

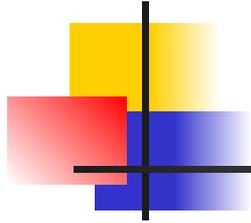


**КРАЕВОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«УССУРИЙСКИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

**Введение.  
Кристаллическое строение и  
свойства металлов**

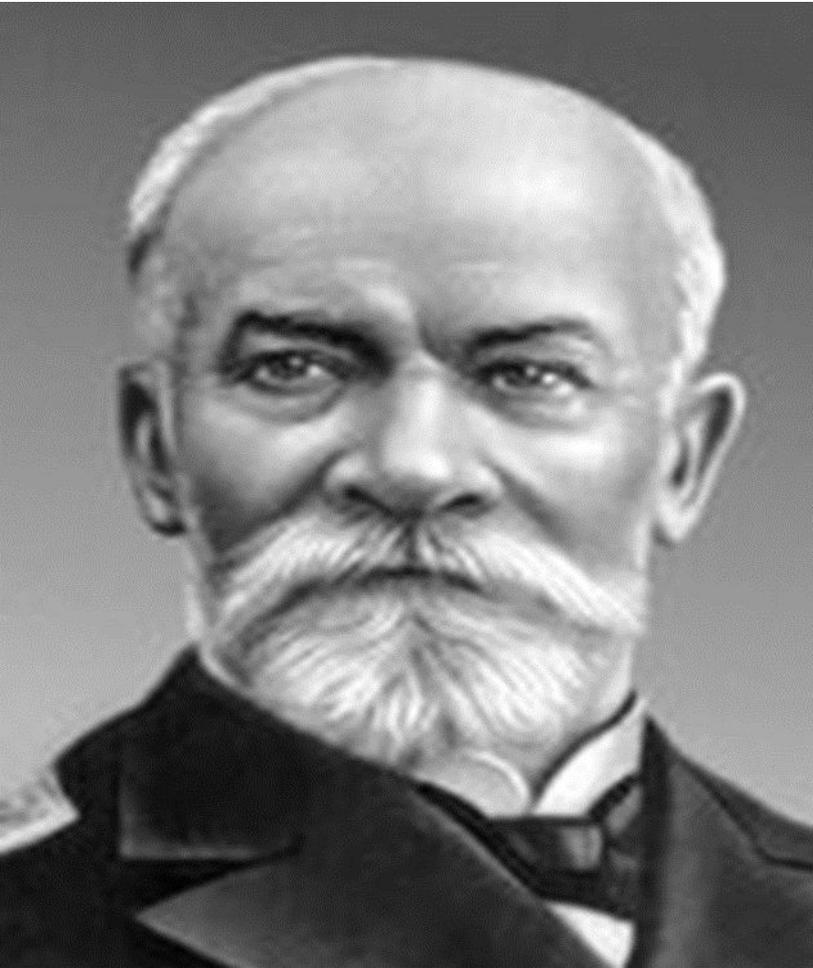
**Пивоварова Т.В.**

**Уссурйск-2020**



**Материаловедение** – это наука, изучающая строение и свойства металлов и сплавов, а также закономерность их изменения при тепловом, химическом и физическом воздействии.

Знание этих закономерностей позволяет получать необходимые сплавы с заданными свойствами, изменять свойства в желаемом направлении, путем совершенствования технологии их производства, термической и механической обработки.

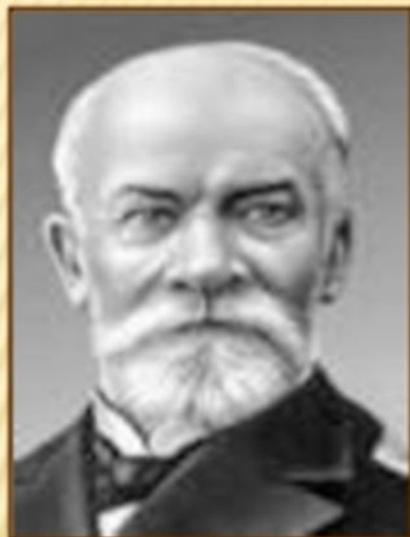


Эта наука создавалась многими поколениями ученых.

Основателем науки материаловедения является **Дмитрий Константинович Чернов** (1839-1921г.г.)

В 1869 году он открыл критические точки стальной части диаграммы. Заложил основы термической обработки стали, в 1878г. описал процесс кристаллизации, открыл явление полиморфизма

# Основоположники металловедения



Чернов Дмитрий  
Константинович



Аносов Павел  
Петрович



Курнаков Николай  
Семенович

Гуляев  
Александр  
Павлович



Бочвар  
Андрей  
Анатольевич



*Анос*

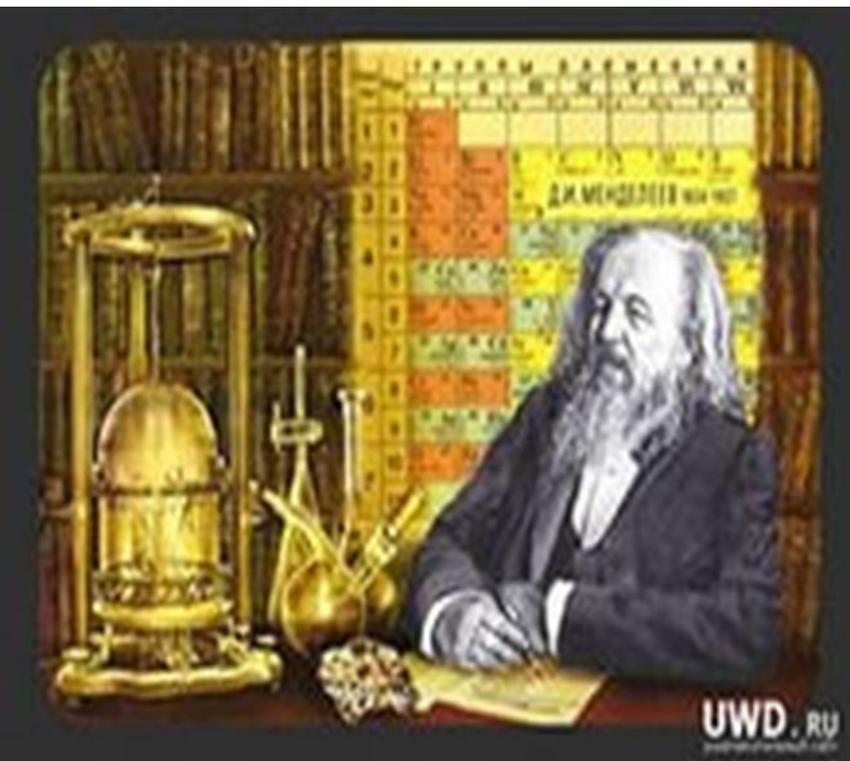
# Русский металлург **Павел Петрович Анос**

(1799-1851 г.г.)

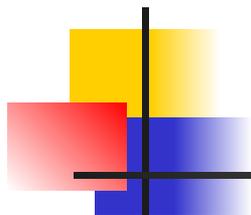
раскрыл утраченный секрет получения булатной стали. Впервые применил микроскоп для определения структуры стали, установил закономерность между структурой и свойствами стали.



Огромное значение в развитии науки о металлах имели работы **Дмитрия Иванович Менделеева.**



Открытый им периодический закон стал основой, без которой немыслимо понимание структуры и свойств металлов и сплавов.



- Н.С. Курнаков., А.А. Байков, А.М. Бочвар, Г.В. Курдюмов, А.П. Гуляев внесли большой вклад в развитие отечественного металловедения и термической обработки.
- Успехи науки металловедения связаны с именами зарубежных ученых - Р. Аустен (Англия), Ледебур (США), А. Мартенс (Германия), Ле-Шателье (Франция)

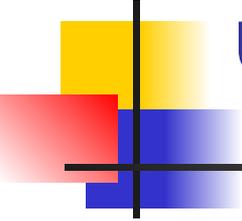
# Классификация металлов



---

Из 92 элементов, встречающихся в природе, 80 элементов являются металлами.

Все металлы имеют общие характерные свойства: пластичность, высокую тепло- и электропроводность, цвет, металлический блеск, температуру плавления.

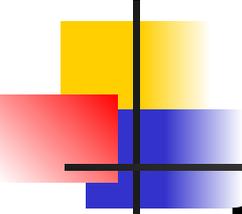


# Черные металлы

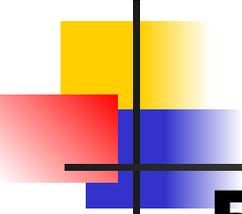
---

- Металлы и сплавы делят на две группы: **черные и цветные.**
- К черным относятся железо и сплавы на его основе (сталь, чугун).
- На основе железа изготавливают до 90% всех конструкционных материалов.

# Цветные металлы

- 
- **1. Легкие металлы:** алюминий, бериллий, магний, титан, литий, натрий, калий, кальций, барий - обладающие малой плотностью.
  - **2. Тяжелые** - медь, никель, кобальт, свинец, олово, цинк, сурьма, ртуть.
  - **3. Благородные:** золото, серебро, платина и платиноиды (платина, палладий, родий, осмий)-обладающие высокой стойкостью к коррозии.
  - **4. Легкоплавкие** – цинк, кадмий, свинец, сурьма

# Цветные металлы



---

- **5. Тугоплавкие:** титан, хром, молибден, вольфрам, ванадий, с температурой плавления выше, чем у железа более  $1539^{\circ}$  С).
- **6. Редкоземельные** – скандий, лантан, иттрий.
- **7. Рассеянные** - галлий, индий, талий
- **8. Радиоактивные** - уран, франций, радий, торий, актиний.



# Атомно-кристаллическое строение

---

- Все тела состоят из атомов.
- Тела, в которых атомы расположены беспорядочно, называют **аморфными** – стекло, канифоль, смола.

В твердом состоянии атомы всех металлов располагаются в строгом порядке, образуя в пространстве правильную кристаллическую решетку

# Твердые тела

```
graph TD; A[Твердые тела] --> B[Кристаллические]; A --> C[Аморфные]
```

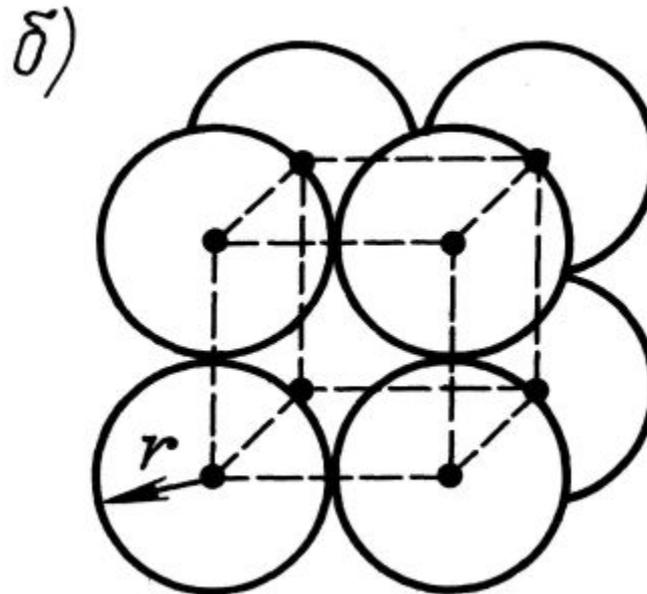
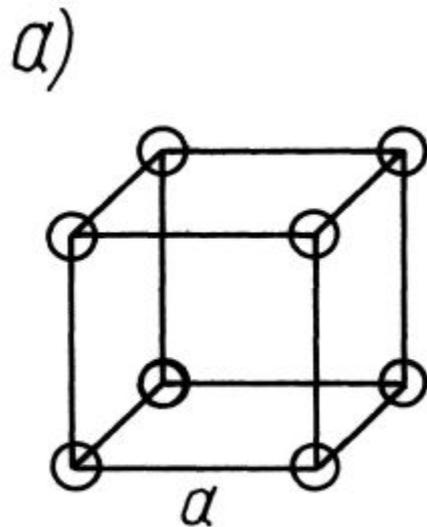
## Кристаллические

- Кристаллическое строение, кристаллическая решетка
- Имеют температуру плавления,  $t_{\text{плавления}} = \text{const}$
- Медь,  $t_{\text{плавления}} = 1083^{\circ}\text{C}$
- Цинк,  $t_{\text{плавления}} = 420^{\circ}\text{C}$
- Алюминий,  $t_{\text{плавления}} = 600^{\circ}\text{C}$
- Анизотропны

## Аморфные

- Не имеют кристаллической решетки
- Не имеют температуры плавления
- Изотропны
- Обладают текучестью
- Имеют только ближний порядок
- Способны переходить в кристаллическое и жидкое состояние
- Обладают текучестью
- Имеют только ближний порядок
- Способны переходить в кристаллическое и жидкое состояние

- **Элементарная кристаллическая решетка** – наименьший объем кристалла, дающий представление об атомной структуре металла – **простая кубическая решетка.**



В металлах встречаются три вида кристаллических решеток:

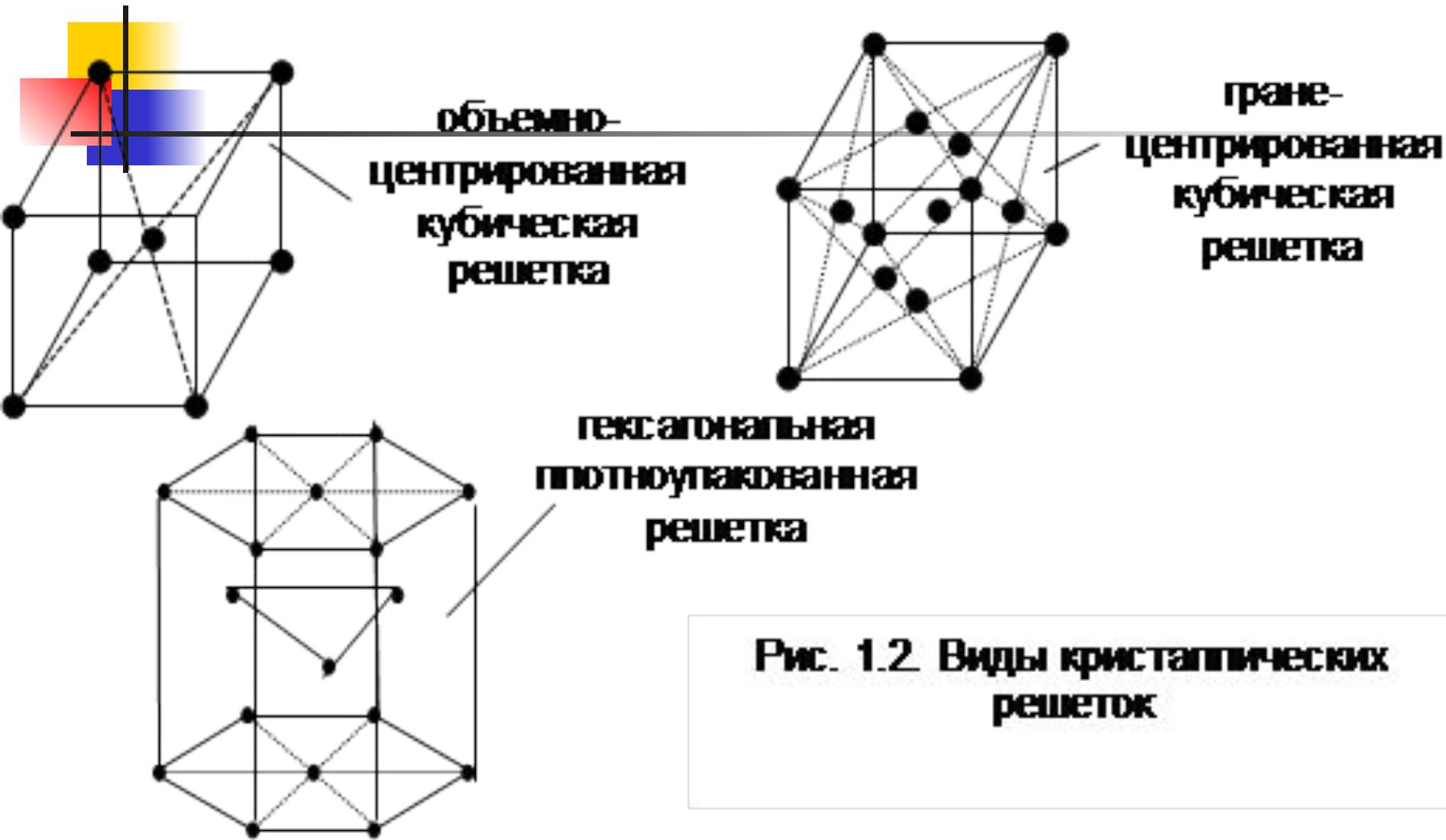
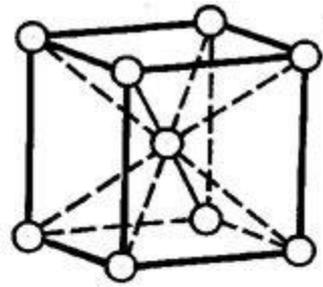
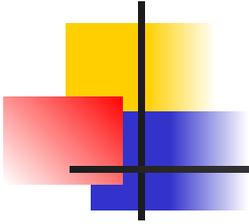
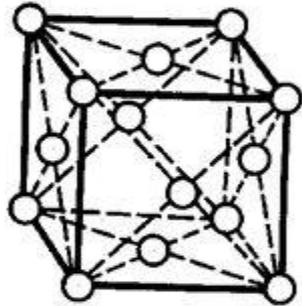
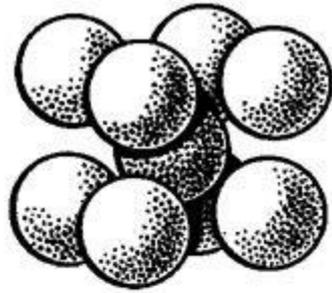


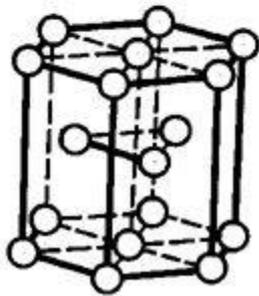
Рис. 1.2 Виды кристаллических решеток



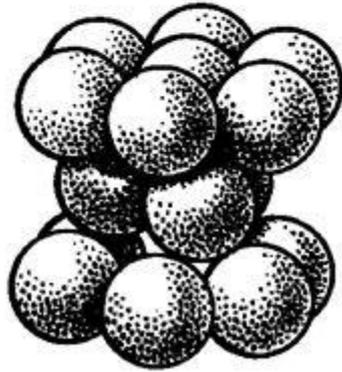
*a*



*b*

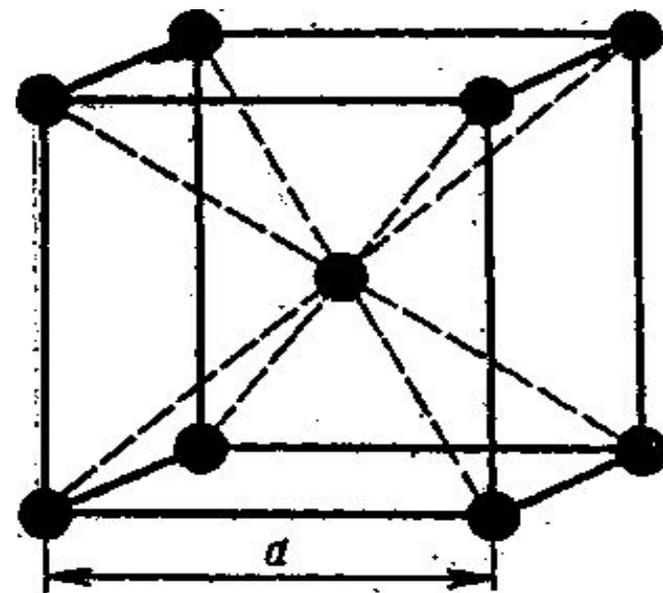


*b*



# ■ Объемно-центрированная кубическая решетка

– атомы располагаются в вершинах куба и один атом в центре объема куба Это- свинец, калий, натрий, литий, титан, вольфрам, ванадий, железо, хром, барий.

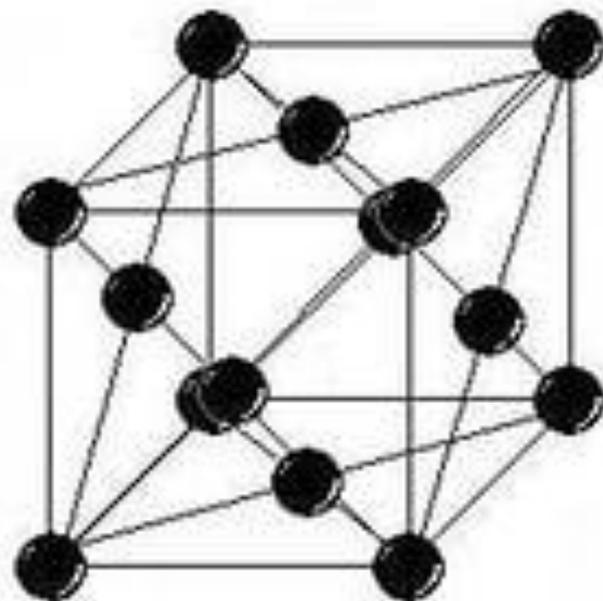


(ОЦК)

- **Гранецентрированная кубическая решетка** – атомы располагаются в вершинах куба и в центре каждой грани.

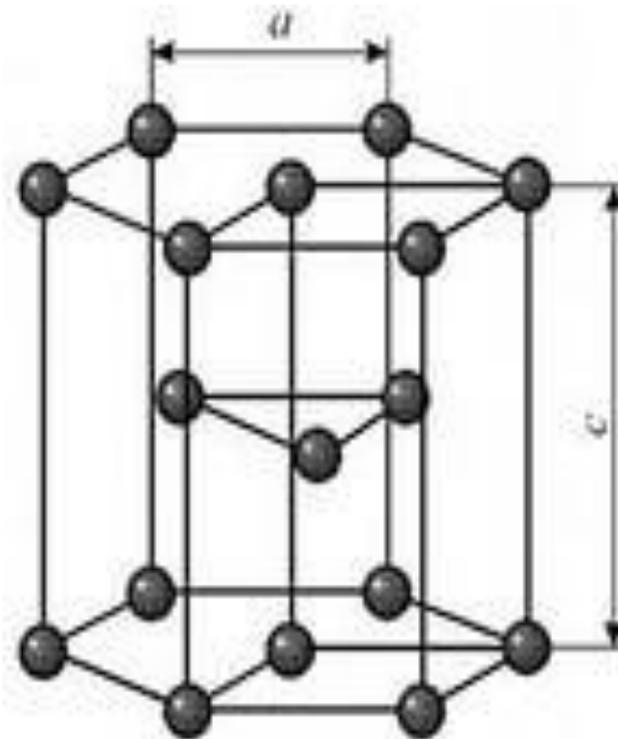
- Это кальций, свинец, никель, серебро, медь, кобальт, железо.

(ГЦК)



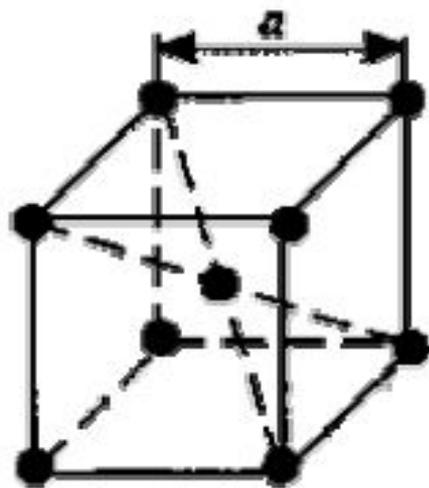
- **Гексогональная решетка** – атомы расположены в вершинах и в центре шестигранной призмы, а три атома в средней плоскости призмы.

(ГСК)

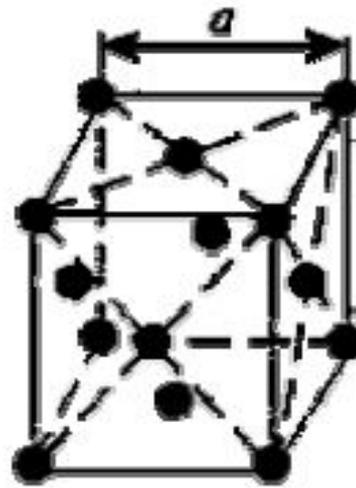


- Это магний, кобальт, бериллий, цинк.

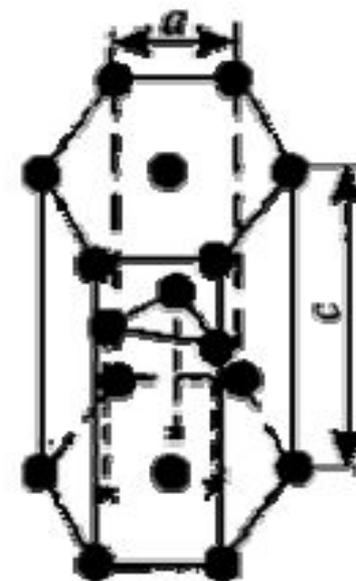
# Основные параметры кристаллической решетки



а)  
ОЦК

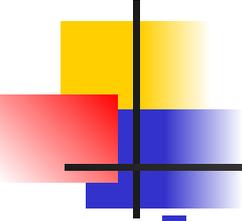


б)  
ГЦК



в)  
ГСК

- **Период кристаллической решетки** – расстояние между центрами близлежащих атомов ( $a, b, c$ ), измеряется в ангстремах  
 $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$



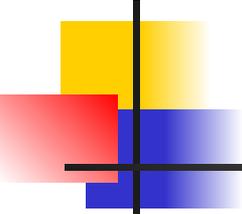
# СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

---

## ■ 1. Физические свойства металлов

- Цвет, плотность, температура плавления, тепло- и электропроводность, способность намагничиваться

Наибольшей электропроводностью обладает серебро, затем медь, алюминий.



# Механические свойства

---

- *По механическим свойствам определяют конструкционную прочность материала.*

Механические свойства - это свойства определяемые при статистических и динамических нагрузках. Испытания бывают *статические*, когда прилагаемая нагрузка возрастает медленно и плавно; динамические, когда внешняя сила действует с большой скоростью (удар);

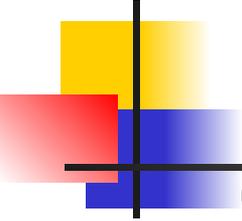
# Механические свойства



---

- **Пластичность**- способность металла под действием внешних сил получать остаточные изменения формы и размеров, не разрушаясь при этом.
- **Твердость**- способность металла сопротивляться внедрению в него другого более твердого тела и не испытывать при этом пластической деформации.
- **Прочность** – способность металла сопротивляться деформации или разрушению под действием статических или динамических нагрузок.

# Технологические свойства

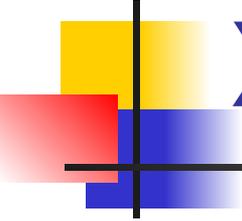


---

**Технологические свойства- это свойства приобретаемые при технологической обработке металлов, целью которой является придание металлам определенных форм, размеров и свойств.**

# Технологические свойства

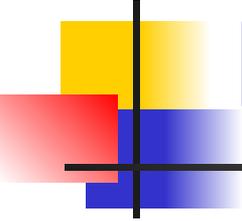
- **Ковкость** – способность металлов и сплавов подвергаться различным способам горячей и холодной обработки.
- **Свариваемость**- способность металлов и сплавов образовывать качественные сварные соединения
- **Обрабатываемость резанием** - способность образовывать при точении резцом измельченную стружку и обеспечивать после обработки малую шероховатость поверхности.
- **Литейные свойства** – жидкотекучесть, трещиноустойчивость, низкая усадка, низкая ликвация.



# Химические свойства

---

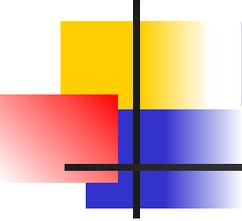
- Коррозионная стойкость – стойкость металлов против атмосферной коррозии и действию других агрессивных сред.



# Кристаллизация металла

---

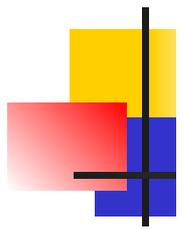
- **Кристаллизация** –это процесс перехода металла из жидкого состояния в твердое с образованием кристаллической структуры.



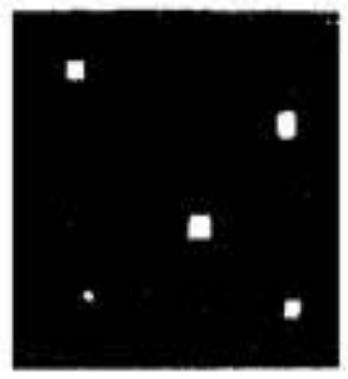
# Кристаллизация металла

---

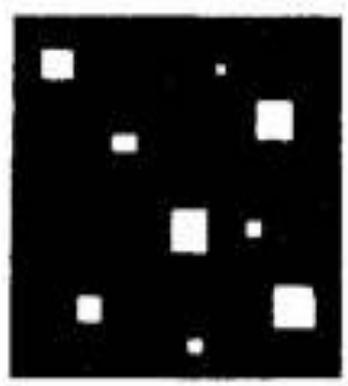
- 1878 году Д.К. Чернов впервые доказал, что процесс кристаллизации состоит из двух одновременно идущих процессов:
  - 1. Зарождение центров кристаллизации.
  - 2. Рост кристаллов из этих центров.



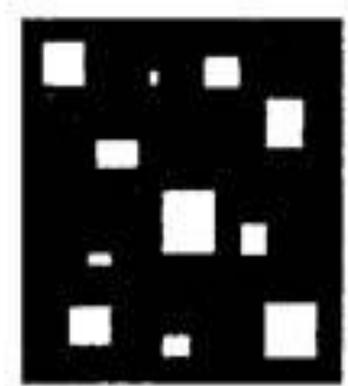
*a)*



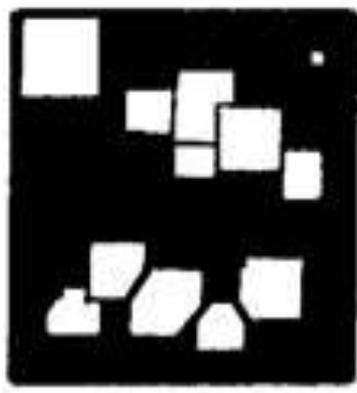
*б)*



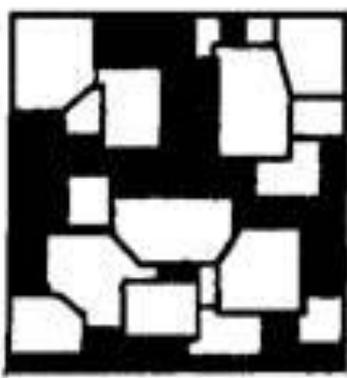
*в)*



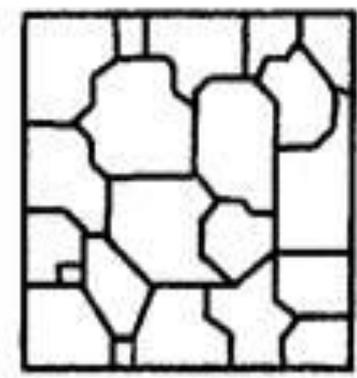
*г)*



*д)*



*е)*



# Кристаллизация металла

- Кристаллизация протекает в условиях, когда система переходит к термодинамически более устойчивому состоянию с минимумом свободной энергии.
- Процесс перехода металла из жидкого состояния в кристаллическое можно изобразить кривыми в координатах время – температура.

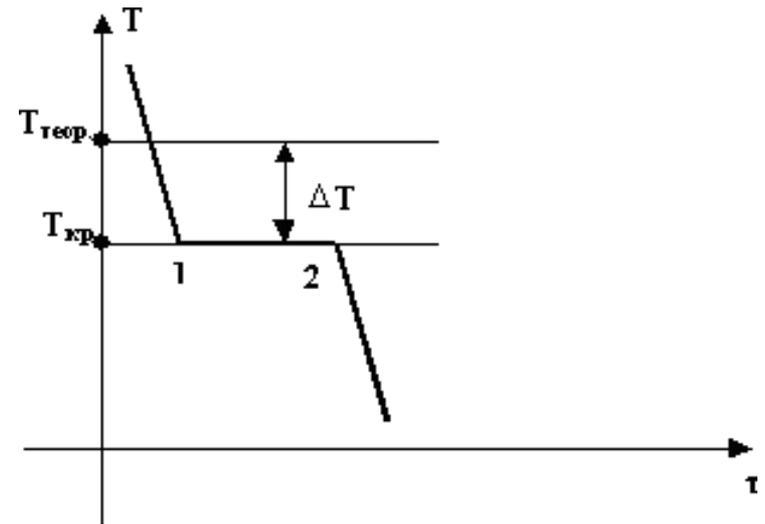
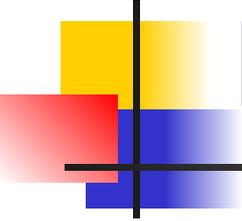


Рис. Кривая охлаждения чистого металла  
 $T_{\text{теор}}$  — теоретическая температура кристаллизации;  
 $T_{\text{кр}}$  — фактическая температура кристаллизации.

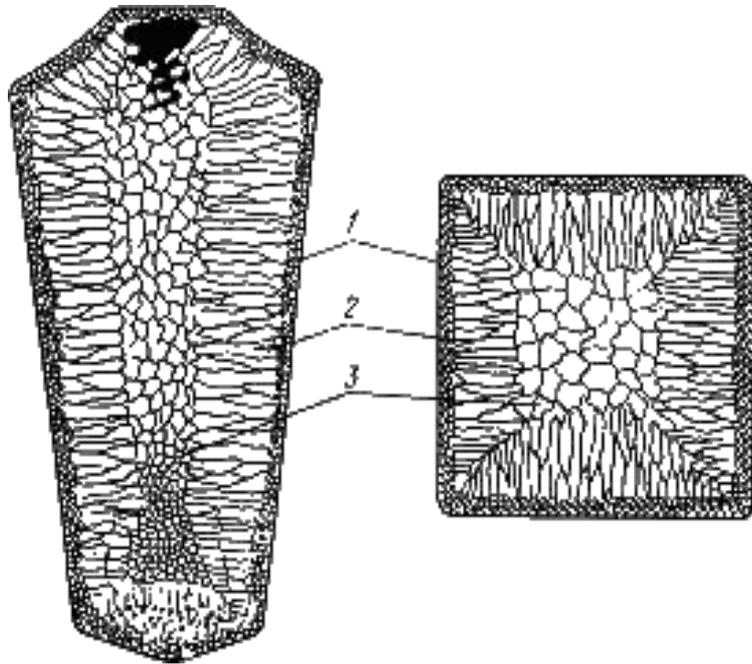


# Кристаллизация металла

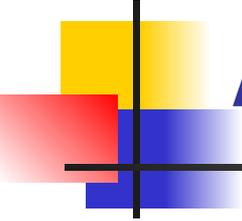
---

- До точки 1 охлаждается металл в жидком состоянии, процесс сопровождается плавным понижением температуры.
- На участке 1 – 2 идет процесс кристаллизации, сопровождающийся выделением тепла, которое называется *скрытой теплотой кристаллизации*. Оно компенсирует рассеивание теплоты в пространство, и поэтому температура остается постоянной.
- После окончания кристаллизации в точке 2 температура снова начинает снижаться, металл охлаждается в твердом состоянии.
-

# Строение металлического слитка по Д.К. Чернову



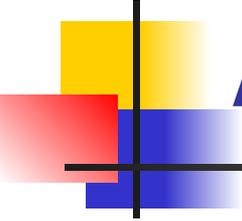
- Слиток состоит из трех зон:
  - 1. мелкокристаллическая корковая зона;
  - 2. зона столбчатых кристаллов;
  - 3. внутренняя зона крупных равноосных кристаллов.
- 
- Кристаллизация корковой зоны идет в условиях максимального переохлаждения.



# АЛЛОТРОПИЯ

---

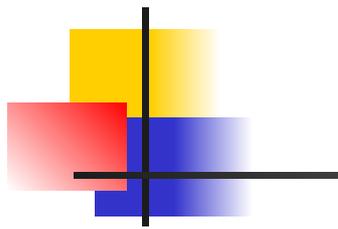
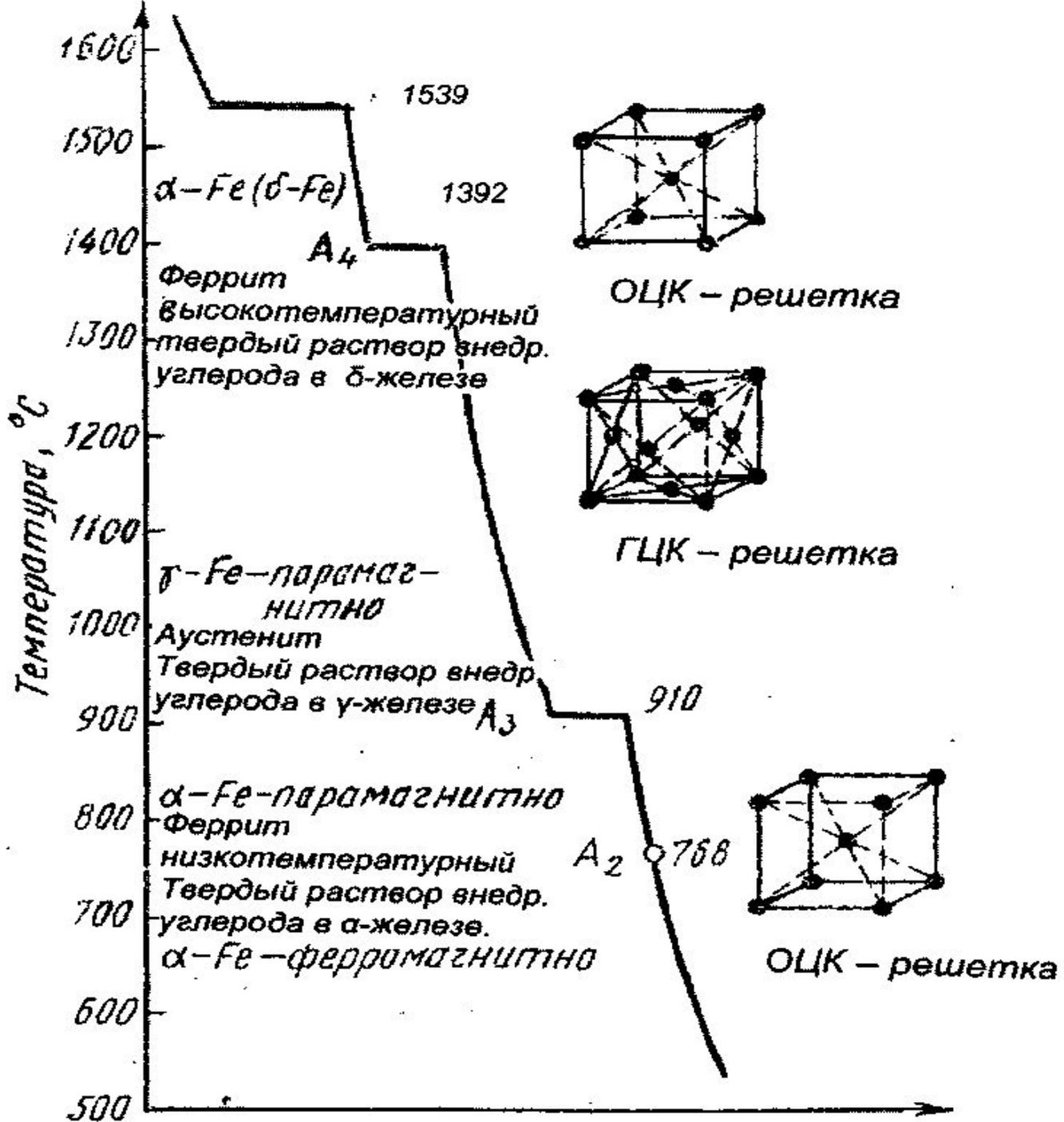
- *Полиморфизм или аллотропия* – это существование металла в нескольких кристаллических формах.
- **Аллотропия** – это изменение кристаллической решетки под действием температуры (железо, кобальт, олово) и температуры и давления (углерод).



# АЛЛОТРОПИЯ

---

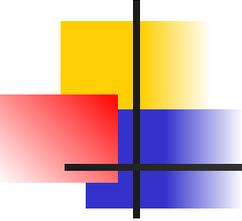
- Разные аллотропические формы одного и того же элемента принято обозначать буквами греческого алфавита  $\alpha, \beta, \gamma$
- Температурным полиморфизмом обладают около тридцати металлов
- Аллотропией обладают железо, кобальт, олово, углерод...



## Аллотропические формы металлов

Аллотропическая форма	Интервал температур устойчивого состояния, °С	Кристаллическая решетка
α γ	$< 911$ 1392—1539 911—1392	Кубическая объемноцентрированная (К8) Кубическая гранецентрированная (К12)
α β	$< 450$ 450—1480	Гексагональная (Г12) Кубическая гранецентрированная (К12)
α β	$< 18$ 18—232	Решетка алмаза Тетрагональная объемноцентрированная
α β γ δ	$< 700$ 700—1079 1079—1143 1143—1244	Кубическая сложная многоатомная То же Тетрагональная гранецентрированная Кубическая объемноцентрированная (К8)
α β	$< 882$ 882—1660	Гексагональная (Г12) Кубическая объемноцентрированная (К8)
α β	$< 867$ 867—1860	Гексагональная (Г12) Кубическая объемноцентрированная (К8)
α β γ	$< 668$ 668—720 720—1132	Орторомбическая Тетрагональная Кубическая объемноцентрированная (К8)

# Контрольные вопросы

- 
- 
1. На какие две основные группы делятся металлы?
  2. Классификация цветных металлов?
  3. Аморфными называют тела?
  4. Какие виды кристаллических решеток встречаются у металлов?
  5. Что такое период кристаллической решетки?
  6. Физические свойства металлов?
  7. Механические свойства металлов?
  8. Технологические свойства металлов?
  9. Что такое кристаллизация?
  10. Процесс кристаллизации состоит из двух одновременно идущих процессов...
  11. Что такое аллотропия?
  12. Что такое наука Материаловедение
  13. Кто является основателем науки Материаловедение