

МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ТЕМА **5.** Методы экологических
исследований почв

Почва – четвертое царство природы.

Почва - дороже золота. Без золота люди прожить смогли бы. А без почвы – нет.

В.В. Докучаев



Часть 1

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ

Своеобразие почвы, как объекта изучения

Природные особенности

Экологические следствия

1. Понятийные и физические границы почвы размыты.

Изучается набор объектов от минеральных до органических, от субэзральных до субаквальных, от естественных до искусственных, от совсем «юных» до совсем «древних» и т.п.

2. Состав почвы исключительно неоднородный: раствор,

почвенный воздух, твердая фаза, живые организмы и все эти составляющие в свою очередь состоят из различных компонентов; структурная организация чрезвычайно сложная: от элементного состава до почвенного покрова.

Своеобразие почвы, как

объекта изучения

3. Строение одновременно и дискретное и континуальное.

Разнообразие форм бесконечное. Развитие непрерывное и бесконечное. Развивается почва, как за счет внутренних процессов саморазвития, так и под влиянием меняющейся среды. Былые признаки наследуются и трансформируются. В случае уничтожения почва в том же виде не восстанавливается. Характерное время формирования признаков – от дней и месяцев до тысяч и миллионов лет.

4. Географический диапазон – от Арктики и Антарктиды до экватора. В каждой конкретной обстановке – свои особенности почвенного покрова, почва строго географическое природное тело.

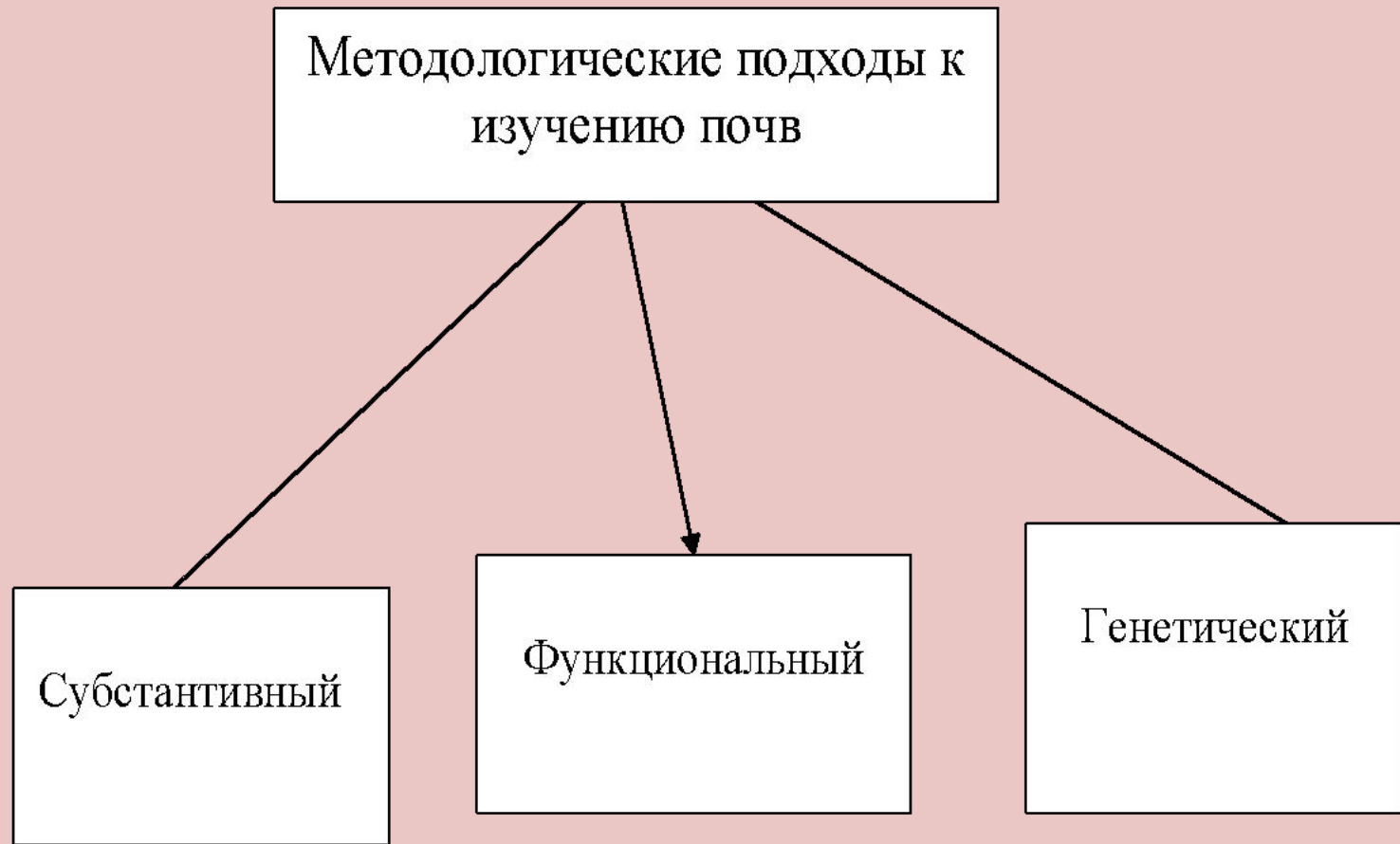
Своеобразие почвы, как объекта изучения

5. Разнообразие экологических функций, при этом главная глобальная биосферная функция почвенного покрова – обеспечение жизни на Земле.

6. Формируется почва сотни и тысячи лет, а уничтожена, может быть практически мгновенно.

7. Почвы и почвенный покров являются банком информации о прошлом географической оболочки и часто позволяют прогнозировать ее будущее.

Методологические подходы (направления) к изучению почв



Субстантивный подход

Изучается состав и структурная организация почвы. С помощью обширного арсенала методов – как собственно почвенных, так и заимствованных из других наук проводятся разнообразные исследования, которые позволяют получить ответы на следующий перечень вопросов: *из чего состоит почва, на какие компоненты она разделяется (педы, морфоны, подгоризонты, горизонты и т.д.), каков вещественный состав почвенной массы в целом и каков вещественный состав отдельных ее фрагментов (кутаны, затеки, поверхностный слой, середина, внутренняя часть структурной отдельности и т.д.), как организовано вещество в почвенном теле.*

Применение комплекса методов позволяет максимально однозначно и объективно охарактеризовать исследуемый объект. **Результаты исследований имеют количественное выражение** и могут быть воспроизведены практически любое необходимое количество раз и выполнены с любой повторностью. Полученные данные характеризуют почву на какой-то определенный фиксированный момент времени. К ее изучению, имея отобранные образцы можно вернуться через любой промежуток времени и применить новые методы исследования, но это будет то же самое состояние объекта – на момент отбора образцов.

Для получения исчерпывающего ответа достаточно изучить только сам объект, **изучение других компонентов ландшафта (факторов почвообразования) в принципе не требуется.** В рамках субстантивного подхода исследователь получает объективную воспроизводимую характеристику статического состояния почвы на конкретный фиксированный момент времени. Позволяет сопоставлять различные виды почв.

Субстантивный подход максимально свободен от гипотез и обладает определенными **возможностями для прогноза** – по ограниченному набору свойств вновь изучаемых почв можно по аналогии с хорошо изученными почвами предсказывать еще не известные свойства этих новых почв.



Функциональный подход

Изучает жизнь почв, т.е. процессы, протекающие в них в настоящее время и дает возможность ответить на следующие вопросы: как живет почва, как происходит обмен веществом и энергией внутри почвы и между почвой и другими компонентами ландшафта. Изучается не фиксированное мгновение в жизни почвы, а определенный период, ограниченный началом и концом наблюдений. При этом изучается не только сам объект, т.е. почва, но так же потоки вещества, энергии и информации, поступающие в почву извне, а также из почвы в окружающую среду. Исследуются и другие компоненты ландшафта (факторы почвообразования).

- При этом подходе так же возможно использование всего арсенала точных методов исследования, а результат **выражаться мерой и числом** и не зависеть от личности исследователя, т.е. быть объективным. Трудности получения однозначного объективного результата имеют не принципиальный, а технический характер. Исследования могут быть выполнены с любой повторностью, но в принципе невозможны заново. Любое повторение исследований даже на том же месте и в те же сроки будет характеризовать уже новый период в жизни почвы.
- Подход может быть свободен от гипотез. Элементы гипотезы, присутствующие в нем, в большинстве случаев в настоящее время порождены не принципиальными, а техническими причинами. Поскольку изучается дискретная последовательность состояний, а результат выражается непрерывностью, «пустоты» заполняются гипотетически и в принципе могут быть исключены при внедрении методов непрерывного слежения.
- Основной тип прогноза – ответы на вопросы: как будет жить почва в будущем при неизменном состоянии факторов почвообразования. Какие изменения в составе и организации почвы могут произойти в результате активного накопления новых свойств под влиянием прогнозируемого функционирования. Прогноз может быть направлен как будущее, так и в прошлое.



Генетический подход

Отвечает на вопросы: каким образом сформировалась почва, какие механизмы и процессы привели к появлению наблюдаемых свойств, какие стадии прошла почва в своем развитии (и последующей эволюции) от зарождения до момента наблюдения, как будет меняться почва в дальнейшем при изменении факторов почвообразования и (или) при их стабильном состоянии.

- Принципиальное отличие генетического подхода от двух первых заключается в том, что процесс формирования и эволюции почвенного профиля обычно в большинстве случаев экспериментально изучить не представляется возможным. Этот процесс уже прошел, он длился сотни, тысячи и десятки тысяч лет. Воспроизвести его физически невозможно. Можно построить только его гипотетическую концептуальную модель. Независимо от степени обеспеченности этой модели объективными фактическими материалами, основным инструментом ее построения всегда остается гипотеза, высказываемая исследователем. Даже если использовать компьютерные программы для построения таких моделей, то алгоритмы, правила построения для них будет составлять ученый и суть дела не изменится. Поэтому генетическая концепция – всегда есть продукт умственной деятельности и результат всегда в какой-то мере субъективен и в принципе неоднозначен. При этом возможно построение альтернативных конкурирующих гипотез, базирующихся на одних и тех же исходных фактических данных. Проверка правильности этих гипотез осуществляется при появлении принципиально нового фактического материала обеспечивающего новые аргументы, что подразумевает и появление новых гипотез.
- Критерием превращения генетической концепции из гипотезы в теорию является отсутствие фактических данных противоречащих концепции, и точность сделанных на ее основании прогнозов. Вместе с тем, теория вновь может трансформироваться в гипотезу при появлении противоречащих ей принципиально новых фактов, которые с ее помощью не удастся объяснить.
- Каково соотношение этих подходов и области их применения?



Источникам информации при изучении почв и почвообразовательных процессов

Природные источники	Экологические выводы
1. Изучение вещественного состава и материальных свойств почвенных тел.	
2. Изучение закономерностей распределения почв на поверхности земного шара, сопряженное с факторами и условиями почвообразования.	
3. Непосредственное изучение почвообразовательных микропроцессов и их сочетаний – почвенных режимов, – включая явления обмена веществами и энергией между почвой и другими природными телами и поступление, превращения и отдачу радиационной энергии.	
4. Моделирование почвообразовательных процессов (в особенности микропроцессов и элементарных почвенных процессов) в лабораторных и полевых опытах.	

Принципы исследования почв

- 1. профильное их изучение**
- 2. непрерывность в исследовании профиля почвы.**
- 3. одновременного сопряженного изучения процессов явлений обмена веществами между почвой и другими природными телами.**
- 4. изучение и измерение признаков и свойств почв в их изменчивости во времени.**
- 5. статистическое изучение варьирования изучаемых свойств и состава почвы в пространстве (разобраться в сущности этих отдельных микропроцессов, но и в их взаимной связи)**
- 6. комплексность исследований (обмен веществами и энергией) между почвой и другими природными телами).**
- 7. количественного (мера и масса) выражения результатов исследования.**



Часть 2

МЕТОДЫ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методика (метод) измерений -

- совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.
- (Федеральный закон от 26.06.2008г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», статья 2, определение 11).

- Как указано в части 1 статьи 5 Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»: «В соответствии с Федеральным законом от 26.06.2008г № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным методикам (методам) измерений, за исключением методик (методов) измерений, предназначенных для выполнения прямых измерений, с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку».
- Аттестованные методики (методы) измерений регистрируются в ФЕДЕРАЛЬНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ФОНДЕ по обеспечению единства измерений.
- Разработка методик осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».

Метрологическая экспертиза методики измерений -

- анализ и оценка выбора методов и средств измерений, операций и правил проведения измерений, а также обработки их результатов в целях установления соответствия методики измерений предъявляемым к ней метрологическим требованиям. (ГОСТ Р 8.563-2009, раздел 3, термин 3.3).

- (рекомендуемая форма)
- Бланк юридического лица

- И.о. директора ФГУП «ВНИИМС»
 - Ф.В. Булыгину
- 119361, Москва, ул. Озерная, 46

- № дата

- Заявка

- Прошу аттестовать методику измерений _____
- _____
- (наименование методики)
- относящуюся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (вне сферы государственного регулирования).
- Приложение:
 - 1. Проект документа, регламентирующий методику измерений.
 - 2. Материалы теоретического исследования методики измерений.
 - 3. Программу и результаты экспериментальных исследований.
- Оплату проведения работ гарантируем.
- _____
- _____
- Руководитель _____ наименование юридического лица
- _____
- _____ подпись
- _____
- _____ ициалы, фамилия
- _____
- Исполнитель ФИО
- Тел
- e-mail
- _____

- (рекомендуемая форма)
- Бланк юридического лица
 - И.о. директора
 - ФГУП «ВНИИМС»
 - Ф.В. Бульгину
- 119361, г. Москва, ул. Озерная, д.46
 - № дата

• Заявка

• Прошу зарегистрировать в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений методику (метод) измерений

• _____
(наименование методики)

• Приложение:

• 1. Методика (метод) измерений _____
(наименование методики)

• 2. Копия свидетельства об аттестации методики (метода) измерений
№ _____ от _____.

• Руководитель _____

• _____
наименование юридического лица

• _____
подпись

• _____
инициалы, фамилия

• Исполнитель ФИО

• Тел

• e-mail

Аттестация методик измерений -

- исследование и подтверждение соответствия методик измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.
- (ГОСТ Р 8.563-2009, раздел 3, термин 3.2).

Аккредитация экологической лаборатории

- Аккредитация – обязательная процедура, позволяющая заинтересованным организациям подтвердить соответствие оказываемых профильных услуг установленным параметрам и действующим стандартам. Результатом ее прохождения является официальное подтверждение, свидетельствующее о высокой компетентности заявителя в указанной профильной сфере.

Аттестация экологической лаборатории

включает в себя такие этапы:

- 1) Подача заявки и комплекта документов в Федеральную службу по аккредитации.
- 2) Проверка уполномоченным органом комплектности представленной документации, выбор и передача полномочий по проведению оценочных работ одному из экспертных центров.
- 3) Согласование с Росаккредитацией состава экспертной комиссии (проводится на договорной основе за счет заявителя).
- 4) Проведение экспертной организацией проверки всей документации и общего оценивания экологической лаборатории по месту ее расположения.
- 5) Формирование экспертной комиссией на месте пакета документов по результатам проведенной экспертизы и оценивания с последующей его передачей в Федеральную службу по аккредитации.
- 6) Издание приказа (при положительном решении уполномоченного органа) об аккредитации и оформление аттестата.

Типы лабораторий:

- *Аналитические и химические*
- *Испытательные*
- *Строительные*
- *Экологические*
- *Грунтовые*



Оценка Воздействий на Окружающую Среду (ОВОС).

- Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) формировался как интегрированный системный процесс. Концепция ОВОС была впервые введена в США, с принятием Закона о национальной политике в области охраны окружающей среды 1969 года.
- *ОВОС, как правило, используется для выявления отрицательного воздействия планируемого **проекта** на окружающую среду до его одобрения и реализации, а также для планирования соответствующих мер по сокращению или предотвращению такого воздействия.*

1. Сравнительно-географический метод

- **в сопряженное изучение почв и факторов их образующих, в установлении связи существования определенных типов почв, обладающих определенными свойствами и составом, с определенными географическими условиями.**

Со времён В.В. Докучаева этот метод был главным в почвенных исследованиях. Например, роль климата, как одного из самых мощных факторов почвообразования, была впервые установлена В.В. Докучаевым именно на основе применения этого метода, а так же выделены основные типы почв. Было уловлено наличие связей между определенными типами почв и определенными географическими условиями.

В настоящее время сравнительно-географический метод превращается в **метод сравнительно-генетический**, основанный на синтезе результатов полученных другими методами (сравнительно-аналитическими, стационарными, моделирования).

Сравнительно-аналитический (профильный) метод

Изучение почвы начиная с поверхности и на всю глубину последовательно по генетическим горизонтам вплоть до материнской породы и сопоставлении вещественного состава и свойств твердой фазы каждого из почвенных горизонтов, с одной стороны, и материнской породы – с другой.

Это позволяет выявить изменения в твердой фазе возникшие в результате почвообразования, т.е. в результате как превращения веществ, входящих в состав почвы, так и их передвижение в почве. Эти изменения служат основой для суждения о природе процессов почвообразования.

- Сопоставлять можно не только разные части профиля одной почвы, но и почвенные профили разных почв. Разновидностью профильного метода является **траншейный метод** позволяющий выявить изменения в строении почвенного профиля в горизонтальном направлении.

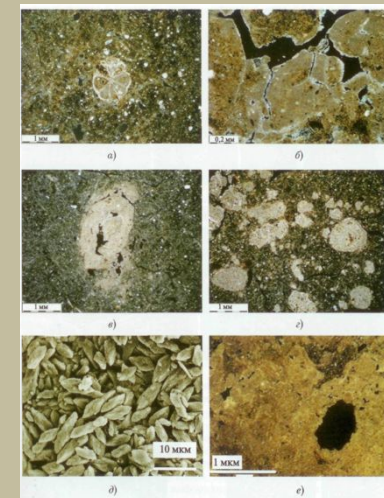
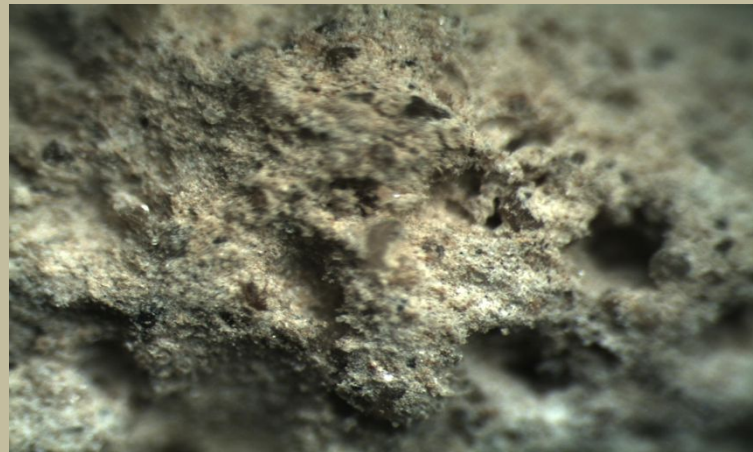
Морфологический метод

составляет основу полевой диагностики почв. В почвоведении широко используются все три вида морфологического анализа:

макроморфологический при изучении почвы невооруженным глазом характеристика внешних особенностей генетических горизонтов по следующим показателям: цвет, структура, гранулометрический состав, определенный органолептическим методом, плотность сложения, пористость, различные новообразования (конкреции, выделения солей, стяжения карбонатов, кремнеземистая присыпка и т. д.). Их оценка позволяет высказать ряд предположений о качественных отличиях этих горизонтов по химическому составу, в особенности в отношении аккумуляции органического вещества, миграции и сегрегации оксидов железа и марганца, присутствия и распределения по профилю карбонатов, гипса, легкорастворимых солей. Наличие и состояние различных новообразований железа, карбонатов, скоплений солей свидетельствует о многих явлениях миграции и превращения веществ, совершающихся в почве на протяжении истории ее развития, например современном или палеогидроморфизме.

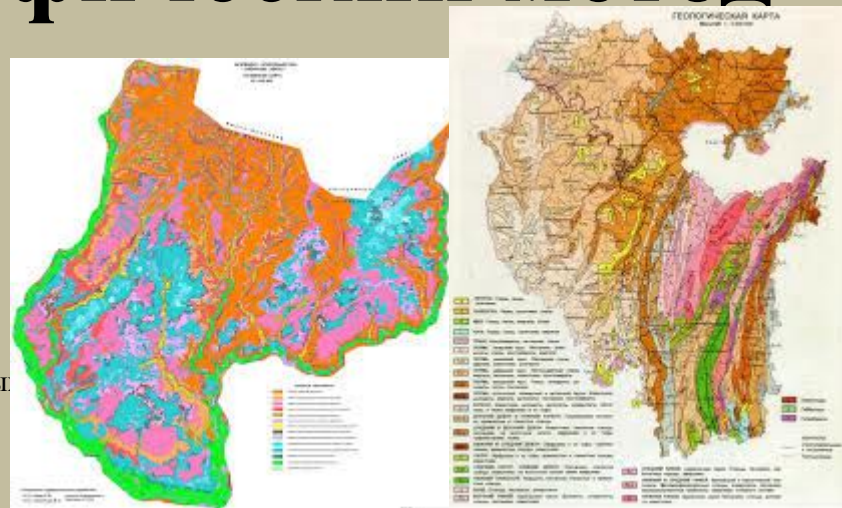
мезоморфологический с применением лупы. Позволяет получить более детальную картину внешнего облика почвы и обнаружить те детали, которые не видны невооруженным глазом: характер агрегатной пористости, признаки деградации структуры, примазки и пленки соединений железа, органического вещества, мельчайшие выделения карбонатов и другие детали.

микроморфологический с помощью микроскопов вплоть до электронного микроскопа. Он позволяет обнаружить признаки ориентирования и передвижения глины, натечные образования, присутствие мельчайших конкреций и стяжений не видимых под лупой. С помощью микроморфологии можно изучить внутреннее строение конкреций всех размеров и состава, организацию почвенного материала внутри структурных отдельностей и между ними, характер и локализацию агрегатных пор и т. д.



Картографический метод

способ изображения в пространстве размещения почв и их сочетаний. Для этого на основании полевых изысканий составляются почвенные карты различных масштабов, начиная с детальных карт которые составляются для опытных полей, питомников, опытных станций и имеют масштаб 1:200-1:5000 и заканчивая обзорными картами масштаба 1:2 500 000 и мельче отражающих почвенный покров крупны природных регионов, государств, материков. В последнее время широкое распространение получило почвенно-ландшафтное картографирование, продуктом которой является почвенно-ландшафтная карта, которая содержит информацию о почвах, структуре почвенного покрова, геоморфологических, литологических, гидрогеологических, микроклиматических и геохимических условиях ландшафтов и их элементов, а также характеристику флоры и фауны. Разновидностью картографического метода является **метод почвенных ключей** основанный на детальном генетико-географическом анализе небольших репрезентативных участков-ключей и интерполяции, полученных таким путем результатов на крупные территории с однотипной структурой почвенного покрова.



Стационарный метод

непосредственном прямом изучении почвенных процессов и режимов на относительно небольшом однородном участке почвы (стационаре) в течение более или менее длительного отрезка времени (вегетационный сезон, год, несколько лет). Как правило, это многолетние исследования (около 10 лет и более), что позволяет охватить наблюдениями разные сочетания погодных условий. Наблюдения ведут через заданные промежутки времени. Основная задача стационарных исследований – познание сущности процессов протекающих в почве и их количественная характеристика. Для этого осуществляется изучение водного, теплового, газового, солевого, окислительно-восстановительного режимов, состава и концентрации почвенного раствора, состава некоторых компонентов коллоидного комплекса, изучаются микробиологический и ферментативный режимы почвы, особенности функционирования почвенной фауны, поступление и минерализацию органического вещества и другие процессы и явления составляющих в своей совокупности собственно почвообразование. Критерий возможности полного изучения режима какого-либо компонента почвы – возможность нахождения полного баланса этого компонента.

- Для того чтобы установить и количественно охарактеризовать режим какого-либо компонента, необходимо периодически измерять его содержание и одновременно дать количественную характеристику новообразованию этого компонента, его поступлению в почву, расхода из нее и превращения в другие соединения. Практическое осуществление этой задачи часто наталкивается на серьезные трудности – принципиальные и технические.
- Главная принципиальная трудность заключается в том, что в почве одновременно совершается очень большое количество разнообразных процессов. Современное состояние науки не обеспечивает нам возможности даже распознавания и тем более характеристики очень многих образующихся в почве соединений, а также явлений их превращения и трансформации: распад, новообразование, переход в другую форму, вынос или усвоение живыми организмами. Даже в таком простом казалось бы явлении как режим диоксида углерода в почвенном воздухе мы сталкиваемся с такими одновременно идущими явлениями: новообразование CO_2 (дыхание корней и почвенных животных, микробиологическое разложение органических остатков), выделение CO_2 из почвенного раствора, поглощение CO_2 почвенным раствором, выделение CO_2 из почвы в атмосферу, поглощение CO_2 грунтовыми водами и обратное выделение из них. Вычленив каждое из этих явлений и дать ему количественную характеристику пока невозможно, поскольку отсутствуют соответствующие методы. Поэтому приходится ограничиваться лишь периодическим определением содержания CO_2 в почвенном воздухе и количественными определениями выделения CO_2 в атмосферу.

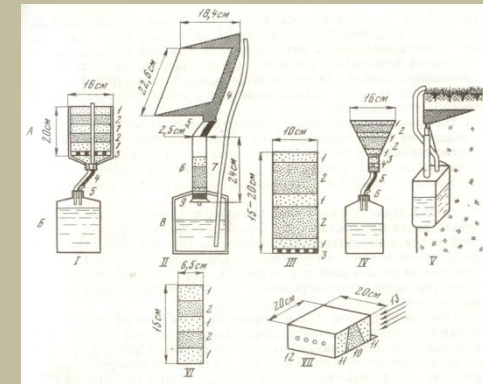
Метод моделирования

- Под моделированием почвенных процессов понимается искусственное экспериментальное воспроизведение в контролируемых условиях различных явлений и процессов, которые происходят или в принципе могут происходить в почвах. Эксперимент может выполняться как в лабораторных, так и в полевых условиях, при этом почва может иметь как нарушенное, так и естественное сложение. Для этого используют различные сосуды, колонки, почвенные монолиты. Вполне очевидно, что при прочих равных условиях полевым опытам всегда следует отдавать предпочтение перед лабораторными экспериментами, поскольку задача заключается в изучении сущности процессов и явлений происходящих в почвах находящихся в природной обстановке.
- Вторая стадия моделирования - выделение влияния на установленный и исследованный микропроцесс других сопутствующих ему микропроцессов или изменения тех или иных условий. В отношении примера с натрием это может быть изменение реакции среды, иное содержание гумуса в почве или другой гранулометрический состав и т.д.
- Постепенно усложняя такие модельные опыты и вводя в них отдельные факторы или сопутствующие микропроцессы один за другим в различных сочетаниях, можно выяснить сначала изолированное, а затем и совместное действие изучаемых факторов и условий.
- Моделирование почвенных процессов всегда должно состоять из нескольких постепенно усложняющихся стадий, вплоть до почвенного монолита в лаборатории, а затем и изолированного с боков монолита, остающегося связанным с грунтом или нижними слоями почвы в естественной обстановке.
- **Лабораторные опыты** имеют свои преимущества. Во-первых, в лабораторном опыте легко создать однородную почвенную массу и исключить тем самым пространственное варьирование состава и свойств почвы.
- Во-вторых, можно создать строго определенные условия проведения эксперимента: влажность, температура, реакция среды, создать стерильные условия или наоборот внести в почву определенную группу микроорганизмов, удалить органические остатки или внести их определенную дозу, в течение довольно короткого времени пропустить через почву несколько годовых норм осадков и т.д. Все это **значительно упрощают условия эксперимента, позволяет проводить его быстрее, вычленять действие необходимого фактора и получать, поэтому более точные результаты.**
- Но, например, при моделировании процесса рассоления в насыпных колонках создается исключительно инфильтрационный (фронтальный) тип передвижения влаги и полностью исключается ее инфлюкционное передвижение, т.е. движение по трещинам, которое в природных условиях обычно преобладает. В результате этого в насыпных колонках происходит довольно быстрое вымывание солей и рассоление почвы. Это **совершенно не соответствует реальным природным условиям**, особенно при тяжелом гранулометрическом составе почвы, когда влага, просачивающаяся преимущественно по межструктурным трещинам, слабо затрагивает соли, содержащиеся внутри агрегатов.

Лизиметрический метод

Метод, используемый для изучения миграции веществ в почвах в природных условиях при помощи специальных устройств – лизиметров. **Лизиметр – прибор или стационарное сооружение для учета и сбора влаги (почвенного раствора), профильтровавшегося через почву.** Существуют различные конструкции лизиметров: лизиметры-контейнеры с бетонированными стенками и дном, лизиметры-монолиты с изолированными стенками, лизиметры-воронки. В этих случаях собирается и анализируется почвенный раствор, профильтровавшийся через почвенный горизонт или систему горизонтов.

Расширенным вариантом лизиметрического метода служит метод стоковых площадок: площадь определенного размера окружается до некоторой глубины, желательно до относительно водоупорного горизонта, водонепроницаемой стенкой в траншее. На стоковых площадках изучают поверхностный и внутрипочвенный сток, эрозию почвы.



Дистанционный

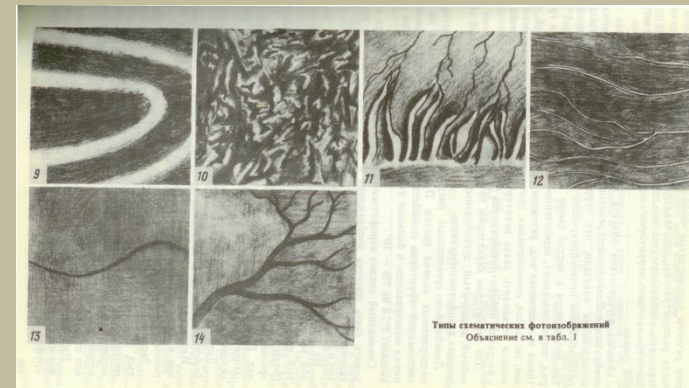
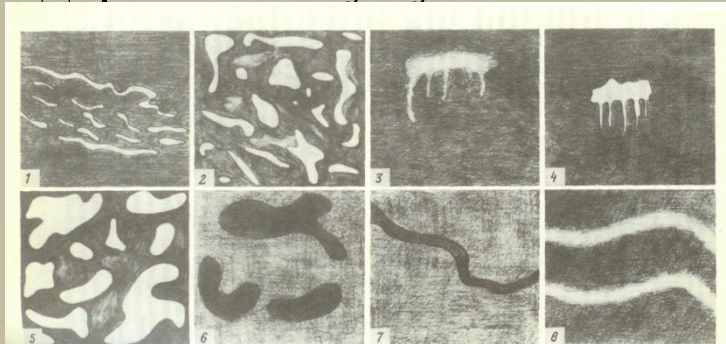
аэрокосмический метод

Данный метод заключается в инструментальное или визуальное изучение космических или аэрофотоснимков земной поверхности, полученных в разных диапазонах спектра и с разной высоты.

Эта информация используется для изучения почвенного покрова и составления почвенных карт, оценки земельных ресурсов. Космическая съемка позволяет видеть одновременно почвенный покров на очень больших территориях и тем самым обеспечивает объективность генерализации его состава и строения в целях почвенно-географического районирования и систематизации структур почвенного покрова. При этом достигается большая степень точности почвенных карт. С помощью этого метода, проводя съемку в разные периоды, можно получать оперативную информацию по динамике ряда важных почвенных параметров – влажности, плотности, засоленности, содержанию гумус



Рис. 2. Синтезированный космический снимок долины нижнего течения р. Вайдай и прилегающей мерзлотной равнины, расчлененной его притоками (Андроновков, 1979). Мб 1:40000



Метод меченных атомов (радиоизотопный индикаторный метод)

- Метод основан на использовании радиоактивных и стабильных изотопов в качестве метки какого-либо элемента, что позволяет проследить за движением и превращением этого элемента в почвах и растениях. Соотношение различных изотопов в почвах, например $^{12}\text{C}:^{14}\text{C}$, используется для определения возраста почв.



Часть 3

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вид измерений почв:

- Методики радиационного контроля
- Биологические и биомедицинские измерения
- Физико-химические измерения

- БЛАНК ОПИСАНИЯ ПОЧВЫ
-
- « ____ » _____ 19 ____ г.
- (месяц прописью)
- 1. Разрез №

- 2. Адрес

- 3. Общий рельеф

- 4. Микрорельеф

- 5. Положение разреза относительно рельефа и его экспозиция _____
- 6. Растительный покров

- 7. Угодье и его культурное состояние

- 8. Признаки заболоченности, засоленности и другие характерные особенности _____
- 9. Глубина и характер вскипания от соляной кислоты:
слабо

- бурно

- 10. Уровень почвенно-грунтовых вод

- 11. Материнская и подстилающая порода

- 12. Название почвы

- СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЙ ТАЛОН
-
- 1. Дата и час отбора пробы

- 2. Адрес

- 3. Номер участка

- 4. Номер пробной площадки

- 5. Номер объединенной пробы, горизонт (слой), глубина взятия пробы _____
- 6. Характер метеорологических условий в день отбора пробы _____
- 7. Особенности, обнаруженные во время отбора пробы (освещение солнцем, применение средств химизации, виды обработки почвы сельскохозяйственными машинами, наличие свалок, очистных сооружений и т.д.)

- 8. Прочие особенности

- Исполнитель
должность
- личная подпись
- Расшифровка
подписи

Схема описания почвенного разреза

Схема почвенного разреза	Горизонт и мощность, см	Описание разреза: механический состав, влажность, окраска, структура, плотность, сложение, новообразования, включения, характер вскипания, характер перехода горизонта и другие особенности	Глубина взятия образцов, см

ВЫТЯЖКА ПОЧВЕННАЯ - фильтрат растворителя заданной концентрации и заданного состава, взаимодействующего с почвой определенное время и при определенном соотношении с ней.

- Вытяжка водная — фильтрат водного раствора, полученного после взбалтывания почвы с дистиллированной водой. В зависимости от целей анализа отношение почвы к воде и время их взаимодействия могут быть разными. За стандарт принято отношение между почвой и дистиллированной водой (лишенной CO_2), равное 1: 5, время взбалтывания — 3 мин. Служит для определения воднорастворимых органических веществ, ионного состава легкорастворимых солей, pH.
- Вытяжка кислотная — фильтрат от обработки почвы какой-либо кислотой. Весьма разнообразны и широко используются при исследовании почв для количественного определения различных химических соединений или условных их форм, различающихся растворимостью в применяемом реактиве.
- Вытяжки солевые — большей частью буферные растворы солей неорганических и органических кислот, одно- или многокомпонентные. Используются для извлечения группы или отдельных химических элементов, установления форм элементов в почвах и условного показателя обеспеченности растений этими элементами. Этой же цели служат слабые кислотные и щелочные вытяжки.

ПДК

- ПДК загрязняющего вещества в геосистеме – это гигиенический норматив, который утверждается постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России.
- Официально считается, что ПДК загрязняющего вещества в геосистеме не должна оказывать неблагоприятного воздействия на настоящие и будущие поколения, не снижать работоспособность человека, не ухудшать качество его жизни.

- Лимитирующий (определяющий) показатель вредности концентрации загрязняющего вещества характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное и резорбтивное.
- Под рефлекторным действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей - ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и тому подобное. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой ПДК.
- Под резорбтивным действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК.
- Некоторые красящие вещества (красители), не оказывая на уровне низких концентраций ни рефлекторного, ни резорбтивного действия, при их осаждении из воздуха могут придавать необычную окраску объектам окружающей среды, например, снегу, тем самым создавая у человека ощущение опасности или санитарно-гигиенического дискомфорта. В связи с этим для красителей в качестве лимитирующего показателя устанавливается санитарно-гигиенический, который позволяет при соблюдении ПДК избежать появления необычной окраски объектов окружающей среды.

С чем сравнивать ?

ПДК

Насколько чиста?



*Природная ненарушенная
экосистема*

Насколько загрязнена?



Показатели почвенно-экологического контроля и методы их определения

Контролируемое явление или процесс	Показатель, единицы измерения	Метод и периодичность измерения	Контролируемые участки
Влажность	Уровень в почве, %	Электрометрически, по сезонам года	Все почвы
Тепловой режим	Температура, °С	Почвенные термометры, по сезонам года	Все почвы
Кислотность среды	pH водный и солевой	1–2 раза в год	Водная вытяжка – все почвы. Солевая – почвы, не насыщенные основаниями
Вторичное засоление	Удельная электропроводность	Потенциометрия или пламенная фотометрия, ежегодно	Орошаемые почвы аридных регионов
Вторичное осолонцевание	Объемный Na, M. I., Емкость катионного обмена (ЕКО), %	По И. В. Тюрину или по спектральной яркости, ежегодно	Почвы, орошаемые солонцеватыми водами
Потеря гумуса	Гумус в почве, %	Атомно-абсорбционный анализ, через 3–4 года	Все пахотные почвы
Загрязнение почвы тяжелыми металлами	Содержание металлов в ацетатноаммонийном буфере (ААБ) или подвижная форма HNO_3 в зависимости от интенсивности загрязнения	Потенциометрически, через 3–4 года	Все почвы в окрестностях промышленных комбинатов, городов и автомобильных трасс
Загрязнение почвы фтором	Содержание в почве, %	Спектральная яркость, газовая хроматография, через 3–4 года	Почвы, в окрестностях алюминиевых заводов
Загрязнение почв нефтепродуктами, пестицидами	Содержание в почве, %	Радиометрически, через 2–3 года	Регионы добычи и транспортировка нефти, почвы интенсивного с.-х. загрязнения
Загрязнение почв радионуклидами	Плотность излучения	Радиометрически, через 2–3 года	Почвы в окрестностях атомных станций или аварийных выбросов
Общее химическое загрязнение	В зависимости от характера загрязнения	В зависимости от характера загрязнения	Почвы городских территорий
Затопление и заболачивание	Окислительный потенциал	Потенциометрически, ежегодно	Почвы рисовых полей и почвы с высоким уровнем почвенно-грунтовых вод
Угнетение почвенной биоты	Азотфиксация, нитрификация, дыхание, ферментативная активность почвы	Газово-хроматографический, 1–2 раза в год	Почвы в начальных стадиях деградации, ранняя диагностика
Уплотнение почв	Относительная плотность	Плотномер, ежегодно	Почвы под сильными механическими нагрузками
Эрозия	Степень эродированности	Неземные отложения, аэрокосмическая съемка	Почвы эрозийно опасных регионов

Приборы, применяемые при почвенных экологических исследованиях:

- фотометрические приборы около 26% (22 методики);
- атомно-абсорбционные или атомно-эмиссионные спектрометры – 21% (20);
- хроматографы (газожидкостные, ионные) – 40% (18);
- электрохимические приборы – 11% (9);
- титраторы – 7% (6);
- масс-спектрометры – 5% (2);
- ИК-спектрометры, флюориметры – по 2,5% (2);
- остальные – 3–4% (3)

Основные группы методов, применяемые как в классическом почвоведении, так и при почвенно-экологической оценке различных участков (территорий)

- **Группа общих методов почвоведения**
- Метод почвенных ключей
- Морфогенетический (профильный) метод
- Метод почвенных монолитов
- Метод почвенных лизиметров
- Стационарные методы
- Сравнительно-исторический метод
- Сравнительно-географический метод
- **Группа сравнительно-аналитических методов**
- Классические методы: гравиметрический, титриметрический
- Инструментальные методы исследования: электрохимические, спектральные
- **Группа методов моделирования**

Основные принципы почвенно-экологических исследований

- При проведении почвенно-экологических исследований выделяются следующие основные принципы, которые соответствуют методологии системного подхода:
- комплексное профильное изучение. Этот принцип базируется на применении профильного метода, который предусматривает использование наиболее распространенных приемов, методов и анализов для характеристики *твердой фазы почвы*. При этом в каждом генетическом горизонте изучается комплекс показателей: морфология, микроморфология, физические свойства, гранулометрический состав, агрегатный и микроагрегатный состав, валовой химический состав, формы химических соединений, физико-химические свойства, состав и свойства органического вещества, минералогический состав и т.д.;
- непрерывность в исследовании профиля почвы;
- одновременное сопряженное изучение процессов обмена веществами между почвой и другими природными телами,
- изучение и измерение признаков и свойств почв в связи с их изменчивостью во времени и пространстве,
- количественное (мера и масса) выражение результатов исследования.



Аналитические методы

Классические химические методы

Инструментальные методы





Классические химические методы

Гравиметри-
ческий анализ

Титриметриче-
ский анализ

Газоволномет-
рический ана-
лиз



Гравиметрический анализ

Гравиметрический анализ заключается в выделении вещества в чистом виде и точном определении его массы взвешиванием. Чаще всего проводят осаждение анализируемого компонента. Реже определяемый компонент выделяют в виде летучего соединения (метод отгонки). Гравиметрический анализ – это абсолютный метод, не требующий сравнения полученного результата с эталонами или стандартами. Недостатком гравиметрического метода является длительность определения. Кроме того, в связи с тем, что почва имеет сложный химический состав и осаждаемый элемент должен быть свободен от примесей, а реагенты-осадители редко бывают селективными, круг элементов определяемых с помощью гравиметрического метода ограничен.

Этапы:

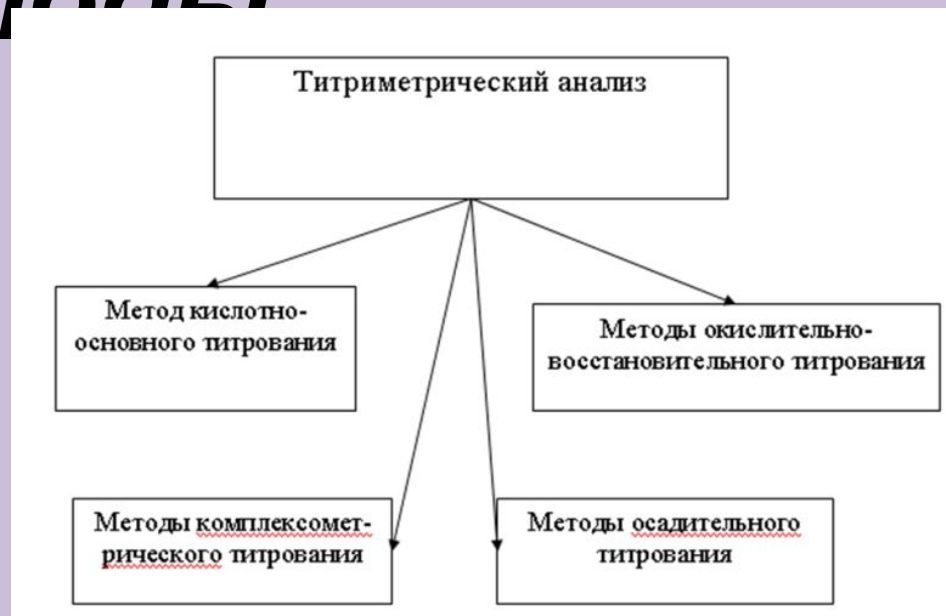
1. Осаждение определяемого элемента в виде труднорастворимого соединения.
2. Отделение осадка от надосадочной жидкости фильтрованием или центрифугированием.
3. Отмывка осадка от механически задержанной надосадочной жидкости и адсорбированных на его поверхности примесей.
4. Высушивание или прокаливание осадка для превращения его в наиболее подходящую для взвешивания форму.
5. Взвешивание осадка.

В почвенных исследованиях гравиметрический метод обычно используется при определении гигроскопической и максимальной гигроскопической влажности почвы, полевой, предельно-полевой и полной влагоемкости, емкости обмена, потери при прокаливании (почва, торф, лесная подстилка) и зольности (торф, лесная подстилка, растительный материал, легкоразлагаемое органическое вещество, гумусовые кислоты), в валовом анализе для определения содержания SiO_2 и R_2O_3 , при анализе водной вытяжки для определения величины сухого и прокаленного остатка, а также содержания ионов.



Титриметрические методы

Титриметрический (или объемный) метод основан на титровании, которое представляет собой точное измерение объема раствора реактива, с точно известной концентрацией требующегося для реакции с определяемым веществом. Чтобы зафиксировать конец реакции который называется точкой эквивалентности к точно измеренному объему раствора, содержащему определяемое вещество (элемент) постепенно небольшими порциями добавляют раствор с известной концентрацией вещества (титрант). Этот процесс называется титрованием. Окончание титрования устанавливают по изменению цвета индикатора или какого-нибудь физико-химического свойства раствора. Этот момент называется конечной точкой титрования. Конечная точка титрования в общем случае может и не совпадать с теоретически рассчитанной точкой эквивалентности, но должна находиться к ней настолько близко, чтобы не вносить в анализ существенной погрешности.



Газовольюмометрический метод

- Газовольюмометрический метод применяется при определении содержания в почве свободных карбонатов, которые разрушаются соляной кислотой с учетом объема выделившегося диоксида углерода

Инструментальные методы

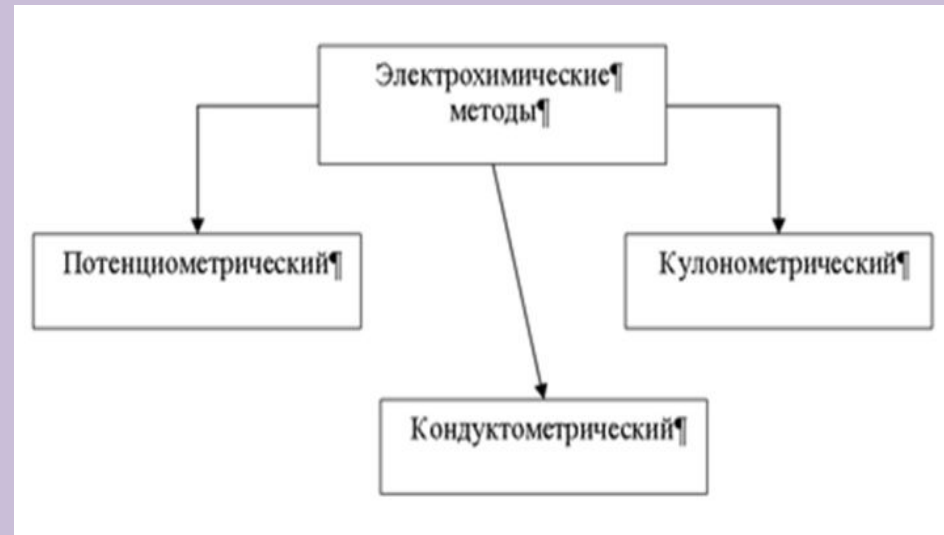


Электрохимические методы

Электрохимические методы анализа основаны на оценке процессов, протекающих на поверхности электрода или в приэлектродном пространстве. Любой электрический параметр (потенциал, сила тока и др.), функционально связанный с концентрацией анализируемого раствора и поддающийся количественному измерению, может служить аналитическим сигналом.

Различают **прямые и косвенные электрохимические методы**. В **прямых методах** используют зависимость силы тока (потенциала и т. д.) от концентрации определяемого компонента. В **косвенных методах** силу тока (потенциала и т. д.) измеряют с целью нахождения конечной точки титрования определяемого компонента подходящим титрантом, т.е. используют зависимость измеряемого параметра от объема титранта.

- При изучении почв наибольшее значение имеют **потенциометрические (ионометрические) и вольтамперометрические методы**



Потенциометрические методы

- Эти методы основаны на зависимости равновесного потенциала электрода от активности (концентрации) определяемого иона. Потенциометрические методы, где индикаторным электродом служит ионоселективный электрод, называют **ионометрическими**.
- Главное достоинство потенциометрических методов – это возможность проведения анализов в полевых условиях. Кроме того, анализ является неdestructивным – анализируемый образец в ходе анализа не меняет своих свойств. Главная отличительная особенность потенциометрических методов от всех остальных – измерение активности, а не концентрации ионов. С помощью потенциометрии определяют реакцию среды (рН), ОВП, используя набор ионоселективных электродов определяют активность Pb и др. эл



Кондуктометрический метод

- Кондуктометрические методы анализа основаны на измерении удельной электропроводности анализируемого раствора. Электропроводность растворов электролитов, в том числе и почвенных растворов и вытяжек из почв зависит от числа ионов в растворе, т.е. от концентрации, их заряда и от скорости движения одинаково заряженных ионов к катоду или аноду под действием электрического поля. Поэтому с помощью кондуктометрического метода можно определить общую минерализацию раствора и оценить степень засоления почвы, а также ионную силу раствора, что необходимо знать при моделировании обменных про-

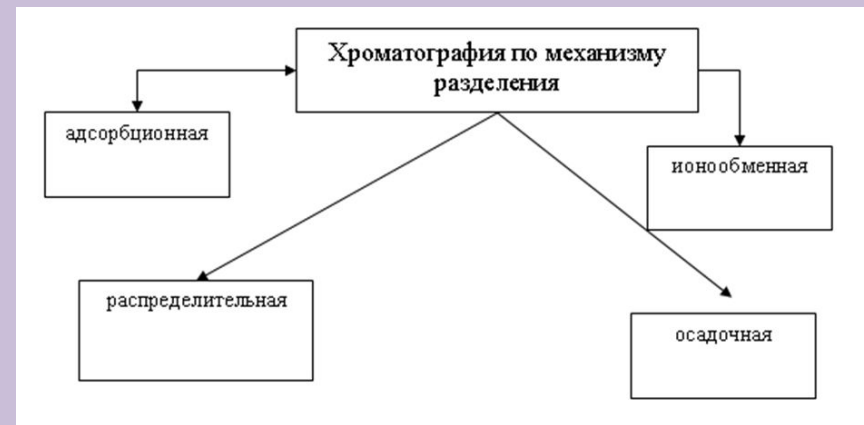


Кулонометрические методы

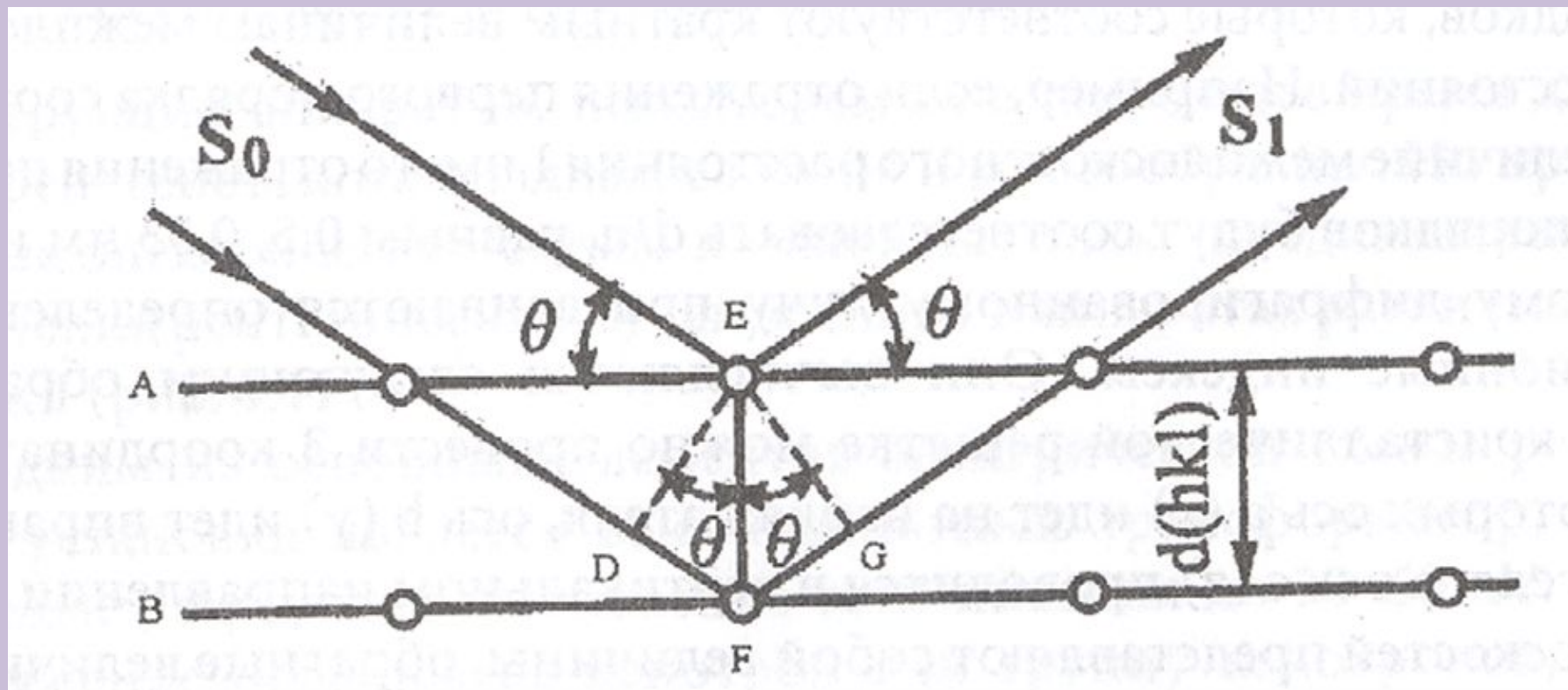
- Кулонометрические методы анализа основаны на измерении количества электричества, израсходованного на окисление или восстановление анализируемого вещества при его электролизе. Этот метод применяется в работе экспресс-анализаторов для определения углерода и серы.

Спектральные методы

Все спектральные методы, применяемые в химическом анализе почв, основаны на взаимодействии различных типов электромагнитного излучения (ультрафиолетового, видимого, инфракрасного, рентгеновского) с анализируемым веществом и регистрации изменений, произошедших с потоком этого излучения после взаимодействия. Эти методы делятся на две большие группы: молекулярную и атомную спектрофотометрию.

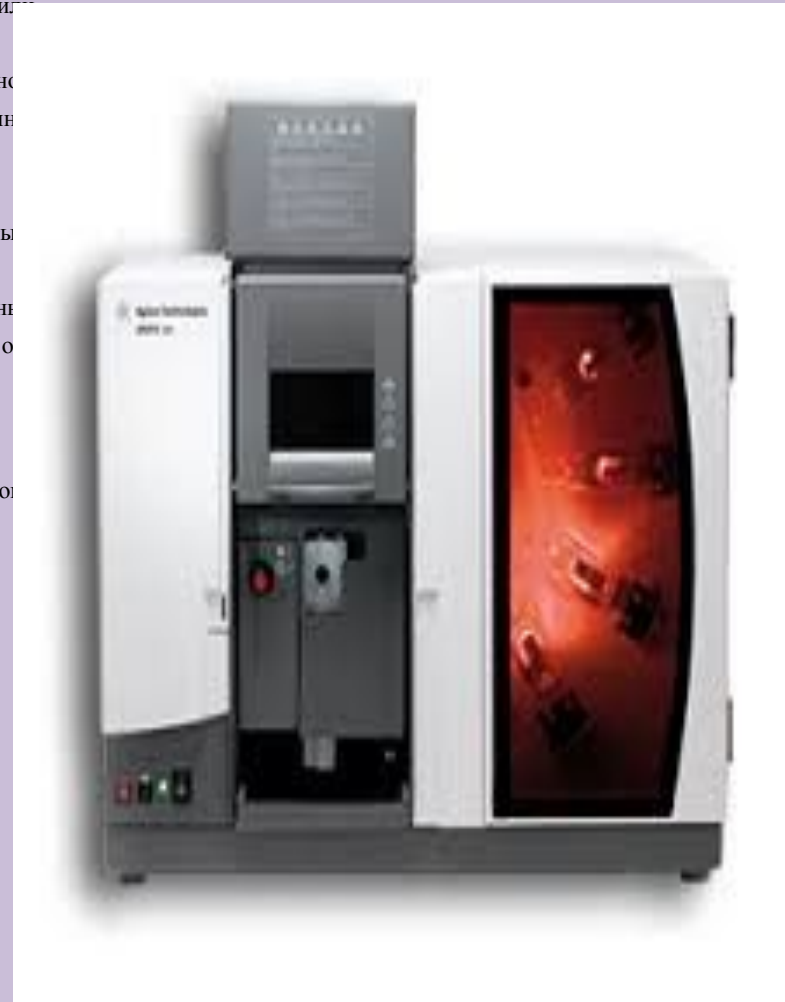


Отражение лучей от двух соседних параллельных идентичных плоскостей



Атомная спектрофотометрия

- Атомную спектрофотометрию широко применяют для качественного и количественного анализа почв. Она основана на поглощении или испускании рентгеновского, видимого и ультрафиолетового излучения. Рентгеновское поглощение или излучение обусловлено возбуждением внутренних, не участвующих в образовании химических связей электронов. В результате характер рентгеновского атомного спектра не зависит от химического состояния элемента в образце. Так спектры рентгеновского излучения NiO_2 , раствора NiCl_2 , газообразного NiCO и никеля в элементарном состоянии идентичны. Для получения атомного спектра в видимой или УФ-области, наоборот, необходимо перевести элементы пробы в моноатомные частицы (атомы или ионы) в газообразном состоянии, поскольку поглощение или излучение в этой области обусловлено возбуждением внешних валентных электронов. Чистый атомный спектр можно получить, только отделив нужный элемент от других связанных с ним элементов.
- Атомные спектры в видимой или УФ-области снимают после атомизации образца – процесса, при котором молекулы распадаются на составные части и превращаются в атомы и ионы, существующие в газообразном состоянии. Спектры испускания, как и спектры поглощения элемента, состоят из относительно небольшого числа дискретных линий, длины волн которых характерны для определенного элемента.
- Методы атомной спектрофотометрии подразделяются на методы эмиссионной и абсорбционной спектрофотометрии.



Методы атомно-эмиссионной спектрофотометрии

- Метод атомно-эмиссионной спектрофотометрии основан на термическом возбуждении атомов определяемого элемента, в результате чего их внутренняя энергия повышается от нормального уровня до более высокого уровня. Возбужденное состояние атомов неустойчиво и длится около 10^{-7} сек. после чего атомы возвращаются в свое основное энергетическое состояние, выделяя при этом избыток энергии в виде электромагнитного колебания или света. Излучение света теми или иными атомами происходит в строго определенных узких спектральных диапазонах (спектральных линиях), различающихся длинами волн максимума излучения. Интенсивность эмиссионного излучения зависит от концентрации атомов определяемого элемента и может быть измерена. Выделяя из эмиссионного спектра различные спектральные линии, можно определить различные химические элементы. Существуют различные варианты метода атомно-эмиссионной спектрофотометрии различающиеся по способу атомизации (разложение пробы на отдельные атомы существующие в газообразном состоянии) и возбуждения атомов, а также по возможности работы с твердыми и жидкими образцами



Методы атомно-эмиссионной спектрофотометрии

- **Фотометрия пламени.** Пламенно-фотометрический метод основан на эмиссии светового излучения атомами в пламени газовой горелки, в которую поступает аэрозоль, состоящий из мельчайших капелек анализируемого раствора в смеси с окислителем и горючим газом. Под воздействием высоких температур атомы химических элементов излучают свет определенной длины волны. С помощью монохроматора можно выделить излучение, испускаемое атомами определяемого элемента. Интенсивность этого излучения пропорциональна концентрации элемента в растворе.
- Метод пламенной фотометрии применяется в основном для определения щелочных и щелочноземельных элементов К, Na, Ca, Mg. Для этого используется пламя ацетилен-воздух.
- Недостатком метода является значительное наложение друг на друга соседних линий спектра, принадлежащих разным химическим элементам, т.е. истинное содержание определяемого элемента маскируется влиянием других элементов присутствующих в растворе. Следствием этого является не всегда достаточная точность и селективность анализа.



Методы атомно-эмиссионной спектрофотометрии

- АЭС с возбуждением в электрической дуге или искровом разряде. Образец почвы тонко измельчается и помещается между электродами. При пропускании тока высокого напряжения между электродами образуется высокотемпературная электрическая дуга или искра, в которой происходит испарение пробы и возбуждение атомов. Вследствие высокой температуры электрического разряда возбуждаются атомы практически всех металлов, содержащихся в почве. Спектр излучения разделяется полихроматором на спектральные линии соответствующие разным элементам и одновременно можно определить несколько десятков элементов.
- Достоинством метода является возможность анализа твердых образцов и определения валового содержания элементов в почве. Одновременно можно определить содержание более 40 элементов. Недостатки – спектральные помехи, вызванные наложением спектральных линий различных элементов друг на друга, снижающие достоверность результатов, низкая воспроизводимость, обусловленная неравновесными условиями возбуждения пробы и трудностью ее гомогенизации, трудность приготовления



Методы атомно-эмиссионной спектроскопии

- **Рентгенофлуоресцентная спектроскопия.** В основе метода лежит возбуждение электронов в оболочке атома под действием рентгеновского излучения. Если энергия рентгеновского излучения больше энергии удерживания электрона в оболочке атома, то при взаимодействии излучения с электроном последний может занять более высокий энергетический уровень, перейдя с оболочек близких к ядру, на более высокие. В дальнейшем электрон возвращается на свою орбиту с выделением энергии в виде характеристического рентгеновского излучения (или флуоресценции).
- Главным преимуществом рентгенофлуоресцентного метода является возможность анализа твердофазных образцов и одновременного определения нескольких элементов. Кроме того, он является неdestructивным, т.е. с образцом почвы во время анализа ничего не происходит. Недостатки – низкая чувствительность определения ряда элементов, высокие требования к пробоподготовке, проблемы с выбором стандартов и обусловленная этим низкая воспроизводимость. Интенсивность излучения элемента зависит не только от его концентрации, но и от химического и гранулометрического состава образца. Сопутствующие элементы и их концентрация в образце способны возбуждать (усиливать) или подавлять флуоресценцию анализируемого элемента, что вносит значительные погрешности в количественные определения. Перед рентгенофлуоресцентным анализом образец нужно тщательно измельчить, что само по себе представляет сложную задачу. Чем мельче помол пробы, тем лучше усреднен ее химический состав, тем меньше погрешность измерения.



Атомно-абсорбционная спектрофотометрия

- Атомно-абсорбционный спектрофотометрический анализ основан на измерении поглощения света свободными атомами определяемого элемента при прохождении света через атомный пар исследуемого образца. Свободные атомы элементов, находящиеся в невозбужденном, стабильном состоянии в слое нагретого газа, способны селективно поглощать излучение определенной для каждого элемента длины волны, переходя при этом в возбужденное состояние. Величина светопоглощения (абсорбции) зависит от концентрации определяемого элемента.

- **Основное преимущество** метода ААС перед АЭС обусловлено исключительно высокой точности определения отдельных элементов и в практически полном отсутствии спектральных помех. Это связано с тем, что свободные атомы поглощают свет только определенных, характерных для каждого элемента длин волн, называемых *резонансными*. В отличие от эмиссионных спектров, наложение друг на друга (интерференция) резонансных абсорбционных линий различных химических элементов практически отсутствует.
- **Недостатком** атомно-абсорбционной спектрофотометрии, по сравнению с атомно-эмиссионными методами (в первую очередь АЭС-ИСП), является невозможность одновременного анализа нескольких элементов. Переход от определения одного элемента к определению другого требует повторной настройки и калибровки прибора.



Атомно-абсорбционная спектрофотометрия

- **Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП).** Метод качественного и количественного анализа, основанный на разделении ионов анализируемого вещества по отношению их атомной массы к заряду. Используется для определения отдельных элементов и их изотопов.
- По своим характеристикам метод МС-ИСП полностью перекрывает аналитические возможности всех вариантов атомно-эмиссионного метода и метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии.
- Этот метод разработан сравнительно недавно. Приборы, предназначенные для изучения почв и других природных объектов, начали серийно выпускаться только в последнее десятилетие XX века. До настоящего времени происходит интенсивное развитие и усовершенствование приборов и методов анализа.
 - Широкое распространение метода сдерживает высокая стоимость оборудования и расходных материалов, повышенные требования к чистоте используемых реактивов, газов, воды, чистоте помещения.

Атомно-абсорбционная спектрофотометрия

- **Молекулярная спектрофотометрия**

- Оптические методы исследования позволяют получить разностороннюю информацию о составе и свойствах почв и почвенных компонентов и позволяют решать большой круг вопросов. Оптические методы основаны на взаимодействии света и вещества. Наиболее часто в аналитической практике используют следующие виды взаимодействия: поглощение света, отражение света, рассеяние, преломление, вращение плоскости, поляризация.
- Обычно в почвенных исследованиях применяется спектрофотометрические методы анализа, основанные на явлениях поглощения и отражения света. Световой поток, представляющий собой электромагнитное излучение, характеризуется электромагнитным спектром, охватывающим область от километровых радиоволн до десятых долей ангстрема γ -излучения и космических лучей.
- Различают ультрафиолетовую область спектра – 200-400 нм, видимую область – 400-750 нм и инфракрасную область – от 0,75 до 100 мкм, практически используют более узкий участок спектра – от 2 до 25 мкм.

Термический анализ

- Термический анализ представляет собой метод исследования физико-химических и химических (фазовых) превращений, происходящих в веществе в условиях программированного изменения температуры – нагревании или охлаждении. В почвенных исследованиях обычно изучаются превращения, происходящие с веществом при заданном повышении температуры. Современные приборы – дериватографы позволяют одновременно осуществлять дифференциально-термический и дифференциально-термогравиметрический анализы. Кроме того, многие дериватографы снабжены приспособлениями для регистрации изменения объема образца при нагревании и для улавливания и последующего анализа газообразных продуктов, выделяющихся из образца при нагревании.

Термический анализ

- **Дифференциально-термический анализ** заключается в регистрации разницы температур между исследуемым веществом и образцом эталонного термоинертного вещества. Разница температур возникает за счет того, что в эталонном веществе при нагревании никаких реакций не происходит, а в испытуемом веществе наоборот протекают химические реакции, обусловленные его изменением при повышении температуры. В процессе нагревания образца почвы или отдельного ее компонента протекают следующие реакции: удаление гигроскопической воды, плавление, перестройка кристаллической решетки, реакции окисления, реакции восстановления, термодеструкция алифатических органических компонентов, термодеструкция циклических органических компонентов, разрушение кристаллической решетки, кристаллизация новых фаз из продуктов разрушения и т.п. Изменения, происходящие с испытуемым образцом, регистрируются на дифференциально-термической кривой (кривая ДТА) в виде эндотермических и экзотермических эффектов. Эндотермические эффекты сопровождаются поглощением тепла, экзотермические эффекты – выделением тепла. Дегидратация, восстановление и некоторые реакции разложения, как правило, являются эндотермическими эффектами, т.е. протекают с поглощением тепла. Кристаллизация, окисление и некоторые процессы разложения происходят с выделением тепла, т.е. сопровождаются экзотермическим эффектом.

Термический анализ

- **Дифференциально-термогравиметрический анализ** позволяет регистрировать скорость потери массы образца при нагревании. Результаты отражаются в виде дифференциально-термогравиметрической кривой (кривая ДТГ) имеющей вид линии с рядом пиков и уступов, площадь которых пропорциональна абсолютному изменению массы образца.
- Термический метод, сочетающий в себе дифференциально-термический и дифференциально-термогравиметрический анализы, используется для идентификации минералов и гумусовых веществ по характерным для каждого вещества термографическим признакам; для количественного определения некоторых минералов (гиббсит, кварц); для изучения гумусовых кислот и их органо-минеральных производных; для изучения особенностей трансформации органической и минеральной части

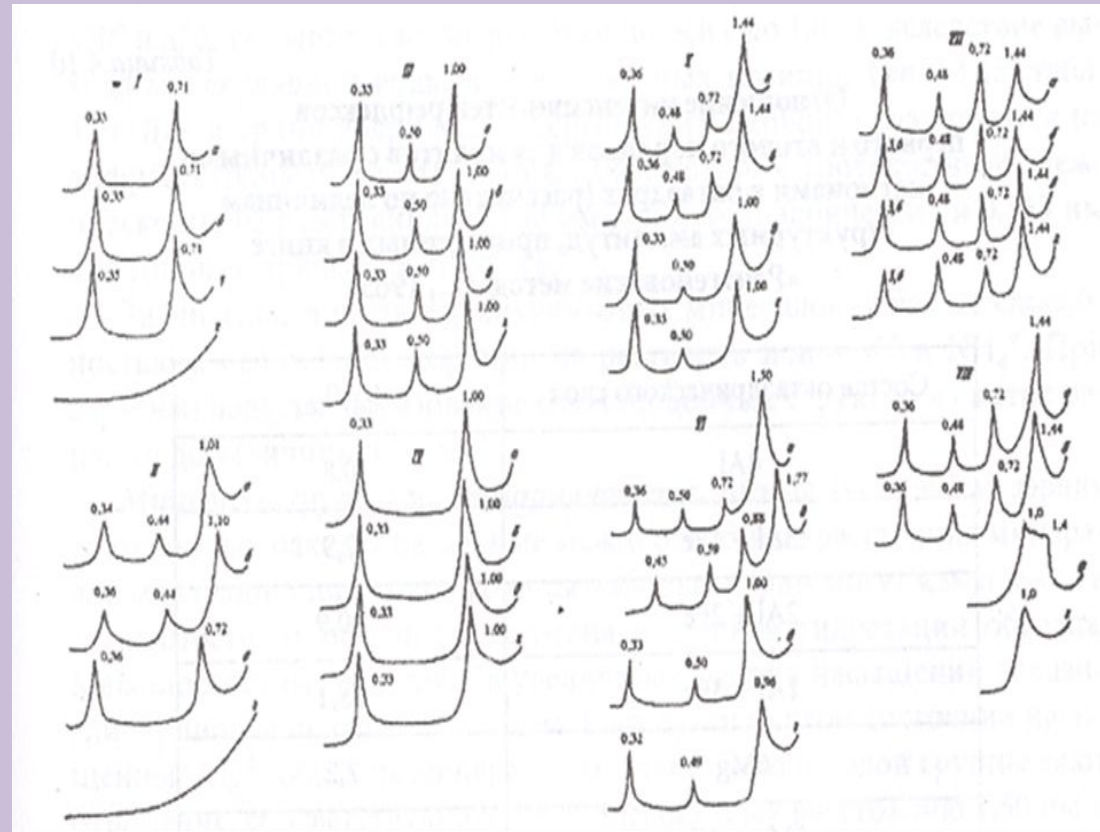
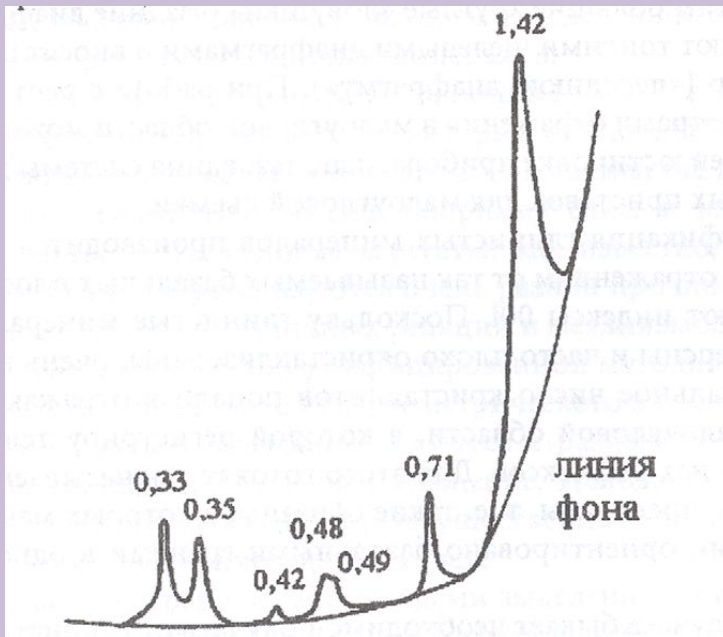
Рентгеновский фазовый анализ

- Рентгеновские методы исследования играют важную роль при изучении тонкодисперсной части почвы, которая не может быть изучена с помощью обычных оптических микроскопов из-за малого размера частиц. Рентгеновские методы позволяют диагностировать минералы, входящие в состав тонкодисперсных фракций почвы, определять их количественное содержание, оценивать изменения в структуре кристаллической решетки, происходящие под влиянием природных процессов и антропогенного фактора.
- К достоинствам метода относится быстрота получения, надежность и хорошая воспроизводимость результатов. К числу недостатков можно отнести сложность и высокую стоимость аппаратуры и ограниченные возможности метода при изучении плохо окристаллизованных и аморфных веществ.

Рентгеновский фазовый анализ

Рентген-дифрактограммы насыщенных Mg образцов наиболее распространенных глинистых минералов

Рентген-дифрактограмма образца илистой фракции



Рентгеновский фазовый анализ

Метод фазового рентгеновского анализа. Его принцип заключается в получении дифракционной картины, возникающей при прохождении рентгеновских лучей через изучаемое вещество и сопоставлении положения и интенсивности дифракционных эффектов с эталонами которыми служат стандартные минералы.

- При взаимодействии атомов кристаллической решетки с проходящими через них рентгеновским излучением имеет место дифракционный эффект, при котором по определенным направлениям возникают вторичные (дифрагированные) лучи.

Рентгеновский фазовый анализ

Иногда решаются отдельные задачи рентгеноструктурного анализа, т.е. расшифровывается строение кристаллических решеток минералов, особенно при изучении смешанослойных глинистых минералов.

Хроматографические методы

- Существует множество хроматографических методов позволяющих разделять и анализировать сложные смеси веществ, очищать вещества от ненужных примесей, концентрировать и идентифицировать их.
- Хроматографические методы классифицируются по агрегатному состоянию, механизму разделения и способу ведения процесса. По механизму разделения различают четыре вида хроматографии: адсорбционную, ионообменную, распределительную и осадочную.

Хроматографические методы

- **Адсорбционная хроматография**
основана на различной способности компонентов к адсорбции на том или ином сорбенте (избирательная адсорбция). Адсорбция и десорбция веществ в колонке происходит под действием межмолекулярных сил.
- **Ионообменная хроматография**
основана на обменной адсорбции при которой ионы содержащиеся в хроматографируемом растворе обмениваются на эквивалентное количество ионов удерживаемых ионообменником. Хроматограммы при этом образуются в результате различной способности к обмену ионов хроматографируемого раствора. Реакция ионного обмена обратима.
- **Распределительная хроматография**
основана на распределении растворенных веществ между двумя несмешивающимися растворителями или между гранулами носителя.
- **Осадочная хроматография** основана на принципе последовательного осаждения малорастворимых соединений. При пропускании анализируемого раствора через носитель, смешанный с соответствующим осадителем, образуется осадочная хроматограмма, причем пространственное размещение образующихся осадков сверху вниз по колонке происходит в порядке увеличения их растворимости.

Хроматографические методы

В почвенных исследованиях наиболее широко применяются различные варианты адсорбционной и распределительной хроматографии. В частности адсорбционная хроматография лежит в основе принципа работы газовых анализаторов используемых для изучения состава почвенного воздуха. В установках для газовой хроматографии используют твердый пористый носитель, в газожидкостной хроматографии он покрыт тонким слоем жидкой фазы. Жидкая или твердая фазы неподвижны, подвижной фазой служит инертный газ-носитель, в котором содержится анализируемая проба.

При выполнении газовой хроматографии в нагретый до определенной температуры поток газа-носителя вводят анализируемую пробу. Вещества пробы вместе с газом-носителем поступают в колонку с адсорбентом, где происходят многократные процессы сорбции-десорбции на адсорбенте газообразных веществ. Разделение сложной смеси зависит от коэффициентов адсорбции или распределения анализируемых веществ между фазами. На выходе из колонки смесь разделяется на индивидуальные вещества, поступающие с потоком газа на детектор. Содержание их записывается на хроматограмме в виде пиков. По высоте или площади пиков с учетом предварительной калибровки прибора определяется их количественное содержание в исходной смеси.





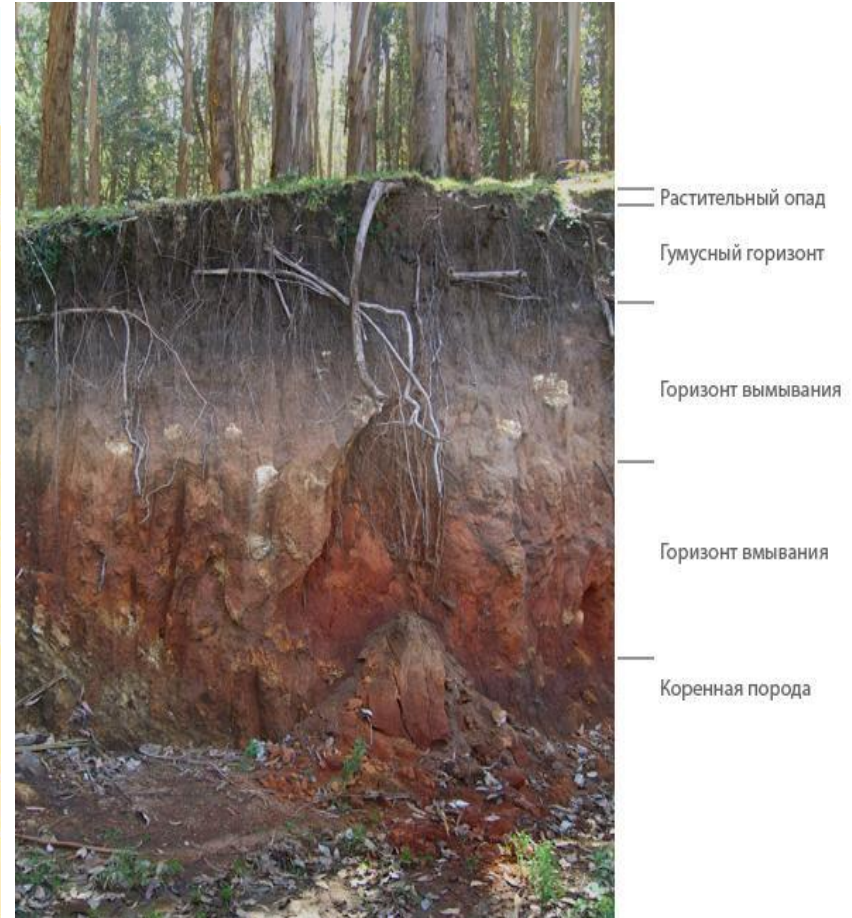
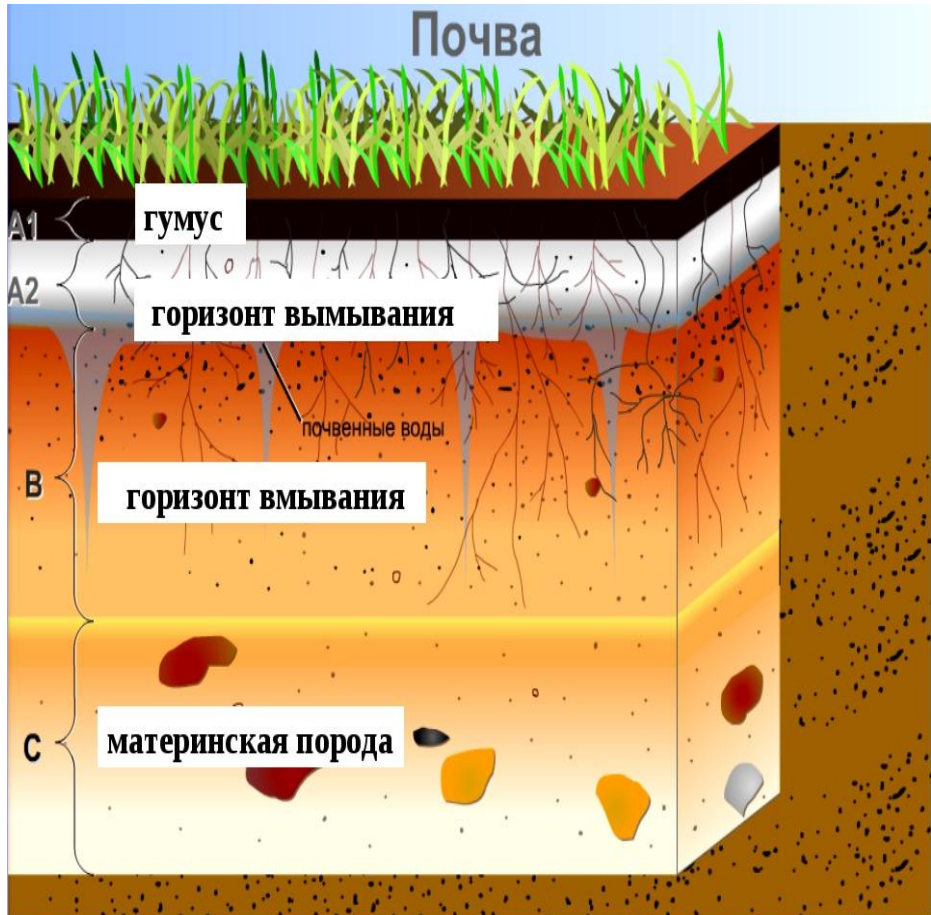
Часть 4

МЕТОДЫ ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ПОЧВ

Схема почвенного разреза

Почвенный разрез

дерново-подзолистая почва



1. Факторы, определяющие особенности химического состава почв

В числе особенностей определяющих химический состав почв можно назвать следующие:

1. Полихимизм. Почва содержит большой набор химических элементов и веществ, причем один и тот же элемент может быть представлен различными соединениями, а одно и то же вещество может быть в различных кристаллических или аморфных состояниях.

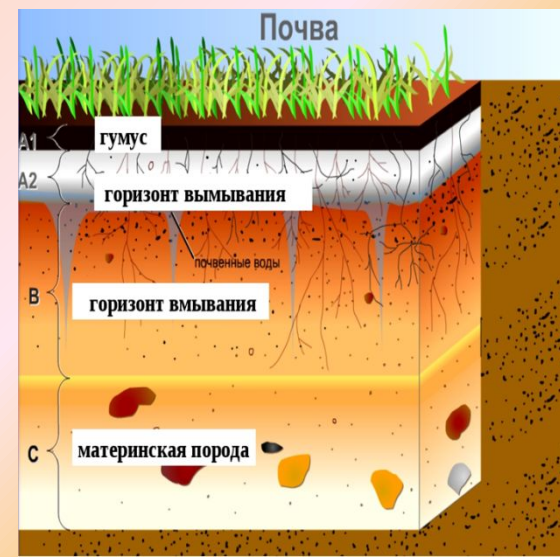
2. Гетерогенность и полидисперность. Почва представляет собой много фазную систему с развитыми и неоднородными поверхностями раздела, на которых происходят процессы сорбции и десорбции органических и минеральных соединений.

3. Органо-минеральные взаимодействия. Формирование разнообразных органо-минеральных соединений в ходе любого почвообразовательного процесса – одна из наиболее специфичных особенностей почвы и существенная черта почвообразования как природного явления. В почвах формируются не только простые и комплексные соли, но и сложные адсорбционные комплексы, состоящие из минералов и органических веществ.

4. Динамичность почвенных процессов. Для природных почв характерны суточная, сезонная, годовая и вековая динамика. Изменения происходят непрерывно.

5. Пространственная неоднородность. В природе не существует абсолютно идентичных почв, что обусловлено исходной пространственной неоднородностью факторов почвообразования (первичная неоднородность). Эта неоднородность являющаяся неотъемлемым почвенным свойством может нарастать по мере развития почвообразовательного процесса (вторичная неоднородность).

6. Неравновесность состояний. Почва – открытая термодинамическая система, через которую непрерывно протекает поток вещества и энергии. Это не позволяет достичь равновесных состояний, что усугубляется и своеобразной кинетикой почвенно-химических процессов, в которых сочетаются обратимые и необратимые, очень быстрые и крайне медленно протекающие реакции.



Элементный состав почв

- Элементный состав – одна из основных химических характеристик почвы, без которых невозможны глубокие почвенно-химические исследования.
- **Элементным составом почв называют набор и количественное соотношение химических элементов в почвенной массе.** В качестве синонима «элементного состава» часто употребляют термин «валовой состав почвы». Слово «валовой» означает «общий», состоящий из всех компонентов. Поэтому, когда говорят о валовом или общем содержании элемента в почве, имеют в виду все его количество независимо от форм его соединений.

Методы определения элементного состава почв (валовой анализ)

- Валовой анализ – комплекс определений позволяющих установить элементный состав почвы, т.е. получить представление об общем или валовом содержании в почве химических элементов не зависимо от того в виде каких соединений они присутствуют в почвах.
- Валовой анализ включает определение содержания гигроскопической воды, потери при прокаливании, содержания органического углерода и азота, а также содержания элементов, входящих в состав минеральной части почвы: Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, P, S, Ti, Mn. Сумма оксидов этих элементов обычно составляет более 99% минеральной части почв. В карбонатных почвах, кроме того, определяют содержание CO_2 карбонатов.
- Принципиально возможен валовой анализ почвы в твердом состоянии с помощью эмиссионного спектрального, рентгенфлуоресцентного и др. методов анализа. Однако в лабораториях не всегда имеется соответствующая аппаратура и не всегда удовлетворяет точность получаемых результатов. Значительно чаще при валовом анализе используют методы, позволяющие анализировать растворы. К ним относятся классические химические, спектрофотометрические, атомно-абсорбционный и др. методы. Поскольку минеральная часть твердой фазы почвы преимущественно состоит из компонентов не растворимых ни в кислотах, ни в щелочах, то первым этапом валового анализа является разложение почвы.

Способы разложения почв

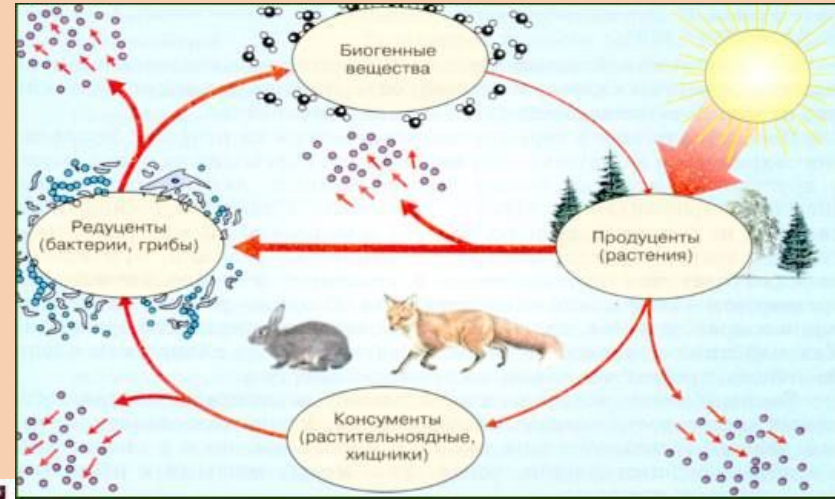
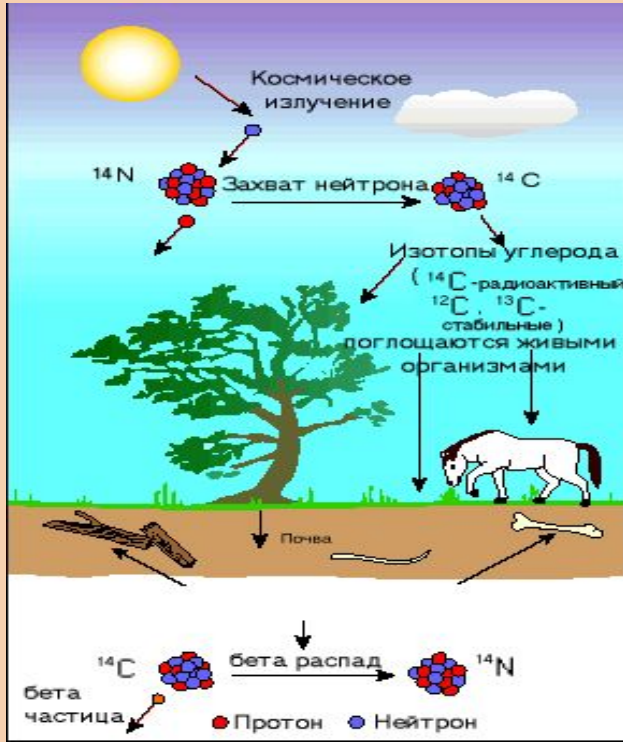
- *Под разложением понимают процесс, в результате которого минералы, входящие в состав почвы, переходят в форму соединений, способных растворяться в воде или кислотах.*
- Способность минералов к разложению определяется их составом и кроме того зависит от свойств металлов, входящих в их кристаллические решетки. Минерал разлагается тем легче, чем меньше доля в его составе приходится на SiO_2 или чем меньше отношение SiO_2 к сумме оксидов металлов и чем более основной характер имеют входящие в его состав металлы. Например, силикат натрия растворяется в воде, силикат кальция легко разлагается кислотами, а на силикат алюминия (Al_2SiO_5) кислоты почти не действуют.
- В валовом анализе почв используют методы кислотного разложения, сплавление и спекание.

Способы разложения почв

- **Разложение почв кислотами.**
Для разложения почв используют различные минеральные кислоты – HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , HClO_4 , HF . Кислоты в зависимости от их природы и концентрации могут проявлять окислительные свойства. Это характерно для концентрированной серной и азотной кислоты, горячей концентрированной хлорной кислоты.
- Хорошим растворителем является горячая концентрированная хлорная кислота, но в присутствии органических веществ окислительный процесс может происходить со взрывом.
- **Разложение почв сплавлением.** При сплавлении происходит взаимодействие почвы с введенными в нее **специальными добавками (плавнями)** при высокой температуре в расплавленном состоянии. При сплавлении почвы одновременно протекают окислительно-восстановительные и кислотно-основные реакции, происходит обогащение почвы щелочными металлами. В результате сплавления вместо природных оксидов, силикатов и алюмосиликатов образуется смесь более простых соединений, состоящая из силикатов щелочных металлов, карбонатов, алюминатов и манганатов, растворимых в воде и кислотах. Продукт сплавления называется **плавом**.
- Для сплавления могут быть использованы щелочные, кислотные, окислительные и восстановительные плавни.

Способы разложения почв

- **Разложение почвы спеканием.** Спекание позволяет проводить разложение почвы при температуре ниже точки плавления. Процессы, происходящие при спекании, относятся к твердофазным процессам, т.е. к таким, в которых как исходные, так и конечные продукты твердые. Эти процессы в большинстве случаев очень сложные и до конца не достаточно изучены.
- В процессе спекания происходит разрыхление кристаллической решетки минералов, и диффузия щелочных металлов в глубь решетки кристалла при этом диффузия ионов натрия идет быстрее, чем ионов калия.
- При спекании особое внимание обращают на тщательное растирание почвенного образца и равномерное перемешивание его с плавнем, для того чтобы обеспечить их тесный контакт.
- При разложении почвы спеканием в качестве плавня используют карбонат натрия (Na_2CO_3). Спекание проводят при температуре 850-900⁰С в фарфоровых тиглях в присутствии нитрата калия служащего окислителем.
- Для определения валового содержания натрия и калия проводят спекание почвы с плавнем, состоящим из карбоната кальция и хлорида аммония при температуре 750-800⁰С.



Часть 5

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

Система органических веществ почвы

Органическое вещество почвы подразделяется на две группы: органические остатки и гумус. Неразложившиеся остатки, которые видны невооруженным глазом или под лупой, составляют 5-10 % от общего содержания органического вещества почвы. Входящие в их состав органические компоненты являются источником образования гумуса, на долю которого в большинстве минеральных почв приходится до 90-99 % от общего содержания органического вещества.



Система органических веществ почвы

- Специфические гумусовые вещества представлены **гумусовыми кислотами, негидролизуемым остатком и прогуминовыми веществами.**
- **Негидролизуемый остаток (гумин)** представляет собой ту часть гумуса почвы, которую не удастся экстрагировать разбавленными растворами щелочей, кислот или органическими растворителями. Он включает: гумусовые кислоты, прочно связанные с минеральной частью почвы, в первую очередь с глинистыми минералами, а также декарбоксилированные гумусовые вещества, утратившие способность растворяться в щелочах.
- Среди специфических гумусовых веществ особое место принадлежит **гумусовым кислотам. Они представляют собой особый класс азотсодержащих высокомолекулярных органических соединений циклического строения и кислотной природы.**

Методы изучения органического вещества почвы

- Выделяют две группы.

1. методы, которые служат для общей характеристики органического вещества почвы: методы определения **содержания и состава органических остатков, общего содержания органического углерода, содержания и форм азота, фосфора и серы органических соединений, группового и фракционного состава гумуса.**

2. методы, позволяющие получить информацию о **составе, свойствах и структурных особенностях гумусовых веществ.** Сюда относятся **методы препаративного выделения гумусовых кислот и их фракционирования различными приемами, определения элементного состава и теплоты сгорания, изучение препаратов гумусовых кислот методами спектрофотометрии в УФ-, видимой и ИК-области, термический анализ (дериватография), гель-хроматография и др. приемы.**

Методы изучения органического вещества почвы

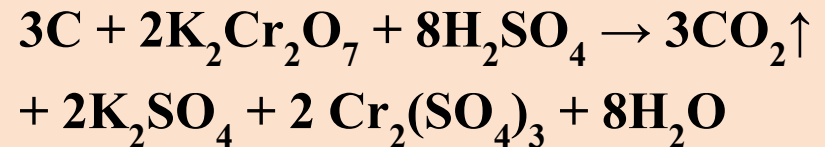
- Содержание гумуса в целинных почвах определяется характером почвообразовательного процесса, а в почвах агроценозов во многом зависит и от особенностей использования пашни. В верхних горизонтах почв содержание гумуса колеблется от 1-2 до 10-15%, резко или постепенно уменьшаясь с глубиной.
- В настоящее время нет прямых методов определения содержания общего гумуса в почве. Находят его количество косвенным путем, определяя общее содержание органических соединений углерода и умножая полученную величину на коэффициент 1,724. Так в частности, переводной коэффициент с углерода на гумус для черноземов составляет около 1,976, а для вторых гумусовых горизонтов иллювиально-гумусовых подзолов – 2,4-2,5. Поэтому для многих почв содержание гумуса, найденное с помощью переводного коэффициента 1,724 является заниженным.
- Все методы определения содержания общего гумуса по углероду делятся на прямые и косвенные методы.

Прямые методы определения содержания органического углерода почвы

Классический метод определения общего гумуса почвы разработан Г. Г. Густавсоном. Метод основан на сжигании органического вещества почвы в токе кислорода (воздуха) в контакте с окисью меди при 700-750°C. Образующийся диоксид углерода улавливается поглотителем и учитывается весовым способом. Метод сухого сжигания очень точен, но требует больших затрат времени, так как на одно определение уходит 2,5-3 часа.

Этот метод неприменим для карбонатных почв поскольку поглотителем будет улавливаться и CO₂, выделяющаяся при разложении карбонатов.

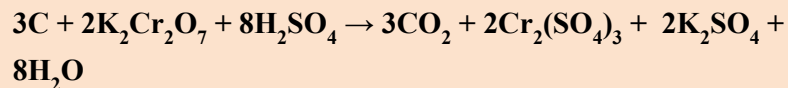
- Метод **Кноппа-Сабанина** основан на окислении органического вещества почвы серноокислым раствором дихромата калия (хромовой смесью) при кипячении (мокрое сжигание). Реакция протекает по уравнению:



- Выделившийся диоксид углерода улавливают в трубках с поглотителем и учитывают весовым способом. Этим методом можно определять содержание гумуса и в карбонатных почвах.

Косвенные методы определения содержания органического углерода почвы

- Определение гумуса методом И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова
- Из косвенных методов определения гумуса наибольшим распространением пользуется метод И.В.Тюрина основанный на окислении углерода органического вещества сернокислым раствором дихромата калия, избыток которого оттитровывается раствором соли Мора. Фактически этим методом определяют окисляемость гумуса. Если принять, что при взаимодействии раствора дихромата калия с почвой происходит только окисление углерода гумуса и восстановление $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ до Cr^{3+} , то схематично реакцию можно выразить следующим уравнением:



Спектрофотометрический метод определения содержания гумуса в почве

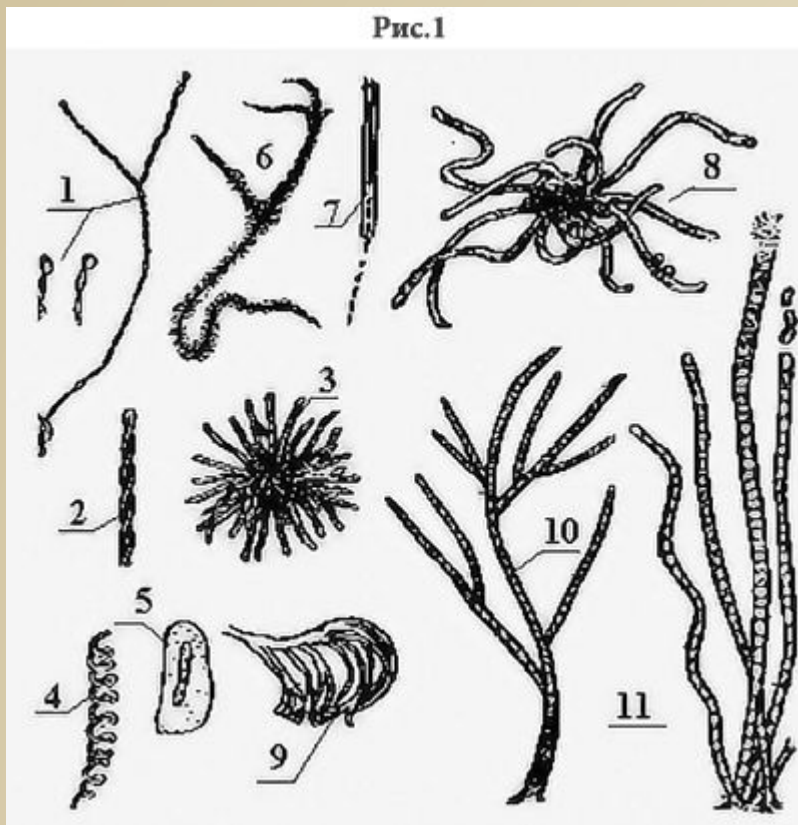
Сущность метода заключается в следующем. При окислении гумуса раствором дихромата калия шестивалентный хром восстанавливается до трех валентного ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$) количество которого будет эквивалентно содержанию углерода органических соединений и других восстановителей в навеске почвы. Поэтому, если нет ограничений (присутствие ионов хлора, закисного железа и марганца), содержание углерода органических соединений можно определить по количеству образовавшегося Cr^{3+} , используя для этого фотометрический метод

Часть 6

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Микробиологический анализ почвы

микрофауна



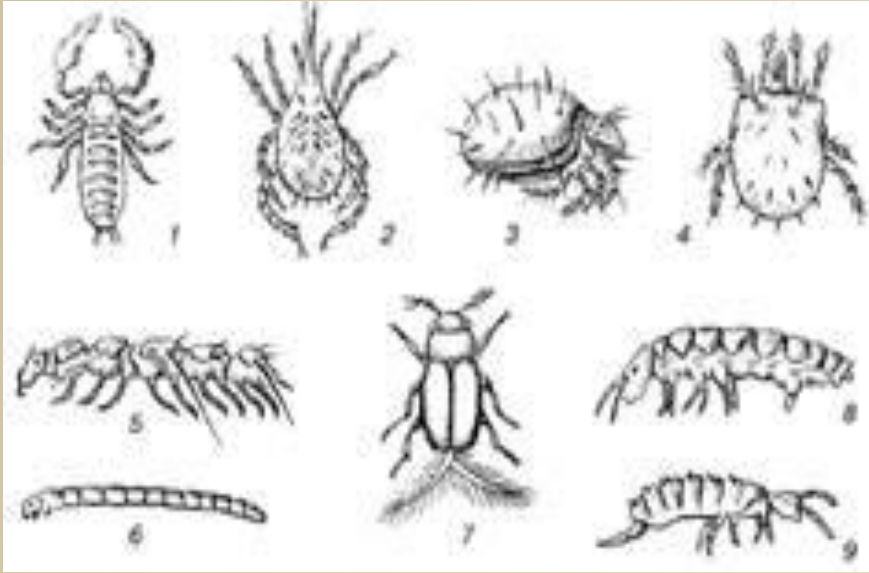
Виды:

- 1 - *Gallionella ferruginea*;
- 2 - *Spirrophyllum ferrugineum*;
- 3 - *Leptothrix trichogenes*;
- 4 - *Spirosoma ferruginea*;
- 5 - *Mycothrix clonothrichoides*;
- 6 - *Leptothrix discophora*;
- 7 - *Leptothrix ochracea*;
- 8 - *Leptothrix lophjlea*;
- 9 - *Leptothrix trichogenes*;
- 10 - *Grenotrix fusca*;
- 11 - *Grenotrix polyspora*

Род Ferribacteriales



Мезофауна почвы



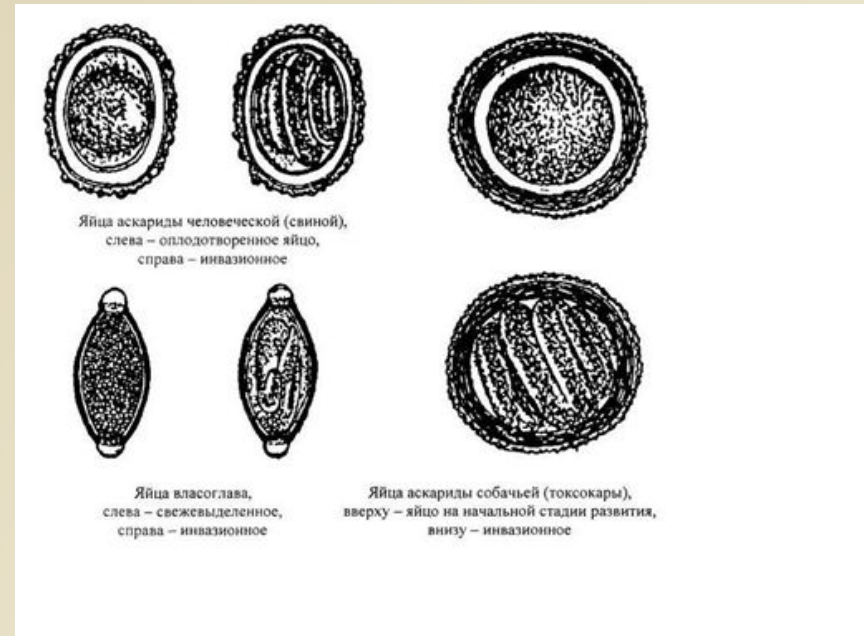
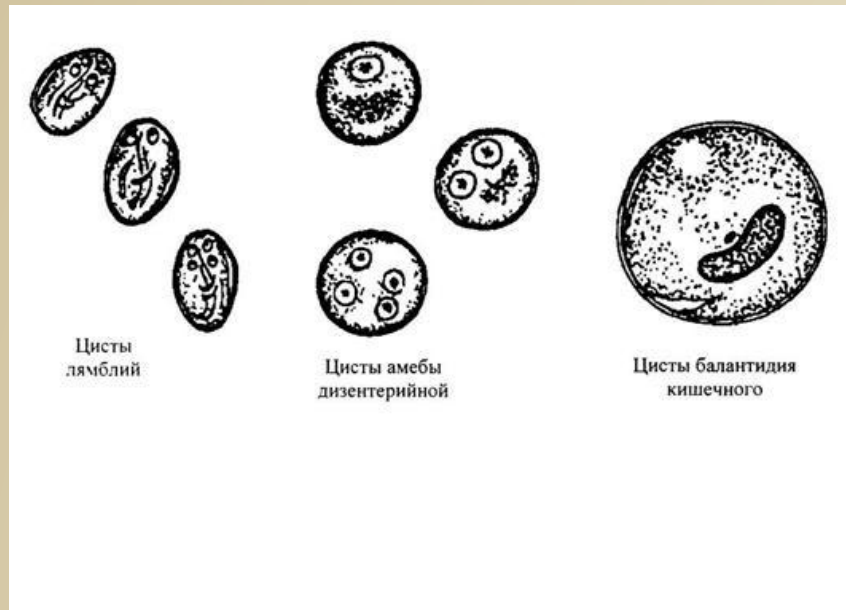
Мезофауна почв:

- 1 — лжескорпион;
- 2 — гамазовый клещ;
- 3–4 — панцирные клещи; 5 — многоножка пауропода;
- 6 — личинка комара-хирономиды;
- 7 — жук семейства Ptiliidae;
- 8–9 коллемболы

Паразитологический анализ почв

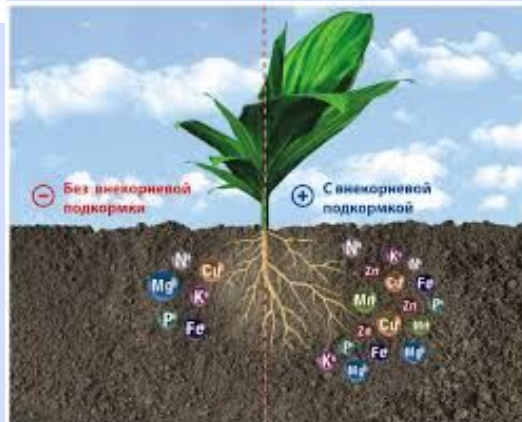
Цисты одноклеточных животных (простейших), определяемые при паразитологическом анализе почвы

Яйца геогельминтов, определяемые при паразитологическом анализе почвы



Основные принципы почвенно-экологических исследований

- При проведении почвенно-экологических исследований выделяются следующие основные принципы, которые соответствуют методологии системного подхода:
- комплексное профильное изучение. Этот принцип базируется на применении профильного метода, который предусматривает использование наиболее распространенных приемов, методов и анализов для характеристики *твердой фазы почвы*. При этом в каждом генетическом горизонте изучается комплекс показателей: морфология, микроморфология, физические свойства, гранулометрический состав, агрегатный и микроагрегатный состав, валовой химический состав, формы химических соединений, физико-химические свойства, состав и свойства органического вещества, минералогический состав и т.д.;
- непрерывность в исследовании профиля почвы;
- одновременное сопряженное изучение процессов обмена веществами между почвой и другими природными телами,
- изучение и измерение признаков и свойств почв в связи с их изменчивостью во времени и пространстве,
- количественное (мера и масса) выражение результатов исследования.



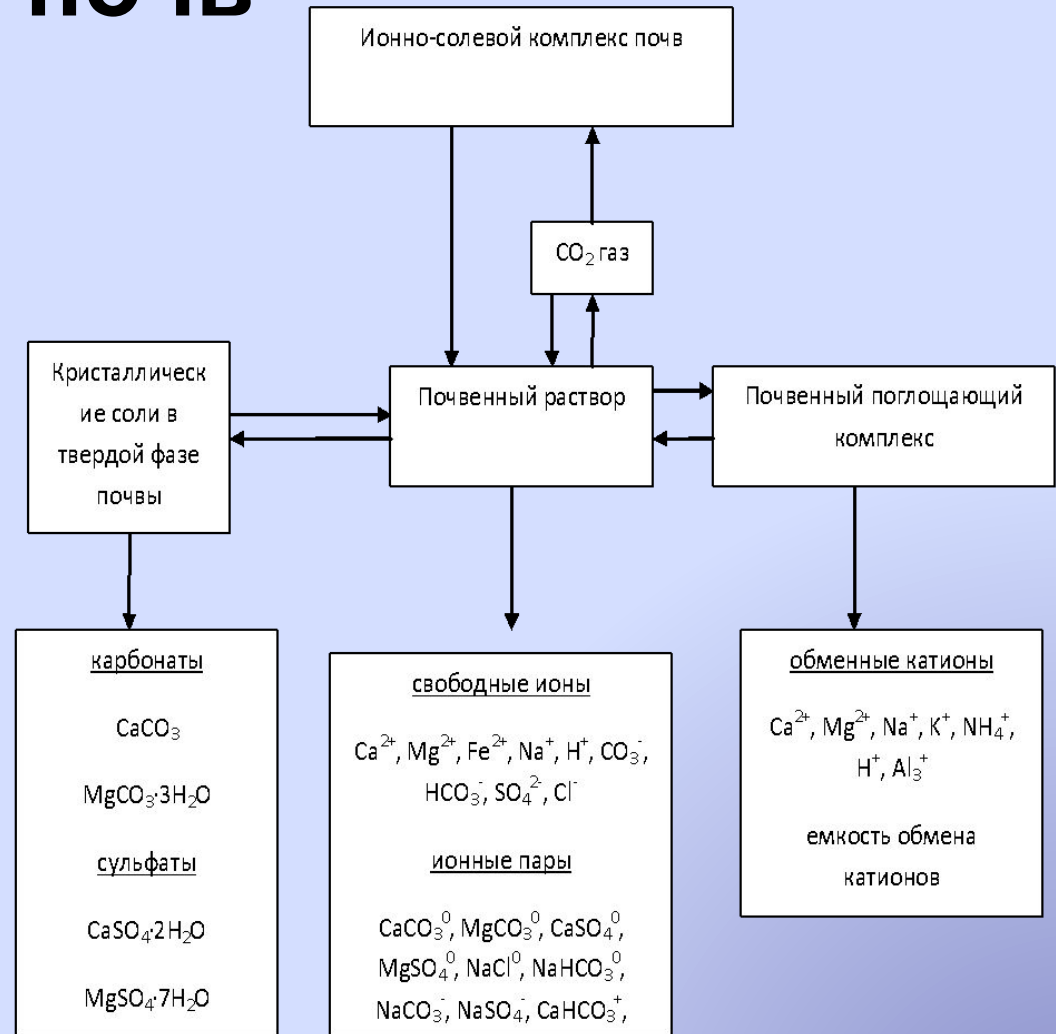
Часть 6

ИОННО-СОЛЕВОЙ КОМПЛЕКС ПОЧВ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

Схема ионно-солевого комплекса

Ионно-солевой комплекс почв представляет собой всю совокупность ионов и солей, находящихся в разных формах – жидкой (в почвенном растворе), твердой (кристаллические водорастворимые соли), адсорбированной почвенным поглощающим комплексом (обменные ионы) и связанных между собой динамическим равновесием

ПОЧВ



Метод почвенных вытяжек

- Метод основан на гипотезе о том, что определенный растворитель (вода, растворы солей, кислот, щелочей разной концентрации, органические растворители – спирт, ацетон, бензол и т.п.) экстрагируют из почвы при контролируемых условиях какую-то определенную группу (или фракцию какой-то группы) соединений интересующего элемента. Метод особенно широко используется для изучения доступных растениям элементов питания, состава почвенного гумуса, форм соединений железа, алюминия, фосфора, калия, тяжелых металлов. Для изучения процессов миграции и аккумуляции различных химических соединений тех или иных элементов в почвах.

Метод водной вытяжки

- Водная вытяжка принадлежит к числу методов, широко используемых в почвенных исследованиях. Она в определенной мере имитирует вещественный состав почвенного раствора, поэтому с помощью водной вытяжки можно получить представление о содержании и составе наиболее подвижных компонентов почвы. Вещества, извлекаемые водной вытяжкой, как правило, способны к миграции. Они могут оказывать прямое влияние на рост и развитие растений. В связи с этим метод водных вытяжек часто используют при исследовании динамики почвенных процессов, изучении режима различных элементов, в том числе и питательных веществ, оценки количества различных токсикантов, могущих накапливаться в почве, включая и колины (вещества органической природы) являющиеся одним из факторов почвоутомления, а также для решения других задач. Однако в первую очередь этот метод
- В агроландшафтах засоление почв может происходить под влиянием орошения. Источником солей часто являются минерализованные оросительные воды. Кроме того, орошение, особенно при техническом несовершенстве оросительных систем, сопровождается подъемом грунтовых вод выше критического уровня, что приводит к вторичному засолению почв. При этом засолению подвергаются не только орошаемые угодья, но и сопряженные территории.

Экологический смысл

К **засоленным** относятся почвы, содержащие в каком-либо горизонте почвенного профиля легкорастворимые соли в количествах токсичных для среднесолеустойчивых культур.

К типичным представителям засоленных почв относятся солончаки (автоморфные и гидроморфные), характеризующиеся высоким содержанием солей в пределах всего профиля часто с максимумом их на поверхности, где они образуют солевую корку.

Кроме собственно солончаков в засушливых и аридных регионах засолению могут быть подвержены черноземы, каштановые, бурые полупустынные почвы, сероземы и их полугидроморфные аналоги. Особую группу засоленных почв представляют солонцы и солонцеватые почвы, в которых процесс засоления сопряжен с солонцовым процессом.

В природных условиях типы засоления образуют определенные географические ареалы. Так содовое засоление характерно в основном для лесостепной зоны и в меньшей степени для степной; сульфатное встречается в степной и сухостепной зонах; хлоридно-сульфатное и сульфатно-хлоридное засоление доминирует в полупустынных и пустынных регионах; хлоридное характерно для приморской части Прикаспийской низменности.

Формирование засоленных почв является следствием континентального, приморского и дельтового соленакопления. **Континентальное** соленакопление связано с движением, перераспределением и аккумуляцией солей, высвобождающихся при выветривании и почвообразовании, во внутриматериковых бессточных областях. **Приморское** соленакопление происходит в результате аккумуляции морских солей в прибрежно-морских низменностях и по берегам мелководных заливов. **Дельтовое** соленакопление обусловлено привнесением солей с континента рекой и долинно-дельтовым грунтовым потоком, а также поступлением их со стороны моря.

Угнетение растений под влиянием солей может быть вызвано следующими причинами:

- 1) увеличение концентрации и осмотического давления почвенного раствора сверх критических значений;
- 2) токсичное действие отдельных ионов на растения;
- 3) нарушение условий питания растений.

Достоинства и недостатки водной вытяжки как метода изучения засоленных почв

Для анализа засоленных почв водная вытяжка имеет исключительное значение, поскольку позволяет оценить наиболее важную их генетико-агро-номическую особенность – содержание и состав водорастворимых солей аккумулирующихся в почвах.

Суть метода водной вытяжки заключается в кратковременном (3 мин.) взаимодействии почвы и дистиллированной воды, взятых в соотношении

1 : 5. При этом происходит растворение легкорастворимых солей. Частично растворяются средне- и труднорастворимые соли.

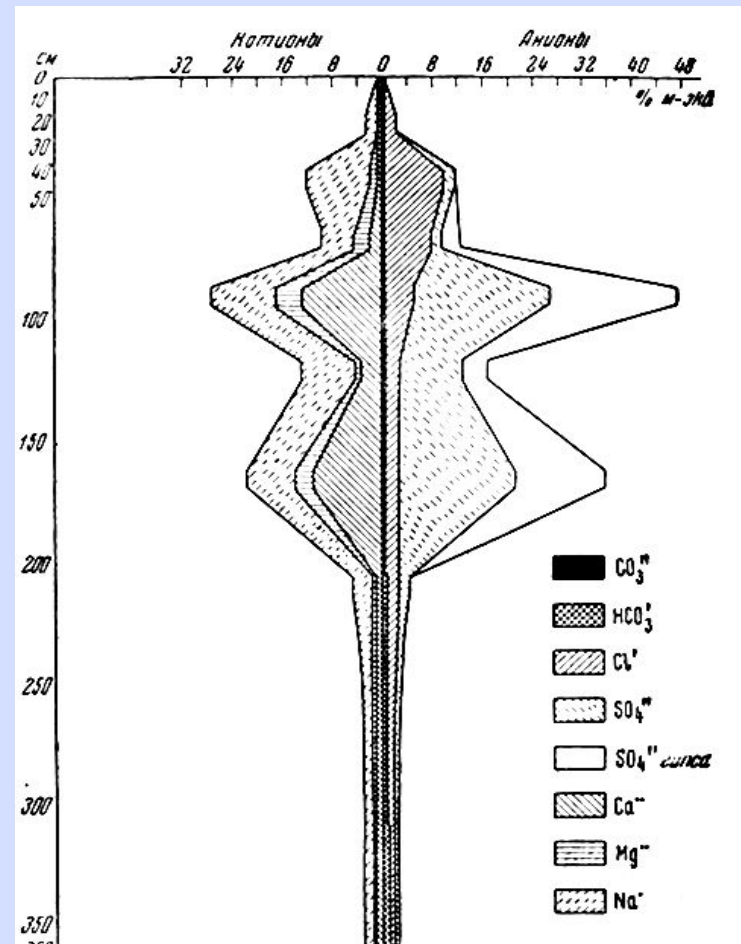


Труднорастворимые соли представлены карбонатами кальция и магния (CaCO_3 , $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), **среднерастворимые соли** – гипсом ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Эти соли часто формируют в профиле почв южных регионов довольно мощные аккумулятивные карбонатные и гипсовые горизонты. Из **легкорастворимых солей** в почвах чаще всего присутствуют карбонат и гидрокарбонат натрия (Na_2CO_3 и NaHCO_3), гидрокарбонаты кальция и магния [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$], хлориды натрия, магния и кальция (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2), сульфаты натрия и магния (Na_2SO_4 , MgSO_4). В ряде случаев встречаются очаги боратного и нитратного соленакопления.



Интерпретация данных ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ

- Результаты анализа водной вытяжки используют для выявления глубины залегания солевых горизонтов, оценки степени и типа засоления почвы, преимущественной направленности миграции солей в почвенном профиле.



Солевой профиль
солонца

Общие представления о катионообменной способности почв

СОЛЕВЫЕ ВЫТЯЖКИ

- Ионообменные свойства почвы обусловлены особенностями ее почвенного поглощающего комплекса (ППК) и процессами обмена катионов и анионов, адсорбированных ППК на катионы и анионы почвенного раствора. ППК по К.К. Гедройцу – совокупность органических, минеральных и органо-минеральных соединений обладающих высокой реакционной и ионообменной способностью. Ионообменная способность ППК определяется наличием положительных и отрицательных зарядов на поверхности формирующих его компонентов. Обмен катионов происходит на отрицательно заряженных позициях ППК, анионов – на положительно заряженных. В большинстве почв преобладают отрицательно заряженные коллоиды, сумма положительных и отрицательных зарядов чаще всего составляет ли



- Среди отрицательно заряженных центров ППК обуславливающих процессы обмена катионов выделяют постоянные и переменные. Постоянные заряды связаны с изоморфными замещениями в кристаллических решетках глинистых минералов. Их количество не зависит от pH и других факторов.
- Переменные заряды часто называют pH-зависимыми. Их количество зависит от pH среды. С увеличением pH возрастает ионизация функциональных групп глинистых минералов, в реакции обмена помимо карбоксильных групп гумусовых кислот дополнительно включаются их фенольные гидроксилы и поверхностные OH-группы оксидов и гидроксидов металлов, в результате чего возрастает ионообменная способность почвы.

Обменные (поглощенные) катионы в почвах представлены главным образом Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , H^+ .

Общие представления о катионообменной способности почв

- Для характеристики катионообменной способности почвы используют следующие показатели.
- **Емкость катионного обмена (ЕКО)** – общее количество катионов, удерживаемых почвой в обменном состоянии и способных к замещению на катионы раствора, взаимодействующего с почвой. Поскольку ЕКО в значительной мере зависит от рН, различают реальную (эффективную) емкость катионного обмена ($ЕКО_{эфф}$), стандартную емкость катионного обмена ($ЕКО_{ст}$) и дифференциальную емкость катионного обмена ($ЕКО_{диф}$).

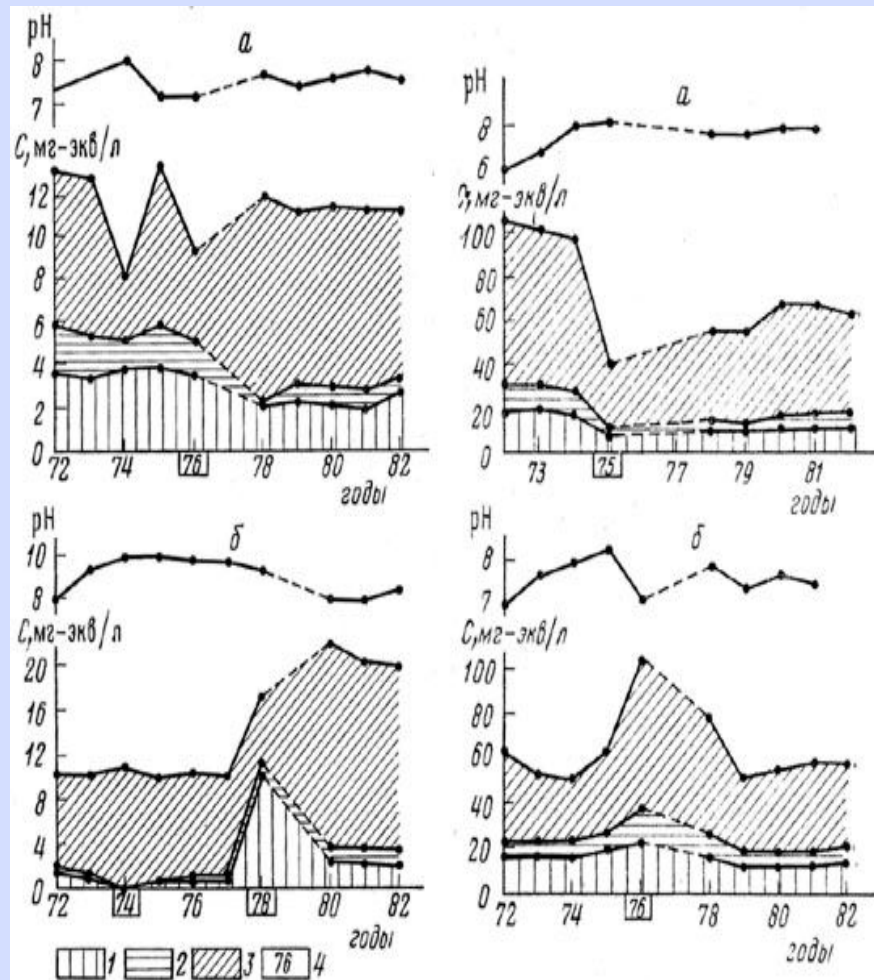


Рис. 2

Рис. 3

Общие представления о катионообменной способности почв

Катионообменная способность относится к числу фундаментальных свойств почвы. Это вытекает из следующих положений:

1. От состава обменных катионов зависит характер взаимодействия органических веществ с твердой фазой почвы, образование органо-минеральных соединений и формирование органофила почвы. Аккумуляции органических веществ в почвенном профиле, в том числе с образованием устойчивых адсорбционных комплексов способствуют Fe, Al, Ca, Mg.
2. Обменные реакции между катионами почвенного раствора и почвенным поглощающим комплексом влияют на pH и ионный состав почвенного раствора, кислотно-основную и другие виды буферности почв. От количества обменных катионов H^+ и Al^{3+} зависит величина потенциальной кислотности почвы, от количества обменного Na^+ – величина потенциальной щелочности почвы.
3. От состава обменных катионов зависят водно-физические свойства почвы. Одновалентные катионы, насыщая почвенный поглощающий комплекс, вызывают пептизацию тонкодисперсных частиц и разрушение почвенной структуры. Почвы, обогащенные обменным натрием (солонцы, солонцеватые почвы) сильно набухают при увлажнении и характеризуются крайне низкой фильтрационной способностью. Во влажном состоянии они очень вязкие, а при высыхании становятся очень плотными и твердыми, содержат значительное количество недоступной для растений влаги. Обменный кальций вызывает коагуляцию тонкодисперсных частиц, способствует формированию водопрочной структуры и улучшению водно-физических свойств почвы.

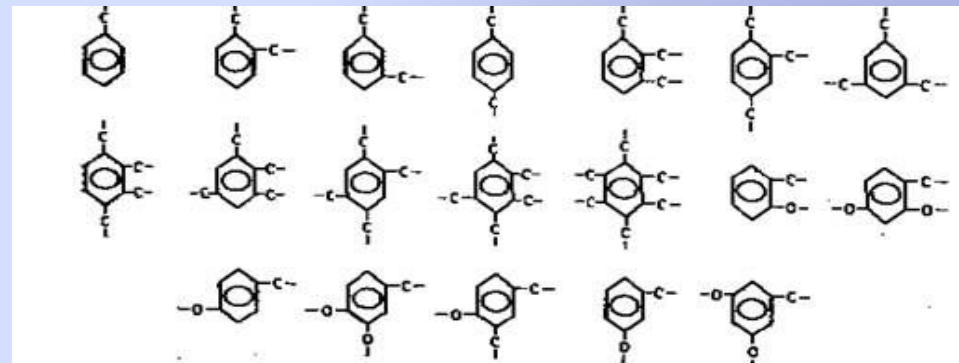
4. Обменные катионы – один из непосредственных источников элементов минерального питания растений.

5. Состав обменных катионов – один из важнейших показателей, используемых при диагностике и классификации почв. В практических целях широко используется разделение почв на насыщенные и не насыщенные основаниями; по содержанию обменного натрия устанавливают степень солонцеватости почв.

6. Состав обменных катионов учитывают при составлении проектов промывок засоленных почв и использования для орошения минерализованных вод.

7. Закономерности катионного обмена являются теоретической основой для химической мелиорации почв (известкование, гипсование и др.).

Для количественной характеристики катионообменной способности почв определяют: эффективную и стандартную емкость катионного обмена, сумму обменных оснований, обменную и гидролитическую кислотность, состав обменных катионов.



Определение суммы обменных оснований методом Каппена-Гильковица

- Метод основан на вытеснении обменных оснований ионом водорода 0,1 н. раствора HCl.
- Количество перешедших в раствор обменных оснований определяют по разности между содержанием H^+ в растворе до, и после взаимодействия кислоты с почвой. Однако следует учитывать, что часть кислоты расходуется на побочные реакции и при однократной обработке почвы кислотой вытесняются не все обменные основания. Поэтому для подзолистых и дерново-подзолистых почв обычно получаются завышенные результаты, а для черноземов – заниженные.



Спасибо за внимание



www.treeand.ru