

## Содержание курса «Почвоведение» (авторы: И.С. Кауричев, В.Г. Мамонтов, Д.Г. Виленский, В.А. Ковда, Н.Ф. Ганжара, А.С. Владыченский)

- 1. Понятие о почве. Основоположник генетического почвоведения- В.В. Докучаев. Определение почвы по В.В.Докучаеву, Б.Г. Розанову, Г.В. Добровольскому.
- 2. Факторы почвообразования (климат, рельеф, почвообразующие породы, растительные и животные организмы, вода, деятельность человека, возраст).
- 3. Общая схема почвообразовательного процесса.
- 4. Морфология почв (макроморфология, мезоморфология, микро- и субмикроморфология).
- 5. Гранулометрический состав почв.
- 6. Минералогический состав почв.
- 7. Химический состав почвы.
- 8. Органическое вещество почвы.
- 9. Поглотительная способность почв.
- 10. Кислотность, щелочность и буферность почв.
- 11. Почвенный раствор.
- 12. Структура почвы.
- 13. Общие физические свойства почвы.
- 14. Водные свойства и водный режим почв.
- 15. Почвенный воздух и воздушный режим почвы.
- 16. Тепловые свойства и тепловой режим почв.
- 17. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.
- 18. Экологические функции почвы.
- 19. Плодородие почвы

# Лекция №4

## **Тема: 1. Гранулометрический (механический) состав почв**

### **План:**

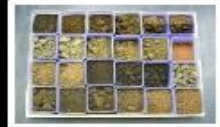
- 1.1. Механические элементы, их классификация и свойства.
- 1.2. Классификация почв по гранулометрическому составу.
- 1.3. Методы определения гранулометрического состава почв:
  - 1.3.1. Полевые методы;
  - 1.3.2. Лабораторные методы.
- 1.4. Значение гранулометрического состава почв.

***Лектор – д.б.н., профессор  
Балабко Петр Николаевич***

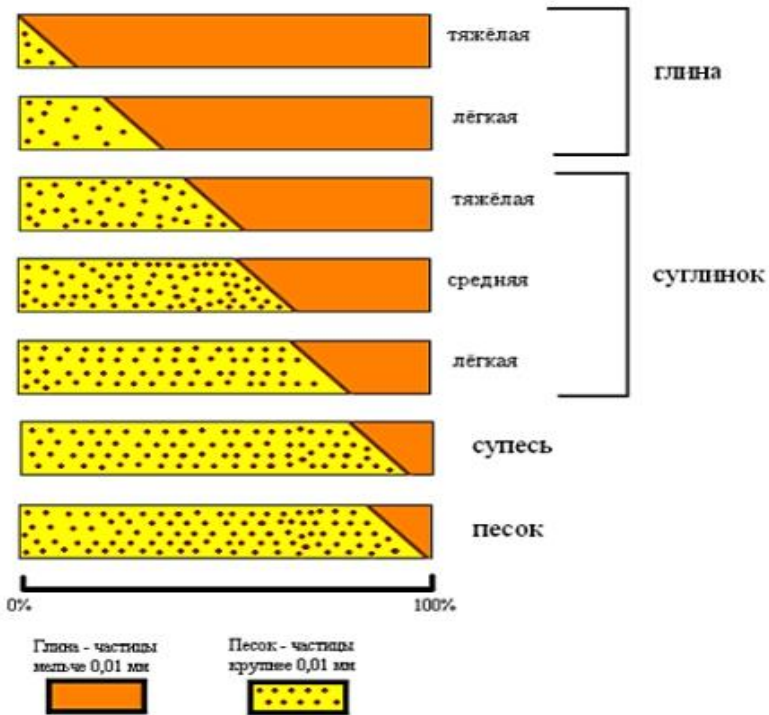
МАИ -18.10.2021г.

# 1.1. Механические элементы, их классификация и свойства

## Механический состав почвы



По механическому составу – соотношению различных по величине минеральных частиц (песка и глины) почвы



Название по механическому составу	Содержание глины, %
<b>Песок рыхлый</b>	От 0 до 5
<b>Песок связный</b>	От 5 до 10
<b>Супесь</b>	От 10 до 20
<b>Суглинок легкий</b>	От 20 до 30
<b>Суглинок средний</b>	От 30 до 40
<b>Суглинок тяжелый</b>	От 40 до 50
<b>Глина</b>	От 50 и более

## Характеристика основных групп механических элементов

- **Каменистая часть** почвы характеризуется большой водопроницаемостью и незначительной капиллярностью, поэтому не обладает способностью удерживать просачивающуюся влагу.
- **Пески** отличаются большой водопроницаемостью, но имеют слабую водоудерживающую и водоподъемную способность, однако вполне пригодны для выращивания сосны.
- **Пыль.** Частицы пыли в расчлененном состоянии не обладают положительными свойствами песка, более того являются «пассивной» частью при образовании почвенной структуры. Почвы, в которых преобладает средняя и мелкая пыль обычно мало структурны, плохо водо- и воздухопроницаемы.
- **Ил,** наряду с первичными минералами, которые преобладают в каменистой части, песках и в пыли, содержит много вторичных минералов, богат Fe, Al, Ca, Mg, K, Na, P, гумусом и микроэлементами. Поверхностно ил всегда активен.

## 1.2. Классификация почв по гранулометрическому составу

# Классификация основных групп механических элементов

Классификация механических элементов  
(по Н.А. Качинскому, 1965)

Названия фракций механических элементов	Размер фракций, мм
Камни	$> 3$
Гравий	$3 - 1$
Песок: крупный	$1 - 0,5$
средний	$0,5 - 0,25$
мелкий	$0,25 - 0,05$
Пыль: крупная	$0,05 - 0,01$
средняя	$0,01 - 0,005$
мелкая	$0,005 - 0,001$
Ил: грубый	$0,001 - 0,0005$
тонкий	$0,0005 - 0,0001$
Коллоиды	$< 0,0001$
Физическая глина	$< 0,01$
Физический песок	$> 0,01$

# 1.3. Методы определения гранулометрического состава ПОЧВ

## Ситовой метод

Оборудование,  
необходимое для  
определения  
гранулометри-  
ческого  
состава  
ситовым  
методом

1. Сито
2. Почвенная  
коробочка
3. Чашка
4. Весы
5. Фарфоровая  
ступка с пестиком



# *Ситовой гранулометрический анализ*

Метод применяется для определения песчаных и супесчаных почв.

фракций крупнее 0,1 мм

Разделение материала на гранулированные фракции производится при помощи стандартного набора сит с последующим взвешиванием выделенных фракций.

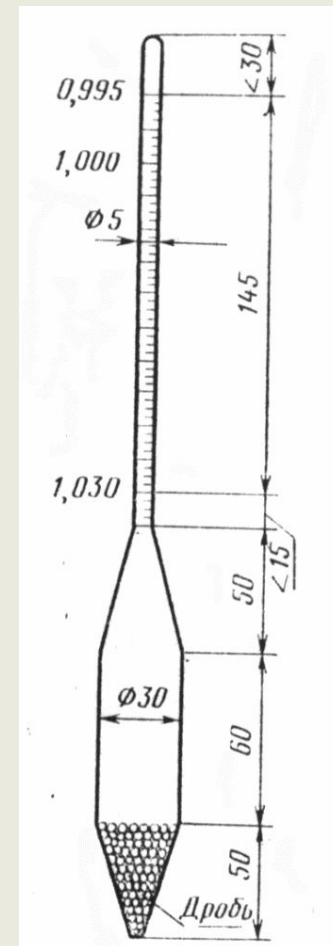
Выпускаемые в настоящее время промышленные стандартные наборы сит состоят из 7 сит с величиной отверстий в 10, 7, 5, 3, 1, 0,5 и 0,25 мм, поддонника и крышки

# Метод ареометра

основан на последовательном определении плотности почвенной суспензии через определенные промежутки времени

основан на использовании пропорциональной зависимости между глубиной погружения стеклянного поплавка ареометра в исследуемую жидкость и ее плотностью

Определяют содержание в почве частиц диаметром менее 0,1 мм





# гранулометрического состава

## с использованием закона

- Закон Стокса функционально связывает радиус частицы и ее равномерную скорость падения в жидкости известной вязкости и плотности при известной плотности твердой фазы самой частицы:

$$V = \frac{2}{9} r^2 \left( \frac{d_1 - d_2}{\eta} \right) g,$$

Где  $V$  — скорость падения частицы (в см/с);

$r$  — радиус падающей частицы шарообразной формы (в см);

$d_1$  — плотность падающей частицы;

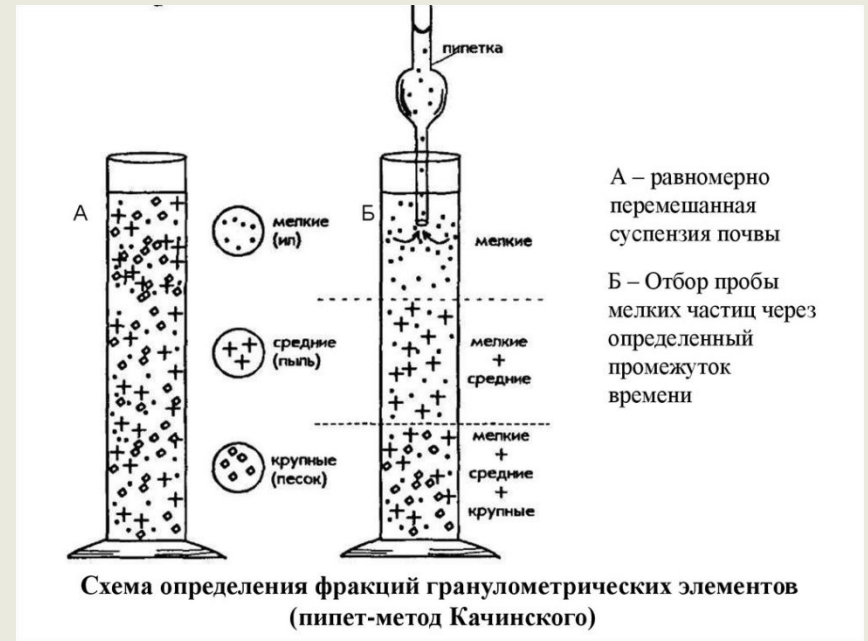
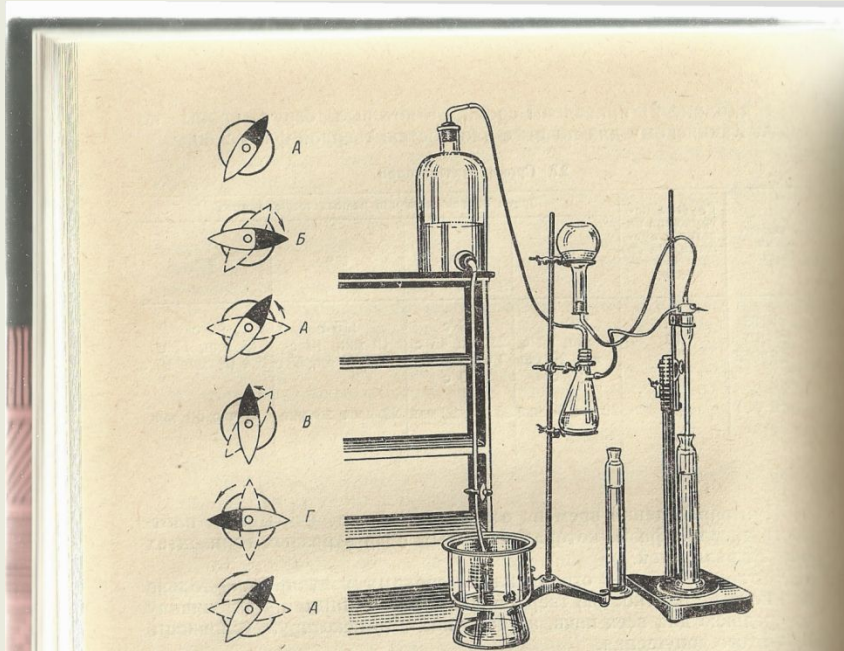
$d_2$  — плотность жидкости, в которой оседает частица;

$g$  — ускорение силы тяжести при свободном падении тела;

$\eta$  — вязкость жидкости.

Зная, с какой скоростью осаждаются механические элементы различного диаметра, можно брать пробы почвенной суспензии с определенной глубины (по истечении различных сроков после взмучивания) и определить содержание механических элементов

# Прибор для гранулометрического анализа и схема положений крана при работе с пипеткой





# Время отстаивания почвенной суспензии для взятия проб

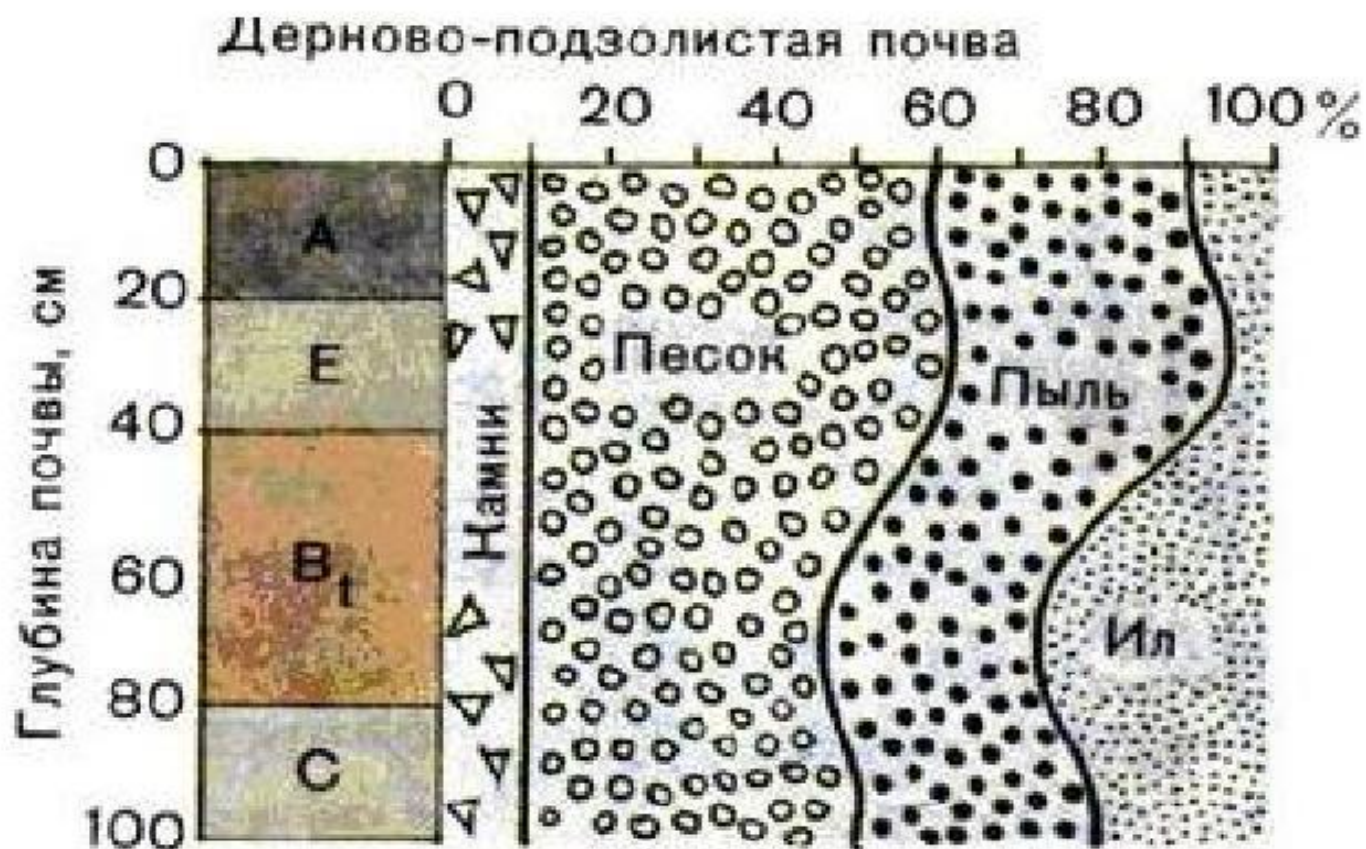
Диаметр частиц (в мм)	Глубина погружения пипетки в суспензию (в см) для взятия проб	Время отстаивания суспензии при разных температурах, С			
		10 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>
< 0,05	25	149 с	130 с	115 с	92 с
< 0,0 1	10	24 мин 52 с	21 мин 45 с	19 мин 14 с	15 мин 17 с
<0,005	10	1 час 39 мин 27 с	1 час 26 мин 59 с	1 час 16 мин 55 с	1 час 01 мин 10 с
<,001	7	29 час 00 мин	25 час 22 мин	22 часа 26 мин	15 час 50 мин

# *Прибор для гранулометрического анализа*



**Рис. 4. Лазерный гранулометр Mastersizer 2000**

# Механический состав дерново-подзолистой почвы



# Гранулометрический состав почв разных типов

			Крупный песок	Мелкий песок	Крупная пыль	Средняя пыль	Мелкая пыль	Ил
Почва	Горизонт	Глубина взятия образца, см	Содержание частиц в %, размер в мм					
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
1. Дерново-подзолистая (Сагалкин А. И.)	A <sub>1</sub>	0-20	29	43	11	4	7	6
	A <sub>2</sub>	25-35	30	49	9	3	4	5
	A <sub>2</sub> B	40-50	33	55	5	1	2	4
	B	52-62	29	62	3	1	1	4
	C	140-150	53	42	0	0	0	5
2. Дерново-подзолистая (Сагалкин А. И.)	^пах	0-25	18	71	3	3	1	4
	^2	30-40	17	77	2	2	2	0
	A <sub>2</sub> B	45-55	14	33	1	1	1	0
	B	70-80	17	79	1	0	1	2
	C	115-125	15	41	13	8	3	18
3. Дерново-подзолистая (Ярцева А.К., Морозова А. В.)	^пах	0-25	3	13	55	7	8	13
	M	25-32	3	8	64	8	9	8
	A <sub>2</sub> B	32-52	1	10	50	5	8	25
	B	71-94	1	6	45	7	9	30
	C	104-135	1	2	50	9	7	31
4. Серая лесная (Лазарев А. А.)	A	0-10	0	8	52	18	9	13
	^пах		0	8	52	18	9	13
	A\A <sub>2</sub>	29-34	0	1	48	18	10	23
	A <sub>2</sub> B	39-44	0	4	42	13	7	34
	B	73-78	0	4	39	13	12	32
C	225-230	0	3	52	16	9	20	
5. Чернозем оподзоленный (Колоскова А. В. и другие)	A <sub>1</sub>	8—18	1	10	33	15	15	26
	AB\	40-50	1	8	21	10	19	41
	B <sub>2</sub>	60-70	1	9	20	8	17	45
	B <sub>3</sub>	80-88	1	6	24	13	21	35
	C	110-120	—	5	30	13	23	29

# 1.4. Значение гранулометрического состава почв

Гранулометрический состав относится к числу фундаментальных свойств почвы и сильно влияет на почвообразовательные процессы и сельскохозяйственное использование почв. От гранулометрического состава зависит водопроницаемость, водоудерживающая и водоподъемная способность почв, потенциальный резерв элементов минерального питания растений, структурное состояние, поглотительная способность, твердость и удельное сопротивление почвы при обработке.

Песчаные и супесчаные почвы – высоко водо- и воздухопроницаемы, быстро оттаивают и прогреваются весной. Они рыхлые и легко поддаются обработке сельскохозяйственными орудиями.

Отрицательные свойства: они бесструктурны, бедны гумусом и элементами питания растений, низкая влагоемкость, невысокая поглотительная способность.

Песчаные и супесчаные почвы легко подвергаются эрозии и дефляции.

Тяжелосуглинистые и особенно глинистые почвы при их обработке требуют больших энергетических затрат. Они отличаются высокой влагоемкостью и замедленной фильтрацией, что в гумидных условиях ведет к переувлажнению и оглеению. Тяжелые почвы отличаются высокой поглотительной способностью и буферностью, они всегда более гумусированы и содержат большие резервы элементов минерального питания растений. При высоком содержании гумуса они, как правило, хорошо оструктурены, имеют благоприятные агрофизические свойства, водный и воздушный режим, устойчивы к эрозии

Для улучшения песчаных и супесчаных почв применяют глинование – внесение 300...800 тонн на 1 га тяжелосуглинистого или глинистого материала. Бесструктурные тяжелосуглинистые и глинистые почвы улучшают путем пескования – внесения 300 - 800 тонн на 1 га песка. Глинование и пескование обычно сопровождается внесением 150 - 300 тонн на 1 га торфа или торфонавозных компостов.



## Тема 2.

# Минералогический состав почв и почвообразующих пород

### План

- 2.1. Минералы, особенности их строения.  
Кристаллические, аморфные, коллоидные минералы.
- 2.2. Классы минералов.
- 2.3. Виды минералов. Первичные и вторичные минералы почв.
- 2.4. Агроэкологическое значение минералогического состава почв

**2.1. Минералами** называются однородные природные химические соединения элементов или самородные элементы, образующиеся в глубоких слоях литосферы и на ее поверхности.

Свойства, состав и процессы образования минералов изучает наука **минералогия**.

Большинство минералов имеют **кристаллическое** строение. Кристаллы и кристаллические вещества изучает раздел минералогии **кристаллография**.

Кристаллы часто имеют форму различных многогранников (кубопризм, пирамид, октаэдров и др.)

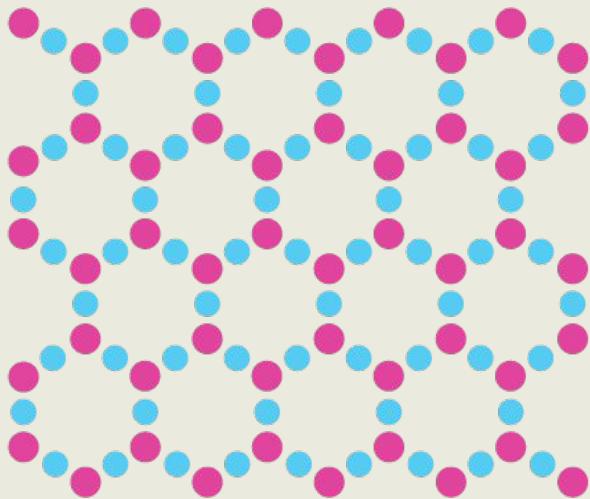


Некоторые минералы имеют не кристаллическое, а **аморфное** строение (напр., опал), но со временем могут кристаллизоваться (опал переходит в халцедон и кварц).

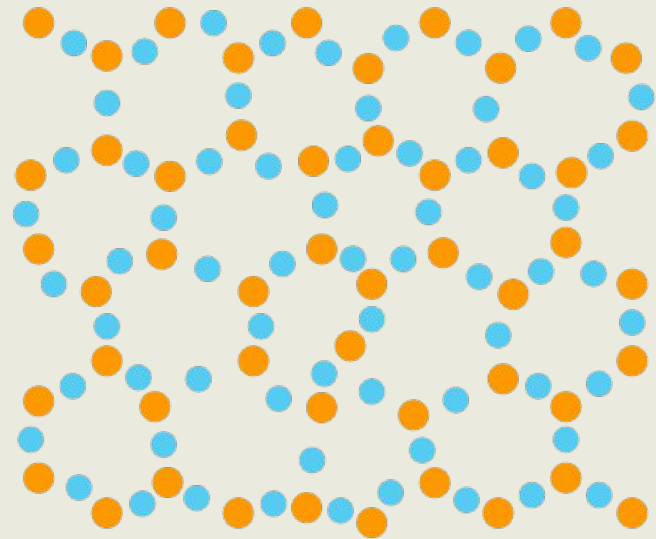


# Строение минералов

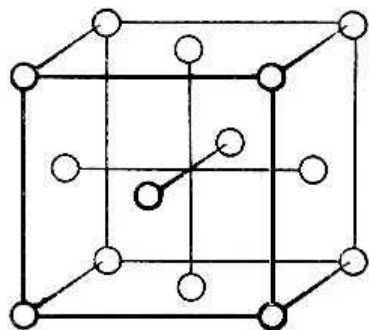
Кристаллические  
вещества



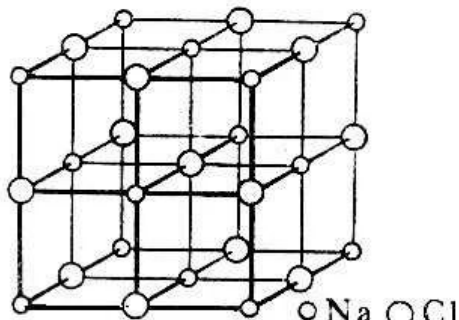
Аморфные вещества



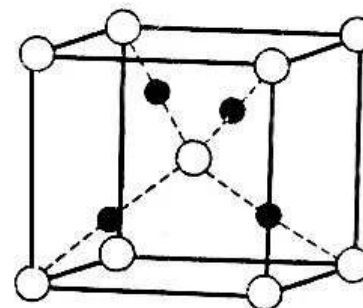
# Примеры кристаллических решеток



a



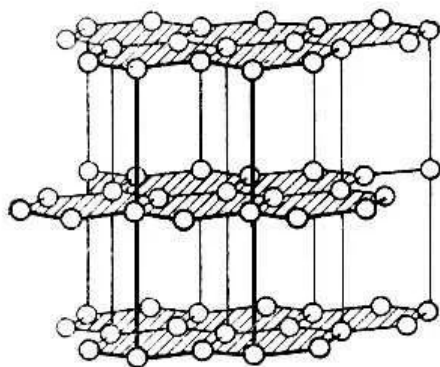
б



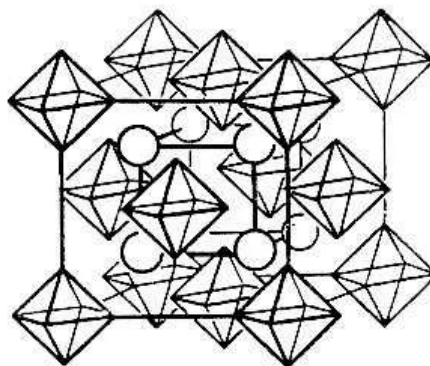
$\bullet$  Cu

$\circ$  O

v



z



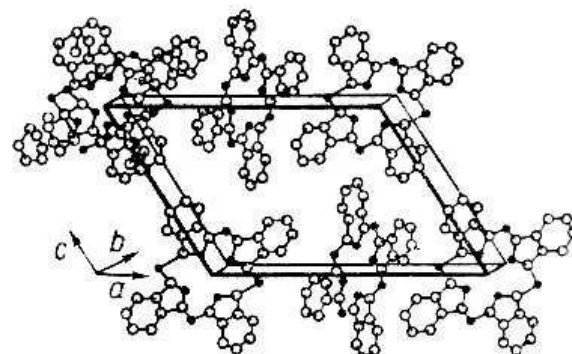
d



PtCl<sub>6</sub>

$\circ$  K

С или СН • N



c

b

a

0

5

10

15

20 Å

e

# Аморфные вещества



**Янтарь**



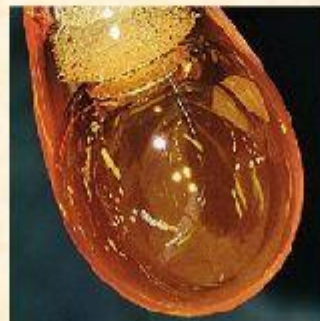
**Жемчуг**



**Канифоль**



**Полиэтилен**



**Стекло**



**Пчелиный воск**

Дисперсные системы, состоящие из мельчайших частиц диаметром  $10^{-4}$  -  $10^{-6}$  мм, называются **коллоидами** (коллоидными системами). К ним относят аморфные минералы, образовавшиеся в водной среде и содержащие воду в переменных количествах (опал, аллофан, дельвоксит, лимониты)





## 2.2.Классы минералов

По химическому составу выделяются следующие девять классов минералов:

- 1) силикаты,
- 2) карбонаты,
- 3) нитраты,
- 4) сульфаты,
- 5) фосфаты,
- 6) оксиды и гидроксиды,
- 7) галоиды,
- 8) сульфиды,
- 9) самородные элементы.

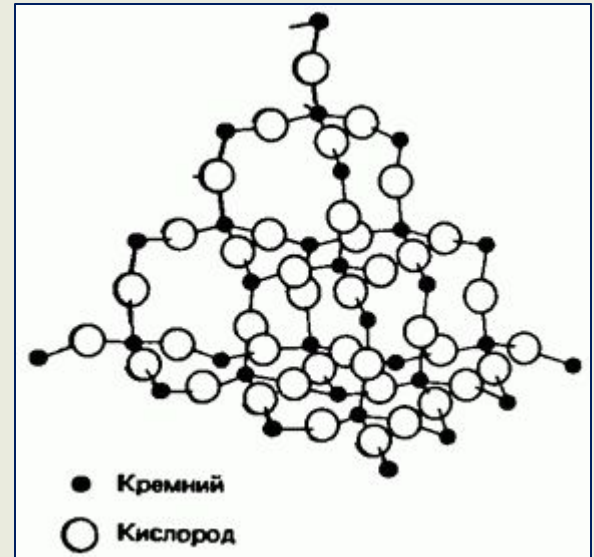


Большинство из перечисленных классов включают как первичные, так и вторичные минералы.

## Силикаты

Имеют наибольшее распространение в почвах и породах.

Свойства силикатов, в том числе устойчивость к выветриванию, определяются строением кристаллической решетки, состоящей из кремнекислородных тетраэдров  $(SiO_4)^4$ . Во всех силикатах каждый атом кремния соединен с четырьмя атомами кислорода, расположенными в вершинах тетраэдра, в центре которого находится атом кремния.



# Карбонаты

Это соли угольной кислоты  $H_2CO_3$ . Чаще всего это соли

кальция, магния, натрия, меди. Всего в этом классе известно около 100 минералов.

Некоторые из них очень широко распространены в природе, например, кальцит и доломит



Магнезит



Розовый родохрозит



Сидерит



Доломит



Арагонит



Стронцианит



Витерит

кальцит

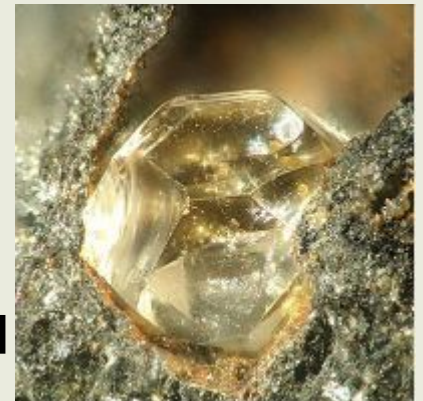


## Нитраты

Это соли азотной кислоты  $\text{HNO}_3$ .  
Образуются исключительно при экзогенных процессах (выветривание, денудация), часто в связи с разложением органических остатков и деятельностью бактерий, возможно, в результате образования  $\text{NO}_2$  при грозовых разрядах. Нитраты весьма неустойчивы вследствие очень высокой растворимости и встречаются только в очень сухом климате, например, в пустынях Чили. Наиболее распространены нитраты натрия и калия.



**нитронатр  
ит**



**нитробари  
т**

## Сульфаты

Это соли серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . В их кристаллической структуре обособляются комплексные анионы  $\text{SO}_4^{2-}$ . Наиболее характерны труднорастворимые сульфаты сильных двухвалентных оснований, особенно  $\text{Ba}^{2+}$ , а также  $\text{Sr}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ .



**барит**

## Фосфаты

Это соли фосфорной кислоты  $H_3PO_4$ . Происхождение у **фосфатов** глубинное и поверхностное. Основное применение **фосфатов** — сырье для получения фосфорных удобрений, фосфора, фосфорной кислоты и других соединений фосфора



**Апатит** —  $Ca_5[PO_4]_3(F, Cl)$



**Вивианит**  $Fe_3(PO_4)_2$

**Оксиды.** В почвах из породообразующих минералов группы оксидов чаще всего встречаются: кварц, магнетит, рутил, дистен, ильменит.

**Кварц ( $\text{SiO}_2$ ).** По химической природе кварц - типичный оксид, а по кристаллической структуре его относят к каркасным силикатам.

Известны разновидности кварца, имеющие разный цвет и прозрачность: горный хрусталь, аметист, раухтопаз, морин.

Кварц весьма стойкий к выветриванию минерал, поэтому он накапливается в осадочных породах и в почвах.

Особенно много кварца содержится в песчаных и супесчаных почвах.

Обогащенность почв кварцем обуславливает пониженное плодородие, из-за его химической инертности, неспособности удерживать влагу и элементы питания.

Существуют разновидности кварца вторичного (экзогенного) происхождения: халцедон - скрытокристаллическая разновидность кварца; опал - аморфная разновидность, содержащая воду; гейзерит - гидротермальный опал. Все перечисленные минералы вместе с кварцем объединены в группу свободного кремнезема.

**Магнетит**, или оксид Fe (II, III),  $Fe_3O_4$  - минерал, легко подвергающийся процессам выветривания. Его содержание в почвах обычно составляет 0,5 - 1,0%, за исключением вулканических почв, где его количество увеличивается. Магматическое происхождение может иметь и **гематит**  $Fe_2O_3$ , часто встречающийся в почвах тропических областей.

**Рутил**  $TiO_2$  — минерал, очень устойчивый к выветриванию. Его содержание в почвах составляет 0,3 - 0,5 %. Характерен для бокситов как остаточный продукт выветривания и полного разложения других минералов. Чаще всего встречается в верхних горизонтах почв, развитых под тропическим вечнозеленым лесом на сиенитах и пегматитах.

**Ильменит**  $FeTiO_2$  — минерал из группы оксидов-гидроксидов. Встречается в небольших количествах во многих почвах, но наиболее часто в почвах, развитых на основных изверженных породах.

**Дистен**  $Al_2SiO_5$  — сложный оксид алюминия и кремния. Его содержание в почвах составляет около 0,1 - 0,2 %.



## 2.3. Виды минералов.

### *Первичные минералы*

Всего известно около 2 тыс. минералов, а число разновидностей достигает 4 тыс. Широкое распространение в почвах и почвообразующих породах имеют около 50 минералов.

Минералы подразделяются на первичные и вторичные. **Первичные минералы** (кварц, полевые шпаты и др.) образовались в глубоких слоях земной коры при высоких температурах и давлении. Только из них состоят **магматические породы**.

Первичные минералы неустойчивы в условиях земной поверхности и подвергаются процессам выветривания. Они содержатся, в основном, в частицах почвы диаметром более 0,001 мм.

# Первичные минералы почв

Кварц (40-60% и более)



Полевые  
шпаты  
(до 20%)



Слюды  
(0-7%)

**Силикаты. Полевые шпаты.** Эта наиболее распространенная в литосфере группа минералов имеет каркасный тип кристаллической решетки.

В каркасных структурах часть ионов четырехвалентного кремния замещена трехвалентным алюминием, в результате создается комплексная алюмокремниевая группа (поэтому их относят к **алюмосиликатам**) и возникает свободная валентность кислорода, которая компенсируется ионами калия, натрия и кальция.

По химическому составу **полевые шпаты** подразделяются на **три подгруппы:**

- 1) калиево-натриевые полевые шпаты, в состав которых входят  $K[AlSi_3O_8]$  и  $Na[AlSi_3O_8]$ , к этим соединениям относятся ортоклаз, микроклин и др.;
- 2) натриево-кальциевые полевые шпаты, или плагиоклазы, представляющие собой изоморфные смеси натриевой молекулы -  $Na[AlSi_3O_8]$  (в чистом виде называется альбит) и кальциевой -  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  (в чистом виде называется анортит);
- 3) фельдшпатидаы по химическому составу сходны с полевыми шпатами, но имеют меньшее содержание оксидов кремния, они часто замещают полевые шпаты в основных породах.

В зависимости от содержания оксида кремния полевые шпаты подразделяются на **кислые**, с повышенным содержанием кремнезема (ортоклаз, микроклин, альбит); **средние и основные** - с пониженным содержанием (лабрадор, анортит и др.).

Полевые шпаты являются менее устойчивыми к выветриванию, по сравнению с кварцем. Среди них наиболее устойчивыми считаются кислые полевые шпаты, содержащиеся в кислых породах (**гранит, липарит**). Средние и основные, содержащиеся в основных магматических породах (**габбро, базальт**), менее устойчивы и могут являться источником элементов питания (калия, кальция и др.) для растений.

**Пироксены и амфиболы.** Пироксены и амфиболы занимают в литосфере по массе второе место после полевых шпатов (около 17%). В почвах и осадочных породах они присутствуют в небольших количествах, в связи с низкой устойчивостью к выветриванию.

Пироксены относятся к цепочечным силикатам. Типичным представителем является **авгит** - породообразующий минерал основных и ультраосновных пород.

Амфиболы относятся к ленточным силикатам. Типичным и наиболее распространенным представителем является **роговая обманка**.

**Группа слюд.** Эта группа минералов имеет листовую, слоистую структуру. В земной коре содержится около 4% слюд. В осадочных породах и почвах - встречаются в небольших количествах. В этой группе минералов часть кремнекислородных тетраэдров заменена на алюмокислородные, поэтому они относятся к алюмосиликатам.

Типичными представителями являются **мусковит** и **биотит**, в своем составе содержат калий, магний, железо. Слюды более устойчивы к процессам выветривания, по сравнению с амфиболами и пироксенами.

- **Основным способом** изучения **первичных минералов почв** является их оптическая диагностика с помощью поляризационного микроскопа и бинокулярной лупы (иммерсионный и шлифовой **методы**, заимствованные из практики геологических исследований). Диагностика преобладающих **первичных минералов** во всей массе почвенного образца может быть проведена в шлифах, изготавливаемых для микроморфологического изучения **почв**.



# Вторичные минералы почв

Образовались в результате экзогенных процессов выветривания из первичных минералов. Они более устойчивы к процессам выветривания, по сравнению с первичными, так как образовались в термодинамических условиях земной поверхности.

**Вторичные минералы** являются тонкодисперсными и содержатся, в основном, во фракции почв диаметром менее 0,001 мм.

Из группы вторичных минералов в почвах преобладают **глинистые минералы**, оксиды и гидроксиды железа и алюминия, а также **кальцит**, **гипс** и другие простые соли.

В большинстве типов почв первичных минералов содержится больше, чем вторичных, за исключением некоторых тропических почв, которые характеризуются сильной степенью выветренности.

**Глинистые минералы.** Минералы этой группы относятся к слоистым алюмосиликатам. Их название связано с тем, что они, как правило, преобладают в составе глин. К глинистым минералам относятся минералы групп каолинита, гидрослюд, монтмориллонита, смешаннослойных минералов, хлорита.

Глинистые минералы обладают рядом общих свойств:

- 1) высокая дисперсность;
- 2) поглотительная, или обменная способность по отношению к катионам;
- 3) содержат химически связанную воду, которая выделяется при температурах в несколько сотен градусов;
- 4) имеют слоистое строение, сочетающее тетраэдрические и октаэдрические слои. Различают двух-, трех- и четырехслойные минералы.

**Минералы группы каолинита. Каолинит** - двухслойный минерал с жесткой кристаллической решеткой, состоящей из одного слоя кремнекислородных тетраэдров и одного слоя алюмогидроксильных октаэдров. Каолинит не набухает в воде, так как вода не проникает в межплоскостное пространство минерала из-за сильной связи между пакетами. Этот минерал характеризуется узким отношением  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 2$ . Он обладает низкой поглотительной способностью (не более 20 мг-экв на 100 г почвы), обусловленной исключительно теми свободными связями, которые имеются на краях элементарных пакетов.

К группе каолинита относится минерал **галлуазит**, отличающийся значительным содержанием межпакетной влаги и более высокой емкостью катионного обмена (40-60 мг-экв на 100 г почвы).

Наиболее высокое содержание **каолинита** - в почвах, формирующихся в условиях субтропических и тропических влажных областей на ферраллитных и аллитных корах выветривания. В почвах умеренных широт его содержание незначительное, за исключением древних кор выветривания.

**Минералы группы гидрослюд** (гидробиотит, гидромусковит и др.).

Их еще называют минералами группы **иллита**. Эти минералы представляют собой трехслойные алюмосиликаты с нерасширяющейся решеткой, а поэтому межpacketная вода в них отсутствует.

Емкость катионного обмена гидрослюд достигает 45-50 мгэкв на 100 г почвы. Часть кремния в тетраэдрах замещена на алюминий.

Образующийся при этом отрицательный заряд компенсируется необменными ионами калия, который прочно связывает пакеты между собой. Гидрослюды характеризуются повышенным содержанием калия (до 6-8%), который частично используется растениями. Представитель гидрослюд **глауконит** является агрономической рудой, калийным удобрением, после соответствующей термической обработки.

Минералы этой группы широко распространены в осадочных породах и почвах, в том числе в подзолистых, серых лесных и др.

К гидрослюдам близок минерал **вермикулит**, характеризующийся расширяющейся решеткой и очень высокой емкостью катионного обмена (до 100-120 мг-экв на 100 г почвы). Вермикулит часто используют как компонент тепличных грунтов.

**Минералы группы монтмориллонита** (монтмориллонит, нонтронит, бейделит и др.). Их еще называют минералами группы **смектита**. Эта группа минералов имеет трехслойное строение с сильно расширяющейся при увлажнении кристаллической решеткой, при этом они поглощают влагу, сильно набухают и увеличиваются в объеме.

Отличительной особенностью этих минералов является высокая дисперсность. Разнообразные изоморфные замещения кремния на алюминий, алюминия на железо и магний влекут за собой появление отрицательных зарядов, которые уравниваются обменными катионами. Повышенная дисперсность и изоморфные замещения обуславливают высокую емкость катионного обмена - 80-120 мг-экв на 100 г почвы.

Минералы группы монтмориллонита чаще содержатся в почвах с нейтральной и щелочной реакцией среды (черноземы, каштановые, солонцы) и практически полностью отсутствуют в субтропических и тропических почвах на ферраллитных и окисных корках выветривания. Многие монтмориллониты

**Минералы группы хлорита.** Они имеют четырехслойную набухающую решетку. Содержат в своем составе железо, магний. Могут быть как магматического, так и экзогенного происхождения. Имеются данные (Соколова Т.А., 1982), что почвенные хлориты участвуют в формировании гидролитической кислотности почв.

**Группа смешаннослойных минералов.** Смешаннослойные минералы имеют кристаллические решетки, в которых чередуются слои разных минералов: монтмориллонита с иллитом, вермикулита с хлоритом и др. Соответственно составным частям они получают название - иллит-монтмориллонит, вермикулит-хлорит и др. В зависимости от состава и доли участия тех или иных минералов свойства их сильно изменяются. Эта группа минералов наиболее распространена в почвах умеренного и холодного гумидного и арктического поясов, в которых они занимают 30-80% от общего содержания глинистых минералов (Б.П. Градусов, 1976).

**Минералы гидроксидов и оксидов железа и алюминия.** Наибольшее распространение имеют **гематит**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , **гетит**  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , **гидрогетит**, **гиббсит** (гидрагелит)  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Минералы этих групп встречаются в иллювиальных горизонтах подзолистых, серых лесных почв, почв влажных тропических и субтропических областей (красноземы, ферраллиты и др.). Они образуются путем кристаллизации из аморфных гидратов оксидов железа и алюминия. Минералы этой группы принимают участие в оструктуривании почв, в связывании фосфорной кислоты. В условиях кислой реакции среды гидраты оксидов железа и алюминия растворяются и принимают активное участие в процессах почвообразования.

**Аллофаны.** Группа вторичных минералов, состоящая из октаэдров и тетраэдров, но расположенных не систематически, а беспорядочно и поэтому имеющих аморфное строение. Они повышают емкость поглощения, увеличивают гидрофильность, липкость и набухаемость почв.

**Минералы - соли.** Могут быть как вторичными, так и первичными. Наибольшее распространение имеют карбонаты: кальцит-  $\text{CaCO}_3$ , доломит -  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , сода -  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

Среди **сульфатов** наиболее распространены **гипс** -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , **мирабилит** -  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , среди **хлоридов** - галит  $\text{NaCl}$ . Много солей содержится в засоленных почвах и почвообразующих породах в аридных областях, где они оказывают ведущее влияние на свойства и плодородие почв.



- Основными методами определения состава и содержания *вторичных глинистых* минералов в почвах являются рентгеноструктурный анализ, **методы** термического анализа, инфракрасной спектроскопии, электронной микроскопии.

## 2.4. Агроэкологическое значение минералогического состава почв

Минералогический состав почв наследуется от почвообразующих пород, является довольно устойчивым во времени и практически не поддается регулированию, за исключением приемов пескования, глинования; химических мелиораций-известкования, гипсования; удаления из почв водорастворимых солей промывками.

С минералогическим составом тесно связаны гранулометрический и химический составы почв, физико-механические, а также физические и физико-химические свойства. Очень часто он определяет направленность почвообразовательных процессов и приводит к формированию специфических типов почв, получивших название литогенных, в составе и свойствах которых в меньшей степени проявляется влияние биологического и климатического факторов почвообразования.

Минералогический состав оказывает влияние на прочность связи гумусовых веществ с минеральной частью почв и, в целом, на количество накапливающегося гумуса, на емкость катионного обмена, реакцию среды, потенциальный запас элементов питания для растений, на процессы формирования агрономически ценной структуры и поэтому является одним из ведущих факторов, определяющих уровень почвенного плодородия.

- **Спасибо за внимание!**