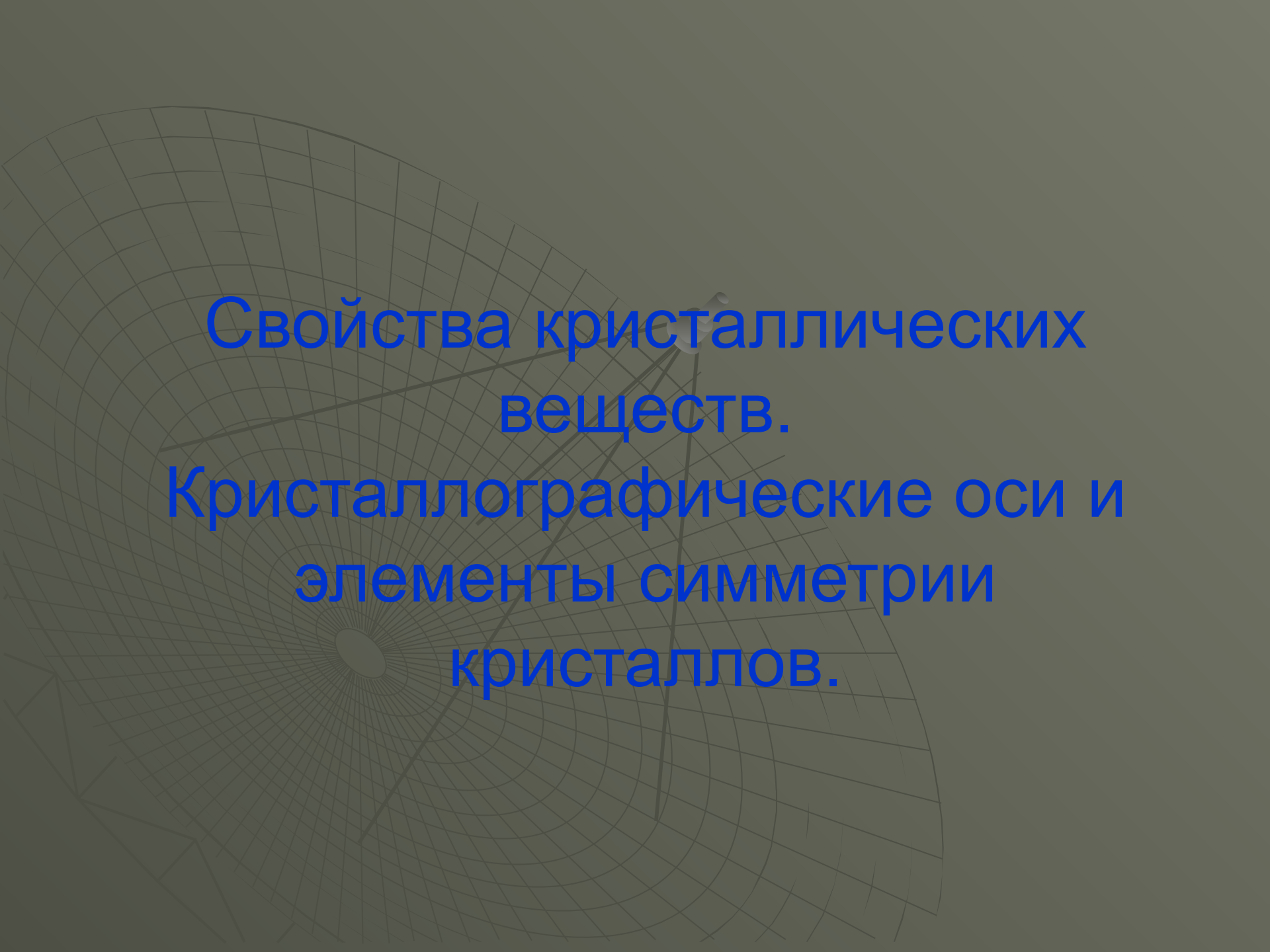


The background of the slide features a faint, light gray grid pattern characteristic of a crystallographic gnomonic projection. This grid is composed of concentric circles and radial lines that intersect at various angles, representing the crystallographic axes and symmetry elements. The grid is centered on the left side of the slide and extends towards the right, creating a sense of depth and geometric structure.

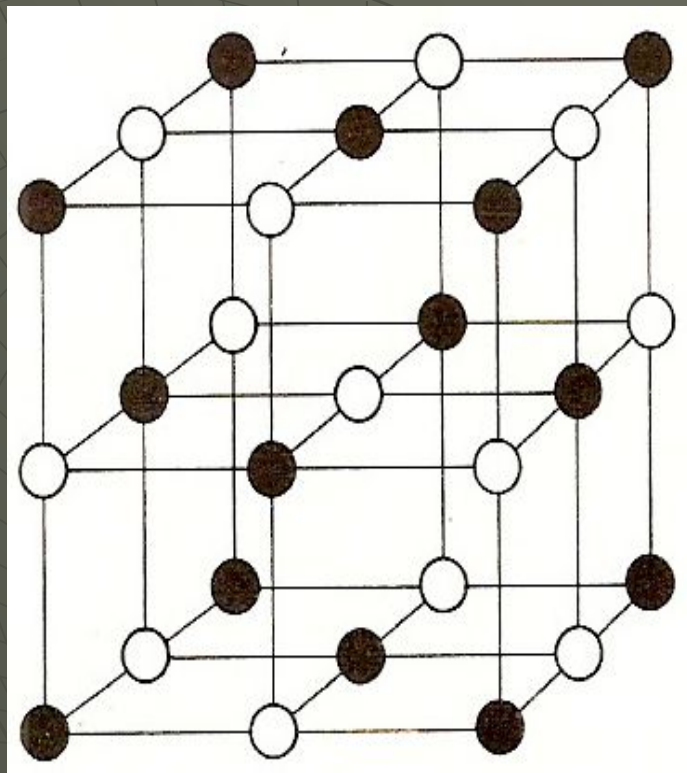
Свойства кристаллических
веществ.

Кристаллографические оси и
элементы симметрии
кристаллов.

Изучение минералов

- ◆ Наиболее простой и распространенный метод изучения минералов — это знакомство с ними по внешним признакам, т. е. определение их **макроскопическим** путем.
- ◆ Более точный метод- **микроскопический**, применяемый в минералогии, петрографии и минераграфии.
- ◆ Твердые минералы в большинстве случаев являются ***кристаллическими веществами***, имеющими форму более или менее хорошо выраженных многогранников, неправильных зерен и сплошных масс.
- ◆ ***Аморфные минералы***- образуют бесформенные массы.

Кристаллические решетки



Кристаллическая решетка
каменной соли (галита)
Черные кружки- ионы
натрия, белые – ионы хлора.

- ◆ *Кристаллические решетки* – основной признак для кристаллических веществ, где слагающие их атомы и молекулы занимают определенные места в пространстве, т.е. для них характерна строго определенная группировка слагающих их атомов и ионов.

Основные характеристики кристаллической решетки

- ◆ Геометрически кристаллическая решетка представляет собой плотно расположенные друг к другу многогранники (кубы, октаэдры, параллелепипеды, ромбоэдры и др.).
- ◆ В вершинах, центрах или серединах граней многогранников на строго определенном расстоянии располагаются атомы (или ионы). Они образуют так называемые *узлы кристаллической решетки*.
- ◆ Совокупность узлов, лежащих вдоль прямой и периодически повторяющихся через равные промежутки, формирует *ряд пространственной решетки*, а совокупность рядов, расположенных в одной плоскости, — плоскую *сетку кристаллической решетки*.

В кристалле различают следующие элементы:

- ♦ **грани** — плоскости, ограничивающие кристаллы;
- ♦ **ребра** — линии пересечения граней;
- ♦ **вершины** — точки пересечения ребер;
- ♦ **гранные углы** — углы между гранями.
- ♦ **Вершины кристаллов** соответствуют узлам, ребра — рядам, а грани — плоским сеткам пространственной решетки.
- ♦ **Для всех кристаллов одного и того же вещества углы между соответствующими гранями одинаковы и постоянны.** Это закон постоянства граничных углов — один из важнейших законов кристаллографии. Он дает возможность определять минералы даже в мелких обломках кристаллов, если они в какой-то мере сохраняют естественные грани.
- ♦ Закон постоянства граничных углов позволяет вывести для каждого естественного кристалла идеальную форму, которая характеризует свойственный данному кристаллу *тип симметрии*.
- ♦ **Тип симметрии** — сочетание кристаллографических элементов. Однако при одних и тех же граничных углах форма кристаллов может быть различна.

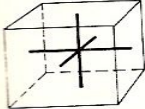
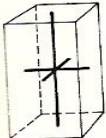
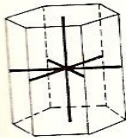
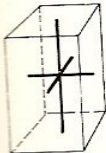
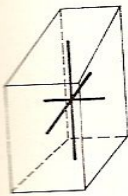
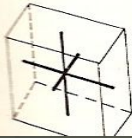
Кристаллографические оси и элементы симметрии кристаллов

- ♦ **Симметрия** — это закономерность расположения элементов ограничения кристалла, выражающаяся в повторяемости частей при вращении вокруг некоторой прямой линии.
- ♦ Прямая линия, при повороте вокруг которой на один и тот же угол все части кристалла симметрично повторяются n раз, называется **осью симметрии** (обозначается буквой L).
- ♦ Число n , показывает сколько раз при повороте на 360° вокруг оси симметрии части кристалла могут совмещаться с их исходным положением и называется порядком оси симметрии и обозначается цифрой (ставится внизу справа от L).
- ♦ Число n всегда целое, и в кристаллах могут существовать оси симметрии только **второго, третьего, четвертого и шестого** порядков. Так, при вращении вокруг оси кристалла, имеющего вид правильной шестигранной призмы, при каждом повороте на 60° будет наблюдаться совмещение его граней, ребер и вершин с их начальным положением. Следовательно, этот кристалл построен симметрично, имеет ось симметрии шестого порядка.

Элементы симметрии

- ♦ *Плоскость симметрии* — мысленно проведенная плоскость, которая делит кристаллы на две зеркально равные части (обозначается буквой P). В кубе таких плоскостей девять.
- ♦ *Центр симметрии* — точка внутри кристалла, на равных расстояниях от которой в диаметрально противоположных направлениях располагаются одинаковые элементы ограничения — параллельные грани, вершины (обозначается буквой C).
- ♦ *Ось, плоскость и центр симметрии* называются *элементами симметрии*. Русский ученый А. В. Гадолин доказал, что у кристаллов возможны 32 различные комбинации элементов симметрии, называемые **видами**, или **классами симметрии**.
- ♦ Все виды симметрии группируются по степени сложности в семь крупных групп, или систем — *кристаллографических сингоний*. Среди них выделяются низшие, средние и высшие.

Кристаллографические сингонии (системы)

Кристалло- графические оси	Сингония	Форма кристалла	Минерал
	Кубическая	Куб Октаэдр Икоситетраэдр	Алмаз Пирит Галит
	Тетрагональная	Квадратные призмы и пирамиды	Халькопирит Рутил Циркон
	Гексагональная	Шестигранные (гексагональные) призмы и пирамиды	Апатит Берилл Графит
	Тригональная	Трехгранные (тригональные) призмы и пирамиды, ромбоэдры	Кальцит Кварц Турмалин
	Ромбическая	Ромбические призмы и пирамиды	Барит Сера Топаз
	Моноклиная	Призмы и наклонные концевые грани (пинакоиды или моноэдры)	Гипс Мусковит Авгит
	Триклинная	Пары граней (пинакоидов), моноэдры	Альбит Анорит Дистен (кианит)

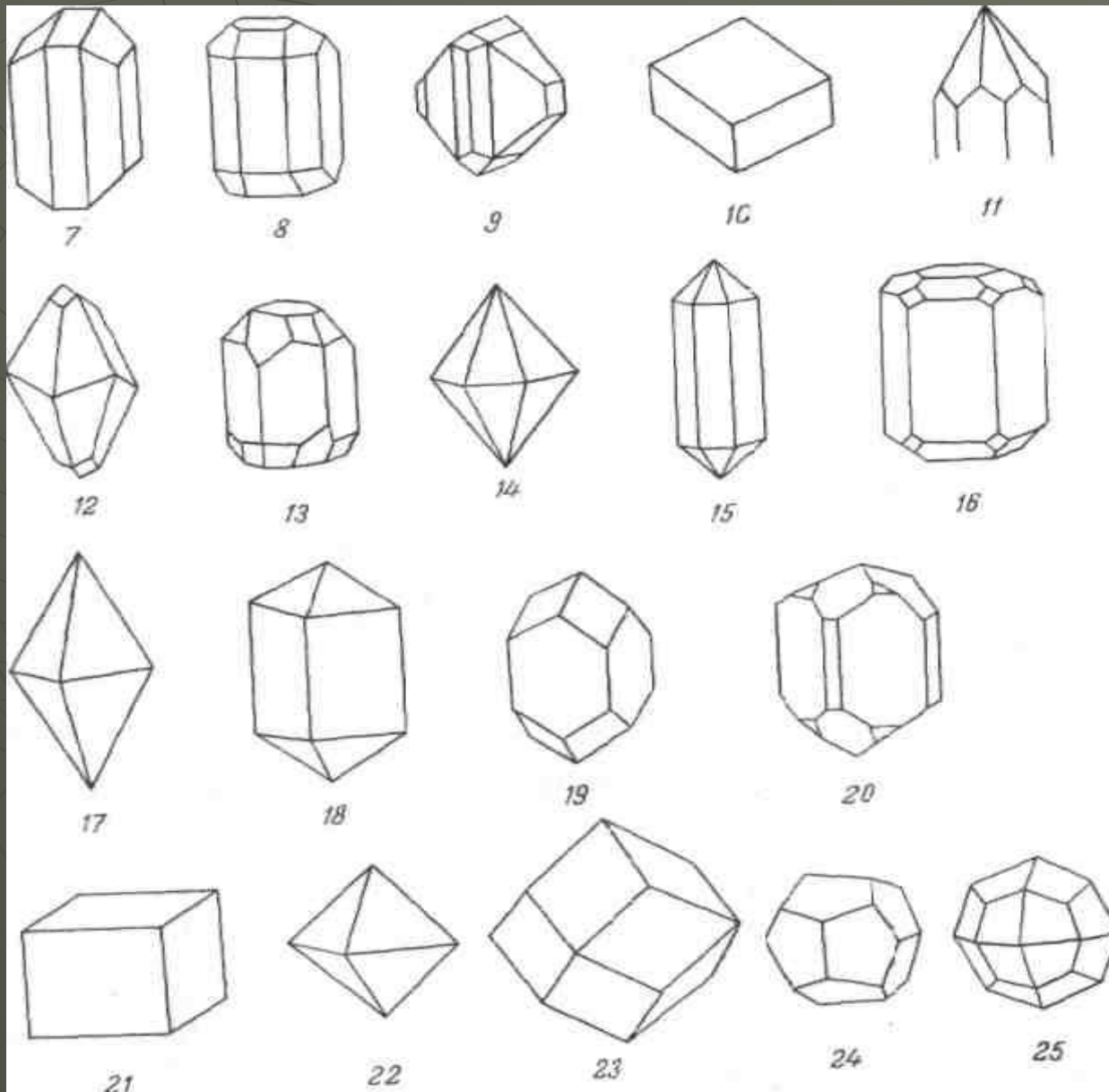
Низшие кристаллографические сингонии

- ♦ **Триклинная** сингония – кристаллы наименее симметричные. (У них из всех возможных элементов симметрии обычно наблюдается только центр симметрии, но иногда и он отсутствует). Этот вид сингоний свойствен альбиту, микроклину и другим минералам.
- ♦ **Моноклиная** сингония – кристаллы имеют либо одну плоскость симметрии, либо одну ось второго порядка, либо и ту и другую вместе в сочетании с центром симметрии. К этой категории принадлежат ортоклаз, гипс, мусковит, некоторые амфиболы.
- ♦ **Ромбическая** сингония кристаллы с одной или тремя осями второго порядка и двумя или тремя плоскостями симметрии (L_22P или $3L_23PC$), а также кристаллы с тремя осями второго порядка без плоскости симметрии ($3L_2$). В поперечном сечении они имеют- форму ромба.

Средние кристаллографические сингонии

- ◆ К средним сингониям относятся кристаллы только с одной осью симметрии высшего порядка;
- ◆ **Тетрагональная**, или квадратная, сингония отличается присутствием в кристаллах одной оси четвертого порядка. В сечении, перпендикулярном к этой оси, обычно наблюдается форма квадрата или восьмиугольника. Высшим сочетанием элементов симметрии в квадратной сингонии может быть $L_4 4L_2 5PC$. Эта сингония присуща, например, халькопириту и рутилу.
- ◆ **Гексагональная** сингония характерна для кристаллов форма которых - шестигранная призма, грани которых, параллельны оси шестого порядка L_6 . Таковы кристаллы апатита и нефелина. Высшее сочетание элементов симметрии в ней - $L_6 6L_2 PC$.
- ◆ **Тригональная** сингонии высшее сочетание элементов симметрии— $L_3 3L_2 3PC$. Типичная форма кристаллов данной сингонии, например кристаллов кальцита, доломита, магнезита, гематита,— ромбоэдры.

СИНГОНИЙ



- ◆ 7-9-кристаллы ромбической сингонии,
- ◆ 10-13-кристаллы тригональной сингонии,
- ◆ 14-16-гексагональной
- ◆ 17-20-тетрагональной,
- ◆ 21-25-кубической

Высшие сингонии

- ♦ К высшей сингонии откосится только **кубическая**, объединяющая наиболее симметричные кристаллы (каменная соль, пирит, алмаз, магнетит). Они имеют вид кубов, октаэдров и др. Высшее сочетание элементов в кубической сингонии — $3L_4 4L_3 6L_2 9PC$.
- ♦ Изучением кристаллической формы и структур минералов занимается наука **кристаллография**.