

# Лекция №1

Почвоведение как наука.

Факторы почвообразования.

Почвообразующие породы.

Минералогический и химический состав  
ПОЧВ.

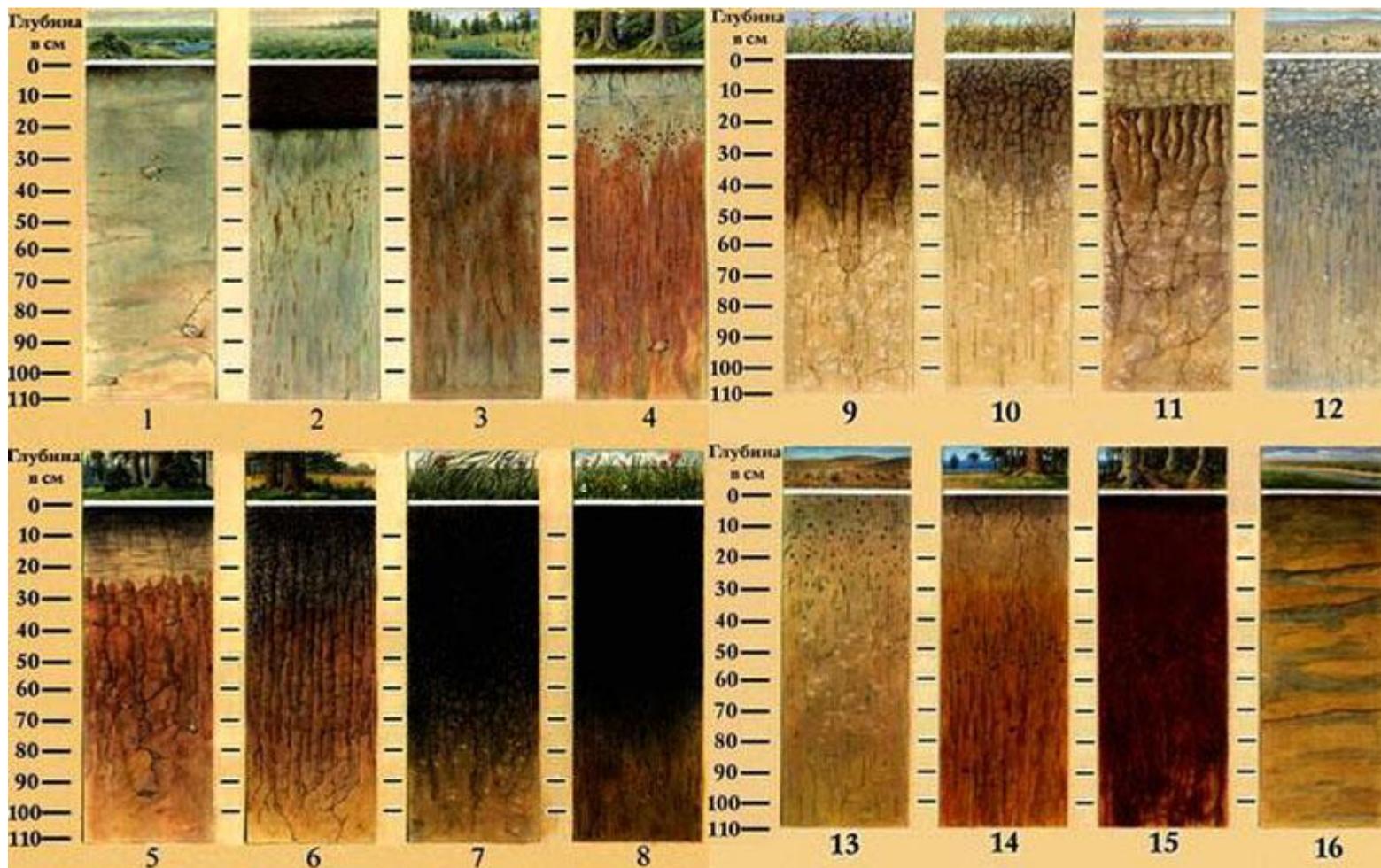
# Рассматриваемые вопросы

1. Место почвоведения в системе наук.
2. Выветривание, формы и стадии.
3. Почвообразующие породы.
4. Химический и минералогический состав почв и пород.

# Литература

1. Ганжара Н.Ф. Почвоведение. – М.: Агроконсалт, 2001.
2. Классификация и диагностика почв России. – М., 2004
3. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977.
4. Почвоведение / Под редакцией И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989.
5. Мамонтов В.Г., Панов Н.П., Кауричев И., С., Игнатъев Н.Н. Общее почвоведение. – КолосС, 2006. – 456 с.
6. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. – М.: КолосС, 2010. – 687 с.:

# Почвоведение как наука. Факторы почвообразования, их взаимосвязь.



Почвенная наука является отраслью естествознания и тесно связана с физико-математическими, химическими, биологическими, геологическими и географическими науками, опирается на разработанные ими фундаментальные законы и методы исследования.

**Почвоведение** - наука о почвах, их образовании, строении, составе и свойствах, закономерностях географического распространения, роли в биосфере, путях и методах их рационального использования и охраны.

В самостоятельную науку почвоведение выделилось в конце 19 столетия, благодаря трудам выдающегося русского ученого **Василия Васильевича Докучаева**.

Выход в свет в **1883** г. его знаменитого труда **«Русский чернозем»** ознаменовал собой создание новой науки - **генетического почвоведения**.

# Василий Васильевич Докучаев (1846–1903)



# Что же такое почва?

Первое научное определение почвы принадлежит  
**В.В. Докучаеву.**

Наиболее краткое и четкое определение почвы он дает в своих «Лекциях по почвоведению» (1901):

**«Почва есть функция (результат) от материнской породы, климата и организмов, помноженная на время».**

Все факторы почвообразования о которых говорил Докучаев были известны и до него, их последовательно выдвигали разные ученые, но всегда в качестве единственного определяющего условия. Докучаев первый сказал, что возникновение почвы происходит в результате совместного действия всех факторов почвообразования.

## Николай Михайлович Сибирцев (1860-1900) - ближайший сподвижник и ученик В.В. Докучаева



Участвовал во всех начинаниях Докучаева, доводя до завершения многие из них.

-Разделил факторы почвообразования на биотические и абиотические

Внес уточнения в классификацию почв, ввел понятие «род почв»

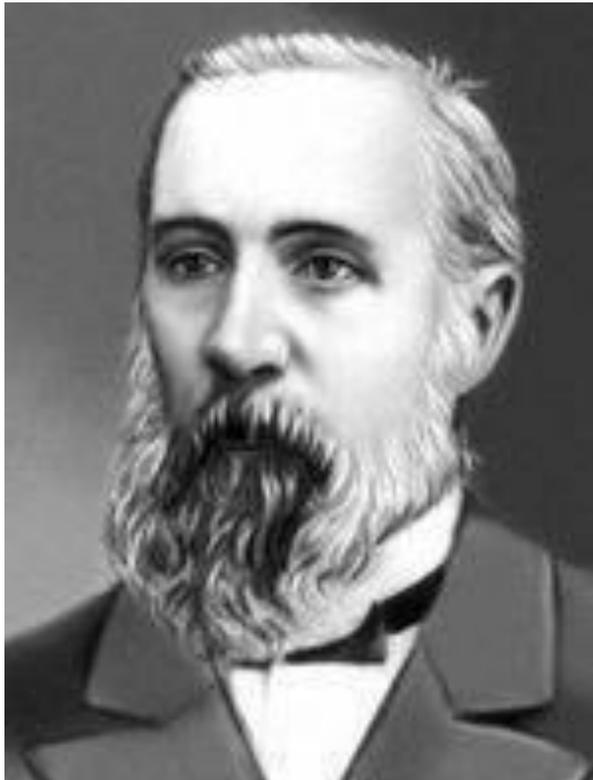
Установил разделение почв на зональные, интразональные и азональные.

Возглавил первую в России кафедру генетического почвоведения в Ново-Александровском институте сельского хозяйства, директором которого был в то время В.В. Докучаев.

Сооснователь почвоведения

**Павел Андреевич Костычев** (1845-1895) дает такое определение:

**«почвой следует называть верхний слой земли до той глубины, до которой доходит главная масса растительных корней».**



*Павел Андреевич Костычев*

является основателем  
биологического направления в  
почвоведении и агрономического  
почвоведения.

П.А. Костычев длительное время выступал в числе оппонентов В.В. Докучаева

## Он возражал В.В. Докучаеву по широкому кругу вопросов

- выступал против теоретического почвоведения,
- необходимости изучения генезиса почв,
- отрицал реальность изогумусовых полос;
- доказывал, что основным источником образования гумуса в черноземах служат корни, а не надземная часть и просачивание гумуса;
- отрицал определяющую роль климата в распространении черноземов,
- выступал против докучаевского метода бонитировки почв,
- против организации кафедр почвоведения, почвенных музеев, государственного почвенного института,
- но был за изучение почв на опытных станциях.

Между тем вклад **П.А. Костычева (1845-1895)** в становление научного **почвоведения** настолько велик, что его называют **сооснователем почвоведения**.

- Он развил представления о биологическом механизме черноземообразования, о ведущей роли гумуса и круговорота веществ в этом процессе,
- дал агрономическую оценку черноземов, обосновал приемы их обработки,
- им было положено начало почвенной микробиологии и учения об образовании гумуса,
- он установил формы фосфора в черноземах и подзолистых почвах,
- предложил первое научное объяснение подзолистого процесса,
- обоснована роль почвенной структуры в плодородии почв,
- предложены агрономические меры повышения влагообеспеченности агроценозов в засушливых условиях.
- П.А. Костычев является одним из основателей научной агрономии в России.

Его экспериментальные исследования подкрепили многие положения В.В. Докучаева и **способствовали становлению генетического почвоведения**, хотя сам он декларировал агрономический подход к изучению почв, считал необходимым изучать почвы только как условия жизни растений.

В познание биологической сущности  
почвообразования особый вклад внесли .Р. Вильямс  
и В.И. Вернадский



**ВЕРНАДСКИЙ**  
Владимир Иванович  
1863-1945

**В. И. Вернадский**

называл **почву**  
биокосным  
образованием, то есть  
состоящим из живого и  
неживого вещества

По мнению **Василия Робертовича Вильямса**, почва «**рыхлый, поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений**. Понятие о почве и ее плодородии неразделимо. Плодородие - **существенное свойство, качественный признак почвы, независимо от степени его количественного проявления**».



**Василий Робертович Вильямс**

(27 сентября 1863 — 11 ноября 1939)

Выпускник Петровской сельскохозяйственной академии Учёный-педагог: профессор и заведующий кафедрой общего земледелия и почвоведения Московской сельскохозяйственной академии им. Тимирязева, её директор с 1907 года ректор в 1922—1925 гг.

В. Р. Вильямс со всей полнотой и широтой доказал, что **плодородие почвы** неотделимо от почвы, представляет её **существенное и отличительное свойство**, а сама наука о почве - почвоведение - приобретает благодаря этому большое практическое значение.

**Выветривание** (синоним - гипергенез) - это совокупность абиотических и биологических процессов разрушения и образования горных пород и слагающих их минералов под воздействием агентов атмосферы, биосферы, гидросферы в верхних слоях земной коры.

В результате этих процессов образуется **кора выветривания** – вещественная часть литогенной основы. Мощность современной коры выветривания составляет от нескольких метров до десятков метров.

**Выделяют следующие виды проявления экзогенных процессов:**

**выветривание (физическое, химическое и биологическое)** горных пород различного происхождения,  
**перенос** продуктов выветривания,  
**отложение** их в виде осадка и последующее **окаменение (диагенез)**.

**Физическое выветривание** - это процесс разрушения (растрескивания, дробления) минералов под воздействием давления, возникающего за счет суточных и сезонных колебаний температуры (тепловое расширение и сжатие минералов, замерзание и оттаивание воды), механической деятельности ветра, потоков воды, корней растений.

В результате увеличивается дисперсность и удельная поверхность пород, снижается их плотность.

**Химическое выветривание** - процесс химического изменения и разрушения горных пород и минералов с образованием новых минералов и, в конечном итоге, **новых пород**.

Химические реакции происходят при участии воды, углекислого газа, кислорода и других веществ.

Вода растворяет вещества, содержащиеся в горных породах и минералах, при этом в раствор поступают катионы и анионы, изменяющие кислотно-щелочные условия. Это увеличивает растворяющую способность воды. Разложение минералов водой усиливается с повышением температуры и насыщением ее углекислым газом, который подкисляет реакцию среды. **Гидролиз минералов, реагирующих с водой, приводит к образованию новых минералов.** В преобразовании минералов в присутствии угольной кислоты большую роль играют реакции **карбонатизации** (образования карбонатов) и **декарбонатизации** (разрушение карбонатов).

Реакции окисления-восстановления принимают активное участие в процессах **гипергенеза**. Красные, красно-бурые, желтые окраски кор выветривания обусловлены окисленными формами железа, марганца и других элементов. В восстановительных условиях преобладают сизые и серые тона. В ходе химического выветривания развивается элювиальный процесс - вынос с растворами ряда элементов за пределы коры выветривания. В первую очередь вымываются наиболее растворимые соединения, что обуславливает стадийность процесса выветривания.

**Биологическое выветривание** - процесс разрушения и изменения горных пород и минералов под действием организмов и продуктов их жизнедеятельности.

При биологическом выветривании механизмы процессов разрушения, изменения минералов и пород те же, что и при физическом и химическом выветривании.

Однако интенсивность процессов существенно увеличивается, поскольку увеличивается агрессивность среды. Корни растений и микроорганизмы выделяют во внешнюю среду углекислый газ и различные кислоты (щавелевую, янтарную, яблочную и др.). Нитрофикаторы образуют азотную кислоту, серобактерии - серную.

В процессе разложения мертвых остатков растений и животных образуются агрессивные гумусовые кислоты - фульвокислоты, способные разрушать минералы.

Многие виды бактерий, грибов, водоросли, лишайники могут усваивать элементы питания непосредственно из первичных минералов, разрушая их при этом. **Именно таким является механизм первичного почвообразования.**

**В верхней части коры выветривания процесс выветривания протекает совместно с процессом почвообразования** и является неотъемлемой составной частью почвообразования, так же как почвообразование является неотъемлемой частью выветривания.

Однако в более глубоких слоях за пределами почвенного профиля, а также в подводных ландшафтах выветривание выделяется как самостоятельный процесс. В этих слоях в процессах выветривания так же принимают участие микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности.

# Почва - четырехфазная открытая система.

Почва состоит из четырех фаз или частей

- · твердой,
- · жидкой,
- · газообразной
- · живой фазы.

# Твердая фаза почвы.

- В состав твердой фазы почвы входят минералы и химические соединения, **первичные** - унаследованные от исходной горной породы и неизменные в силу различных причин при последующем выветривании и почвообразовании, компоненты **вторичного** происхождения - их образование обусловлено процессами выветривания и почвообразования, которым подвергается исходная горная порода.

В их число входят: вторичные глинистые минералы, простые соли, оксиды и гидроксиды, растительные остатки и продукты их трансформации типа детрита, гумусовые вещества и их органо-минеральные производные. Эти продукты могут образовываться на месте или же быть принесены агентами геохимической миграции - поверхностными, внутрипочвенными и грунтовыми водами, а также аэральным путем.

- Твердая фаза почвы характеризуется гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, сложением, структурой и пористостью.

# Жидкая фаза почвы.

- Это влага, циркулирующая в пределах почвенного профиля вместе с растворенными в ней разнообразными минеральными, органическими и органо-минеральными соединениями. Называется она **почвенным раствором**.
- Почвенный раствор представляет собой исключительно динамичную фазу почвы и играет важную роль в жизни живых организмов, а также в процессах миграции веществ в почвенном профиле. Динамика почвенного раствора тесно связана с характером атмосферного и грунтового увлажнения почвы, температурным и окислительно-восстановительным режимами, деятельностью живых организмов.

## Газовая фаза почвы.

- Представляет собой почвенный воздух, который заполняет разнообразные пустоты (поры, трещины и т.п.), имеющиеся в почве и не занятые водой. Почвенный воздух существенно отличается от атмосферного и динамичен во времени.

## **Живая фаза почвы.**

Эта фаза представлена населяющими почву живыми организмами. В состав живой фазы почвы входят разнообразные микроорганизмы (бактерии, грибы, актиномицеты, водоросли), почвенная микро- и мезофауна (простейшие, насекомые, черви и т.д.) и корневые системы растений.

**Почва - это открытая система** находится в состоянии постоянного обмена веществом и энергией с окружающей средой.

**Взаимодействие почвы с другими природными телами осуществляется через следующие процессы:**

- 1) многосторонний обмен газами (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> др.) и влагой (жидкой и парообразной) в системе атмосфера – почва – растения – порода;
- 2) обмен коротко- и длинноволновой радиацией в системе Солнце – почва – атмосфера;
- 3) многосторонний обмен тепловой энергией в системе атмосфера – почва – порода;
- 4) обмен биофильными элементами в системе почва – растения;
- 5) одностороннее поступление в почву органического вещества, синтезированного растениями, несущего в себе химическую энергию, являющуюся трансформированной лучистой энергией Солнца.

Классическое определение **сущности образования почв** было сформулировано В.В. Докучаевым следующим образом:

**“Почвы всегда имеют свое собственное происхождение, они всегда и всюду являются результатом совокупной деятельности материнской горной породы, живых и отмерших организмов (как растений, так и животных), климата, возраста страны и рельефа местности”**.

**Факторы почвообразования** – элементы природной среды, под влиянием и при участии которых формируется почвенный покров земной поверхности.





Функциональную взаимосвязь между почвенным покровом и факторами почвообразования В.В. Докучаев представил в виде формулы:

$$П = f (К, О, Г, Р) \cdot Т$$

где П – почва, К – климат, О – организмы, Г – горные породы, Р – рельеф, Т – время.

# 1. Климат

**Климат представляет собой статистический многолетний режим погоды определенной территории.**

К главным показателям климата относятся

1) - количество поступающей на земную поверхность солнечной радиации

2) - количество выпадающих осадков.

Общее количество солнечной энергии, достигающее земной поверхности, измеряется **радиационным балансом:**

$$R = (Q + q) \cdot (1 - A) - E,$$

- где  $R$  – радиационный баланс,  $\text{кДж/см}^2 \cdot \text{год}$ ;  $Q$  – прямая радиация,  $\text{кДж/см}^2 \cdot \text{год}$ ;  $q$  – рассеянная радиация,  $\text{кДж/см}^2 \cdot \text{год}$ ;  $A$  – альбедо (в долях единицы);  $E$  – эффективное излучение поверхности,  $\text{кДж/см}^2 \cdot \text{год}$ .

Лучистая энергия Солнца, достигающая земной поверхности, превращается в другие формы энергии. Часть ее в процессе фотосинтеза, осуществляемого зелеными растениями, трансформируется в химическую энергию, аккумулирующуюся в органических соединениях.

Более значительное количество солнечной радиации, поглощаясь почвой, превращается в тепловую энергию, которая в дальнейшем расходуется на нагревание почвы и приземного слоя воздуха, а также на испарение почвенной влаги.

Тепловая энергия, затрачиваемая на нагревание почвы, создает в ней соответствующий температурный режим.

Важной характеристикой теплообеспеченности территории является **сумма активных температур** ( $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ ) в годовом цикле.

В соответствии с поступлением тепла на поверхность Земли формируются термические пояса (группы) климатов планеты (табл. 1).

# Планетарные термические пояса

Пояс	Среднегодовая температура, °С	Радиационный баланс, кДж/см <sup>2</sup> · год	Сумма активных температур за год, °С
Полярный (холодный)	(-23) – (-15)	< 42	< 600
Бореальный (умеренно холодный)	(- 4) – (+ 4)	42 – 48	600 – 2000
Суббореальный (умеренно теплый)	+ 10	84 – 209	2000 – 4000
Субтропический (теплый)	+ 15	209 – 251	4000 – 8000
Тропический (жаркий)	+ 32	251 – 335	>8000

- В **аридных** регионах, при дефиците атмосферных осадков, формируются почвы с высокой засоленностью и карбонатностью. Они бедны гумусом, вторичными минералами, обладают щелочной реакцией и низкой поглотительной способностью.
- В областях **повышенного увлажнения** распространены почвы с кислой и сильнокислой реакцией среды, почвенный профиль которых почти полностью отмыт от водорастворимых хлоридов, сульфатов и карбонатов щелочных и щелочноземельных элементов. Почвы обогащены гидроксидами и оксидами железа и алюминия, содержат мало гумуса и глинистых минералов с разбухающей кристаллической решеткой.

- Количество атмосферных осадков, выпадающих в течение года в разных частях земного шара, весьма существенно варьирует.
- В абсолютных пустынях, в течение длительного времени (от нескольких до 10 лет) атмосферные осадки не выпадают совершенно.
- Лесные области умеренно холодного пояса до 500-800 мм осадков.
- Во влажных субтропиках, 1500-2500 мм.
- В экваториальных областях влажных тропиков достигает иногда 7-10 тыс. мм.

Для характеристики влагообеспеченности территории используется **коэффициент увлажнения (КУ)**

( введен в практику почвоведения Г.Н. Высоцким (1904) и детально разработанный Б.Г. Ивановым (1948).

$$КУ = P/f$$

- где  $P$  - среднееголетнее количество осадков за год (мм),  
 $f$  - испаряемость за тот же период (мм)
- В соответствии с КУ выделяют следующие климатические области (группы климатов) и сопряженные с ними почвенно-растительные зоны (табл. 2).

## Классификация климата по условиям увлажнения

Климатические области	КУ	Почвенно-растительные зоны
Исключительно влажные (супергумидные)	1,5-3,0	Влажные тропические и субтропические леса с красноземами, желтоземами, красными и красно-желтыми ферраллитными почвами
Избыточно влажные (экстрагумидные)	1,33-1,5	Тундра, лесотундра и северная тайга с тундровыми, болотными и глееподзолистыми почвами
Влажные (гумидные)	1,00-1,33	Хвойные и лиственные леса на подзолистых, дерново-подзолистых и бурых лесных почвах
Полувлажные (семигумидные)	0,77-1,00	Лесостепи на серых лесных почвах, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах
Полузасушливые (семиаридные)	0,55-0,77	Типичные степи на обыкновенных черноземах
Засушливые и очень засушливые (субаридные)	0,33-0,55	Степи на южных черноземах, темно-каштановых и каштановых почвах
Полусухие и сухие (аридные)	0,12-0,33	Полупустыни на светло-каштановых и бурых полупустынных почвах
Очень сухие (экстрааридные)	<0,12	Полупустыни на серо-бурых почвах и такырах

## 2. Рельеф

**Рельеф представляет собой форму земной поверхности**, происхождение которой связано с тектоническими процессами, колебанием уровня морей, океанов, деятельностью ледников и другими явлениями. Рельеф является важнейшим фактором перераспределения солнечной радиации и осадков. Благодаря этому в зависимости от форм рельефа формируется определенный тип климата не только обширных территорий, но и микроклимат почв.

# Различают следующие группы форм рельефа:

- макрорельеф,
- мезорельеф,
- микрорельеф,  
нанорельеф.

# Макрорельеф

представляет собой крупные формы земной поверхности измеряемые сотнями метров и километрами, определяющими общий облик большой территории: равнины, плато, горные системы.

# Мезорельеф

- – формы рельефа средних размеров с колебанием высот, измеряемых метрами и десятками метров: холмы, лощины, балки, террасы и их элементы – плоские участки, склоны разной крутизны.
- Мезорельеф оказывает существенное влияние на формирование почвенного покрова в пределах конкретного ландшафта. От его особенностей во многом зависит характер мезокомбинаций почв.

# Микрорельеф

- – мелкие формы рельефа, занимающие незначительные площади, от нескольких квадратных дециметров до нескольких сотен квадратных метров, с колебаниями относительных высот в пределах 1 м. Сюда относятся бугорки, понижения, западины и др., возникающие на ровных поверхностях рельефа из-за просадочных явлений, мерзлотных деформаций или по другим причинам. На склонах микрорельеф может быть связан с развитием эрозионных процессов или сползанием почвенно-грунтовых масс.

# Нанорельеф

- – самые мелкие элементы рельефа, диаметр которых колеблется в пределах от нескольких сантиметров до 0,5-1,0 метра, а относительная высота до 30 см. Он представлен мелкими западинками и бугорками, кочками, различными неровностями, возникающими при обработке почвы (борозды, гребни и т.п.).
- С микро- и нанорельефом связано формирование контрастных (комплексы) и неконтрастных (пятнистости) микрокомбинаций почв.

В зависимости от положения в рельефе выделяют следующие группы почв, которые называются рядами увлажнения.

- **Аутоморфные почвы** – формируются на ровных поверхностях и склонах в условиях стока атмосферной влаги, при глубоком (более 6 м) залегании грунтовых вод.
- **Полугидроморфные почвы** – формируются при кратковременном застое поверхностных вод или при залегании грунтовых вод на глубине 3-6 м (капиллярная кайма достигает почвенного профиля, обеспечивая его дополнительное увлажнение).
- **Гидроморфные почвы** – формируются в условиях длительного поверхностного застоя вод или при залегании грунтовых вод на глубине менее 3 м (капиллярная кайма может достигать поверхности почвы).

### 3. Почвообразующие породы

- Горные породы, из которых образуются почвы, называются *почвообразующими*, или *материнскими*.
- По происхождению горные породы подразделяются на магматические, метаморфические и осадочные.

# Почвообразующие породы -горные породы, из которых образуются почвы

- **Магматические**, или изверженные породы – это продукты затвердевания и кристаллизации природных силикатных расплавов – магм. Они характеризуются высокой плотностью – 2,7-3,3 г/см<sup>3</sup> и поэтому их часто называют массивно-кристаллическими. Эти породы занимают около 95 % объема земной коры, однако в качестве почвообразующих пород выступают сравнительно редко, главным образом в горных областях.
- **Метаморфические породы** – вторичные массивно-кристаллические породы, образовавшиеся из магматических или осадочных пород в недрах земли в результате разнообразных изменений без расплавления. Метаморфизм происходит в интервале температур от 100 до 900°С и давлении от 100 до 10 тыс. атмосфер. К метаморфическим породам относятся различные сланцы, гнейсы, кварциты, мраморы. Значение этих пород в почвообразовании мало.

**Осадочные породы** – отложения, образовавшиеся на поверхности суши и дне водоемов за счет продуктов разрушения массивно-кристаллических пород и остатков организмов, их переноса и переотложения.

Они подразделяются на

- **обломочные,**
- **хемогенные и**
- **биогенные.**

- Обломочные породы – представляют собой продукты выветривания горных пород различного размера, переотложенные под влиянием силы тяжести, движения ледников, текучей воды или ветра. Сюда относятся грубообломочные наносы галечников, щебня, гравия, песчаные, суглинистые и глинистые отложения.
- Хемогенные породы – осадки, выпадающие из вод океанов, морей, озер и других бассейнов в результате химических реакций или пересыщения растворов. Их состав тесно связан с геохимической обстановкой местности и условиями природной среды. Таким путем образовались мощные залежи известняков, гипса, соляных отложений.
- Биогенные породы – отложения, образовавшиеся при участии организмов. Это некоторые известняки, трепел (скопление кремниевых панцирей диатомовых водорослей), органический ил (сапропель), торф, лигниты и др.

# Главные почвообразующие породы

- **Аллювиальные отложения (аллювий)** – представляют собой осадки, откладывающиеся из речных вод.
- **Озерные отложения** заполняют понижения древнего рельефа.
- **Морские отложения** представляют собой донные отложения морей, которые в результате морской трансгрессии оказались на поверхности суши.
- **Глины** – мелкоземистые рыхлые породы, состоящие преимущественно из частиц размером меньше 0,005 мм. В соответствии с утвердившимися представлениями глины – это продукты наиболее глубокого выветривания изверженных пород.
- **Эоловые отложения** образуются в результате деятельности ветра.

- **Ледниковые или моренные отложения** – породы, образование которых связано с деятельностью ледника. Морены занимают огромные площади в областях холодного и умеренного пояса. Различают основную, абляционную и конечную морены.
- **Флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения** образованы временными водными потоками, возникшими в период таяния ледника и перемещавшими и переоткладываявшими моренный материал за его краем. Флювиогляциальные отложения характеризуются хорошей сортированностью, слоистостью, не содержат валунов и свободных карбонатов. По гранулометрическому составу они преимущественно песчаные и песчано-галечниковые.
- **Покровные суглинки** рассматриваются как отложения мелководных приледниковых разливов талых вод.

- **Лёсс** характеризуется определенным комплексом свойств. Для него свойственна палевая (светло-желтая) или буровато-палевая окраска, рыхлое сложение, мучнистость на ощупь и карбонатность.
- **Лёссовидные суглинки**, как правило, менее карбонатны, встречаются и бескарбонатные породы. В них слабее выражена мучнистость и отмечается слоистость.
- **Неоднородные (двучленные) породы.** Представляют отложения, состоящие из слоев, резко различающихся между собой в литологическом отношении. Верхняя его часть сложена песками или супесями, которые в пределах первого метра (или глубже) подстилаются мореной.

## 4. Биологический фактор почвообразования.

Роль биологического фактора в почвообразовании трудно переоценить. По существу только благодаря разнообразному воздействию живых организмов на горную породу вообще возникает почва с особым составом и свойствами, отличающими ее от почвообразующей породы.

- В почвообразовании участвуют 3 группы организмов
  - 1) зеленые растения и водоросли - первичные продуценты органического вещества;
  - 2) животные - потребители (консументы) органического вещества на разных трофических уровнях;
  - 3) микроорганизмы - разлагатели (редуценты) органического вещества.

Каждая из растительных формации характеризуется своими особенностями поступления в почву органического вещества.

## **Масштабы ежегодного опада и аккумулированной в нем энергии**

(Н.И.Базилевич, А.В.Дроздов, Л.Е.Родин, 1968; М.А.Глазовская, 1981; А.А.Титлянова, 1993).

<b>Растительные сообщества</b>	<b>Годичный опад, т/га</b>	<b>Количество энергии, поступающей с опадом, кДж/см<sup>2</sup>. год</b>
<b>Тундры</b>	<b>≈1,0</b>	<b>120-330</b>
<b>Пустыни полукустарничковые</b>	<b>1,2</b>	<b>100-200</b>
<b>Хвойные леса</b>	<b>4,5-5,5</b>	<b>400-800</b>
<b>Широколиственные леса</b>	<b>6,5-9,0</b>	<b>1000-1300</b>
<b>Луговые степи</b>	<b>15,5-33,7</b>	<b>1700-2100</b>
<b>Сухие степи</b>	<b>4,0-10,0</b>	<b>600-800</b>
<b>Тропические и субтропические леса</b>	<b>21,0-150,0</b>	<b>2900-3600</b>

# Древесная растительность

- характеризуется следующими особенностями, отражающими ее роль в биологическом круговороте веществ и, соответственно, в почвообразовании
  1. основная часть фитомассы отличается долголетием (до 100-500 лет);
  2. на долю сильно разветвленной корневой системы приходится 15-35% от общей биомассы, при этом 60-95% корней сосредоточено преимущественно в верхнем 30-сантиметровом слое почвы, хотя отдельные корни углубляются до 10 м.
  3. ежегодное отчуждение незначительной части фитомассы преимущественно в виде наземного опада.
- Для биологического круговорота в лесу характерно длительное выключение из него азота и зольных элементов, аккумулирующихся в многолетних органах деревьев и трансформация опада преимущественно на поверхности почвы с образованием лесной подстилки и разнообразных по составу водорастворимых органических, минеральных и органо-минеральных продуктов его разложения.
- В хвойных лесах, при средней зольности опада 1-2% в биологический круговорот ежегодно вовлекается 50-300 кг/га зольных элементов и азота, в широколиственных, зольность опада которых выше (2-7%) - 400-850 кг/га.

# Травянистая растительность

особенности:

1. укороченный жизненный цикл - 1-3 года;
  2. ежегодное отчуждение с опадом от 40 до 100% биомассы, богатой азотом и зольными элементами;
  3. значительная доля в составе опада корневых систем (до 90%), распространяющихся на глубину до 2-3 м (рис ). Благодаря этому основная часть опада локализуется на той или иной глубине почвенного профиля и трансформируется в условиях тесного контакта с минеральными компонентами почвы.
- Существенно уступая лесным ценозам по емкости биологического круговорота веществ, травянистая растительность заметно превосходит их по его интенсивности, а следовательно и скорости обращения отдельных элементов в цикле биологического круговорота.
  - Роль зеленых растений в почвообразовании, не ограничивается биологическим круговоротом веществ и энергии. Они принимают непосредственное участие в трансформации минеральной части почвы, в формировании ее сложения и структуры, в регулировании водно-воздушного и теплового режимов.

## ***4. Почвенные животные.***

- К числу живых организмов, обитающих в почве, принадлежит большая группа почвенных животных - простейших, беспозвоночных и позвоночных.
- Важнейшей функцией животных в почвообразовании является потребление, первичное и вторичное разрушение органического вещества, перераспределение запасов энергии и превращение части потенциальной энергии в механическую и химическую.
- В целом превращение органических веществ в почве осуществляется сложным комплексом животных и микроорганизмов, образующих так называемую детритную цепь.

## ***5. Микроорганизмы.***

- Микроорганизмы в почве представлены грибами, бактериями и актиномицетами.
- Микроорганизмы играют исключительно важную роль не только в почвообразовании, но и в функционировании биосферы вообще.

С их жизнедеятельностью во многом связаны свойства осадочных пород, состав атмосферы и природных вод, геохимические круговороты таких элементов, как углерод, азот, сера, кислород, водород, фосфор, кальций, калий, железо.

Только микроорганизмы обладают способностью доводить процессы разложения растительного и животного органического вещества до полной минерализации.

Без этого звена не могла бы существовать нормальная цикличность биологических процессов в биосфере и в конечном итоге сама жизнь.

Общее количество микроорганизмов в различных почвах по данным метода прямого подсчета. (Е.Н.Мишустин, 1972).

<b>Почвы</b>	<b>Количество микроорганизмов, млн</b>	
	<b>на 1 г почвы</b>	<b>на 1 мг азота почвы</b>
<b>Подзолы целинные</b>	<b>300-600</b>	<b>около 70</b>
<b>Дерново-подзолистые:</b> <b>целинные</b> <b>окультуренные</b>	<b>600-1000</b>	<b>200</b>
	<b>1000-2000</b>	<b>250</b>
<b>Черноземы:</b> <b>целинные</b> <b>окультуренные</b>	<b>2000-2500</b>	<b>500</b>
	<b>2500-3000</b>	<b>750</b>
<b>Сероземы:</b> <b>целинные</b> <b>окультуренные</b>	<b>1200-1600</b>	<b>2000</b>
	<b>1800-3000</b>	<b>2400</b>

## 5. Возраст почв.

- Как и всякое естественноисторическое тело природы, почва имеет определенный возраст. Фактор времени («возраст страны» по В.В.Докучаеву) имеет огромное значение в формировании и развитии почв. Различают абсолютный и относительный возраст почв.

**Абсолютный возраст** - время, прошедшее с начала формирования почвы до настоящего момента. Абсолютный возраст почв варьирует в очень широких пределах. У молодых аллювиальных почв или почв, формирующихся на свежих обнажениях пород, он исчисляется несколькими годами. Абсолютный возраст большинства современных почв северного полушария составляет тысячелетия и десятки тысяч лет.

**Относительный возраст** - термин не имеющий строго научного определения. Он используется для характеристики скорости почвообразовательного процесса, степени развития почвенного профиля или длительности периода, прошедшего с момента смены одной стадии развития почвы другой. С его помощью можно получить представление об относительной молодости, зрелости или древности почв.

## 6. Производственная деятельность человека (антропогенный фактор).

Влияние антропогенного фактора на почвообразование может быть прямым и косвенным.

- **Косвенное влияние** не связано с непосредственным воздействием человека на почву, оно проявляется через другие элементы природной среды. Так, за счет работы промышленности и транспорта в атмосферу ежегодно поступает около 1 млрд.т. кислотных агентов газового и аэрозольного характера, представленных соединениями хлора, сероводорода, сернистого ангидрида, окислами азота и аммонием. (В. А.Ковда, 1981).

Подвергаясь окислению с образованием соответствующих кислот и включаясь в глобальную атмосферную циркуляцию, они выпадают на почвы в виде кислотных осадков, способствуя их подкислению.

Строительство водохранилищ и ирригационных систем сопровождается подтоплением прилегающих территорий, в результате чего автоморфные почвы начинают функционировать в полугидроморфном или даже гидроморфном режиме.

Вырубка леса в таежно-лесной зоне является причиной заболачивания почв, как следствие уменьшения расходной статьи водного баланса.

- **Прямое влияние** на почвообразовательный процесс человек оказывает при вовлечении почв в сельскохозяйственное использование.

- Антропогенный процесс почвообразования управляется человеком и направлен с одной стороны на сохранение и поддержание изначально высокого уровня плодородия осваиваемых почв - черноземов, серых лесных, пойменных и т.д.
- С другой - на окультуривание почв с низким, по отношению к сельскохозяйственным культурам, уровнем плодородия - подзолистые, дерново-подзолистые, солонцеватые и др.

# В настоящее время в зависимости от характера изменения почв выделяют несколько групп:

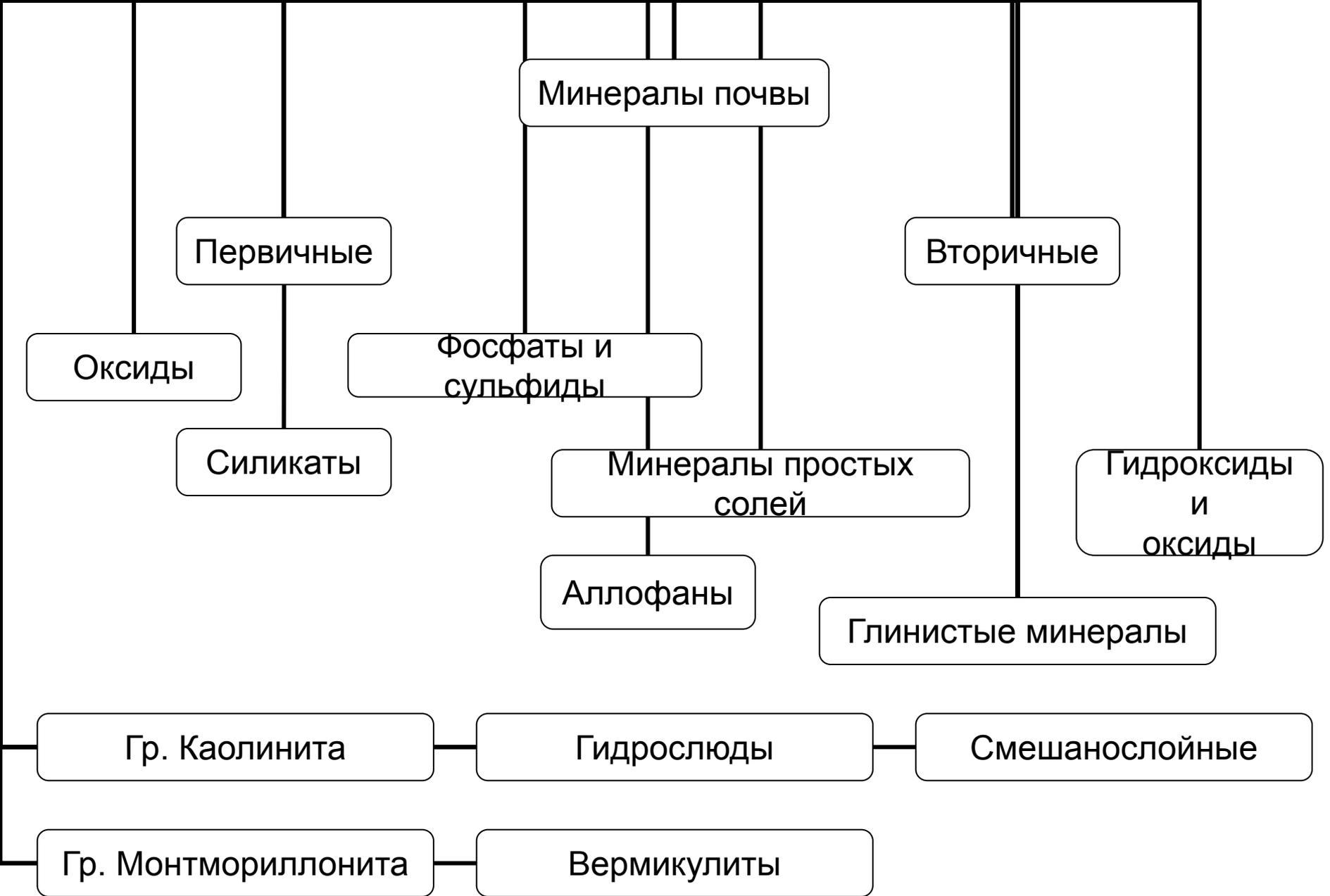
- *Освоенные* – мало отличаются от целинных, либо недавно распаханых, либо почв, которые использовались при низкой агротехнике.
- *Окультуренные* – являются переходным звеном между естественными или освоенными почвами и типом культурных почв. Освоенные и окультуренные почвы по классификации Почвенного института (1977) входят на уровне подтипов в тип подзолистых почв вместе с целинными почвами.
- *Культурные* – формируются в условиях длительного и интенсивного окультуривания. При регулярном (ежегодном) внесении больших количеств навоза и систематическом известковании почвы, как правило, утрачивают морфологический облик естественного типа и характер внутренних свойств.
- *Преобразованные* – возникают в результате коренных мелиораций (осушение, орошение, глубокого плантажирования), которые изменяют основные режимы почв, нарушают систему генетических горизонтов.
- *Антропогенные* – почвы, весь профиль которых как бы заново создается человеком в результате коренных мелиораций или это культурно-поливные почвы староорошаемых оазисов, почвы рисовых полей.
- Антропогенно-преобразованные почвы в новой классификации почв России рассматриваются как определенный этап естественно-антропогенной эволюции почв, сопровождающийся генетически обусловленным изменением режимов, процессов, строения и свойств на всех стадиях преобразований. Выделяется на уровне типа и опирается на те же принципы, что и выделение типов естественных почв.

## **Минералогический состав почв.**

**Минерал** – это природное химическое соединение или самородный элемент, образующийся в земной коре или на ее поверхности в результате природных химических реакций и имеющий более или менее постоянный химический состав, внутреннюю структуру и внешние признаки.

### **Минеральные компоненты твердой фазы почвы подразделяются на две группы:**

- **первичные минералы** - минералы магматического и метаморфического происхождения, перешедшие в состав почв из массивно-кристаллических и осадочных пород; образование их не связано с выветриванием и почвообразованием;
- **вторичные минералы** - образовались из первичных при выветривании и почвообразовании, а также из продуктов их распада и зольных элементов растений.



# Первичные минералы

## 1. Оксиды

В почвах из породообразующих минералов группы оксидов чаще всего встречаются:

***кварц, магнетит, рутил, дистен, ильменит.***

# **Кварц – SiO<sub>2</sub> – один из наиболее широко распространенных минералов изверженных и осадочных пород.**

**В пылевато песчаных фракциях почв (0,01 – 1 мм) его содержание составляет 60 – 90 %.**

- 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.**
- 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** –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – закись-окись железа. Легко подвергается процессам выветривания, содержание его в почвах обычно составляет 0,5 – 1,0%, за исключением вулканических почв, где его количество увеличивается.
- **Рутил** –  $\text{TiO}_2$  – очень устойчив к выветриванию, содержание его 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** –  $\text{FeTiO}_2$  – минерал из группы оксидов-гидроксидов. Встречается в небольших количествах во многих почвах, более присущ почвам, развитым на основных изверженных породах.
- **Дистен** –  $\text{Al}_2\text{SiO}_5$  – сложный оксид алюминия и кремния, в почвах его около 0,1–0,2%.

## 2. Силикаты

- Наибольшее распространение в почвах и породах имеют :

**полевые шпаты,  
амфиболы (роговые обманки и пироксены),  
слюды,  
хлориты**

В составе **магматических пород** преобладают полевые шпаты (около 60%), амфиболы и пироксены (около 17%), кварц (12%), слюды (около 4%), прочие (около 7%).

В **осадочных породах и почвах** преобладает кварц (40–60% и более), как наиболее устойчивый к выветриванию, затем идут полевые шпаты (до 20%), слюды (3–7%).

- Образованы солями метакремниевой  $H_2SiO_3$  и ортокремниевой  $H_4SiO_4$  кислот.
- Основной элементарной структурной единицей силикатов является **кремнекислородный тетраэдр  $SiO_4^{4-}$** , в вершинах которого расположены четыре иона кислорода, а в центре – ион кремния.

– Часть кремния может замещаться на алюминий с образованием алюмосиликатов.

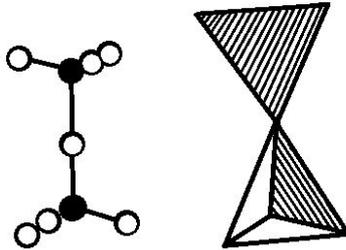
В зависимости от сочетания кремнекислородных тетраэдров образуются различные типы структур:

- островные,
- цепочечные,
- ленточные,
- листоватые,
- каркасные

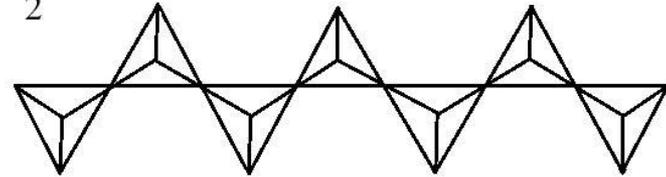
## Структурные типы силикатов.

1 - группа из двух тетраэдров, 2 – цепочка тетраэдров, 3 – лента тетраэдров, 4 – слой (лист) тетраэдров, 5 – «каркас» кремнекислородных тетраэдров. (Т.М. Перескокова, 1978)

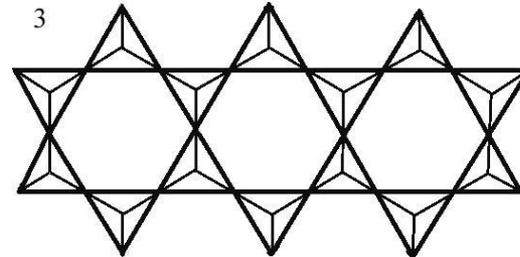
1



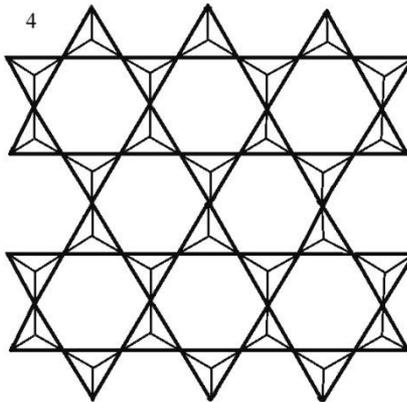
2



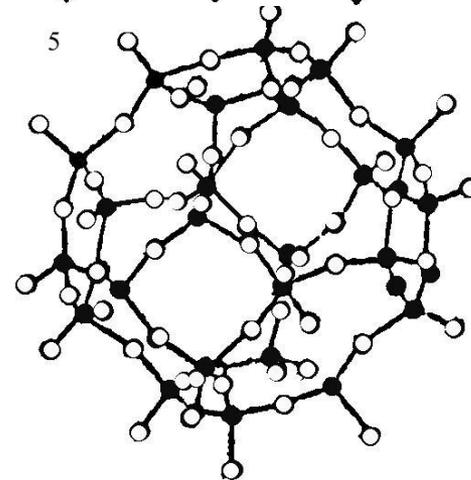
3



4



5



# Полевые шпаты - каркасные силикат.

Содержание их в изверженных породах в среднем составляет 60%.

По химическому составу полевые шпаты делятся на:

- -калиевые – **ортоклаз и микроклин**  $K[AlSi_3O_8]$ ;
- -калинатриевые – **анортоклаз** –  $(K,Na)[AlSi_2O_8]$ ;
- -плагиоклазы - состоят из изоморфных смесей **альбита**  $Na[AlSi_3O_8]$  и **анортита**  $Ca[Al_2Si_2O_8]$  в различных соотношениях.

Полевые шпаты характеризуются высоким содержанием щелочных и щелочноземельных катионов. Ортоклаз, микроклин и анортоклаз содержат до 17%  $K_2O$ , альбит и анортоклаз до 11%  $Na_2O$ , анортит – около 20%  $CaO$ . Содержание полевых шпатов в почвах может достигать 10 – 15 %, а в крупных фракциях механических элементов 30 – 40 %.

# Слюды - листоватой структуры:

- -мусковит –  $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ ;
- -биотит –  $\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  ;
- -флогопит –  $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}] \cdot (\text{OH})_2$ .

Характерная их особенность – высокое, до 10 – 12%, содержание  $\text{K}_2\text{O}$ , являющегося важнейшим элементом питания растений. Биотит также может содержать до 30%  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , флогопит – 20–30%  $\text{MgO}$ .

- **Хлориты** - слоистые силикаты - большая и сложная по составу группа минералов с симметричными двухслойными и более сложными пакетами. Химический состав хлоритов переменный, при этом отношение кремния к алюминию колеблется от 9 в минералах, являющихся собственно силикатами, до 1,25 – в типичных алюмосиликатах. Хлориты могут содержать до 30% MgO или FeO.
- **Пироксены и амфиболы** - цепочечные и ленточные силикаты. Они имеют сходный довольно простой химический состав. Чаще всего это силикаты магния либо двойные соли магния и кальция, во многих минералах кроме этого обязательно присутствует натрий. Возможны изоморфные замещения магния на железо. В некоторых случаях, в пироксены и амфиболы входит алюминий. Амфиболы в обязательном порядке содержат конституционную воду. Среди пироксенов наиболее распространен минерал *авгит*, среди амфиболов – *роговая обманка*. Общее количество амфиболов и пироксенов в почвах варьирует от 5 до 15%.
- **Оливин** – островной силикат  $(Mg,Fe)_2[SiO_4]$ . Кремнекислородные тетраэдры в оливине представляют изолированные группы, соединенные двухвалентными катионами. Такая структура не обладает устойчивостью к процессам выветривания, поэтому содержание оливина в почвах не превышает 1%.

### 3. Фосфаты и сульфиды.

Среди первичных минералов, представляющих фосфорнокислые соли, наиболее широко распространен **апатит**  $\text{Ca}_5(\text{C}_1, \text{F})(\text{PO}_4)_3$ . Содержится повсеместно во всех почвах в количестве 0,3–0,5%.

Из сульфидов в почвах обычно присутствует лишь сульфид железа –  $\text{FeS}_2$  **пирит** или его полиморфная разновидность – **марказит**, различающиеся формой кристаллов. Оба минерала легко подвергаются выветриванию, содержание составляет 0,2 – 0,5%.

# Значение первичных минералов

- - Они являются **исходным материалом** для образования вторичных минералов
- - Важным потенциальным **источником элементов минерального питания** растений:

фосфором богат апатит;

калием – слюды и калиевые полевые шпаты;

кальцием – средние и основные плагиоклазы;

железо в подвижной форме - при трансформации пироксенов, биотита, хлорита.

авгит, биотит, оливин, роговая обманка, ортоклаз и др.- являются важным источником микроэлементов – цинка, меди, никеля, кобальта.

- Первичные минералы за счет небольших величин удельной поверхности имеют очень слабую способность к обменному поглощению катионов (полевые шпаты емкость обмена составляет 1–5 мг-экв/100 г; слюды – 3–8 мг-экв/100 г; кварц - практически отсутствует).

Поэтому почвы, с высоким содержанием первичных минералов (песчаные и супесчаные), обладают **невысокой поглотительной способностью**.

- Первичные минералы оказывают непосредственное **влияние на физические свойства почвы**. При высоком их содержании почвы рыхлые, обладают высокой воздухо- и водопроницаемостью, но низкой влагоемкостью.

# Вторичные минералы

Генезис вторичных минералов связан с выветриванием и почвообразованием.

В отличие от первичных они сосредоточены преимущественно в тонкодисперсных фракциях размером  $< 0,001$  мм.

В зависимости от строения, состава и свойств различают:

- 1. минералы простых солей;**
- 2. минералы гидроксидов и оксидов;**
- 3. аллофаны;**
- 4. глинистые минералы.**

# 1. Минералы простых солей

- **Карбонаты:** *кальцит, арагонит, люблинит, ватерит* с одной и той же химической формулой  $\text{CaCO}_3$ ; *магнезит* –  $\text{MgCO}_3$ , и *несквегонит*  $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Наиболее распространен из них кальцит, представленный разнообразными формами в виде мучнистых скоплений, белоглазки, дутиков, журавчиков и т.д. Взаимодействуя с глинистыми частицами, он способен формировать сплошные сцементированные массы или карбонатные прослойки.
- **Сульфаты** - *гипс*  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . В почвах гипс образует кристаллы, зерна, друзы разной формы и величины. Сульфаты натрия представлены *мирабилитом*  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , при дегидратации которого образуется *тенардит*  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Сульфаты кальция, магния и натрия могут образовывать сложные соли – *глауберит*  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$  и *астраханит*  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ .
- **Хлориды** представлены в основном *галитом*  $\text{NaCl}$ , встречающимся в виде отдельных кристаллов и зерен или образующим солевые корки.

## 2. Минералы гидроксидов и оксидов

Типичные представители *оксиды и гидроксиды кремния, железа и алюминия*, значительно реже и в меньших количествах в почвах встречаются аналогичные соединения *марганца и титана*.

Образуются они при выветривании первичных и вторичных глинистых минералов сначала в виде гидратированных высокомолекулярных гелей, которые постепенно, в результате дегидратации и кристаллизации превращаются в оксиды и гидроксиды кристаллической структуры.

- **Гидрогель кремния** ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) по мере старения переходит в твердый гель – *опал* ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) с содержанием воды до 30%. При дальнейшей потере воды образуются кристаллические формы *халцедона и кварца*  $\text{SiO}_2$ .
- Одним из важнейших компонентов минеральной части почв, особенно влажных тропических областей является **губбит** –  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Минералы этих групп встречаются в иллювиальных горизонтах подзолистых, серых лесных почв, почв влажных тропических и субтропических областей (красноземы, ферраллиты и др.).

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.

### ***3. 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.

## ***4. Глинистые минералы***

- Минералы этой группы относятся к слоистым алюмосиликатам, с общей химической формулой  $\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  Их название связано с тем, что они, как правило, преобладают в составе глин.

### **К глинистым минералам относятся**

- 1) минералы групп каолинита,
- 2) монтмориллонита,
- 3) гидрослюд,
- 4) смешаннослоистых минералов,
- 5) 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.

# 1). Минералы группы каолинита

- Из минералов этой группы в почвах чаще всего встречаются **каолинит** и **галлуазит** с общей химической формулой  $2\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Более распространен каолинит.  
Он имеет жесткую, не расширяющуюся двухслойную кристаллическую решетку с постоянным межпакетным пространством. Это обусловлено тем, что между ОН-группами октаэдрического слоя и ионами – О-, находящимися на поверхности слоя тетраэдров, возникают водородные связи, благодаря которым и осуществляется прочная связь между пакетами.
- Межпакетное пространство каолинита недоступно для воды, в связи с чем он практически не набухает. Содержание максимальной гигроскопической влаги составляет всего 0,5-1%.
- Он обладает низкой поглотительной способностью (не более 20 мг-экв на 100г), обусловленной исключительно теми свободными связями, которые имеются на краях элементарных пакетов.
- Почвы, содержащие каолинит, характеризуются низкой емкостью катионного обмена, обеднены основаниями, меньше накапливают гумуса, характеризуются пониженным плодородием.

## **2). Минералы группы монтмориллонита**

(монтмориллонит, нонтронит, бейделит и др.).

Их еще называют минералами группы смектита ( $\text{Fe, Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , молярное отношение  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 4$ ).

- 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.
- 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 аллитных корках выветривания. Много монтмориллонита содержится в слитых почвах.

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

- Их еще называют минералами группы иллита. Эти минералы представляют собой трехслойные алюмосиликаты с нерасширяющейся решеткой, а поэтому межпакетная вода в них отсутствует.
- Емкость катионного обмена гидрослюд достигает 45–50 мг-экв на 100 г. 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). Вермикулит часто используют как компонент тепличных грунтов.

## **4). *Группа смешаннослойных минералов.***

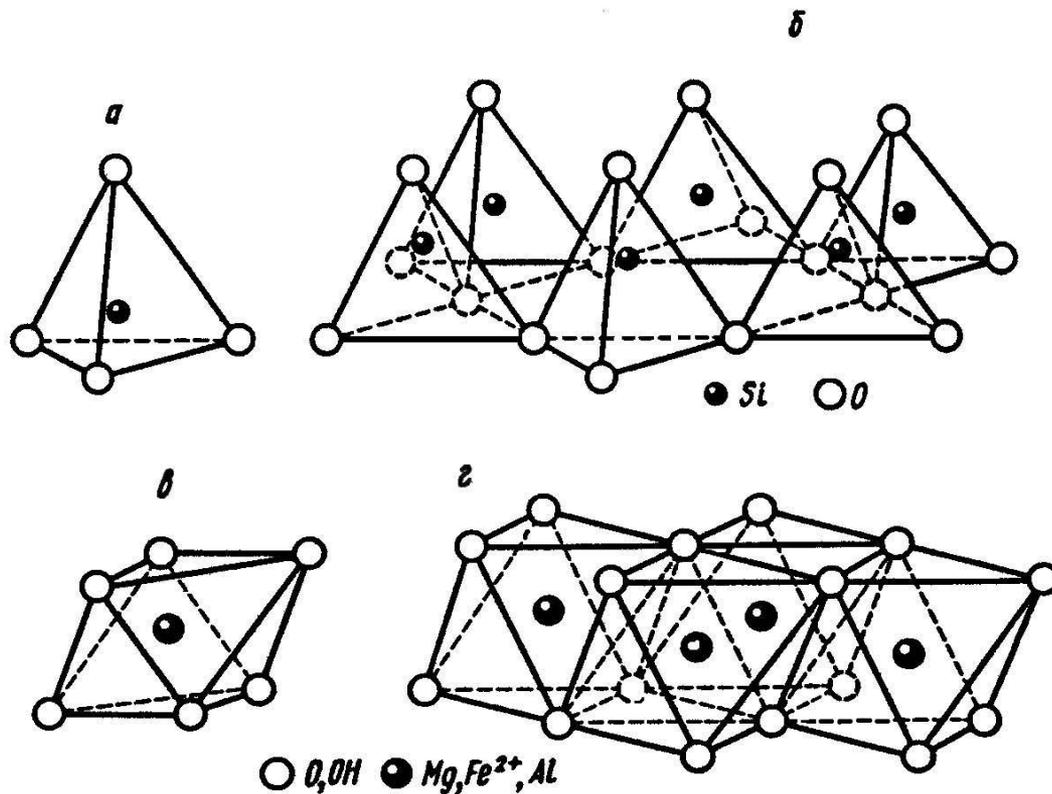
- Смешаннослойные минералы имеют кристаллические решетки, в которых чередуются слои разных минералов: монтмориллонита с иллитом, вермикулита с хлоритом и др. Соответственно составным частям они получают название — иллит-монтмориллонит, вермикулит-хлорит и др.

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.

## **5). *Минералы группы хлорита.***

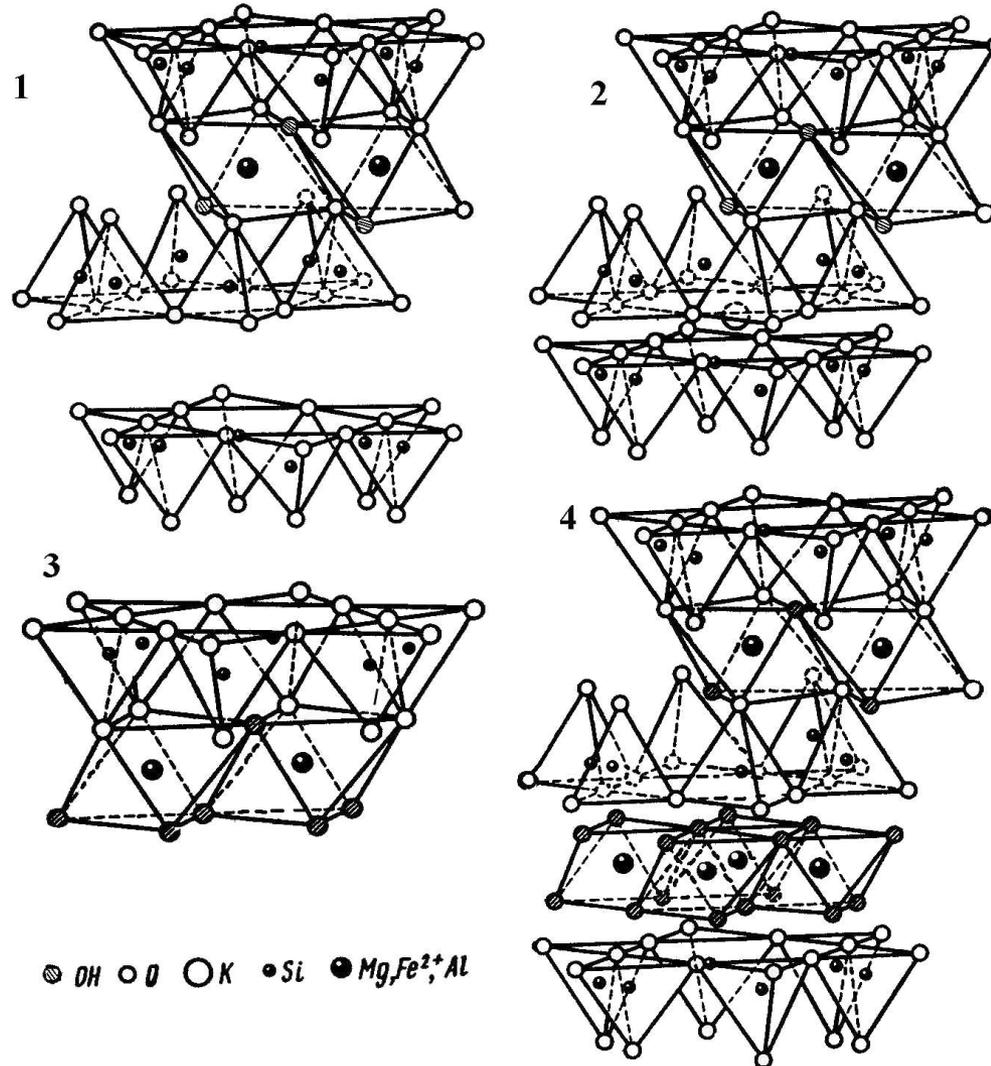
- Они имеют четырехслойную набухающую решетку. Содержат в своем составе железо, магний. Могут быть как магматического, так и экзогенного происхождения.

Схема строения тетраэдров (а) и октаэдров (в), тетраэдрических (б) и октаэдрических (г) слоев (Н.Г. Зырин, Д.С. Орлов, 1980)



Строение кристаллической решетки глинистых минералов (Н.Г. Зырин,  
Д.С. Орлов, 1980)

1 - монтмориллонит, 2 - слюда, 3 - каолинит, 4 - хлорит.



# Значение вторичных минералов.

**Вторичные минералы оказывают большое и разностороннее влияние на свойства почв и во многом определяют их плодородие.**

- Они являются важнейшим источником многих элементов минерального питания растений.

Присутствие большого количества гидрослюд является признаком богатства почв калием. В состав вторичных минералов входят такие биофильные элементы, как кальций, магний, железо.

Источником серы являются гипс, мирабилит.

Оксиды и гидроксиды железа и алюминия, многие глинистые минералы активно поглощают фосфат – ионы, что отражается на их поведении в почвах.

Соли (сульфаты, хлориды, карбонаты) оказывают большое влияние на реакцию среды и состав почвенного раствора. Их избыточное накопление приводит к засолению и осолонцеванию почв, что отрицательно сказывается на плодородии.

- Особенно велика роль глинистых минералов – на поверхности глинистых минералов происходят разнообразные реакции: сорбции, десорбции, обмена катионов, гидратации и дегидратации, взаимодействие с органическими веществами специфической и неспецифической природы, гербицидами и т.п.

- Содержание и состав глинистых минералов непосредственно определяют многие важнейшие свойства почв: емкость поглощения, буферность, водно–физические свойства (набухаемость, липкость, пластичность, фильтрацию и т.д.), обеспеченность растений доступными формами макро- и микроэлементов, способность к необменному поглощению калия и аммония. Глинистые минералы оказывают существенное влияние на деятельность микроорганизмов и активность ферментов.
- Почвы, в минералогическом составе которых преобладают минералы группы каолинита, характеризуются облегченным гранулометрическим составом, и мало набухают, имеют невысокую емкость обмена и бедны основаниями.
- Почвы, богатые минералами группы монтмориллонита, обладают высокой поглотительной способностью, но при низком содержании гумуса имеют ряд неблагоприятных агрофизических свойств. Для них характерна высокая дисперсность и слабая водопроницаемость. При увлажнении приобретают высокую липкость, сильно набухают и содержат большое количество недоступной для растений влаги, а при высыхании чрезмерно уплотняются и растрескиваются. В почвах с высоким содержанием гумуса и преобладанием гуминовых кислот минералы группы монтмориллонита образуют с последними водопрочные агрегаты и придают почвам благоприятные агрофизические свойства.

Среднее содержание химических элементов в литосфере, почвах  
в весовых процентах и организмах суши в весовых процентах на живое  
вещество (А.П. Виноградов, 1950)

<b>Элемент</b>	Литосфера	Почва	Организмы	<b>Элемент</b>	Литосфера	Почва	Организмы
<b>O</b>	47,2	49,0	70,0	<b>C</b>	0,1	2,0	18,0
<b>Si</b>	27,6	33,0	0,15	<b>S</b>	0,09	0,085	0,05
<b>Al</b>	8,80	7,13	0,02	<b>Mn</b>	0,09	0,085	$7 \cdot 10^{-3}$
<b>Fe</b>	5,10	3,80	0,02	<b>P</b>	0,08	0,08	0,07
<b>Ca</b>	3,60	1,37	0,50	<b>Cl</b>	0,045	0,01	0,04
<b>Na</b>	2,64	0,63	0,02	<b>N</b>	0,01	0,1	0,3
<b>K</b>	2,60	1,36	0,07	<b>Cu</b>	0,01	0,002	$10^{-4}$
<b>Mg</b>	2,10	0,63	-	<b>Co</b>	0,003	0,0008	$10^{-5}$
<b>Ti</b>	0,60	0,46	$8 \cdot 10^{-4}$	<b>B</b>	0,0003	0,001	$10^{-3}$
<b>H</b>	0,15	5,0	10,5	<b>Zn</b>	0,005	0,005	$10^{-4}$

Валовой химический состав некоторых почв, в % на прокаленную навеску (Н.А. Караваева, Н.А. Ногина, А.И. Ромашкевич и др.)

Почва	Глубина см	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>
Подзол, Al-Fe гумусовый на аллювиальных песках.	2-6	97,72	1,23	0,22	0,11	0,17	-	0,47	0,18	-	-	-
	18-39	95,06	3,03	0,85	0,15	0,12	-	0,60	0,19	-	-	-
	67-85	97,92	1,50	0,33	0,10	0,13	-	0,49	0,10	-	-	-
Дерново-подзолистая на покровном суглинке	2-11	80,71	9,96	2,84	1,13	0,73	1,22	2,45	0,83	0,08	0,20	0,05
	33-42	82,75	7,97	2,70	1,21	0,73	1,19	2,27	0,74	0,06	0,10	0,03
	60-87	75,90	11,84	4,51	1,14	1,31	1,07	2,79	0,81	0,06	0,14	0,02
Чернозем типичный на желто-буром суглинке	0-26	68,73	13,98	6,46	2,71	2,85	1,66	2,58	-	0,18	0,19	0,18
	57-67	67,91	14,12	6,87	3,05	3,05	1,62	2,28	-	0,15	0,14	0,09
	80-90	67,97	14,48	7,09	2,75	3,61	1,51	2,33	-	0,15	0,12	0,09
Серо-бурая пустынная на третичных глинистых отложениях.	0-8	73,37	12,89	4,12	0,63	3,71	2,17	2,21	0,38	0,08	0,14	1,33
	20-30	50,91	4,68	4,81	2,65	2,36	1,56	1,10	0,38	0,03	0,07	30,17
	35-65	48,75	1,86	6,30	2,24	3,82	1,07	1,49	0,54	0,03	0,06	33,76
Краснозем на элювии андезитобазальта	0-20	41,1	33,2	19,3	0,80	1,87	0,32	0,51	-	0,21	-	-
	35-40	38,6	33,7	23,8	0,63	2,0	0,11	0,15	-	0,16	-	-
	150-200	39,3	34,2	22,9	0,62	2,0	0,11	0,20	-	0,16	-	-

## Распределение калия по различным резервам в почвах, мг/100 г почвы

Почва	Глубина, см	Резерв			
		Непосредственный	Ближний	Потенциальный	Общий
Дерново-подзолистая	0-10	7	236	1408	1651
	48-56	9	378	1273	1660
Чернозем типичный	0-10	14	622	1082	1718
	70-80	15	671	950	1636

## Среднее содержание микроэлементов в некоторых почвообразующих породах (В.А. Ковда, 1973)

Породы	Mn	Co	Cu	Zn	B	Mo	I
Основные магматические	2200	45	140	130	5	1,4	0,5
Кислые магматические	600	5	30	60	17	1,9	0,4
Сланцы	670	23	57	80	100	2,0	1,0
Морские глины	до 8000	до 38	до 130	50	230	0,7-9	до 200
Лессы и лессовидные суглинки	500	15	25	70	50	3,3	0,7-1,1
Озерно-ледниковые тяжелые суглинки и глины	800	10	25	54	–	–	1,0
Покровные суглинки	600	10	23	49	18	3,1	0,9-1,0
Суглинистая морена	600	9	20	47	22	2,9	0,9
Супесчаная и песчаная морена	350	6	12	28	20	0,8	0,1
Пески флювиогляциальные, озерные и древнеаллювиальные	200	2	5	14	10	0,8	0,1

## Микроэлементы в почвенных процессах (В.А. Ковда, 1973)

Процесс	Почвы или почвенные образования	Накапливающиеся микроэлементы
Малый биологический круговорот	Растительный опад	Mo, Zn, Cu, Co, B, J, Br, Se, Ni, U, Ba, Mn, Sr, V
Синтез гумуса	Гумусовые вещества	B, J, Mn, Co, Cu, Mo, Zn, Ni, Pb, Br, F
Образование глины и синтез коллоидов	Высокодисперсная часть почвы	Mn, Cu, Co, V, Cr, Ni, Mo, Li, Rb, Cs, Ba, Sr, Pb, Zn, Mn, V, J, B
Иллювиирование	Иллювиальные горизонты	Cu, Ni, Co, V, Cr, Zn, Mo, B
Оглеение	Глеевый горизонт	Mn, Co, Cu, V
Засоление	Солончаки	B, J, F, Li, Rb, Cs, Zn, Co

## Распределение искусственных радионуклидов в профиле некоторых типов почв, % (С.П. Росянов, В.К. Виноградов и др., 1964)

Глубина, см	Дерново- подзолистая супесчаная		Чернозем		Черноземно- луговая		Каштановая		Краснозем		Дерново- луговая	
	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>137</sup> Cs
0-1	14,5	52	33,6	67	27,0	61	20,7	42	30,0	75	34,0	44
1-3	15,3	43	29,2	25	32,5	32	18,0	58	12,6	25	23,0	40
3-5	2,6	5	11,4	8	16,5	7	14,4	-	11,5	-	7,4	16
5-7	9,7	-	6,4	-	4,3	-	5,8	-	9,2	-	8,9	-
7-10	13,0	-	6,2	-	7,7	-	7,5	-	5,2	-	5,4	-
10-15	21,7	-	4,4	-	4,7	-	13,4	-	11,5	-	9,2	-
15-20	15,8	-	2,9	-	4,0	-	9,3	-	8,6	-	7,4	-
20-25	19,6	-	3,7	-	3,4	-	7,2	-	5,7	-	5,4	-
25-30	1,3	-	2,2	-	2,7	-	5,2	-	5,9	-	5,4	-

Поглощение  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  почвами и их отдельными фракциями  
(Е.К. Юдинцева, И.В. Гулякин, 1968; 1970)

Почвы и фракции механических элементов, мм	Общий гумус, %	Поглощение, %			
		до сжигания гумуса		после сжигания гумуса	
		$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{90}\text{Sr}$	$^{137}\text{Cs}$
Чернозем					
Почва целиком	5,04	97,2	99,7	72,4	97,7
0,25-0,05	0,32	93,8	98,0	8,5	98,2
0,05-0,01	4,26	97,8	99,4	51,6	98,9
0,01-0,005	7,31	97,3	99,5	64,4	99,1
0,005-0,001	11,71	97,8	99,7	83,6	99,4
< 0,001	8,61	98,4	99,8	87,5	99,8
Дерново-подзолистая					
Почва целиком	1,60	89,4	99,2	83,6	99,4
0,25-0,05	нет	77,1	98,7	13,2	96,0
0,05-0,01	0,60	89,8	99,4	21,2	97,7
0,01-0,005	1,26	95,2	99,4	25,5	97,6
0,005-0,001	4,30	97,1	99,7	68,8	99,2
< 0,001	5,50	97,5	99,7	87,6	99,5