦИЯ



 **БОМБОРА**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва

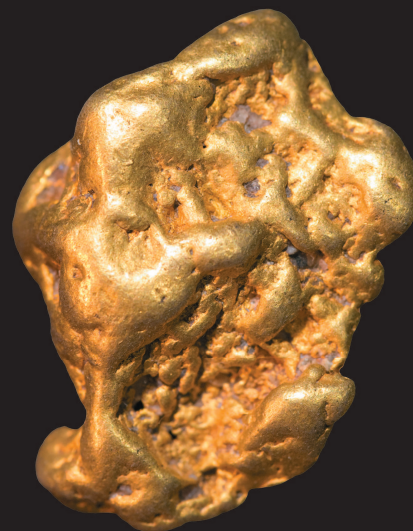
# СОДЕРЖАНИЕ

**Введение. Человек и камень 5**

**Факт или фейк? Викторина 8**

**Что такое минерал 11**

- Классы минералов 13
- Порядок в атомном строю 13
- Иглы, столбики и чешуйки 16
- Краски каменного мира 19
- Сверкающие как блески, тусклые как старые кирпичи 23
- Мягче ногтя, тверже стали 26
- Крепкие снаружи, ломкие внутри 28
- Чемпионы в тяжелом весе 31
- Горят, растворяются и пахнут 34
- От большого взрыва до горной породы 37
- Самый древний минерал 40
- Как камни умеют летать 42
- Как камни умеют обманывать 44
- Как камни умеют двигаться 46
- Как камни умеют перерождаться 49



**Минералы внутри нас 53**

- Зубы, кости и камни в почках 54
- Отравленные стрелы и газ-убийца 57
- Едим каждый день и лечим отравления 63

## Минералы и горные породы вокруг нас 71

Минералы — основатели земной коры 72

Как устроены силикаты и алюмосиликаты 73

Одинокий дом 74

Улица Силикатная 76

Минеральный квартал 76

Кристальный район 78

Каменный город 79

Рудные минералы — поставщики металлов 82

Как найти руду в недрах? 83

Как добыть руду? 89

Медь 91

Олово 95

Железо 98

Алюминий 102

Хром 104

Марганец 105

Золото 106

Серебро 115

Платина 117

Радиоактивные минералы 119

Редкоземельные минералы 122

Горючие минеральные вещества 127

Торф, уголь, антрацит 128

Нефть 130

Строительные и декоративные материалы 132

Гранит 133

Базальт 136

Известняк и мрамор 138

Гипс 143

Песок и песчаник 145

Глина и сланец 147

Лабрадор 151



Химическое сырье 152

Галит 153

Флюорит 155

Барит 157

Апатит 158

Сильвин, карналлит 160

Селитра 161

Сера 164

Технические минералы 166

Кварц 167

Слюды 168

Графит 172

Драгоценные и поделочные камни 175

Алмаз 176

Рубин, сапфир, корунд 179

Изумруд, аквамарин, берилл 182

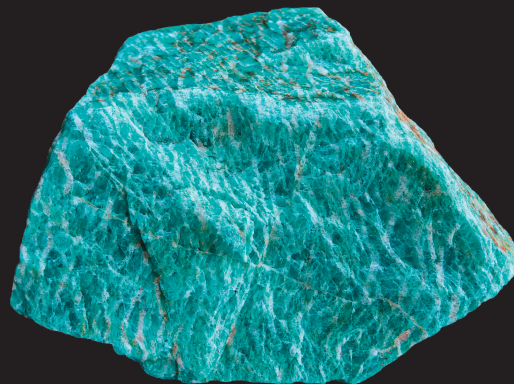
Аметист, цитрин, розовый кварц 186

Топаз 189

Гранаты 192

Лазурит 197

Яшма 199



## Горнодобыча и экология 203

Что люди будут делать, когда минералы закончатся? 210

**Заключение 211**

**Основные характеристики главных классов минералов 212**

**Ответы на викторину «Факт или фейк?» 216**

**Источники 219**

**Указатель минералов и горных пород 221**



Посвящается учителю  
Леониду Петровичу Рихванову

# ВВЕДЕНИЕ. ЧЕЛОВЕК И КАМЕНЬ

Минералы и горные породы — незаменимые помощники в нашей жизни. Все, что создано человеком и можно потрогать, так или иначе связано с полезными ископаемыми, которые добывают из-под земли, а затем превращают в энергию и материалы, без которых невозможно представить современную цивилизацию.

Из глины, песка, металла и кварца создают кирпичи, бетон, металлические конструкции и стекло, из которых стоят здания: дома, школы, заводы, торговые центры. Без железа, алюминия и хрома не было бы автомобилей, самолетов и станков для любого производства. Благодаря медным проводам мы можем пользоваться электричеством. Нефть, газ и уголь дарят нам не только тепло, но и пластик — основу многих бытовых предметов, синтетической одежды и техники.

И так было всегда — человек и камень неразлучны с самого начала истории. Благодаря каменным орудиям наши предки более 2,5 миллиона лет назад научились разделывать туши, раскалывать кости и твердые орехи (Sahle, Y., 2020). Каменный век был первым и самым продолжительным

периодом в истории *Homo*. Рубила из кварцита, скребки из обсидиана, топоры из нефрита и наконечники стрел из кремня помогали охотиться, вести хозяйство и таким образом выживать.

Около 8,7 тысячи лет назад человек впервые создал не каменное изделие, а металлическое (Oudbashi и др., 2012). Первым металлом человечества стала медь. Этот металл было легко найти по ярко-зеленому налету — минералу малахиту. Более того, медь довольно просто обрабатывать. Это очень мягкий материал, поэтому ее можно было ковать без нагревания с помощью примитивных орудий. Однако мягкость меди не всегда была достоинством, ведь медные изделия быстро деформировались. Поэтому человек искал способы улучшить свойства меди, добавляя к ней разные вещества — так возникла металлургия.

Однажды, смешав медь с оловом, выплавленным из минерала касситерита, древние металлурги получили бронзу — твердый и прочный сплав. Это был гениальный шаг человечества, определивший целую эпоху — бронзовый век (примерно 5,3–3,2 тысячи лет назад).

Бронзовое оружие и доспехи изменили войны, а инструменты — сельское хозяйство.

На территории болгарского города Варна археологи нашли творения первых ювелиров — украшения из золота, которым около 6,5 тысячи лет. Первые золотые монеты появились 2,7 тысячи лет назад в Лидии (территория современной Турции). После завоевания Лидии персами чеканить монеты стали во всех городах огромного персидского государства. Древние греки тоже научились у лидийцев создавать монеты. Так начала зарождаться денежная система.



▲ Золотая лидийская монета

Эпоха железа началась 3,2 тысячи лет назад, когда в горнах (специальных печах) массово научились выплавлять железо из магнетита и гематита. Несмотря на то, что железо не было первым металлом человечества, после создания его сплавов медные и бронзовые орудия постепенно уш-

ли на второй план. У железа есть два главных преимущества перед медью: его в тысячу раз больше в земной коре, а его сплавы в разы прочнее. Стальное оружие — мечи, копья, ружья, пушки — давали решающее преимущество в войнах. А использование железных плугов и серпов позволило выращивать больше зерна. Это способствовало росту населения и усилению государств.

Для еще более мощного толчка в развитии людям требовалось не только железо, но и энергия. Каменный уголь стал движущей силой промышленной революции в XVIII–XIX веках. Его использовали в металлургии для создания чугуна и как топливо — в паровых машинах (станках, паровозах, пароходах). Энергия угля позволила ускорить промышленное развитие и способствовала бурному росту городов.

Вторым важнейшим энергетическим ресурсом стала нефть. В XX веке было открыто множество богатых месторождений, благодаря которым люди стали производить в разы больше энергии. За счет использования нефти годовое потребление энергии выросло в десятки раз. Другая удивительная способность нефти открылась с развитием органической химии. Оказалось, что сложные органические молекулы нефти можно трансформировать, создавая пластмассу, полимеры и резину, которые стали незаменимой частью современного мира.



◀ Нефть  
и каменный  
уголь

В это же время ученые выяснили, что уран, добываемый в основном из уранинита, — мощнейший источник энергии. В 1 грамме урана содержится в миллионы раз больше энергии, чем в 1 грамме нефти. Люди научились использовать уран не только в энергетике, но и для создания самого страшного оружия — ядерных бомб. Это навсегда изменило распределение военных сил на Земном шаре и международные отношения.

Одним из главных ресурсов наших дней стали редкоземельные металлы, извлекаемые из монацита, бастнезита и лопарита. Из них делают самые мощные магниты, быстрые катализаторы и миниатюрные чипы для электроники. В вашем телефоне содержится минимум 9 редкоземельных металлов, без которых он был бы примерно в 5 раз больше и тяжелее! Солнечная и ветровая энергетика тоже невозможны без редкоземельных металлов.



▲ Редкоземельный минерал лопарит

История человечества — это во многом и история освоения минеральных ресурсов нашей планеты. Миллионы лет человек ищет и исследует полезные ископаемые, а порой ведет за них борьбу. В этой энциклопедии вы подробно познакомитесь с основными минералами и горными породами, которые являются важной частью нашей жизни и которые люди превращают в источник своего развития и процветания.

# ФАКТ ИЛИ ФЕЙК?

## ВИКТОРИНА

Перед тем как начать знакомство с удивительным миром минералов, предлагаем вам сыграть в факт-фейк и проверить свои знания и интуицию. Какие из фактов – правда, а какие – ложь? Ответы вы сможете найти в конце книги на стр. 216.



▲ Золотые серьги с фианитами

1. **Железо** – это первый металл, который человек научился ковать и плавить.
2. **Фианит** – натуральный минерал, который образуется из магмы.
3. Первое месторождение алмазов в России открыла **женщина-геолог**, изучая речные россыпи на содержание красного граната – пироба.
4. По минералу **кварцу** узнали возраст Земли.
5. Минерал **гидроксилапатит** входит в состав вашего организма.
6. **Киноварь** – безопасный минерал, который используют в ювелирном деле и медицине.
7. **Платину** в составе препаратов используют для лечения рака.
8. Большая часть лекарственных препаратов сделана из **нефти**.
9. В земной коре больше всего **алюминия** и **водорода**.



▲ Платиновый самородок

10. **Руда** — это кусок металла в недрах земли.

11. Чтобы найти руду, использовали **собак** и **растения**.

12. Крупнейшее скопление **железной руды** занимает площадь, сравнимую с территорией Туниса (более 160 тысяч квадратных километров).



▲ Железная руда

13. На территории России когда-то были **тропики** с жарким влажным климатом и пышной растительностью.

14. Миф о «**золотом руне**» — реальная история. В древности россыпное золото добывали с помощью овечьих шкур.

15. На горно-обогатительных комбинатах по извлечению золота из руд работают не только люди, но и **бактерии**.



▲ Горно-обогатительный комбинат





# ЧТО ТАКОЕ МИНЕРАЛ

Самоцветы в украшениях, песчинки на морском берегу, зернышки в булыжнике, часть метеорита, соль, которую вы добавили в еду, и даже ваши кости и зубы — все это минералы. Получается, минералы окружают нас повсюду, но что мы знаем о них? Твердые, разноцветные, рождаются в недрах Земли — это далеко не исчерпывающий ответ. Ведь существуют минералы, которые мягче вашего ногтя, большинство минералов тусклые, а некоторые минералы формируются из морской воды. Так что же такое минерал?

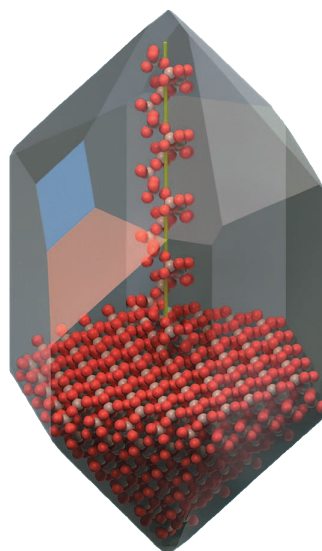
**Минерал** — это природное тело, которое имеет четко определенный химический состав и кристаллическую структуру, то есть атомы химических элементов внутри минерала расположены в строгом порядке.

**Атом** — мельчайшая частица химического элемента. Он состоит из ядра, в котором есть протоны и нейтроны, и электронов.

**Химический элемент** — совокупность атомов с одинаковым числом протонов (положительно заряженных элементарных частиц).

Один из самых распространенных минералов земной коры — **кварц** — состоит из атомов кремния и кислорода (его формула  $\text{SiO}_2$ ). Эти атомы выстроены в четкой последовательности: каждый атом кремния связан с четырьмя атомами кислорода, а каждый атом кислорода — с двумя атомами кремния. Такая структура образует прочную кристаллическую решетку, благодаря которой кварц обладает высокой твердостью.

Если несколько минералов похожи по химическому составу, их объединяют в один класс. Так была создана современная классификация минералов. В ней есть как простые вещества, состоящие из одного химического элемента, так и сложные минералы, в составе которых может быть больше десяти химических элементов.



◀ Кристаллическая структура кварца: белые — атомы кремния, красные — атомы кислорода



Кристалл ▶  
кварца

# КЛАССЫ МИНЕРАЛОВ

- **Самородные элементы** — это минералы, состоящие из одного химического элемента. Ученые разделяют их на самородные металлы — золото (Au), серебро (Ag), медь (Cu), самородные полуметаллы — висмут (Bi), сурьма (Sb) и самородные неметаллы — графит (C) и сера (S).
- **Сульфиды** — соединения металлов с серой: пирит ( $\text{FeS}_2$ ), халькопирит ( $\text{CuFeS}_2$ ), галенит ( $\text{PbS}$ ), молибденит ( $\text{MoS}_2$ ), сфалерит ( $\text{ZnS}$ ).
- **Оксиды и гидроксиды**, основа которых кислород: кварц ( $\text{SiO}_2$ ), корунд ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), магнетит ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), касситерит ( $\text{SnO}_2$ ).
- **Галоиды** (галогениды) — соединения металлов с галогенами (хлором, фтором, йодом): галит ( $\text{NaCl}$ ), сильвин ( $\text{KCl}$ ), карналлит ( $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), флюорит ( $\text{CaF}_2$ ).
- **Карбонаты** — это минералы, в составе которых есть уголекислота — соединение углерода и кислорода. Самые распространенные минералы этого класса — кальцит ( $\text{CaCO}_3$ ), сидерит ( $\text{FeCO}_3$ ), доломит ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) и магнезит ( $\text{MgCO}_3$ ).
- **Сульфаты** состоят из серы, кислорода и других элементов. К ним относятся гипс ( $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), ангидрит ( $\text{CaSO}_4$ ), барит ( $\text{BaSO}_4$ ) и целестин ( $\text{SrSO}_4$ ).
- **Фосфаты** обязательно содержат фосфор и кислород, а также другие элементы. Главный представитель класса — апатит ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$ ).
- **Силикаты и алюмосиликаты** состоят в основном из кремния и кислорода, но всегда содержат и другие элементы: алюминий, железо, магний, кальций, калий, натрий. Это самый многочисленный класс минералов на Земле. Плагиоклазы ( $(\text{Na},\text{Ca})\text{AlSi}_3\text{O}_8$ ), калиевые полевые шпаты ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ), оливин ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ), гранаты, слюды, роговая обманка — важнейшие минералы из класса силикатов.

## ПОРЯДОК В АТОМНОМ СТРОЮ

Минералы иногда встречаются в виде кристаллов, потому что они имеют внутреннюю структуру в виде кри-

сталлической решетки. В ней мельчайшие частички кристаллов (атомы, ионы или молекулы), как солдаты

в строю, всегда расположены в строгом порядке. То, как устроен кристалл изнутри, отражается на его форме. Не случайно в призматическом кристалле кварца и в ромбическом — топаза атомы расположены по-разному.



▲ Призматический кристалл кварца (слева) и ромбическая форма топаза (справа)

У минералов есть родные братья — **минералоиды**. Они, так же как и минералы, имеют определенный химический состав, но не имеют кристаллической структуры. У янтаря, опала и обсидиана атомы химических элементов расположены беспорядочно, как в стекле, поэтому их нельзя отнести к настоящим минералам.

А вот в «кубиках» галита ( $\text{NaCl}$ ) и галенита ( $\text{PbS}$ ) частички размещены очень похоже, хотя химический состав этих минералов разный.



▲ «Кубики» галита (слева) и галенита (справа)

В любом случае, расположение частичек подчиняется закону симметрии, как будто в кристалле проведены невидимые оси, линии и плоскости, благодаря которым он вырос симметричным — одинаковым в отраженных направлениях. Именно по степени симметричности ученые подразделяют кристаллы на сингонии: кубическую, тетрагональную, ромбическую, гексагональную, тригональную, моноклинную и триклинную.

**Сингония** (от греческого «син» — **сходный**, «гония» — **угол**) — это система, с помощью которой кристаллы можно разделить на группы по их форме и симметрии.

▼ Сингонии и примеры минералов

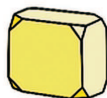
**кубическая**



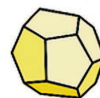
гранат



шпинель



галит



пирит

**тетрагональная**



апофиллит



рутил



циркон



вильфенит

**ромбическая**



барит



оливин



топаз



сера

**гексагональная или тригональная**



корунд (рубин, сапфир)



кварц



ильменит

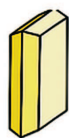


кальцит

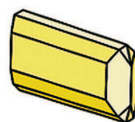
**моноклинная**



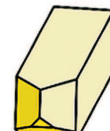
диопсид



гипс



эпидот



ортоклаз

**триклинная**



альбит



волластонит



кианит



родонит