

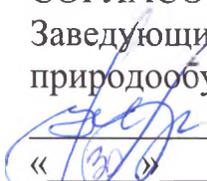
Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

Факультет инженерных систем и экологии

Кафедра природообустройства

СОГЛАСОВАНО

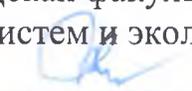
Заведующий кафедрой
природообустройства

 В.В.Мороз

« 30 » 04 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета инженерных
систем и экологии

 О.П.Мешик

« 30 » 04 2025 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«ПОЧВОВЕДЕНИЕ И ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ ПОЧВ»

для специальности:

6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность»

профилизация:

«Природоохранная деятельность

(Экологический менеджмент и экспертиза)»

Составитель: Зубрицкая Т.Е., старший преподаватель

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета
университета « 26 » 06 2025 г., протокол № 4

руч. в УМК 24/25-106

Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

Дисциплина «Почвоведение и основы экологии почв» имеет большое значение при подготовке инженеров-экологов широкого профиля. В последнее время появилась необходимость в разработке нового направления в науке, дополняющего и углубляющего основы почвоведения – экология почв.

Стремительно меняющийся облик всех компонентов среды обитания человека не оставил в стороне и почвенный покров. Почвы испытывают мощное техногенное воздействие. Под влиянием антропогенной и техногенной деятельности происходит изменение характеристик и свойств почв (качества почв), которые необходимо оценивать с использованием комплекса научных методов и приемов.

Цель преподавания дисциплины: способствовать формированию у студентов знаний о почвах, особенностях почвенного покрова Беларуси, методах изучения почв, умений выполнять мониторинг состояния почвы в полевых и лабораторных условиях, анализировать информацию о почвах и в дальнейшем использовать ее в профессиональной деятельности.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основ почвообразовательного процесса, определение состава, структуры и химических свойств почвы;
- изучение водно-физических и других свойств почв с овладением методик их определения;
- освоение вопросов классификации, генезиса и сельскохозяйственного использования почв;
- изучение влияния хозяйственной деятельности на свойства почвы в природных условиях и урбанизированных территориях;
- освоение методики оценки качества почв.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) объединяет структурные элементы учебно-методического обеспечения образовательного процесса, и представляет собой сборник материалов теоретического и практического характера для организации работы студентов специальности 6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность» дневной формы получения образования по изучению дисциплины «Почвоведение и основы экологии почв».

ЭУМК разработан на основании Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26 июля 2011 г., № 167, и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Почвоведение и основы экологии почв» для специальности 6-

05-0521-02 «Природоохранная деятельность». ЭУМК разработан в полном соответствии с утвержденной учебной программой по учебной дисциплине компонента учреждения высшего образования «Почвоведение и основы экологии почв».

Цели УМК:

– обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

– организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательному стандарту высшего образования 6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность» профилизация: «Природоохранная деятельность», а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

Структура учебно-методического комплекса по дисциплине «Почвоведение и основы экологии почв»

Теоретический раздел ЭУМК содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины и представлен курсом лекций, составленным старшим преподавателем Зубрицкой Т.Е.

Практический раздел ЭУМК содержит в электронном виде материалы для проведения лабораторных занятий на протяжении одного семестра.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит перечень вопросов к экзамену для итоговой аттестации.

Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Почвоведение и основы экологии почв» и список литературы по дисциплине.

Рекомендации по организации работы с УМК:

- лекции проводятся с использованием представленных в ЭУМК теоретических материалов; при подготовке к лабораторным занятиям и зачету, студенты могут использовать конспект лекций;

- лабораторные занятия проводятся с использованием представленных в УМК методических материалов;

- зачет проводится с использованием комплекта составленных вопросов, приведенных в разделе контроля знаний.

ЭУМК способствует успешному усвоению студентами учебного материала, дает возможность планировать и осуществлять самостоятельную работу студентов, обеспечивает рациональное распределение учебного времени по темам учебной дисциплины и совершенствование методики проведения занятий.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

1 Теоретический раздел

Конспект лекций по дисциплине «Почвоведение и основы экологии почв»

Лекция 1 Почва – природное тело

Лекция 2 Почвы Республики Беларусь

Лекция 3 Факторы и условия почвообразования

Лекция 4 Морфологические признаки почвы

Лекция 5 Минералогический, химический и гранулометрический состав почвы

Лекция 6 Органическое вещество почвы

Лекция 7 Почвенные коллоиды

Лекция 8 Поглонительная способность почвы

Лекция 9 Физические и физико-механические свойства почв

Лекция 10 Водные свойства и водный режим почв

Лекция 11 Воздушные свойства и воздушный режим почв

Лекция 12 Плодородие почвы

Лекция 13 Влияние хозяйственной деятельности человека на свойства почвы

Лекция 14 Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами

Лекция 15 Тяжелые металлы в почвах. Природные и техногенные аномалии

2 Практический раздел

Материалы используемые для проведения лабораторных работ

3 Раздел контроля знаний

Перечень вопросов выносимых на зачет по дисциплине «Почвоведение и основы экологии почв»

4 Вспомогательный раздел

Учебная программа по дисциплине «Почвоведение и основы экологии почв» для специальности 6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность»

1 Теоретический раздел
Конспект лекций по дисциплине
«Почвоведение и основы экологии почв»

Лекция 1 Почва – природное тело.

1. Предмет, метод и задачи курса

Почвоведение – природно-историческая наука, предметом изучения которой является почва, ее развитие, состав и степень плодородия, закономерности пространственного распределения и способы рационального использования.

Почва, представляет собой природную органо-минеральную оболочку поверхностного слоя земли.

Основные задачи курса «Почвоведение и основы экологии почв»:

- изучение основ почвообразовательного процесса, определение состава, структуры и химических свойств почвы;
- изучение водно-физических и других свойств почв с овладением методик их определения;
- освоение вопросов классификации, генезиса и сельскохозяйственного использования почв;
- изучение влияния хозяйственной деятельности на свойства почвы в природных условиях и урбанизированных территориях;
- освоение методики оценки качества почв;
- умение анализировать, прогнозировать экологические последствия нерационального земледелия и эксплуатации почв.

Основные методы изучения почв.

Профильный метод, разработанный В.В. Докучаевым, заключается в изучении почвы с поверхности на всю глубину ее толщи, т.е. изучение почвенных генетических горизонтов, включая почвообразующую породу.

Морфологический метод изучения почвенного профиля является базисным при проведении полевых исследований и составляет основу полевой диагностики почв. (Окраска, сложение, структура, гранулометрический состав и т.д)

Различают три вида морфологического анализа:

- макроморфологический — изучение почвы невооруженным глазом,
- мезоморфологический — с помощью лупы и бинокля,
- микроморфологический — с использованием микроскопов.

Сравнительно-географический метод основан на сопоставлении почв и факторов почвообразования в пространстве, что позволяет изучать закономерности их географии.

Сравнительно-исторический метод исследует прошлое почв и почвенного покрова на основе современной ситуации, что составляет основу науки палеопочвоведение.

Метод почвенных ключей детально изучает небольшие участки, результаты которых переносятся на однотипные большие территориальные единицы.

При *методе почвенных монолитов* отбираются монолиты ненарушенного строения, на которых затем могут моделироваться различные почвенные процессы (передвижение влаги, питательных растворов и т.д.).

Метод почвенных лизиметров использует разные модификации лизиметров, в которых изучается миграция вод и веществ в природных почвах.

Методом почвенно-режимных наблюдений изучаются различные составляющие водного, теплового, воздушного и питательного режимов через заданные промежутки времени. Метод лежит в основе экологического мониторинга.

Балансовый метод важен для изучения кинетики почвообразования и круговорота веществ во времени.

Метод почвенных вытяжек широко используется для изучения агрохимических свойств почвы с целью определить доступные и менее доступные для растений элементы питания и свойства почвенного поглощающего комплекса.

Аэрокосмические методы включают прямое исследование земной поверхности в целях фотографирования, а также для изучения, например, влажности гумусового состояния, плотности, засоления и т.д.

2. Основатели почвоведения

Основателем почвоведения как науки является В.В. Докучаев.

В.В. Докучаев дал первое научное обоснование почвы. Он определил, что почва есть результат совокупной деятельности и влияния ряда факторов: а) материнской породы, б) растительных и животных организмов, в) климата, г) рельефа местности и д) возраста страны.

Он установил, что почва является самостоятельным природным телом, возникшим и развивающимся по своим законам. Описал большую часть известных почвенных типов, дал первую научную классификацию почв, разработал методику составления почвенных карт, применяемую в настоящее время. Вместе с В.В. Докучаевым основателем научного

почвоведения является П.А.Костычев, внесший большой вклад в изучение биологических основ почвообразования и способов повышения плодородия почв.

В 1883 г. увидела свет его книга «Русский чернозем». Талантливый исследователь впервые показал новый мир - мир почв, который вбирает в себя и мертвые минералы, и живые организмы, и продукты их жизнедеятельности.

Вторым сооснователем русского почвоведения был Павел Андреевич Костычев (1845-1895). Как основоположник агропочвоведения П.А. Костычев видел основную задачу почвоведения в изучении свойств почв по отношению к растениям, а все приемы агротехники связывал со свойствами почв. Является автором первого русского учебника «Почвоведение» (1886).

3. История развития почвоведения Беларуси

Важнейшим предназначением почвоведения как науки в мелиорации является определение допустимых границ воздействия мелиоративных мероприятий на почвенный покров и окружающую природную среду, в экологической защите мелиорируемых почв и ландшафтов от деградационных изменений и их сохранении для непрерывного ряда сменяющихся человеческих поколений.

7-10 тысяч лет назад на территории Беларуси были перигляциальные условия, доминировала тундра. 5-6 тысяч лет назад было мощное потепление и на территории Беларуси была лесная, а на юге даже степная зоны. С началом суббореального периода степь отступала на юг и облесилась вся территория. Окончательно границы современных лесной, лесостепной и степной зон сформировались 2-3 тысячи лет назад. Почвы Беларуси используются человеком примерно 5 тысяч лет, но научное их изучение началось в 19 веке.

Докучаевский всплеск почвенной науки слабо затронул непосредственно Беларусь. Важнейшим событием того века можно считать создание Горы-Горецкой сельскохозяйственной школы – 26 апреля 1836 года, превращенная в 1848 году в сельскохозяйственный институт. Обучение носило агрономический характер, чистого почвоведения не читалось, но был курс «Кадастр и люстрации земель» (96 часов), «Практикум по созданию сельскохозяйственных планов и проектов» (160 часов – второе место в учебном плане по объему). В эти годы в Горках работал профессор Иван Александрович Стебут (1833-1923 гг), написавший фундаментальный труд «Известкование почв» (магистерская диссертация – 1865 г.), где впервые на

научной основе рассматривает почвы как объект химической мелиорации; материалы, пригодные для известкования, способы их приготовления, отдельные химические свойства, приводит первые данные о действии извести на органическое вещество почв, на рост отдельных видов растений, их заболеваемость, анализирует некоторые факторы, влияющие на эффективность известкования. И. А. Стебут стал основателем теории известкования почв в России. Он первым подробно проанализировал причины положительного действия извести на почву и культурные растения и заложил фундамент для последующих исследователей. Он создал в Петербурге женские сельскохозяйственные курсы («стебутовские»), из которых вырос впоследствии Ленинградский сельхозинститут.

В магистерской диссертации Богдана Андреевича Телинского (1812-1886 гг), посвященной классификации земель в фискальных целях, уже рассматривались физико-химические свойства почв, органическое вещество, способы оценки земель. Под его руководством поставлены первые опыты с удобрениями, сортами культур.

Александр Васильевич Советов (1826-1901 гг), защитил диссертацию о разведении кормовых трав на полях (1859 г), возглавлял кафедру в Горках (уже через 5 лет после окончания ВУЗа). Переехав в Петербург, стал одним из учителей Докучаева, который сам признавал, что как ученый родился в лабораториях профессора Советова. В 1967 году защитил докторскую диссертацию «Про системы земледелия» и стал первым в России доктором сельскохозяйственных наук.

В 1919 году работа Горецкого сельскохозяйственного института была возобновлена, а в 1922 году открыт институт сельского и лесного хозяйства в Минске, где кафедру почвоведения возглавлял В.Г. Касаткин, который составил первую почвенную карту части Минской губернии. Этот институт был в 1925 году объединен с Горецким и образована Белорусская сельскохозяйственная академия.

В 1933 году по инициативе академика Я.Н. Афанасьева открыта кафедра почвоведения в БГУ, бывшая одной из кафедр геолого-почвенно-географического факультета (с 1934 года) наряду с тремя геологическими и одной географической кафедрой. Она исчезла в 1937 году после ареста Я.Н. Афанасьева и возродилась в 1947 году под руководством Ф.М. Доминиковского. С 1948 года лекции стал читать академик Иван Степанович Лупинович, ставший вскоре ее заведующим. С 1951 по 1953 год существовало почвенное отделение и почвенно-биологический факультет, выпустивший 73 почвоведов.

Иван Степанович Лупинович (1900-1968 гг), уроженец Шацка, выпускник института сельского и лесного хозяйства в Минске. С 1934 года – заведующий кафедрой общего земледелия в Горках, с 1935 – кандидат сельскохозяйственных наук, с 1942 – доктор. С 1947 года – академик АН БССР, переезжает из Москвы в Минск. С 1951 по 1952 исполнял обязанности Президента Академии. С 1957 года – президент академии сельскохозяйственных наук Беларуси. Он – основатель лаборатории физики и биохимии торфяно-болотных почв в НИИ мелиорации и водного хозяйства. С 1950 по 1968 год он был заведующим кафедры почвоведения БГУ. Важнейший труд «Торфяно-болотные почв Белорусской ССР и их плодородие», «Микроэлементы в почвах БССР и эффективность микроудобрений». Его имя с 1970 года носит белорусская сельскохозяйственная библиотека.

Андрей Григорьевич Медведев (1897-1985 гг), выпускник Горецкого сельскохозяйственного института. С 1930 года – доцент, с 1935 – профессор кафедры почвоведения в Горках, с 1945 по 1956 – заведующий кафедрой, с 1951 – доктор сельскохозяйственных наук, тема диссертации – «Характеристика почвенного покрова Белорусской ССР в сельскохозяйственных целях». С 1961 года – член-корреспондент Академии наук, с 1968 по 1980 год – заведующий кафедрой почвоведения БГУ. Он считается основателем таких отраслей почвоведения в Беларуси, как эрозия и бонитировка почв. Труды: «Почвы БССР», «Почвы Белорусской ССР», «Оценка качества земель в Белорусской ССР», «Качественная оценка земель в колхозах и совхозах Белорусской ССР», «Эволюция мелиорированных почв и ее итоги».

В последние годы из-за сокращения объемов работ по реконструкции и ремонту мелиоративных систем ввиду снижения финансирования мелиоративное состояние орошаемых и осушенных земель ухудшается, и их переводят в разряд немелиорируемых.

4. Общие сведения о почве и ее плодородии

Почвы возникают вследствие сложного взаимодействия между почвообразующей горной породой, растительным и животным миром. Значимая роль принадлежит антропогенной деятельности. Каждый тип почвы уникален по сути. Ему характерно особое строение, химические, физические, механические, водные и биологические свойства.

Главной задачей практического мелиоративного почвоведения является повышение плодородия почв с целью получения высоких и устойчивых

урожаев. Высоким плодородием обладают не все почвы. Наиболее высокоплодородными являются степные черноземы (отсутствуют в Беларуси).

Плодородие – способность почвы обеспечить потребность растений в жизненно - важных факторах: воде, тепле, воздухе, элементах питания, а также создать благоприятные предпосылки для развития корневой системы.

Различают *природное и потенциальное плодородие*.

Природное плодородие – то плодородие, которым обладает почва в природном состоянии без вмешательства человека.

Потенциальное плодородие – это суммарное плодородие почвы, определяемое ее приобретенными в процессе почвообразования или созданными (измененными) человеком свойствами. Характеризуется запасами элементов питания растений, способностью почвы в благоприятных условиях обеспечения растений другими факторами – водой, воздухом, теплом (а это возможно при окультуривании) – длительное время мобилизовать в необходимых для растений количествах элементы питания и поддерживать высокий уровень эффективного плодородия. Огромное потенциальное плодородие имеет, например, луговой торфяник, после осушения и освоения на нем получают очень высокие урожаи культурных растений. Высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, низким – подзолистые.

Почвенный покров территории Беларуси отличается большой пестротой. Наибольшее распространение имеют дерново - подзолистые нормально увлажненные (автоморфные) и заболоченные (гидроморфные) почвы, составляющие 42,3 и 25,4 % территории, соответственно. В природном состоянии они характеризуются кислой реакцией среды, слабой обеспеченностью питательными веществами и наиболее распространены в северных и северо – восточных районах. Значительную площадь занимают торфяно – болотные (14,4 %) и дерновые заболоченные карбонатные почвы (9,3 % территории). Они обладают высоким потенциальным плодородием и после регулирования водно – воздушного режима и внесения минеральных удобрений дают высокие урожаи сельхозкультур. Характерные черты торфяно – болотных почв Белорусского Полесья – почти повсеместное подстиление рыхлыми песчаными отложениями и широкое распространение почв с небольшой (до 1 м) мощностью торфа. В поймах рек формируются аллювиальные (пойменные) почвы, составляющие 8,6 % территории. Наибольшие площади таких почв сосредоточены на юге Беларуси.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 2 Почвы Республики Беларусь

1. Классификация и систематика почв Беларуси

Первые сведения о классификации почв Беларуси содержались в работе профессора В. Г. Касаткина «О почвах Беларуси», опубликованной в 1923 г. В ней указывалось, что зональными почвами республики являются подзолистые, а степень оподзоленности зависит от гранулометрического состава пород и условий рельефа. Я. Н. Афанасьев (1926), анализируя материалы рекогносцировочных почвенных исследований на территории Беларуси, также отнес к подзолистому типу почвы всех повышенных участков рельефа, разделяя их на слабо-, средне- и сильноподзолистые.

В обобщающей монографии под редакцией И. С. Лупиновича и П.П. Рогового (1952), выделено шесть типов почв: дерновые, дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерново-болотные, торфяно-болотные и аллювиально-луговые.

Последующие исследования в области диагностики и генезиса почв, обобщение материалов крупномасштабных почвенных исследований дали основания для дальнейшего развития классификации почв Беларуси. При проведении крупномасштабных почвенных исследований на территории республики был разработан список А. Г. Медведева, М. П. Булгакова, Ю. И. Гавриленко (1960), согласно которой почвы, имеющие в профиле признаки гидроморфизма, отнесены к дерново-подзолистым заболоченным с делением на три подтипа (временно избыточно увлажняемые, глееватые и глеевые).

Н. И. Смян, Т. А. Романова, И. Н. Соловей впервые охарактеризовали бурые лесные почвы Беларуси (1972). Г. С. Цытрон (1990) разработала первую классификационную схему антропогенно-преобразованных почв Беларуси, в которой они выделены на самом высоком таксономическом уровне (класс) с дальнейшим делением на типы и подтипы. Антропогенно-преобразованные почвы рассматриваются как самостоятельные почвенные образования, претерпевшие значительные изменения и утратившие свои классификационно-генетические признаки.

Номенклатурный список почв Беларуси включает 13 основных типов почв (Полевое исследование и картографирование почв Беларуси / под ред. Н.И. Смяна, Т. Н. Пучкаревой, Г. А. Ржеутской, 1990 г. (с дополнениями и изменениями в 2002 г.). Генетический *тип* выделяется по ведущему процессу почвообразования, который находит отражение в строении почвенного профиля. На более низком таксономическом уровне последовательно определяют подтип, род, вид, разновидность и разряд почв. Деление почв на *подтипы* обусловлено проявлением дополнительных почвообразовательных

процессов, которые накладываются на ведущий. На уровне *рода* почвы группируются по генезису и характеру строения почвообразующих пород, на уровне *подрода* (только для автоморфных почв) – по наличию признаков временного переувлажнения (оглеения), на уровне *вида* – по степени проявления процессов почвообразования, *разновидности* – по гранулометрическому составу почвообразующих и подстилающих пород. Полное название почвы, например, может быть следующим: «дерново-карбонатная типичная, маломощная, среднегумусная на суглинистом элювии, подстилаемом с глубины 0,5 м мелом». Ниже приведена номенклатура основных типов почв Беларуси, а также соответствующих им «почвенных единиц» легенды Почвенной карты мира (классификация почв WRB):

1. Дерново-карбонатные (регосоли, лептосоли),
2. Бурые лесные (камбисоли),
3. Подзолистые (подзолы, ретисоли),
4. Дерново-подзолистые (ретисоли),
5. Подзолистые заболоченные (подзолы, ретисоли),
6. Дерново-подзолистые заболоченные (ретисоли),
7. Болотно-подзолистые (подзолы),
8. Дерновые заболоченные (глейсоли),
9. Торфяно-болотные низинные (гистосоли терриковые),
10. Торфяно-болотные верховые (гистосоли ферриковые),
11. Аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные (флювисоли),
12. Аллювиальные болотные (флювисоли гистиковые),
13. Антропогенно-преобразованные почвы (антросоли, техносоли).

По мере углубления и расширения почвенных исследований накопился большой массив данных о строении, составе и свойствах почв Беларуси, появились новые научные концепции, были пересмотрены классификационные подходы и принципы. В итоге были предложены новые классификационные схемы почв Беларуси.

В 2004 г. была опубликована монография Т. А. Романовой «Диагностика почв Беларуси и их классификация в системе ФАО-WRB», которая вызвала оживленную дискуссию среди ученых-почвоведов. В основу предложенной автором классификационной схемы положен гидрологический подход. Так, на верхнем таксономическом уровне (класс, тип, подтип) почвы

дифференцированы по характеру увлажненности и особенностям водного режима. Далее (на уровне рода и подрода) учтены гранулометрический состав, строение и свойства почвообразующих пород и химический состав грунтовых вод. Различия почв на нижнем таксономическом уровне (вид, разновидность, вариант) обусловлены, по мнению автора, хозяйственным воздействием человека. Обособленно приводится классификация пойменных почв.

В 2007 г. была предложена классификационная схема почв Беларуси в работе Н. И. Смяна и Г. С. Цытрон «Классификация, диагностика и систематический список почв Беларуси». Данная классификационная схема все разнообразие почв Беларуси распределяет в три отдела по соотношению природных и антропогенных факторов: естественные, антропогенно-естественные и антропогенно-преобразованные.

Классы выделены по преобладающему фактору почвообразования, подклассы – по строению профиля и основному процессу почвообразования. Так, естественные почвы разделены на 3 класса (автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные) и 8 подклассов. Почвы антропогенно-естественные делятся на автоморфные, полугидроморфные и осушенные; почвы антропогенно-преобразованные – на агрогенные и техногенные. Остальные таксономические единицы классификации (тип, подтип, род, вид, разновидность), в основном, близки соответствующим единицам традиционной схемы. Правда, при этом количество типов почв Беларуси возрастает до 52-х.

2. Диагностические признаки почв Беларуси

Для того чтобы найти место почвы в номенклатурном списке, нужно ее «диагностировать». Для диагностики почв определяются их внешние и внутренние признаки, важнейшими из которых являются строение профиля, морфологические, физико-химические свойства отдельных горизонтов, гранулометрический состав, распределение ила в почвенной толще.

Идентификация почвенного профиля – одна из труднейших задач почвоведов. Главная проблема – увидеть за индивидуальными признаками отдельного почвенного разреза общую типовую черту.

Диагностика почв Беларуси основана на традиционном подходе, опирающемся, в основном, на морфологические признаки почв. Особое внимание при этом уделяется подгумусовым горизонтам, так как гумусовые горизонты часто имеют следы антропогенного влияния, даже в почвах под лесами. Оглеение диагностируется по синеватым и зеленоватым тонам при состоянии анаэробно-анаэробного состояния (редуктоморфные признаки), по ярко-желтым,

охристым, ржавым, буроватым тонам при состоянии аэрибиоза (оксиморфные признаки).

К общим (собираательным) признакам почв *автоморфного* ряда Т.А. Романова (2004) относит бурую или палеую окраску подгумусовых горизонтов, слабую выраженность иллювиальных горизонтов (кроме почв на лессовидных отложениях), подстилку типа муль или муль-модер. К типовым (генеративным) признакам бурых лесных почв можно отнести наличие подгумусового бурого метаморфического горизонта (B_m), оглиненного и уплотненного. В дерново-подзолистых почвах подгумусовый горизонт обычно имеет осветленную, палеую или буровато-палеую окраску.

Собираательным признаком *полугидроморфных* почв является наличие в профиле осветленных горизонтов и признаков оглеения.

К генеративным признакам *дерново-подзолистых заболоченных* почв относят наличие подгумусового белесого или желтовато-белесого горизонта с железистыми новообразованиями, явное оглеение материнской (подстилающей) породы.

Для *дерново-подзолистых* с иллювиально-гумусовым горизонтом (B_h) почв характерны: подгумусовый горизонт белесого цвета A_2 , бесструктурный, ясно переходящий в B_h – бурый иллювиально-гумусовый горизонт; часто седоватая присыпка в гумусовом горизонте.

Для *дерновых заболоченных* почв характерно наличие подгумусовых горизонтов с признаками оглеения и гидрогенной аккумуляции железа или кальция без признаков оподзоливания; серый с ржавыми или охристыми прожилками горизонт A_1 ; пунктуации марганца; глеевый горизонт на некоторой глубине.

Для *гидроморфных* почв характерно сильное временное или постоянное насыщение водой. Торфяные горизонты диагностируются по составу естественной растительности и ботаническому составу торфа, иловато-болотные – по наличию мощного (более 30 см) гумусового горизонта сизо-черного цвета.

Наиболее характерным признаком *пойменных дерновых* почв является при сходстве с аналогичными почвами водоразделов слоистость аллювиальных отложений и значительна мощность гумусовых горизонтов.

Располагая полным набором аналитических данных, подобных приведенным выше, в совокупности с морфологическим описанием профилей, диагностика почв может быть выполнена с достаточно высокой степенью достоверности. В полевых условиях дополнительно применяется

ряд экспресс-методов оценки физико-химических свойств почв. Так, независимо от способа определения кислотности, следует принимать в расчет, что показатели pH_{KCl} являются генетически обусловленными только для двух типов почв: дерново-подзолистых заболоченных с иллювиально-гумусовым горизонтом (неизменно кислым и сильноокислым) и дерновых заболоченных (близким к нейтральным, нейтральным и щелочным). Кислотность всех остальных почв в значительной мере обусловлена химическим составом почвообразующих пород. Даже среди дерново-подзолистых заболоченных почв, которые в целом характеризуются повышенной кислотностью, встречаются варианты с $pH_{KCl} > 6,0$ в горизонтах A_1 и G . Поэтому при определении генезиса почв кислотность является малонадежным признаком. И тем более нельзя устанавливать генезис почвы по кислотности пахотного горизонта. При этом различить антропогенно обусловленную и естественную кислотность пахотного слоя не сложно: высокие значения pH_{KCl} в пахотном слое, как правило, резко снижаются в подпахотном.

Для разграничения осветленных подзолистых (A_2) и глеевых (G) горизонтов издавна применяется проба кровяной солью или прокаливание образцов. Оба метода дают хорошие результаты, позволяющие отличить подзолистые горизонты от глеевых.

Дополнительным показателем для диагностики может служить и содержание гумуса, величина которого четко увеличивается в почвах по мере возрастания степени их гидроморфизма.

3. Характеристика типов почв Беларуси

Дерново-карбонатные почвы (*регосоли, лептосоли* в системе WRB) формируются на твердых карбонатных породах в результате дернового процесса почвообразования. Распространены в Беларуси повсеместно небольшими участками среди дерново-подзолистых почв (цветная вклейка 9). Данные почвы занимают небольшую площадь, в составе сельскохозяйственных земель республики – всего 3278 га.

Развиваются в автоморфных условиях при промывном типе водного режима. Особенности строения и свойства дерново-карбонатных почв Беларуси сильно зависят от характера почвообразующих пород, содержание карбонатов в которых может составлять от 40 до 95 %. К таким породам относятся: плотные известковые породы (доломиты, известняки, мел); пресноводные образования в виде мергелей, омергелеванных пород, известковых туфов; карбонатная морена; лессы; водно-ледниковые отложения, подстилаемые с глубины до 0,5 м мелом.

Дерново-карбонатные почвы на уровне подтипа делят на типичные, выщелоченные и оподзоленные.

Для большинства полевых культур суглинистые разновидности дерново-карбонатных почв оценены исходным баллом плодородия 100, то есть как лучшие. Однако мнение о высоком плодородии таких почв относится в первую очередь к их оглеенным внизу или на контакте аналогам, так как непродолжительное переувлажнение способствует улучшению водного режима, усилению выветривания карбонатных пород и более значительному накоплению мягкого гумуса (типа муль).

Бурые лесные почвы (*камбисоли*) в Беларуси встречаются небольшими массивами и занимают повышенные, хорошо дренированные участки на рыхлых моренных или водно-ледниковых песчаных, супесчаных, песчано-гравийных породах. Формируются бурые почвы преимущественно под широколиственными и смешанными лесами с обилием кустарников и включением неморальной (западноевропейской) травянистой растительности, иногда под мертвопокровными типами леса.

Влага в такой почве находится преимущественно в рыхлосвязанной форме, хорошо доступной растениям. Хорошие условия аэрации и высокая водопроницаемость почв обуславливает ярко-бурую или красно-бурую окраску подгумусовых горизонтов.

Лесная подстилка в почвах имеет малую мощность, состоит обычно из одногодичного опада (до 1 см), который содержит большое количество зольных элементов. Слабое накопление подстилки свидетельствует о высокой биологической активности микроорганизмов и мезофауны.

Гумусовый горизонт обычно имеет мощность 6–10 см.

Они характеризуются невысоким почвенным плодородием по отношению к традиционным сельскохозяйственным культурам с исходным баллом качественной оценки 33–49 из-за легкого гранулометрического состава. Однако эти почвы представляют серьезную ценность для лесного хозяйства, так как хорошо пригодны для выращивания дуба, ясеня и других ценных пород деревьев.

Подзолистые почвы (*ретисоли, подзолы при наличии горизонта Bh*) образуются под хвойной растительностью с моховым покровом в условиях промывного водного режима. В условиях Беларуси встречаются редко, приурочены к хорошо дренируемым участкам водоразделов, склонов надпойменных террас и зандровых равнин, сложенных кварцевыми песками. Формируются под ельниками, реже сосняками черничными и мшистыми,

чаще в северной и восточной частях страны. Ввиду крайне низкого плодородия они не используются в сельском хозяйстве и заняты лесом. Сведения об их количестве в составе сельскохозяйственных земель страны отсутствуют.

Подзолистые почвы отличаются низким содержанием гумуса с преобладанием в его составе фульвокислот, кислой реакцией среды и невысокой насыщенностью основаниями верхних горизонтов. Почвы бедны азотом, фосфором и калием, но содержат большое количество подвижных соединений железа и алюминия. Отличаются также плохими водно-физическими свойствами.

В смешанных лесах с травянистым и мохово-травянистым наземным покровом подзолистый и дерновый процессы почвообразования протекают одновременно, что приводит к формированию *дерново-подзолистых почв (ретисоли)*, которые обладают благоприятными для растений свойствами и средним уровнем плодородия.

Дерново-подзолистые почвы – основная составляющая фонда пахотных земель Беларуси. На них приходится около 34 % сельскохозяйственных и 47 % пахотных земель. Характерные для данных почв повышенная кислотность и невысокое содержание питательных веществ лимитируют уровень их плодородия, однако для почв некоторых разновидностей потенциал продукционной способности очень высок, так как в значительной степени зависит от гранулометрического состава и строения слагающих пород. Самым высоким естественным плодородием среди дерновоподзолистых почв Беларуси характеризуются почвы, сложенные лессами и лессовидными суглинками. Именно на них располагается большинство сельскохозяйственных предприятий – рекордсменов по урожайности полевых культур.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы (ретисоли, при наличии иллювиально-гумусового горизонта – подзолы) имеют широкое распространение на территории Беларуси.

В естественных условиях на дерново-подзолистых заболоченных почвах, развивающихся на связных и двучленных с водоупором породах произрастают еловые леса, в южной части страны – сосновые и березовые с дубом и грабом. На рыхлых породах образование дерново-подзолистых заболоченных почв наиболее характерно для равнин и низин Центральной и Южной Беларуси в местах, где грунтовые воды залегают близко от поверхности, и капиллярная кайма выполняет роль водоупора. Произрастают на таких почвах сосняки и березняки черничные, суходольные низко-

продуктивные луга. Распространение дерново-подзолистых заболоченных почв обычно ограничено на более повышенных элементах рельефа присутствием дерново-подзолистых оглееных внизу, а в нижней части катены – дерновых заболоченных (аллювиальных) почв, реже торфяно-болотных низинных либо пойменных.

Наиболее характерными диагностическими признаками *дерново-подзолистых заболоченных* почв являются: наличие подзолистого горизонта и процесса оглеения, характер и степень развития которого определяет подтиповые и более низкие таксономические различия.

Болотно-подзолистые почвы (подзолы) развиваются в понижениях рельефа или приурочены к плоским равнинам, где накапливаются поверхностные воды. На рыхлых почвообразующих породах Полесья они образуются в местах близкого залегания грунтовых вод. Формируются болотно-подзолистые почвы под сосновыми долгомошно-черничными, еловыми и березовыми долгомошными, багульниковыми, сфагновыми лесами, особенно по краям верховых болот.

Наиболее характерными диагностическими признаками *болотно-подзолистых* почв являются: наличие верхнего торфяного, подзолистого и глеевого горизонтов, очень кислая реакция среды, низкая насыщенность основаниями.

Подзолистые заболоченные почвы (ретисоли) встречаются довольно редко, формируются на рыхлых бедных породах слабодренлируемых водоразделов и понижений под хвойно-мшистыми лесами. Образуют в структуре почвенного покрова комбинации с подзолистыми и болотно-подзолистыми почвами.

Почвы очень кислые, характеризуются низким содержанием ила, полуторных оксидов и оснований.

Дерновые заболоченные почвы (глейсоли) образуются под воздействием двух процессов почвообразования: дернового и болотного.

Формирование этих почв происходит преимущественно под луговой, а также под лесной растительностью особого состава. Преобладают леса черноольховые и широколиственные (ясеневые, кленовые) с дубом, на севере – еловые с ольхой серой и травянистым покровом. Для луговой растительности характерно участие в травостое мягких злаков (полевица белая, мятлик луговой и др.) и мелких осок. На таких почвах существуют лучшие по продуктивности луга, использование которых возможно без

осушительных мелиораций. В Беларуси на долю дерновых заболоченных почв приходится около 10 % сельскохозяйственных земель.

По условиям рельефа почвы, в основном, приурочены к нижним частям склонов, ложбинам стока, окраинам крупных низинных болот или, наоборот, плоским приподнятым участкам среди болотных массивов. Очень важным условием развития дерновых заболоченных почв является наличие хотя бы слабого уклона поверхности, обеспечивающего поступление насыщенных кислородом вод, способствующих активной гумификации органики, и отток излишней влаги.

Для повышения плодородия дерновые заболоченные почвы требуют осушения и применения минеральных удобрений. При осушении, необходимом для использования их под пашню, часто происходит резкое уплотнение подпахотного горизонта за счет цементации полуторных оксидов в аэробных условиях, вымывание катионов из верхних горизонтов, увеличение кислотности и уменьшение гумусированности, особенно при грунтовой переувлажнении.

Торфяно-болотные почвы занимают примерно пятую часть территории Беларуси, приурочены к пониженным элементам рельефа. Торфяно-болотные почвы – это почвы гидроморфного ряда. Их происхождение и развитие связано с условиями постоянного избыточного увлажнения: по меньшей мере в течение 200 дней в году влажность верхнего слоя почв превышает величину наименьшей влагоемкости.

Важное значение имеет характер водного питания почв, в зависимости от которого почвы делятся на верховые (олиготрофные), низинные (эвтрофные) и переходные (мезотрофные). Болотные почвы низинного типа отличаются высоким потенциальным плодородием, почвы верховых болот имеют сильнокислую реакцию среды, и их использование в сельском хозяйстве ограничено и нецелесообразно. Низинные болотные почвы шире представлены на юге Беларуси, верховые – на севере.

Торфяно-болотные почвы низинного типа (*гистосоли терриковые*) в Беларуси распространены достаточно широко и занимают, по разным данным, от 11 до 18 % территории. Примерно половина из них осушена. Самые значительные площади торфяно-болотные низинные почвы занимают в районах Полесья и центральной части Беларуси, меньше их в районах Поозерья.

Почвы приурочены к плоским понижениям водоразделов, понижениям речных долин и озерных котловин с близким залеганием грунтовых вод. Накопление низинного торфа происходит при застаивании слабопроточных

грунтовых вод и, достаточно часто, путем зарастания водоемов. В качестве растений-торфообразователей выступают разнообразные древесные, кустарниковые, травяные и моховые виды растений: береза пушистая, ольха черная, ель, отдельные виды ив, тростник, камыш, рогоз, вейник, осоки и т.д. В Беларуси выделено восемь основных видов торфа низинного типа: древесный, древесно-осоковый, древесно-тростниковый, осоковый, осоково-гипновый, тростниковый, тростниково-осоковый, гипновый.

Осушенные и освоенные под пашню торфяно-болотные низинные почвы имеют значительное эффективное плодородие и являются первоочередным объектом мелиорации ввиду богатства органическим веществом и азотом. Балл их плодородия после осушения (с отрегулированным режимом влажности) может достигать 80-ти по 100-бальной шкале.

В Беларуси актуальной является проблема сработки торфа, то есть сокращения мощности торфяного пласта при сельскохозяйственном использовании почв. Главной ее причиной может быть быстрая гумификация и минерализация органического вещества. В настоящее время ученые разрабатывают разнообразные технические приемы, направленные на уменьшение потерь органического вещества при пахотном использовании осушенных торфяных почв.

Наиболее характерными диагностическими признаками *торфяно-болотных низинных* почв являются: наличие торфяных горизонтов темного цвета, приуроченность к депрессиям рельефа с избытком грунтового водного питания, значительное участие осок и тростников в торфообразовании, высокая зольность торфа.

Торфяно-болотные почвы верхового типа (гистосоли ферриковые) занимают 2,1 % территории Беларуси. Распространены преимущественно в северной части страны, где приурочены к замкнутым котловинам водоразделов, пологим склонам террас с близким от поверхности водоупором и затрудненным боковым стоком. Торфяно-болотные почвы верхового типа формируют растения, довольствующиеся поступлением влаги только из атмосферных осадков. К числу таких растений относятся прежде всего сфагновые мхи и кустарнички (багульник, вереск, клюква, подбел), а также пушица, сосна и береза пушистая.

Наиболее характерными диагностическими признаками *торфяно-болотных верховых* почв являются: наличие торфяных горизонтов, приуроченность к депрессиям рельефа с затрудненным поверхностным и

внутрипочвенным стоком вод, значительное участие сфагновых мхов в торфообразовании, низкая зольность и плотность торфа.

Торфяно-болотные почвы верхового типа на уровне рода включают **торфяно-болотные переходные почвы** (*транзитгистосоли*). Они занимают 2,5–3,0 % территории Беларуси и промежуточное положение между верховыми и низинными. В естественном положении они диагностируются по наличию растений, свойственных как верховым, так и низинным болотам. Для них типичны высокобонитетные еловые, сосновые и березовые леса с участием в наземном покрове кустарничков, осок, сфагновых и зеленых мхов. Самые значительные по площади массивы переходных торфяников встречаются в понижениях, куда поступают почвенно-грунтовые воды, мало отличающиеся от атмосферных по своему химизму.

При осушении и распашке таких почв необходимо удаление верхнего кислого и бедного питательными веществами слоя торфа, часто требуется известкование. В целом их плодородие на 10-20 баллов ниже, чем низинных торфяников аналогичной мощности.

Аллювиальные почвы формируются в условиях речных пойм под воздействием дернового и болотного процессов почвообразования и их сочетаний. Ежегодное затопление пойм водами весенних разливов и паводков создает достаточно самостоятельную категорию почв. Своеобразие их заключается в том, что процессы почвообразования и породообразования протекают одновременно, причем отлагающиеся осадки уже подвергались почвообразованию, поэтому процесс формирования аллювиальных почв происходит очень быстро. С водоразделов в поймы сносится органическое вещество почвы, химизм речных и грунтовых вод в поймах определяет характерные черты почвенного профиля (карбонатность, охристость или оруденелость). Это предопределяет развитие в поймах преимущественно дерновых заболоченных почв, сходных с почвами междуречий. В районах интенсивной распашки и осушительной мелиорации короткие бурные половодья обедняют почвы питательными элементами и предопределяют формирование преимущественно грубого, обедненного органическими веществами аллювия.

Пойменные почвы Беларуси согласно номенклатурному списку объединены в два типа: аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные, аллювиальные болотные.

Аллювиальные (пойменные) дерновые и дерновые заболоченные почвы (*флювисоли*) занимают свыше 60 % площади всех пойменных почв в республике (около 3,7 % площади сельскохозяйственных земель).

Приурочены преимущественно к прирусловой и центральной частям пойм. Наиболее характерными особенностями почв являются слоистый характер почвообразующих отложений, отсутствие или слабое развитие подзолообразовательного процесса, формирование мощного гумусового горизонта.

Используется преобладающая часть пойменных почв как естественная кормовая база. В большинстве своем они обладают высоким естественным плодородием, и при соблюдении правильного режима использования дают высокие урожаи трав. Наиболее пригодны для использования в качестве лугов участки центральной части пойм, обладающие наиболее благоприятным водным режимом и плодородными почвами.

Вследствие отсутствия надлежащего ухода, неумеренного и несвоевременного выпаса скота многие пойменные луга сильно засорены малоценными, несъедобными или даже ядовитыми растениями, покрыты кочками и дают низкий урожай трав.

Значительная часть пойменных лугов заболочена, имеет малоценный в кормовом отношении травостой, покрыта кустарниковой и древесной растительностью и практически не используется или же используется недостаточно эффективно. Эту часть заболоченных пойменных лугов необходимо мелиорировать, чтобы вовлечь в сферу интенсивного использования.

Для повышения качества пойменных лугов высокого и среднего уровня необходимо проводить поверхностное и коренное их улучшение. Осушенные и освоенные пойменные почвы можно также использовать и для выращивания полевых и овощных культур.

Аллювиальные болотные почвы (флювисоли гистиковые) составляют примерно 40 % всех пойменных почв Беларуси и отличаются от других торфяно-болотных почв значительным приносом илистых частиц талыми водами, поэтому их часто называют иловато-болотными. Они формируются на наиболее пониженных участках притеррасной и, реже, центральной поймы (на месте заросших стариц). Обычно они покрыты болотными (камыш озерный, мятлик водяной, осоки, стрелолист, канареечник, ирис-касатик, ежеголовник ветвистый и другими) травами.

По сравнению с аналогичными внепойменными почвами аллювиальные торфяно-болотные почвы имеют более высокую степень зольности, они богаче азотом, фосфором и некоторыми другими питательными веществами.

Аллювиальные болотные почвы обладают очень высоким потенциальным плодородием. Они пригодны после осушения для возделывания самых требовательных культур, выращиваемых в Беларуси, например, овощных.

Наиболее характерными диагностическими признаками *аллювиальных болотных* почв являются: приуроченность к поймам рек, наличие торфяных или иловатых (с содержанием гумуса более 10 %) горизонтов, невысокая кислотность из-за преобладания жестких вод, более высокая степень разложения по сравнению с водораздельными торфяниками.

Антропогенно-преобразованные почвы (антросоли) формируются при воздействии на почву человека. С увеличением масштабов хозяйственной деятельности стало возможным говорить о самостоятельном культурном процессе почвообразования, который развивается все сильнее при интенсификации земледелия и техногенеза. Антропогенно-преобразованные – почвы, претерпевшие глубокую трансформацию под влиянием хозяйственной деятельности человека и в значительной степени утратившие свои естественные признаки и качества.

Процессы антропогенизации почв на территории Беларуси имеют довольно высокую степень выраженности. Они обусловлены бурно развивающимся строительством, прокладкой линий электропередач и трубопроводов, добычей полезных ископаемых, интенсивной осушительной мелиорацией, большим объемом культуртехнических работ, рекультивацией земель, агрогенной трансформацией сельскохозяйственных почв. Все это приводит к преобразованию почв с разной степенью их антропогенной трансформации.

Традиционно в Беларуси к антропогенно-преобразованным относят окультуренные и нарушенные почвы. Согласно номенклатурному списку на уровне подтипа к ним относятся следующие почвы: *рекультивированные, деградированные, нарушенные* (при добыче полезных ископаемых и в результате других земляных работ), *засоленные* (в том числе загрязненные), *вторично-заболоченные*.

4. Почвенно-географическое районирование Республики Беларусь

Территория Республики Беларусь расположена в бореальном (умеренно холодном) поясе, входит в Центральную таежно-лесную область, подзону дерново-подзолистых почв южной тайги. По схеме естественноисторического районирования, проведенного в 1947 г. И.С. Лупиновичем, в 1958 и 1962 гг. - Н.Н. Розовым, Е.Н. Ивановой и другими, была разделена на две провинции.

Прибалтийская провинция дерново-подзолистых слабогумусовых почв, которая охватывает часть республики, расположенную севернее линии Ошмяны - Могилев - Дубровно.

Белорусская провинция дерново-подзолистых слабогумусовых почв и низинных болот, которая охватывает всю территорию южнее линии Ошмяны - Могилев - Дубровно.

На основе новых сведений о почвах с 1974 г. территория Беларуси поделена на три почвенные провинции, которые резко отличаются между собой по рельефу, температурному режиму, характеру почвенного покрова (Н.И. Смеян, И.Н. Соловей): I. Северную (Прибалтийскую); II. Центральную (Белорусскую); III. Южную (Полесскую).

В свою очередь провинция делится на почвенно-климатические округа и агропочвенные районы и подрайоны. Наименование последних устанавливалось по их географическому положению с указанием населенных пунктов и преобладающих почв и их сочетаний.

Северная провинция занимает 29,7% территории, она наиболее холодная (среднегодовая температура 4,5-5,0 °С), осадков выпадает от 550 до 700 мм, длина вегетационного периода 170-140 дней. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы, чередующиеся с дерново-подзолистыми заболоченными. Делится на два округа и восемь агропочвенных районов.

Центральная провинция занимает 42,7% территории, неоднородна по климатическим показателям: среднегодовые температуры изменяются от 7,3 на западе до 5,0 °С на востоке, длина вегетационного периода соответственно от 200 до 192 дней, количество осадков в среднем составляет 550-600 мм.

Почвенный покров сложен и многообразен как по особенностям строения почвообразующих и подстилающих пород, так и по проявлению почвообразовательных процессов. Он представлен дерновыми и дерново-подзолистыми почвами нормального увлажнения и с признаками заболачивания, а также торфяно-болотными и пойменными. Провинция разделена на три почвенных округа, включающих семь агропочвенных районов.

Южная (Полеская) провинция занимает 27,6 % территории республики. Рельеф этой провинции равнинный, с системой плоских, переходящих друг в друга речных террас и примыкающих к озерам. На рельефе провинции также отложилась работа древних и современных рек.

Это наиболее теплая провинция, вегетационный период длится 195-210 дней, сумма осадков составляет 500-550 мм, среднегодовая температура 7,0-8,2 °С.

Почвенный покров сложен и многообразен из-за пестроты строения почвообразующих пород и крайней изменчивости степени увлажнения. Здесь формируются подзолистые, дерново-подзолистые и дерновые почвы автоморфного и гидроморфного режимов водного питания, а также торфяные и аллювиальные почвы. Провинция разделена на два округа и пять агропочвенных районов.

Почвенно-географическое районирование является основой для определения специализации и размещения сельскохозяйственного производства любой территории, входит в состав земельного кадастра, используется при бонитировке почв, экономической оценке земель и для решения многих других сельскохозяйственных вопросов.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 3 Факторы и условия почвообразования.

1. Горные породы

Развитие почвенного покрова начинается с того момента, когда земная поверхность, в результате геологических процессов, выйдет из – под уровня моря или освободится от ледникового покрова. С этого времени на горную породу начинают воздействовать климатические факторы: ветер, осадки, температура, которые постепенно ее разрушают. В результате на поверхности образуется рыхлая масса из минеральных частиц. В дальнейшем большую значимость приобретают биологические факторы почвообразования. На измельченном субстрате поселяются микроорганизмы, затем идет накопление органического вещества за счет отмирания низших организмов и растений и, таким образом, с течением времени почва может обеспечить произрастание высших растений и стать плодородной.

Почвы начинают образовываться на поверхности горной породы, что в итоге, определяет их минералогический состав. Горные породы бывают:

По происхождению горные породы подразделяются на три группы:

1) магматические, образующиеся при внедрении в земную кору или извержении на поверхность магмы (**базальт** (в строительстве облицовывают стены, камин), **гранит**, **порфиры** (в банях: теплоемкий, быстро нагревается и долго отдает тепло), **диабазы** (отделочный, декоративный материал));

2) осадочные горные породы, образующиеся путем механического или химического осаждения продуктов разрушения магматических и метаморфических пород, а также жизнедеятельности организмов (**глины**, **суглинки**, **пески**, **известняки**, **мергели**);

3) метаморфические породы, образующиеся из ранее существовавших пород под воздействием факторов метаморфизма (высоких температур, давления, действия газов). (**сланцы** – (отделка интерьеров жилых домов и фасадов зданий), **кальциты** – (оптические приборы, астрономические измерительные инструменты, радиоэлектроника, вычислительные устройства).

На большей части Земли почвы сформировались на осадочных породах. Они покрывают около 75 % поверхности континентов. По генетическим признакам среди осадочных горных пород выделяют: обломочные, или механические, химические и органогенные.

Механические, или *обломочные*, отложения образовались при механическом измельчении (дроблении) различных горных пород под влиянием термического выветривания, а также разрушения их ледниками и снеговыми водами.

2. Почвообразующие породы (по генезису)

- Элювий
- Делювий
- Аллювиальные отложения
- Моренные отложения
- Водно-ледниковые отложения (флювиогляциальные)
- Эоловые отложения
- Лёссовидные суглинки и лёсс

Элювий – продукты выветривания, остающиеся на месте их образования. Этот материал состоит из обломков разного размера. В условиях горного рельефа элювий встречается на повышениях. Почвы, образующиеся на элювиальных отложениях, характеризуются низким плодородием, малой мощностью, а также щебнистостью и каменистостью.

Образование элювия происходит следующим образом. Под действием ветра происходят различные процессы, которые формируют трещины. Затем трещины расширяются, а обломки падают вниз на материнскую породу. С течением времени материнская порода оказывается под слоем крупных глыб. Небольшой обломочный материал заполняет свободные пространства. Верхний обломочный материал становится меньше и может истираться до мельчайших частиц, выстилающих верхний горизонт.

Делювий – это рыхлые продукты выветривания, переносимые временными незначительными водными потоками, стекающими вниз по склонам во время дождей и весеннего снеготаяния. Этот мелкозёмистый материал откладывается у основания и в нижней части склонов. На делювиальных отложениях формируются почвы довольно высокого плодородия.

Аллювий – отложения речных постоянных водных потоков. Эти отложения формируются в долинах рек во время паводков, характеризуются слоистостью и сортированностью. Могут быть разные по содержанию частиц – песчаные в околоречной части поймы и илистые в притеррасной части. Отложения состоящие из обломков различной степени окатанности и размеров (валун, галька, гравий, песок, суглинок, глина)

Озерные отложения – сапропель, озерные илы, мергель. Для них характерны глинистый, реже тонкопесчаный состав со значительным количеством ила, карбонатов или легкорастворимых солей. Формируются довольно плодородные почвы.

Болотные отложения состоят из торфа и болотного ила.

Эоловые отложения - образуются при переносе и отложении песчаного материала ветром. Песчаные наносы занимают большие территории в пустынях. Образуют такие формы рельефа, как дюны, барханы, бугры.

На равнинах распространены отложения четвертичного периода – **ледниковые отложения**, продукты выветривания различных пород, перемещенные и отложенные ледником. Они преобладают в составе почвообразующих пород Беларуси и делятся на:

Для **морены** характерны несортированность, неоднородный механический состав, завалуненность, обогащенность первичными минералами, красно-бурая, желто-бурая окраски. Представляет собой неоднородную смесь обломочного материала - от гигантских глыб, имеющих до нескольких сотен метров в поперечнике, до глинистого материала, образованного в результате перетирания обломков при движении ледника.

Водно-ледниковые отложения связаны с таянием отступающих или наступающих ледников. Представлены песчано – галечниковыми и мелкозавалунными слоями. Не содержат растительных остатков.

Озерно-ледниковые сформированные в ледниковых котловинах при таянии льда. Данные отложения характеризуются большой слоистостью материала (суглинки, супеси, пески и глины с тонкими прослойками песка (ленточные глины));

Лёссовидные суглинки и лёсс имеют различный генезис. Для них характерны палевая или буровато-палевая окраски, карбонатность, рыхлое сложение, они богаты по химическому составу, чаще легкие суглинки, склонны к размыванию и образованию оврагов.

Согласно гипотезе, лёссовидные суглинки образовались вследствие совместной деятельности растительности, дождя и ветра.

Современные аллювиальные отложения представлены песками, супесями, суглинками и глинами, осаждающимися на поверхности поймы во время половодья.

Древнеаллювиальные пески хорошо окатаны, имеют светлую окраску по сравнению с водно-ледниковыми, всегда имеют слоистость. Отмечается их сортированность по мере удаления от русла. Мощность их достигает 8-12м.

3. Почвообразующие породы на территории Беларуси

Территория Беларуси расположена в западной части Восточно-Европейской (Русской) равнины в бассейнах верхнего Днепра, Западной Двины, верхнего течения Немана. Занимает площадь, ограниченную координатами: 51°16' – 56°10' с.ш. и 23°11' – 32°47' в.д. Протяженность с севера на юг около 560, а с запада на восток – 650 км.

В геологическом отношении территория Беларуси входит в границы западной окраины Восточно-Европейской платформы. Фундамент платформы, состоящий из кристаллических пород, перекрыт мощной (до 5–6 км) толщей осадочных пород различного возраста (палеозой – антропоген).

Площадь земельных ресурсов республики составляет 20759,6 тыс.га, в том числе сельскохозяйственные угодья занимают 9322,6 тыс.га (48,7%), пашня – 5723 тыс.га (27,7%).

Природные условия. Несмотря на небольшую площадь, территория Беларуси характеризуется довольно разнообразными природными условиями и факторами почвообразования. Это разнообразие обусловлено сложностью рельефа, пестротой почвообразующих пород, значительной изменчивостью климата и характера растительного покрова. Своеобразие природных условий в различных регионах Республики определяет формирование в них соответствующего почвенного покрова.

Климат. Климатические условия территории Беларуси в основном определяются расположением ее в умеренных широтах, преобладанием равнинного рельефа и влиянием господствующих западных воздушных течений. Климат Республики умеренно континентальный. Среднегодовые температуры положительные и колеблются от + 7,0°C на юго-западе до + 4,5°C на северо-востоке; годовые поступления суммарной солнечной радиации постепенно возрастают от 3400 МДж/м² на севере до 4000 МДж/м² на юге.

Беларусь относится к зоне достаточного увлажнения. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет от 600–650 мм на низинах до 650–750 мм на возвышенностях и равнинах. За теплый период года выпадает около 70% годовой суммы осадков. Для территории Республики характерен промывной тип водного режима.

Зимой промерзание почвы на юго-западе составляет обычно 40– 50 см (максимально 100–110 см), на северо-востоке – 60–70 см (максимально 110–135 см).

По термическим ресурсам вегетационного периода и степени обеспеченности его влагой территория Беларуси подразделяется на три агроклиматические области: а) Северная – умеренно-теплая, влажная

(Поозерье); б) Центральная – теплая, умеренно влажная (Белорусская гряда и прилегающие возвышенности и равнины); в) Южная – теплая, неустойчиво влажная (Полесье).

Таким образом, климат Беларуси мягкий, с достаточным увлажнением, благоприятен не только для развития естественных и культурных растений, но и способствует активному проявлению зональных процессов почвообразования.

Растительность. Природный растительный покров Беларуси занимает около 67% территории и представлен лесной, луговой и болотной растительностью. По характеру растительности территория Беларуси размещена в двух геоботанических зонах – Евразийской таежно-лесной с подзонами дубово-темнохвойных лесов и грабово-дубово-темнохвойных лесов и Европейской широколиственно-лесной зоне с подзоной широколиственно-хвойных лесов.

Леса занимают около 37,8% территории Республики. Встречаются повсюду небольшими участками среди болот и полей или крупными массивами – пушицами (Беловежская, Налибокская и др.). Почти 2/3 всей лесопокрытой территории составляют хвойные породы, широколиственные леса (дуб, граб, клен, ясень, липа) – около 5% лесопокрытой площади.

В северной части Республики распространены широколиственно-еловые леса, а на юге – грабовые и грабово-дубовые. На Полесье преобладают широколиственно-сосновые леса.

Около 15,8% территории Беларуси занимают *луга* – суходольные, низинные и пойменные. Видовой состав луговой растительности довольно разнообразный и зависит от типа луга, степени его увлажнения. Растительный покров суходольных лугов представлен главным образом овсяницей овечьей, булавоносцем сивым, метлюжком луговым. На заболоченных лугах широко распространены осочники, хвощи, щавели, влаголюбивое разнотравье. На сухих пойменных гривах обычно растут злаково-разнотравные ассоциации; заболоченные понижения и притеррасные части поймы заняты осокой, камышом. В центральной пойме развиваются злаково-бобовые луга с лисохвостом, клевером, овсяницей.

На Беларуси *болота* занимают 11,5% ее территории. Низинные травяные болота составляют 61,1% болот и особенно распространены на Полесье. На них чаще произрастает осока, вахта, сабельник, калужница, зеленый мох. Среди древесных пород и кустарников встречаются пушистая и присядистая береза, черная ольха, серебристая ива и др.

Верховые болота занимают 18,2% от площади болот и чаще встречаются на севере. В растительном покрове их преобладает сфагновый мох, произрастают багульник, клюква, подбел, карликовая сосна и др.

Рельеф. Основные черты рельефа Беларуси в значительной мере обусловлены антропогенным материковым оледенением. Поверхность Республики преимущественно равнинная – волнистые равнины чередуются с холмистыми возвышенностями и слабо вогнутыми низинами. Территория приподнята над уровнем моря в среднем на 160 м – абсолютные высоты изменяются от 80 до 345 м.

Северная часть Республики характеризуется распространением низин и равнин преимущественно озерно-ледникового или водно-ледникового происхождения (Полоцкая, Суражская, Верхнеберезинская, Нарочано-Вилейская) разделенных возвышенными участками краевых ледниковых возвышенностей (Невельско-Городокская, Витебская возвышенности) и гряд (Свентяньские, Браславские). Эта область отличается средней степенью расчлененности поверхности, молодыми, относительно слабо измененными формами рельефа, образованными последним поозерским оледенением.

В центральной части Республики с запада на восток протянулась Белорусская гряда, состоящая из отдельных краевых ледниковых возвышенностей сожского возраста: Гродненская, Волковысская, Новогрудская, Минская, Ошмянская, Оршанская. В средней части гряды находится наиболее высокая Минская возвышенность. Здесь расположена максимальная абсолютная отметка высоты Беларуси – гора Дзержинская (345 м). Понижаясь на юг и юго-восток, Белорусская гряда переходит в платообразные равнины водно-ледникового происхождения – Оршанско-Могилевскую, Центрально-Березинскую. Рельеф центральной части республики в целом имеет сложное строение. Преобладает денудационный грядово-холмистый рельеф с выположенными вершинами и глубоким эрозионным расчленением. Множество денудационных ложбин и сквозных долин. Расчлененность рельефа усиливается образованием оврагов в местах выхода лессов. Расчлененность рельефа центральной и северной части обуславливает большую пестроту почвенного покрова, высокую мелкоконтурность полей.

В южной части Республики рельеф в основном низинный – водно-ледникового, озерно-аллювиального, аллювиального происхождения. Здесь расположены Полесская, Приднепровская низины. Поверхность преимущественно ровная, плоская, слаборасчлененная, со множеством больших переувлажненных участков. Возвышенные участки краевых ледниковых образований имеют ограниченное распространение (Мозырская возвышенность, равнина Загородье), но образуют вытянутые в субширотном направлении полосы, что придает рельефу Полесья волнистый характер. Для многих районов Полесья характерны формы эоловой аккумуляции – песчаные дюны и бугры, заросшие лесом или развеваемые ветром при

отсутствии растительности.

Современный рельеф Беларуси преобразуется под влиянием геоморфологических процессов и деятельности человека. На возвышенностях проявляется плоскостной сток, приводящий к почвенной эрозии и накоплению делювия у подножья склонов. Линейный сток содействует развитию оврагов. Воздействие человека на рельеф проявляется при создании водохранилищ, карьеров или нивелировании поверхности и т.д.

Почвообразующие породы на территории Беларуси – это сложный комплекс осадочных отложений антропогенного периода. Коренные породы (девонские, меловые, неогеновые и др.) выходят на дневную поверхность только в отдельных пунктах и поэтому не имеют существенного значения для почвообразования.

В северной части Беларуси широко распространены ледниковые и озерно-ледниковые суглинистые и глинистые отложения, а также частично пески; встречаются суглинистые и песчаные образования аллювиального генезиса. Мощность четвертичного покрова 20–80 метров.

Центральная часть республики характеризуется преимущественным распространением моренных глин, суглинков, лессов, лессовидных отложений. Их массивы нередко разделяются широкими флювиогляциальными и древнеаллювиальными песчаными и супесчаными отложениями.

В южной части широко встречаются водно-ледниковые и древнеаллювиальные, аллювиальные хорошо отсортированные пески, супеси и реже – пылеватые суглинки; мощность осадочных пород 10–70 метров.

На Беларуси распространенной почвообразующей породой является торф.

Таким образом, на территории Республики встречается большое множество генетических разновидностей почвообразующих пород. Краткая характеристика наиболее распространенных пород приведена ниже.

Собственно-ледниковые (моренные) отложения характеризуются завалуненностью, отсутствием слоистости и сортированности. Представлены преимущественно валунными суглинками, супесями, песками, реже – глинами. Значительное количество оксидов железа придает суглинкам и глинам красно-бурый цвет.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения образуются под влиянием аккумулятивной деятельности потоков талых ледниковых вод, Этим отложениям свойственна косая и диагональная слоистость. Представлены комплексом пород – камов (смешанные, крупно- и мелкозернистые пески, супеси с прослойками суглинков и глин), озов (грубый песчано-гравийно-галечный материал, гравийные и разнозернистые

пески, супеси), зандров (разнозернистые пески, песчано-гравийно-галечные отложения).

Озерно-ледниковые отложения – образуются в результате седиментации преимущественно мелкозернистого материала на дне приледниковых озерных бассейнов. Для этих отложений характерно чередование глинистых прослоек с песчанистыми.

Представлены ленточными глинами, тяжелыми суглинками, супесями, а по окраинам древних озерно-ледниковых бассейнов – тонко- и мелкозернистыми песками.

Аллювиальные отложения своим происхождением обязаны паводковым водам, приносящим в пойму реки взмученный материал. Определяющими признаками этих отложений являются слоистость, сортированность, отшлифованность частичек.

Лессы представляют собой неслоистую, однородную, тонкозернистую карбонатную светло-желтую или палевого цвета породу. Механический состав ее варьирует от пылеватых тяжелых суглинков до пылеватых супесей. Мощность лессовых отложений колеблется от 0,5 до 12 м. Встречаются также лессовидные отложения (суглинки, супеси), отличающиеся от типичных лессов слоистостью, наличием тонких прослоек песка и супеси, раковин моллюсков.

Лессы и лессовидные отложения объединяют под названием «лессовидные породы». Происхождение их полигенетичное. Считают, что водные факторы были решающими в седиментации лессового материала. *Эоловые отложения* образовались под воздействием ветра. Материал, из которого они состоят, сортированный, с выраженной кривой слоистостью. Встречаются главным образом в южной части республики, представлены в основном мелкозернистыми песками.

Следует отметить, что на территории Республики однородных почвообразующих пород не так много. Преобладают породы двух- и трехчленного строения, то есть в границах почвенной толщи встречаются две-три породы, отличающиеся генезисом, механическим составом.

4. Основные факторы почвообразования

Материнская порода является материальной основой, субстратом, на котором формируется почва. Почва в значительной мере наследует от исходной породы ее гранулометрический, минералогический, химический состав и свойства.

Факторы почвообразования – элементы природной среды, под совместным воздействием которых образуются почвы.

В.В. Докучаев выделил пять факторов почвообразования:

- *почвообразующие породы,*
- *биота (растительные и животные организмы),*
- *климат,*
- *рельеф,*
- *возраст.*

1) *почвообразующие породы.* От свойств материнской породы, ее состава и структуры зависят физические свойства почвы и первоначальное содержание в ней элементов питания;

2) *климат* (температура, атмосферные осадки, ветер и влажность воздуха)

– влияет на характер и интенсивность выветривания горных пород, а значит – на создание того или иного типа минеральной почвенной массы;

– влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, следовательно, на качество и количество органической массы почвы;

– определяет в значительной мере влажность и водный режим почвы.

3) *растительность*

– рыхлит и оструктуривает почву;

– извлекает из почвы минеральные элементы;

– дает корневой и наземный опад для превращения его в гумус, в свою очередь, накапливаются элементы питания, развивается почвенный профиль и формируется почвенное плодородие.

4) *животные* (включая микроорганизмы).

– беспозвоночные животные, живущие в верхних почвенных горизонтах и в растительных остатках, в процессе жизнедеятельности ускоряют разложение и способствуют формированию гумуса;

– норные животные (кроты, мыши, суслики) многократно перерывая почву способствуют смешиванию органических веществ с минеральными, а также повышению водо- и воздухопроницаемости почвы, что усиливает и ускоряет процессы разложения в почве органических остатков.

5) *рельеф*

– от высоты форм рельефа зависит распределение климата и растительности,

– от крутизны склонов – зависит степень проникновения влаги в почву,

– от экспозиции – зависят условия освещения и нагревания. Южные склоны всегда более теплые и сухие, чем северные.

б) *время*. За 100 лет образуется слой почвы не более 2 см. Существенно влияет на строение, свойства и состав почв геологический возраст территорий.

7) *Антропогенный фактор*. Человек, обрабатывая почву, внося удобрения, мелиорируя, вырубая леса, направленно изменяет процесс почвообразования и свойства почв.

Изменение факторов почвообразования через антропогенное воздействие проявляется в разных формах:

– в преобразовании почвообразующих пород (горные выработки, торфоразработки и т.д.);

– путем изменения форм рельефа (формирование карьеров, дамб, планировки территорий и т.д.);

– путем изменения характера биоты (сельскохозяйственные посевы культурных растений, лесонасаждения и т.д.).

5. Общие сведения об основных элементарных почвообразовательных процессах

Почвообразовательный процесс представляет собой комплекс более простых физических, физико – химических, физико – биологических и биологических процессов и явлений.

К физико – химическим процессам относят:

- создание суспензий и почвенных растворов;
- движение в почве почвенных растворов, веществ и суспензий;
- выпадение солей из растворов;
- сорбция и адсорбция;
- фазовые превращения.

К биологическим процессам относят:

- минерализацию органических веществ;
- гумификацию;
- синтез органических веществ;

- ассимиляцию органических веществ.

В общем, процесс почвообразования характеризуется комплексом элементарных процессов:

Оглинение – образование вторичных глинистых минералов в процессе минерализации органики.

Латеритизация – процесс глубокого и длительного выветривания алюмосиликатных горных пород в условиях влажного тропического и субтропического климата..

Лессиваж – вымывание илистых частиц с поверхности почвы в более глубокие слои.

Оподзоливание – распад минеральной части почвы под действием кислых перегнойных веществ и вынос с поверхности почвы растворенных и взвешенных веществ.

Ожелезнение – обогащение почвы железом.

Заболачивание – переувлажнение почвы, сопровождающееся сложным восстановительным процессом и оглеением.

Оглеение – возникновение глеевого горизонта почвы в виде тягучей глиняной массы.

Засоление – прогрессивное накопление легкорастворимых солей.

Осолонцевание – процесс получения солонцеватой почвы за счет поглощения катионов Na и вымывания других катионов.

Осолодение – разрушение алюмосиликатов и кремнезема в почве.

Гумусообразование – процесс накопления гумуса в почве в форме разных соединений, полученных при разложении остатков отмерших растений и микроорганизмов.

Торфообразование – процесс накопления медленно гумифицирующихся и почти не минерализующихся растительных остатков, протекающий в анаэробной среде при избыточном увлажнении.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 4 Морфологические признаки и фазовый состав почвы.

В процессе развития почва приобретает ряд внешних признаков, которые отличают ее от горной породы. В ней выделяются генетические горизонты, образуются новые вещества и соединения.

Морфологические признаки

Морфологические признаки почвы – внешние, доступные наблюдению признаки, являющиеся результатом процессов формирования почвы и отражающие её химические и физические свойства.

Каждый тип почвы в процессе своего формирования приобретает ряд устойчивых и характерных только для него морфологических (внешних) признаков, которые обнаруживаются при изучении строения почвенного профиля, вскрытого разрезом.

Морфологические признаки отражают происхождение почвы, ее связь с географической средой, историю развития и эволюцию, внутренние свойства.

Морфологический анализ почв в мировое почвоведение ввел В.В. Докучаев, впервые применив его при изучении черноземов.

При изучении строения профиля почвы необходимо руководствоваться следующим:

1. Почва формируется в результате сложного воздействия и взаимодействия элементарных почвенных процессов, которые отражают действие факторов почвообразования на свойства почв по схеме: факторы почвообразования → процессы почвообразования → почвы (свойства, профиль).

2. Морфологические признаки почв и разные части профиля неравнозначны по возрасту, т. к. одни из них являются результатом современных процессов, а другие – прошлых (древних), когда существовали другие факторы почвообразования.

3. Все морфологические признаки почв можно разделить на 3 группы: а) свойственные только отдельным горизонтам; б) рассеянные по всему профилю; в) свойственные только некоторой части профиля, границы которой не совпадают с границами горизонтов.

Главные морфологические признаки почвы:

- 1) строение почвенного профиля,
- 2) мощность почвы и ее горизонтов,
- 3) структура,
- 4) гранулометрический состав,
- 5) сложение,

- 6) влажность,
- 7) окраска,
- 8) новообразования и включения,
- 9) характер перехода в нижележащий горизонт и форма границы.

1. Строение почвенного профиля - закономерное изменение состава и строения почвенной толщи сверху вниз. Это изменение обусловлено расчленением почвенной толщи на генетические горизонты.

Молодые слаборазвитые почвы очень маломощны, близки к первоначальной породе и горизонты в ней не сформированы. Обогащенный гумусом горизонт лежит сразу на материнской породе. В процессе развития почвы количество горизонтов увеличивается. В хорошо развитой почве можно выделить три основных горизонта (А,В,С), которые в зависимости от характера почвообразующих процессов имеют свои особенности.

В пределах одной почвенной толщи горизонты различаются мощностью, особенностями окраски, химико-минералогическим и механическим составами, структурой, составом новообразований и т.д.

Основные горизонты обозначают буквами латинского алфавита: А, В, С, D.

А	перегнойно-аккумулятивный горизонт
В	переходный горизонт
С	почвообразующая порода
D	почвоподстилаящая порода

А₀ – лесная подстилка, верхний горизонт, который характерен для целинных и залежных почв и представлен разлагающимися органическими остатками с примесью минеральных частиц.

Ап – пахотный горизонт, который образуется на всех пахотных почвах за счет верхних горизонтов почв.

А – элювиальный горизонт (горизонт вымывания). С одной стороны, этот горизонт обеднен тонкодисперсными и легкорастворимыми веществами, выносимыми в нижележащие слои просачивающимися в почву водами. С другой стороны, в этом горизонте почвы всегда происходит образование и накопление органических веществ. Поэтому в зависимости от содержания и степени трансформации гумуса, наличия органо-минеральных и минеральных веществ, а также степени антропогенной трансформации почвы данный горизонт имеет свое название и буквенное обозначение:

A₁ – перегнойно-аккумулятивный (гумусовый или дерновый), который формируется на верхней части почвенного профиля и характеризуется значительным накоплением органического вещества (гумуса) и питательных веществ.

A₂ – элювиальный горизонт, который характеризуется процессами выноса веществ в нижележащие горизонты и представлен в основном минеральными составляющими почвы.

В торфяных почвах верхний горизонт состоит из торфа и обозначается буквой **T**.

B – иллювиальный горизонт (горизонт вымывания). Этот горизонт обогащен минеральными и органическими соединениями, приносимыми нисходящими и восходящими водными растворами. В почвах, где не наблюдается явления перемешивания минеральной основы (черноземы, каштановые), этот горизонт является переходным слоем от перегнойно-аккумулятивного к породе. В зависимости от содержания тех или иных соединений выделяется несколько типов иллювиальных горизонтов, отличающихся по общему виду и структуре: иллювиально-гумусовый, карбонатный (**Bк**), гипсовый (**Bг**), а также состоящий из окислов железа, алюминия, марганца и т.д.

G - глеевый горизонт. Образуется в гидроморфных почвах вследствие длительного увлажнения и преобладания анаэробно-восстановительных процессов, которые приводят к образованию закисных соединений железа и марганца, подвижных форм алюминия. Характеризуется появлением в почвенном профиле сизоватых или грязно-синеватых пятен.

C – материнская порода, на которой образуется почва но эта порода в той или иной степени задета почвообразовательным процессом, а в условиях избыточного увлажнения и непроницаемости верхнего горизонта подвергается восстановительным процессам и превращается в оглеенный горизонт.

D – подстилающая порода. Выделяется в том случае, когда почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже лежит порода с другими свойствами.

Строение почвенного профиля бывает выражено по-разному. В одних случаях почвенные горизонты выделяются четко, в других - проявляются слабо. Это зависит от типа почв, ее возраста и особенностей материнской породы. Каждому почвенному типу присуще индивидуальное сочетание горизонтов, при этом некоторые горизонты могут отсутствовать.

В зависимости от особенностей каждой почвы, горизонты подразделяются на подгоризонты и переходные горизонты, для которых применяются двойные обозначения:

A_2B - горизонт с признаками подзолистого (A_2) и иллювиального (B);

A_1A_2 - прокрашенный гумусом, с признаками оподзоливания;

B_1B_2 - отсутствует резкая граница между слоями в иллювиальном горизонте и т.д.

Примерное описание почвенного разреза

Почвенный профиль	Горизонт, глубина	Описание горизонта
	Ап (0-30)	Пахотный горизонт, серого цвета, среднекомковатой структуры, свежий, рыхлый, много мелких корней, суглинок легкий лессовидный, переход ясный, граница неровная.
	А ₂ (30-46)	Подзолистый горизонт, палевый, бесструктурный, свежий, слабоуплотненный, мало мелких корней, суглинок легкий лессовидный, переход заметный, граница волнистая.
	А ₂ В ₁ (46-65)	Переходный (подзолисто-иллювиальный) горизонт, бурый с крупными языками палевого цвета, бесструктурный, свежий, слабоуплотненный, мало мелких корней, суглинок легкий моренный, переход постепенный.
	В ₂ (65-...)	Иллювиальный горизонт, бурый, листоватой структуры, свежий, слабоуплотненный, мелкие камни, суглинок легкий моренный

Дерново-подзолистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с 46 см легким моренным суглинком

2. Мощность почвенного профиля - толщина почвы от ее поверхности вглубь до слабо затронутой почвообразовательными процессами материнской породы. Мощность различных почв неодинакова и колеблется от 40 до 150 см. Например, $A_0=0-5$ см, $A_1=5-25$ см, т.е. видна как мощность, так и глубина расположения горизонта.

Мощность слагающих почву горизонтов указывают с точностью до 1 см, измеряя расстояние от верхней до нижней границы горизонта.

Мощность почвы не является постоянной, величиной, т.к. она зависит от природных условий и хозяйственной деятельности (например, развитие почв на разных почвообразующих породах, эрозионные процессы и т. д.)

3. Структура почвы – способность распадаться на отдельные комочки, склеенные между собой перегноем и иловатыми частичками, имеющими разную форму и расположение между собой при механическом на нее воздействии.

В полевых условиях структура определяется по генетическим горизонтам. Для этого необходимо из каждого горизонта вырезать ножом образец почвы с ненарушенным сложением, подбросить его на лопате или ладони 1-2 раза, в результате чего образец рассыпается на структурные отдельности. Рассматривая их, определяют степень их однородности, размер, форму, характер поверхности. Определение размеров агрегатов проводят с помощью линейки, миллиметровки или специальной номограммы.

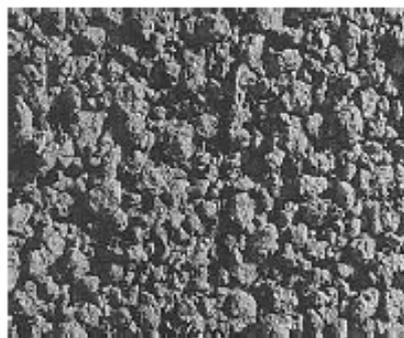
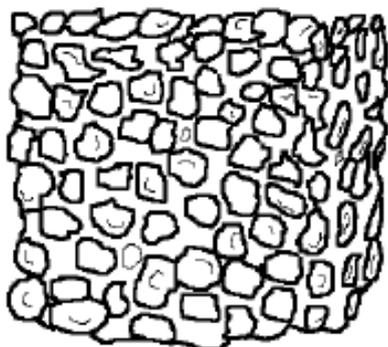


Структуру почвы определяют размеры и форма макроагрегатов. Различают микроструктуру (диаметр частиц $< 0,25$ мм), макроструктуру ($0,25 - 10$ мм) и мегаструктуру (> 10 мм). Основным элементом структуры – комок.

Структура почвы со временем может изменяться, а при неправильной агротехнике может разрушаться и утрачиваться.

Различают три типа структуры (по С.А. Захарову):

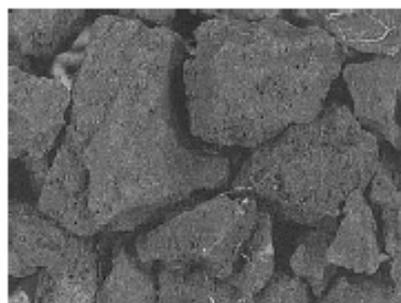
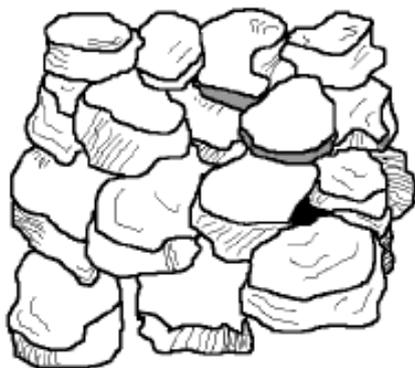
кубовидную,



призмovidную



плитовидную.



Кубовидная структура характерна для верхних гумусовых и верхней части иллювиальных горизонтов, плитовидная - для элювиальных горизонтов, призмovidная - для иллювиальных.

Каждый из этих типов в зависимости от характера выраженности ребер и граней делится на роды.

Роды, в свою очередь, в зависимости от размера агрегатов подразделяется на виды почвенных структур.

Классификация структуры

Род	Вид	Размер
I тип – кубовидная		
<i>Глыбистая</i> – неправильная форма и неровная поверхность	Крупноглыбистая	> 10 см
	Мелкоглыбистая	10-1 см
<i>Комковатая</i> – неправильная округлая формы, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены	Крупнокомковатая	10-3 мм
	Комковатая	3-1 мм
	Мелкокомковатая	1-0,25 мм
<i>Ореховатая</i> – более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые	Пылеватая	< 0,25 мм
	Крупноореховатая	> 10 мм
	Ореховатая	10-7 мм
<i>Зернистая</i> – более или менее правильная форма, иногда округлая, с выраженными гранями, то шероховатыми, матовыми, то гладкими и блестящими	Мелкоореховатая	7-5 мм
	Крупнозернистая (гороховатая)	5-3 мм
	Зернистая (крупитчатая)	3-1 мм
II тип – призмовидная	Мелкозернистая (порошистая)	1-0,5 мм
	II тип – призмовидная	
	<i>Столбовидная</i> – отдельности слабо оформлены, с неровными гранями и округленными ребрами	Крупностолбовидная
Столбовидная		3-5 см
Мелкостолбовидная		< 3 см
<i>Столбчатая</i> – правильной формы с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми и вертикальными гранями, с округлым верхним основанием ("головкой") и плоским нижним	Крупностолбчатая	5-3 см
	Мелкостолбчатая	< 3 см
<i>Призматическая</i> – грани хорошо выражены, с ровной глянцеватой поверхностью, с острыми ребрами	Крупнопризматическая	5-3 см
	Призматическая	3-1 см
	Мелкопризматическая	1-0,5 см
	Тонкопризматическая	< 0,5 см
	Карандашная (при длине отдельностей 5 см)	< 1 см
III тип – плитовидная		
<i>Плитчатая</i> (слоевая) – с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности	Сланцеватая	> 5 мм
	Плитчатая	5-3 мм
	Пластинчатая	< 3-1 мм
	Листоватая	< 1 мм
<i>Чешуйчатая</i> – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями (отдаленное сходство с чешуей рыбы)	Скорлуповатая	> 3 мм
	Грубочешуйчатая	3-1 мм
	Мелкочешуйчатая	< 1 мм

I тип:

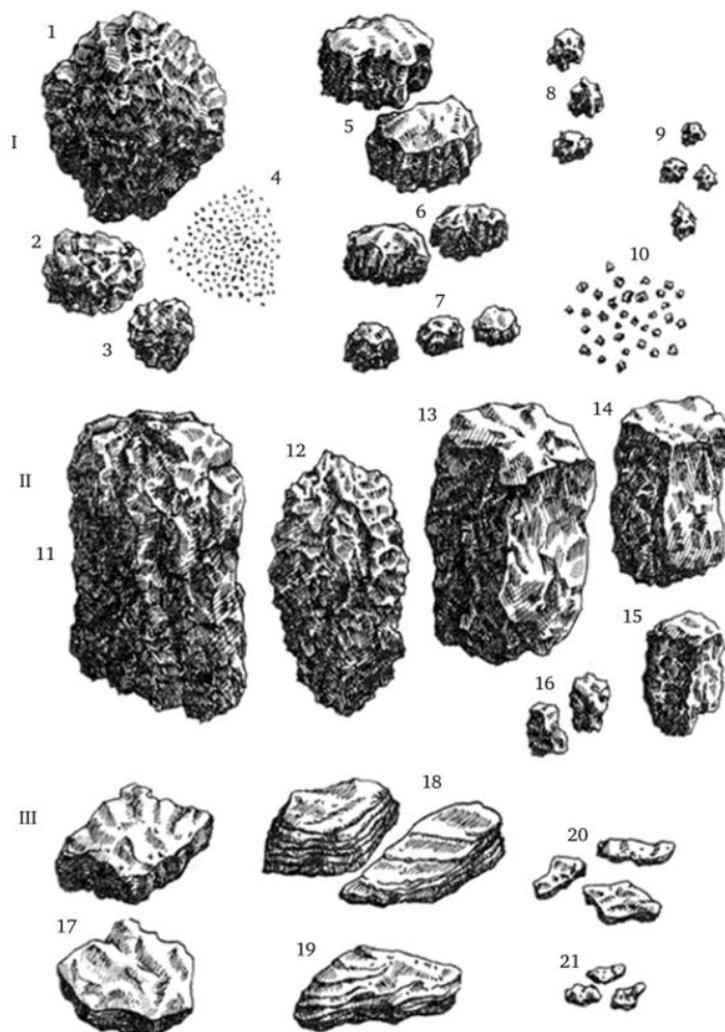
- 1) крупнокомковатая,
- 2) среднекомковатая,
- 3) мелкокомковатая,
- 4) пылеватая,
- 5) крупноореховатая,
- 6) ореховатая,
- 7) мелкоореховатая,
- 8) крупнозернистая,
- 9) зернистая,
- 10) порошистая.

II тип:

- 11) столбчатая,
- 12) столбовидная,
- 13) крупнопризматическая,
- 14) призматическая,
- 15) мелкопризматическая,
- 16) тонкопризматическая.

III тип:

- 17) сланцевая,
- 18) пластинчатая,
- 19) листоватая,
- 20) грубочешуйчатая,
- 21) мелкочешуйчатая.



В агрономическом отношении благоприятной будет водопрочная комковато-зернистая структура верхних горизонтов почвы размером от 0,25 до 10 мм.

Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту свойственна своя структура

Для дерновых (гумусовых) горизонтов, например, характерна зернистая, комковато-зернистая, порошисто-комковатая структура; для элювиальных горизонтов – плитчатая, листовая, чешуйчатая, пластинчатая; для иллювиальных – столбчатая, призматическая, ореховатая, глыбистая. Эти примеры – показатель морфологического понятия структуры.

Обычно структура почвы не бывает однородной, т.к. в структурный агрегат входят структурные отдельности разного порядка; в этом случае для характеристики смешанной структуры используют двойное название (комковато- зернистая, ореховато-призматическая и т.д.), причем последнее слово в названии обозначает преобладающий вид структуры.

Таким образом, структура почвы помогает выявить элементарный процесс (элювиальный, иллювиальный и другие), установить тип генетического горизонта.

4. Гранулометрический состав

Под гранулометрическим составом следует понимать относительное содержание в почве частиц различного размера независимо от их минералогического и химического состава.

Он является важнейшей морфологической характеристикой почвы. Гранулометрическим составом во многом определяются интенсивность и характер почвообразовательных процессов, физические и химические свойства почв, условия обработки, дозы удобрений, сроки сельскохозяйственных работ.

5. Сложением называется степень плотности сложения почвы или отдельных ее горизонтов, связанная со структурой, гранулометрическим составом, наличием коллоидов, гумуса и некоторых солей, способных цементировать отдельные почвенные частицы. Сложение почвы позволяет судить об аэрации, водопроницаемости, глубине проникновения в почву корневой системы растений, устойчивости древесных пород против ветровала и т. д. Определяется сложение при закладке разреза путем вонзания ножа в почвенную массу того или иного горизонта. Различают тяжелые почвы, обычно плотного или сильно уплотненного сложения, и легкие почвы – рыхлого или рассыпчатого сложения.

Установлены следующие степени плотности почв, или типы сложения:

1. **рассыпчатое** сложение – свойственно лиственным перегноям, песчаным почвам, где отдельные механические частички не цементированы, в сухом состоянии распадаются на отдельные составляющие и представляют сыпучую массу. Характерно для пахотных горизонтов песчаных и супесчаных почв.

2. **рыхлое** сложение – наблюдается в суглинистых и глинистых почвах с хорошо выраженной комковато-зернистой структурой, отдельные агрегаты которой мало цементированы друг с другом, а также в верхних горизонтах супесчаных и песчаных почв, заметно обогащенных гумусом. Характерно для пахотных горизонтов спелых почв.

3. **плотное** сложение – свойственно большинству суглинистых и глинистых почв, особенно их иллювиальным горизонтам, где вследствие обогащения илистыми фракциями, вынесенными из вышележащих слоев, происходит цементация почвенных частичек.

4. *слитое* сложение – является характерным свойством связных глинистых бесструктурных почв, главным образом их нижних горизонтов, отдельные частички которых плотно прилегают друг к другу, практически не образуя скважин и пор. Характерно для солонцов в сухом состоянии.

Возможно выделение плотности сложения, которое занимает промежуточное положение между плотным и рыхлым сложением (**уплотненное**).

Типы сложения по величине воздушных пор и полостей:

А. Полости, расположенные внутри структурных отдельностей:

1. Тонкопористые – диаметр пор до 1 мм (лессы и сформировавшиеся на них почвы).

2. Пористые – диаметр пор 1-3 мм (лессовидные породы, дерново-подзолистые почвы).

3. Губчатые – поры диаметром 3-5 мм (некоторые горизонты подзолистых почв).

4. Ноздреватые – (дырчатые) – диаметр пор 5-10 мм (сероземы).

5. Ячеистые – диаметр пустот 10 мм (субтропические и тропические почвы).

6. Трубочатые – пронизаны каналами, прорытыми крупными землероями (черноземы и др. почвы).

Б. Полости, расположенные между структурными отдельностями:

1. Тонкотрещиноватые – воздушные полости, обычно вертикальные, менее 3 мм.

2. Трещиноватые – размер трещин 3-10 мм.

3. Щелеватые – вертикальные полости размером более 10 мм. Воздушные полости хорошо заметны в почвенных горизонтах в сухое время года. Во влажном состоянии вследствие разбухания почвенной массы размер пор уменьшается.

6. Влажность зависит от климатических условий, типа водного режима, рельефа местности, от количества выпадающих осадков и уровня грунтовых вод.

В засушливые годы, особенно на песках, супесях, почвы пересыхают так, что почти полностью теряют влагу, даже парообразную. От влажности почвы зависят степень плотности, интенсивность окраски почвенных горизонтов, аэрация, структура. В почвах, богатых органическим веществом, при сильном увлажнении происходит сильное набухание почвенной массы, приводящее к потере пористости аэрации, разрушению структуры.

Влажность почвы по генетическим горизонтам определяется сразу, как только выкопан разрез. При описании следует различать следующие степени влажности почвы:

- 1) *сухой* – сильно пылит; присутствие влаги при сжатии не ощущается;
- 2) *свежий* – при сжатии в руке влага едва ощущается по холодноватости;
- 3) *влажный* – при сжатии образца почвы образуются комки; бумага, приложенная к почве, быстро сыреет;
- 4) *сырой* – комок почвы при сжатии увлажняет руку и прилипает к ней, но вода не сочится между пальцами;
- 5) *мокрый* – при сжатии почвы из нее течет вода.

7. Окраска почвы – важнейший морфологический признак, тесно связанный с ее химическим и минералогическим составом, физическими свойствами, о чем свидетельствуют цветовые названия почв: подзол (под цвет золы), чернозем, краснозем, бурая, каштановая и др. почвы. Окраска почвы частично унаследуется от почвообразующей породы, но в значительно большей степени она приобретает в процессе почвообразования.

С.И. Тюремнов показал, что разнообразие почвенной окраски определяется сочетанием черного, красного (желтого) и белого цветов; С.А. Захаров все разнообразие окрасок и их оттенков свел в единую схему (рисунок).

Рассмотрим химические соединения, которые формируют окраску почв.

Черная окраска обусловлена гумусовыми веществами; более темную окраску придают гуминовые кислоты, а более светлую фульвокислоты. При содержании гумуса менее 5 % почвы имеют серый цвет; при 8-10 % – интенсивно черный. Таким образом, черный цвет почвы в верхних горизонтах является признаком высокого естественного плодородия почв (черноземы, дерновокарбонатные).

В ряде случаев черный цвет обусловлен и другими соединениями окислами марганца (подзолистые почвы) и сернистым железом (болотные почвы).

Белая окраска определяется каолинитом, кварцем, легкорастворимыми солями, известью, гипсом (оподзолениые, лессивированные и др. почвы).

Цветовые окраски – красная и желтая – обусловлена содержанием железа. Мало- или негидратированные окислы железа (гематит) придают

почве красный цвет, а гидратированные (лимонит) – желтый. Такие цвета, включая и оранжевый, имеют красноземы и желтоземы.

Соломенно-желтую окраску, в почвах имеет сульфат железа (образуется при окислении сульфидов в плавневых и пойменных почвах при мелиорациях).

Бурая окраска характерна для глинистых почв с высоким содержанием вторичного минерала иллита, слюдистых минералов и смеси гидратированных в разной степени окислов железа. Бурый цвет возникает и при смешении в разных пропорциях – черной, белой, красной и желтой окрасок, в связи с чем этот цвет широко представлен во многих типах почв.

Синяя окраска связана с минералом вивианитом, встречается в болотный почвах в глубоких слоях.. Ее производное – сизая окраска – широко распространена в болотных и полуболотных почвах, обусловлена наличием закисного железа.

Зеленая (оливковая) окраска появляется, при избыточной увлажнении: ее определяют зеленоватые глинистые минералы (нонтронит), содержащие железо.

Палевые оттенки почв появляется при сочетании белого с красным и жёлтым.

Окраска почвы зависит от влажности и структуры. Во влажном состоянии цвет почвы всегда более темный, чем в сухом. Глыбистые, комковатые и зернистые почвы кажутся более темными, чем распыленные.

Окраска почвы характеризуется 2-3 словами, из которых последнее слово указывает на основной цвет, предпоследнее выражает интенсивность этой окраски, а первое слово отмечает какой-либо оттенок.

Например, буровато-темно-серая (или темно-серая с буроватым оттенком).

При описании профиля отмечается равномерность окрашивания горизонтов (равномерное, неравномерное) и переход окраски в нижележащий горизонт (постепенный, резкий, отчетливый).

По окраске можно сделать предварительный вывод о плодородии почвы и отдельных ее горизонтов, зная связь между цветом почвы, с одной стороны, химическим составом и элементарными почвообразовательными процессами – с другой.

Черный (темно-серый) цвет верхних горизонтов – высокое плодородие (черноземы, дерновые, дерново-карбонатные почвы). Бурый, серый,

коричневый, палево-серый, каштановый цвет – плодородие почвы ниже; почвы ценные, но имеют обычно плохую структуру (бурые лесные, сероземы, каштановые почвы).

Оливковый, сизоватый, голубоватый, ржавый цвет в виде пятен и оттенков – плодородие почв низкое (болотные и лесные почвы, где проявляется оглеение).

Белый, белесоватый цвет – для земледелия малопригодны (подзол, солодь).

Цвет почвы является одним из таксономических подразделений номенклатуры почв, где наряду с основной окраской, определяющей название почвы (тип почвы) и основной (центральной) подтип (например, серая, каштановая почва), по интенсивности окраски выделяют и крайние названия подтипов (например, светло- и темно-серая; светло- и темно-каштановая почвы). Обычно крайние подтипы, отличаясь от основного (типичного или обычного подтипа) являются переходными к соседним типам почв.

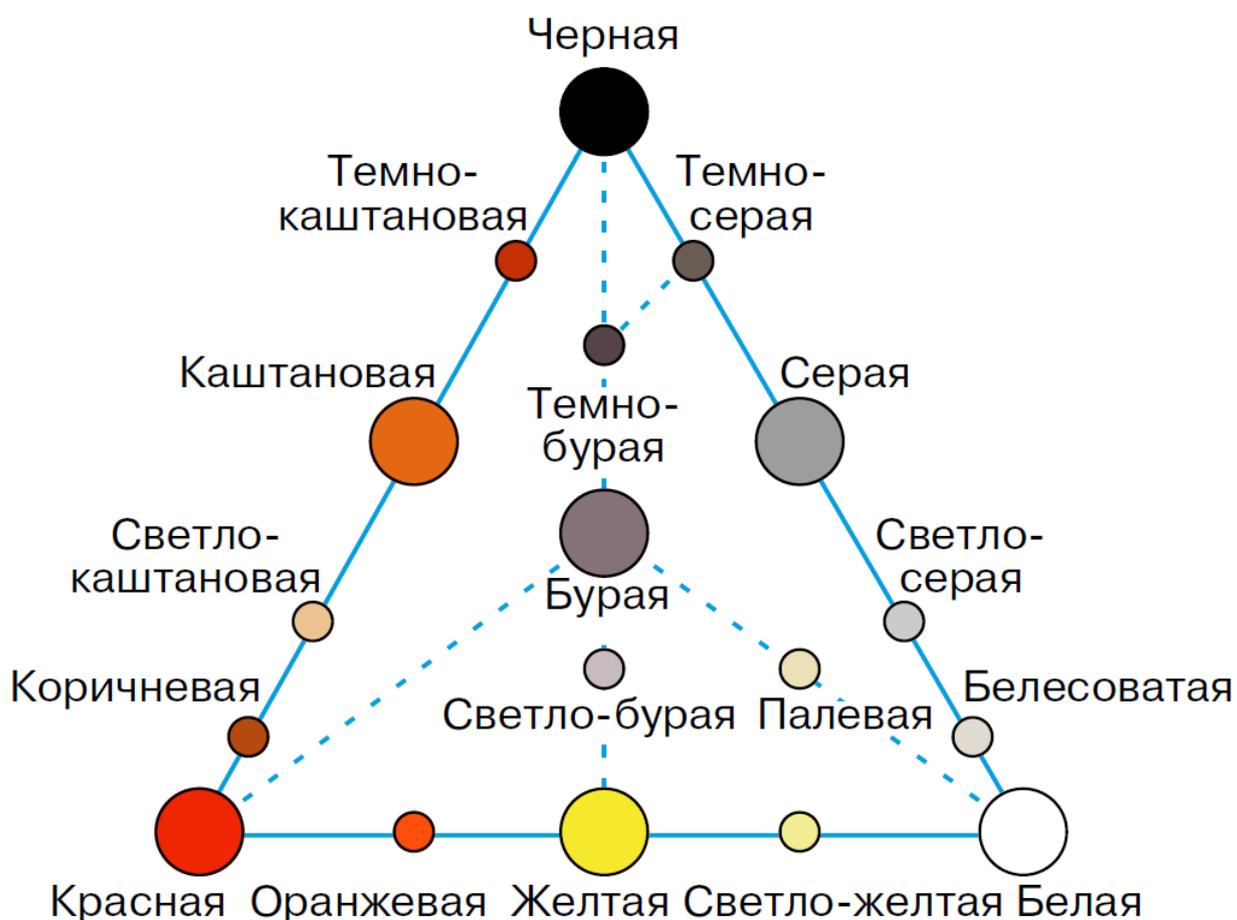


Рисунок Треугольник цветов почв по С.А.Захарову

8. Новообразования и включения

Новообразованиями называют скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы. В результате физических, химических и биологических процессов, происходящих в почвах, а также вследствие непосредственного воздействия на почву растений и животных различают новообразования химического, биологического происхождения.

Химические новообразования представлены легкорастворимыми солями, гипсом, углекислой известью, оксидами железа, алюминия и марганца, закисными соединениями железа и т.д.

Корочки, примазки, потеки - выступают на поверхности почвы образуя слой вещества различной природы

Присыпки, налеты, выцветы, корочки, псевдомицелий - эти новообразования появляются на поверхности почвы, на стенках трещин, по граням структурных отдельностей. Они представлены тончайшими кристалликами различных химических соединений. Чаще всего это легкорастворимые соли, гипс, карбонат кальция, кремнезем.

Прослойки - вещества накапливаются в больших количествах, пропитывая отдельные слои почвы.

Биологические новообразования (животного и растительного происхождения) встречаются в следующей форме: червоточины – извилистые ходы червей; капролиты – экскременты дождевых червей в виде небольших клубочков; кротовины – пустые или заполненные ходы роющих животных (сурков, кротов, сусликов и др.); корневины – сгнившие крупные корни растений; дендриты – узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Включениями называются тела, органического и минерального происхождения, образование которых не связано с почвообразовательными процессами, а унаследованы от материнской породы. Они имеют большое значение при оценке генезиса самих материнских пород и тех условий, в которых происходило почвообразование.

Основными включениями являются:

1. *обломки горных пород* различного размера, окатанности и минералогического состава, которые свидетельствуют о ледниковом, аллювиальном или местном элювиальном происхождении почвообразующих пород.

2. *раковины моллюсков* свидетельствуют о недавнем перемещении береговой линии на значительном пространстве суши, о существовании пресных озер и болот.

3. *остатки корней и стволов* ранее не произраставших в данной местности растений говорят о коренной смене условий почвообразования, что особенно важно при изучении торфяников.

4. *антропогенные включения*, которые представлены остатками кирпича, стекла, костей, обломков посуды, монетами, подтверждают антропогенный характер трансформации почвенного профиля и составляющих его горизонтов. Археологические находки позволяют датировать возраст почвообразующей породы и самой почвы.

9. Характер перехода в нижележащий горизонт и форма границы

Характеристика морфологических признаков отдельных генетических горизонтов заканчивается описанием границ между горизонтами. Отмечается характер перехода одного генетического горизонта в другой, форма границ и степень их выраженности, которые зависят от интенсивности и направленности процессов почвообразования.

Выделяются 4 вида по степени выраженности перехода и 8 основных типов границ между почвенными горизонтами. При постепенном переходе форму границы, как правило, не указывают.

Виды перехода почвенных горизонтов

Виды перехода	Степень выраженности перехода
Резкий	Граница между горизонтами при любой ее форме четкая и может быть выделена в пределах 1 см
Ясный	Граница между горизонтами четкая и может быть выделена на стенке разреза в пределах 1–3 см
Заметный	Переход между горизонтами с границей любой формы в пределах 3–5 см
Постепенный	Граница может быть выделена при смене горизонтов с неопределенностью более 5 см

Формы границ почвенных горизонтов

Формы границ	Степень выраженности границы
Ровная 	Свойственна почвам со слабой дифференциацией профиля по горизонтам без колебаний по вертикали
Волнистая 	Отношение амплитуды к длине волны менее 0,5; бывает у гумусового горизонта лесных почв или у подгоризонтов одного и того же горизонта
Карманная 	Отношение глубины к ширине затеков (карманов) от 0,5 до 2; характерна при слабом проявлении элювиальных процессов
Языковатая 	Отношение глубины языков к их ширине колеблется в пределах 25; может быть мелко-(до 5 см) и глубоко-языковатой (более 10 см); чаще встречается в нижней части элювиальных горизонтов
Затечная 	Отношение глубины затеков к их ширине превышает 5, например, затеки гумуса по ходам корней или ходам землероев
Размытая или «изъеденная» 	Граница лежит в пределах какого-то слоя, выделяемого как переходный горизонт; характерна для почв с сильно выраженным элювиальным процессом, например, переходный горизонт A ₂ B в сильнооподзоленных почвах может представлять собой широкую границу
Пильчатая 	Мало отличается от волнистой, характеризуется наличием острых «зубьев» - углов

Особенности описания торфяных горизонтов.

Торфяные горизонты имеют принципиально иную природу, отличную от минеральных горизонтов. Основное различие заключается в органогенности почвообразующей породы, поэтому такие параметры, как гранулометрический состав, сложение, влажность, структура, теряют смысл. Для торфяных горизонтов принято отмечать свои особенные характеристики, присущие только им: степень разложения, ботанический состав, зольность, заиленность.

Степень разложения оценивается визуально.

Морфологические признаки торфа

Степень разложения	Растительные остатки	Отжимаемая вода	Свойства, мазок
Слабая, до 10 %	Хорошо различимы, составляют почти всю массу	Легко отжимается, почти бесцветная	Не мажет руку, пружинит, почти бесцветный, много налипших волокон
Слабая, 10-20 %	Хорошо сохранились, заметен гумус	Отжимается легко, светлых тонов	Упругий в сжатом виде, желтый или сероватый, есть налипшие волокна
Средняя, 20-35 %	Сохранились, но идентифицировать сложно	Отжимается с некоторым усилием, мутная, бурая	Несколько пластичен, слегка мажет руку, коричневых тонов
Средняя, 35-50 %	Сохранились, но распознать сложно, замазаны гумусом	Отжимается с усилием, мутная, бурая	Пачкает руку, продавливается между пальцев, темно-коричневых тонов до черного
Сильная, более 50 %	Мало заметны	Слабо отжимается	Пачкает руку, сохраняет отпечатки пальцев, черно-коричневых тонов

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 5 Минералогический, химический и гранулометрический состав почвы.

Минералогический состав почвы

Около 50-60 % объёма и до 90-97 % массы почвы составляют минеральные компоненты.

Минералогический состав почвообразующих пород и почв состоит из двух групп минералов *первичных* и *вторичных*.

Первая группа представлена первичными минералами, перешедшими в рыхлые породы из магматических и метаморфических без изменений.

Первичные минералы содержатся в частицах более 0,001 мм, сформировавшихся при высокой температуре и давлении в глубинных слоях Земли.

Наиболее распространёнными первичными минералами в породах являются кварц, полевые шпаты, амфиболы (роговые обманки) и слюды. Эти минералы составляют основную массу магматических пород.



Кварц



Полевой шпат



Амфиболы

Пример. В рыхлых породах больше кварца (SiO_2), как наиболее устойчивого к выветриванию минерала (40-60%), второе место обычно занимают полевые шпаты (до 20%).

Значение первичных минералов разностороннее: от их количества (особенно крупнозернистых фракций) зависят агрофизические свойства почв. Они являются резервным источником зольных элементов питания растений. Так, апатит богат фосфором, слюды и калиевые полевые шпаты – калием.

Вторую группу составляют вторичные (глинистые) минералы, образовавшиеся из первичных под воздействием климатических и биологических факторов (в процессе выветривания).

Среди вторичных минералов различают *минералы простых солей*, *минералы гидроокисей и окисей*, *глинистые минералы*.

Минералы простых солей образуются при выветривании первичных минералов, а также в результате почвообразовательного процесса. Пример: кальцит – CaCO_3 , магнезит – MgCO_3 , гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, галит – NaCl и др.

Минералы гидроксидов и оксидов – минералы образованные соединениями металлов и полуметаллов с кислородом, (Оксид кремния, гидроксиды Si, Al, Mn, Fe).

Глинистые минералы - слоистые соединения силикатов алюминия, магния и отчасти железа, представленные преимущественно кристаллическими формами малых размеров. К наиболее распространенным глинистым минералам относятся минералы группы монтмориллонита, каолинита, гидрослюды, хлоритов. Эти минералы входят в состав природных глин.



Кальцит



Оксид кремния



Каолинит

Однако каждая группа минералов имеет специфические свойства и значение в плодородии почв.

Например:

а) Минералы монтмориллонитовой группы в сочетании с гуминовыми кислотами образуют водопрочные агрегаты, улучшают водно-физические свойства;

б) Преобладание минералов каолинитовой группы (каолинит, галлуазит, диккит) в почвах – признак бедности их основаниями;

в) Гидрослюды (гидромусковит, гидробиотит) – важный источник калия для растений;

г) Глинистые минералы участвуют в поглощении фосфора.

Глинистые минералы обладают высокими сорбционными свойствами, способностью к набуханию и удержанию воды, липкостью и т. д. Этими свойствами во многом обусловлена поглотительная способность почв, её структура, плодородие.

2. Химический состав почвы

Под *химическим составом* обычно понимают элементный состав минеральной части почвы, а также содержание в ней гумуса, азота, углекислого газа и химически связанной воды. В состав почвы входят почти все известные химические элементы. При изучении полного валового состава почвы в ней определяют: кремний, алюминий, железо, кальций, магний, калий, натрий, серу, фосфор и марганец.

Наиболее распространенными в почве являются кислород (49%), кремний (33%), алюминий (7,13%), железо (3,80%), углерод (2,0%), кальций (1,37%), калий (1,36%), натрий (0,63%), магний (0,63%), азот (0,10%)

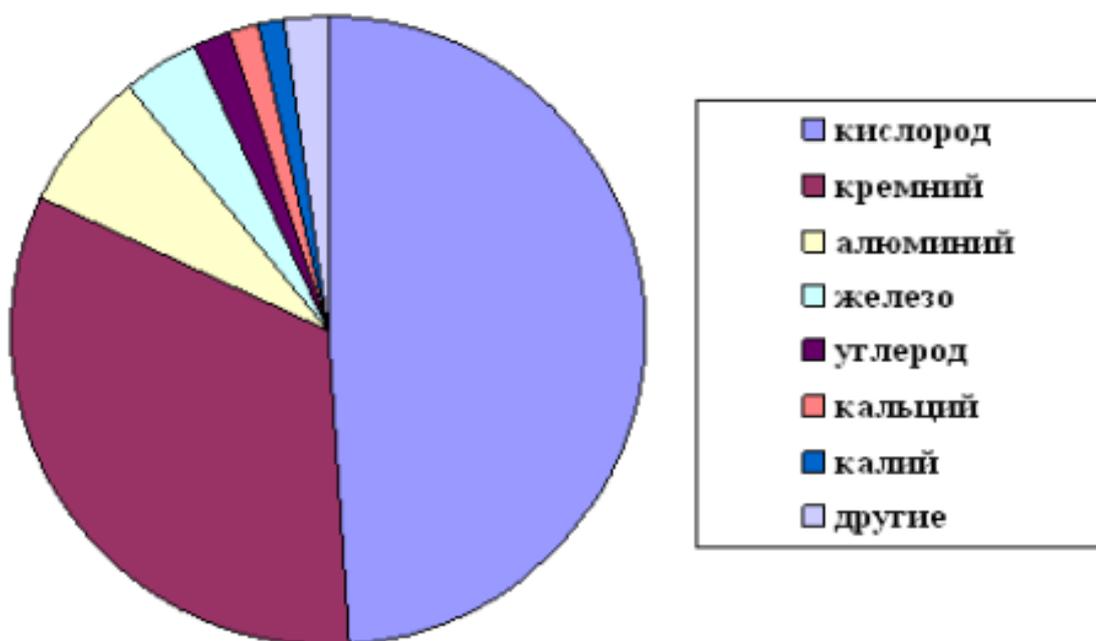


Рисунок Химический состав почв

Поскольку основная часть почвенной массы представлена минеральными частицами, химический состав почвы в основном определяется составом количественным соотношением формирующих ее минералов. Поэтому в валовом химическом составе почв преобладают **O** и **Si**, в меньшей мере **Al** и далее по убывающей **Fe**, **Ca**, **Na**, **K**, **Mg**. Другие элементы присутствуют в микроколичествах.

Кислород

В свободном состоянии находится в почвенном воздухе, а в связанном входит в состав воды, окислов, кислородных кислот и их солей. Он имеет важное значение, как элемент, необходимый для дыхания растений и животных

Si(кремний)

Присутствует в породе в виде кварца и в меньшей мере первичных и вторичных силикатов и алюмосиликатов. (Он входит в состав клеточных стенок растений и обеспечивает прочность растительных тканей. Кремний увеличивает толщину листовой пластинки, делая её более устойчивой к бактериям, вредителям)

Al(алюминий)

Содержание его обусловлено в основном присутствием полевых шпатов и глинистых минералов, а также слюд, эпидотов и других богатых алюминием минералов. Биологического значения он не имеет.

Fe(железо)

Железо входит в состав ферросиликатов и других солей, как окисных, так и закисных, а также в состав гидратов железа. Биологическое значение его велико: с ним связано образование хлорофилла в зеленых растениях.

Ca(кальций)

Кальций встречается преимущественно в виде солей разных кислот. Почвы, насыщенные кальцием, отличаются повышенным плодородием, хорошо структурированы, что способствует формированию богатой видами флоры. Кальций входит в состав стеблей.

Mg(магний)

Валовое содержание обычно близко содержанию Ca и обусловлено присутствием глинистых минералов, особенно монтмориллонита, вермикулита, хлорита. Он важен для растений, так как входит в состав хлорофилла.

K(калий)

Содержание K_2O составляет в почвах 2-3 %. Калий входит в состав солей различных кислот. Является одним из основных элементов питания растений и, в частности, играет большую роль в крахмалообразовании.

Na(натрий)

Валовое содержание обычно 1-3 %. Присутствует в составе первичных минералов – натрийсодержащих полевых шпатах. Натрий биологического значения не имеет.

C(углерод)

Углерод входит в состав растительных остатков и составляет в среднем 45 % их массы. По количеству углерода рассчитывается содержание гумуса. Встречается в почве в форме минеральных соединений углекислого газа и солей угольной кислоты.

N(азот)

Азот необходим для роста растений, образования белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла и др. органических веществ. При недостатке азота в почве растения желтеют, отстают в росте и развитии. Содержание азота в почве зависит от количества органического вещества, прежде всего гумуса. Чем больше гумуса содержат почвы, тем больше в них азота

P(фосфор)

Фосфор входит в состав почвы в виде фосфатов и в виде различных органических соединений. Присутствует в почвах в очень незначительных количествах. В большинстве почв, особенно песчаных, находится в резком дефиците. Он содержится в ядре растительных клеток. Он является одним из основных питательных элементов и необходим для развития растений

3. Гранулометрический состав почвы

Гранулометрический состав - относительное содержание в почве частиц различного размера независимо от их минералогического и химического состава. Это содержание обычно выражают в процентах по массе высушенной при 105° С почвы. Эти частички являются отдельными зернами минералов, обломками горных пород, продуктами взаимодействия органических и минеральных веществ их называют механическими элементами.

Он является важнейшей морфологической характеристикой почвы. Гранулометрическим составом во многом определяются интенсивность и характер почвообразовательных процессов, физические и химические свойства почв, условия обработки, дозы удобрений, сроки сельскохозяйственных работ.

Если внимательно рассмотреть образец почвы, то можно увидеть, что она состоит из отдельных частиц агрегатов, которые в воде распадаются на еще более мелкие элементы. Частицы, близкие по своим размерам, объединяют во фракции (таблица 1).

Каждая из этих групп частиц имеет определенные водно-физические и физико-механические свойства. Иловатые частички имеют высокую вязкость, прилипаемость, плохо пропускают воду. Частички пыли имеют незначительную прилипаемость и пластичность. Содействуют связыванию воды и питательных элементов, газов, легко склеиваются в агрегаты. Песчаные частички слабо удерживают питательные элементы. Вода сквозь песок проходит легко и способствует закреплению в почве зольных элементов.

Все частички крупнее 1 мм (гравий, камни) называют **скелетом** (**каркасом**) почвы, а меньше 1 мм (ил, пыль, песок) — **мелкоземом**.

Таблица 1 Классификация гранулометрических элементов по размеру

Название фракций	Размер гранулометрических элементов; мм	
Камни	Более 3	
Гравий	3–1	
Песок крупный	1–0,5	Физический песок
Песок средний	0,5–0,25	
Песок мелкий	0,25–0,05	
Пыль крупная	0,05–0,01	
Пыль средняя	0,01–0,005	
Пыль мелкая	0,005–0,001	Физическая глина
Ил грубый	0,001–0,0005	
Ил тонкий	0,0005–0,0001	
Коллоиды	Менее 0,0001	

В настоящее время в основу классификации почв по механическому составу положено наличие в ней физической глины и физического песка. **Физической глиной** называют все частички, диаметр которых мельче 0,01 мм, а **физическим песком** частички размером 0,01–1,0 мм. По механическому составу почвы подразделяются в зависимости от содержания физической глины на песчаные (0–10%), супесчаные (10–20%), суглинистые (20–50%) и глинистые (>50%) (таблица 2).

Таблица 2 Классификация почв и почвообразующих пород по гранулометрическому составу

Название	Содержание физической глины (частицы < 0,01 мм), %	Дополнительная характеристика по преобладающим фракциям
Рыхлые пески	0–5	Мелкозернистые, среднезернистые, гравийно-хрящеватые
Связные пески	5–10	Пылеватые, мелкозернистые, среднезернистые, гравийно-хрящеватые
Рыхлые супеси	10–15	Пылеватые, пылевато-песчанистые, песчанистые, гравийно-хрящеватые
Связные супеси	15–20	
Легкие суглинки	20–30	Пылеватые, пылевато-песчанистые, песчанистые, пылевато-иловатые
Средние суглинки	30–40	
Тяжелые суглинки	40–50	
Легкие глины	50–65	Иловатые, пылеватые, песчанистые
Средние глины	65–80	
Тяжелые глины	Более 80	

Гранулометрический состав почв имеет важное значение для ряда свойств почвы (пористости, воздухо- и водопроницаемости и др.). Песчаные почвы бесструктурны, бедны органическими веществами и зольными элементами питания растений, но хорошо водопроницаемы и легко обрабатываются. Глинистые почвы, наоборот, плохо проницаемы как для воздуха, так и для воды, тяжело обрабатываются, образуют глинистую корку, но богаты химическими элементами, необходимыми для питания растений. При прочих равных условиях песчаные почвы на 1–3° С, и местами на 5° С теплее глинистых.

Точные определения гранулометрического состава производятся на основании лабораторного анализа. В полевых условиях гранулометрический состав почвы определяют упрощенными способами: методом скатывания между пальцами, «сухим» (метод «зеркала») и «мокрым» растиранием.

1. **Сухое растирание (метод «зеркала»)**. Небольшой комочек воздушно-сухой почвы (размером с горошину) растирают пальцами и высыпают на сухую ладонь. Почву втирают указательным пальцем в кожу, затем ладонь переворачивают и слегка встряхивают. На ладони остается так называемое зеркало за счет оставшихся в бороздках и порах кожи наиболее мелких частиц (фракции физической глины). По «зеркалу» определяют гранулометрический состав почвы.



Рыхлые пески «зеркала» почти не дают; у связных песков оно слабое, редкое, но все же ясно заметное; у супесей – ясно заметное, но прерывистое, у связных выражено лучше; у легких суглинков – хорошее, почти сплошное и у средних суглинков – сплошное «зеркало». Более тяжелые по составу почвы трудно растирать пальцем в сухом состоянии. Обычно они имеют хорошо выраженную микроструктуру и поэтому могут показаться опесчаненными и даже дать прерывистое «зеркало», что ошибочно укажет на более легкий гранулометрический состав.

Методом сухого растирания хорошо определять гранулометрический состав лишь песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почв. С его помощью можно дать и дополнительную характеристику гранулометрического состава. Пылеватые почвы и породы при растирании дают ощущение мягкости или «бархатистости», песчанистые – жесткости, шероховатости; пылевато-песчанистые – мягкости, но и явного присутствия песчинок (более трех).

2. Мокрое растирание. Небольшую щепотку почвы смачивают водой и растирают на ладони. Рыхлые пески не оставляют почти никакого следа, связные – слегка загрязняют ладонь; супеси загрязняют ладонь сильнее; легкие и средние суглинки почти сплошь замазывают кожу, а тяжелые – сплошь; глины дают однородную мажущуюся массу.

3. Скатывание шнура (по Н. А. Качинскому). Почву смачивают и разминают пальцами до консистенции теста. В таком состоянии вода не отжимается, а почва блестит и мажется. Хорошо размятую почву раскатывают между ладонями и шнур сворачивают в колечко (толщина шнура около 3 мм, диаметр кольца около 3 см). Пески не образуют шнура; супеси дают зачатки шнура; у легких суглинков шнур образуется, но распадается на дольки; средние суглинки дают сплошной шнур, но при свертывании в кольцо он разламывается на дольки; шнур образуется сплошной, но при свертывании в кольцо трескается – тяжелый суглинок; глины дают сплошной шнур, который свертывается в кольцо, не трескаясь.

Механический состав	Проба на скатывание шнура диаметром 3мм	Морфология образца
Песчаный	Не скатывается	
Супесчаный	Скатываются только зачатки шнура	
Легкий суглинок	Шнур скатывается, но дробится	
Средний суглинок	Шнур сплошной, при свертывании в кольцо распадается	
Тяжелый суглинок	Шнур сплошной, кольцо с трещинами	
Глина	Шнур сплошной, кольцо стойкое	

Полевые методы определения гранулометрического состава почв

Содержание физической глины, %	Сухое растирание или «зеркало»	Мокрое растирание	Скатывание шнура	Скатывание шарика	Проба ножом
Рыхлый песок (0–5)	Не дает	почти никакого следа	Не образует	Не образует	Черта осыпается, срез шероховатый, слышен треск
Связный песок (5–10)	Слабое, редкое, но ясно заметное	Слегка загрязняет ладонь	Не образует	Легко крошится	
Рыхлая супесь (10–15)	Ясно заметное, но прерывистое	Загрязняет сильнее	Дает слабые зачатки	Шероховатая поверхность, при расплющивании распадается	Черта с разорванными краями, срез шероховатый
Связная супесь (15–20)	Чуть лучше, чем у рыхлых супесей	Заметно загрязняет ладонь	Дает зачатки		
Легкий суглинок (20–30)	Хорошее, почти сплошное	Почти сплошь замазывает ладонь	Шнур образуется, но раскалывается на дольки	Гладкая поверхность, при расплющивании глубоко растрескивается по краям	Черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная матовая
Средний суглинок (30–40)	Сплошное	Сплошь замазывает ладонь	Сплошной шнур, кольцо разламывается на дольки	Гладкая поверхность, при расплющивании средне растрескивается	
Тяжелый суглинок (40–50)	Трудно растирать пальцем в сухом состоянии	Густо замазывает ладонь, хотя и включает песчинки	Шнур сплошной, кольцо трескается	Гладкая поверхность, при расплющивании слабо растрескивается	
Глина (50–100)		Дает однородную мажущую массу	Сплошной шнур, кольцо не трескается	Блестящая поверхность шарика	Черта узкая, срез гладкий, блестящий

Общее название почвы по гранулометрическому составу дается по данным механического анализа верхнего горизонта (0-25 см). Например, дерново-среднеподзолистая, суглинистая и т. д.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 6 Органическое вещество почвы

Источники органических веществ в почве

Органическое вещество почвы представляет собой совокупность органических веществ живой и неживой природы (*растительные остатки, микроорганизмы и почвенная фауна*, являющиеся исходным материалом для образования гумуса.).

Под *гумусом* (от лат. *humus* - земля, почва) понимают группу темноокрашенных высокомолекулярных азотсодержащих органических веществ кислотной природы, большая часть которых коллоиды. Собственно гумусовые вещества составляют 85–90% общего количества органических соединений почвы.

В органической части почвы различаются *три формы* гумуса:



Рисунок Формы гумуса\

1. *грубый гумус (мор)* - почти не разложившиеся или слабо разложившиеся остатки преимущественно растительного происхождения. Их скопления образуют лесные подстилки, торфянистые горизонты, степной войлок.

2. *модер* - остатки в стадии глубокого преобразования, которые невооруженному глазу наблюдателя представляются в виде однородной рыхлой черной массы перегноя.

3. *собственно гумус (мюль, муль)* микроскопически не обнаруживающие следов растительных тканей специфические почвенные органические образования.

Между охарактеризованными формами почвенного органического вещества существуют постепенные переходы. В почве присутствуют две группы органических веществ:

1. поступившие в почву в виде растительных остатков;
2. новые, специфические гумусовые вещества, возникшие при преобразовании остатков.

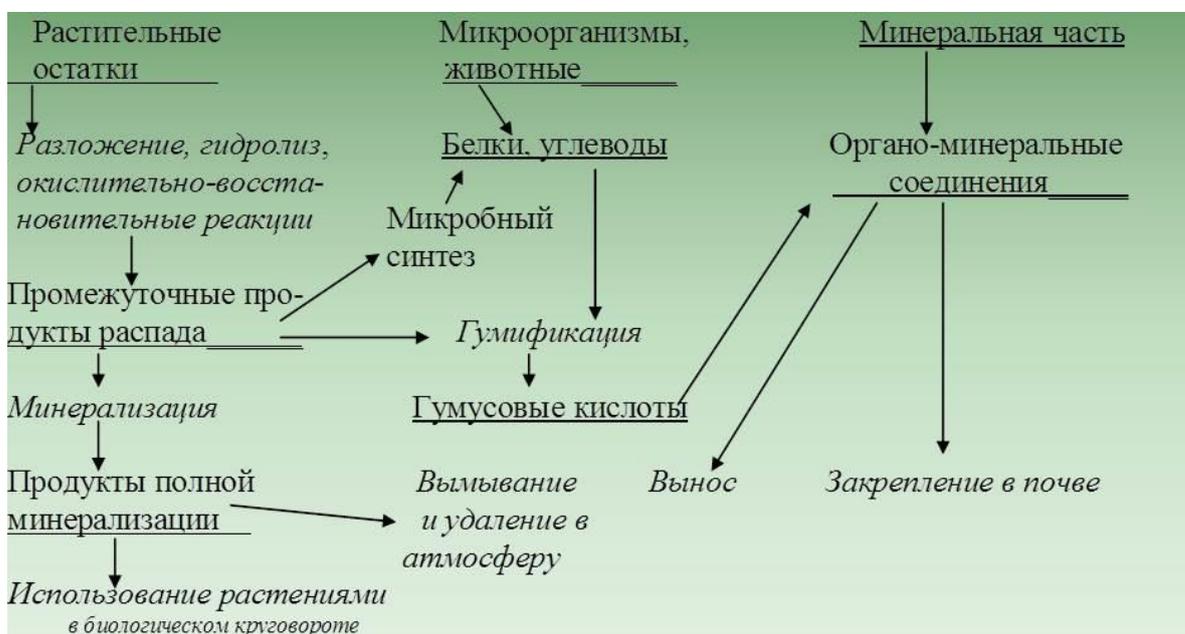
К первой группе относятся соединения, содержащиеся в большом количестве в растительных и животных остатках и являющиеся результатом их жизнедеятельности (белки, углеводы, органические кислоты, жиры, лигнин, смолы, воски и др.)

Вторая группа органических соединений почвы - гумусовые вещества, составляющие 85–90% органической части почвы, - представлена сочетанием соединений более сложного строения, чем некоторые исходные вещества.

Гумусообразование - биохимический процесс превращения органических остатков в гумус, развивающийся в почве при обязательном участии микроорганизмов.

Общая схема гумусообразования по Л.Н.Александровой.

Превращение растительных остатков в почве и образование гумуса



Согласно Л.Н.Александровой, ведущее значение в процессе гумификации имеют реакции медленного биохимического окисления продуктов разложения, в результате которых образуется система высокомолекулярных гумусовых кислот переменного элементного состава. Гумусовые кислоты вступают во взаимодействие с зольными элементами растительных остатков, освобождающимися в процессе минерализации последних, а также с минеральной частью почвы, образуя различные органо-минеральные производные гумусовых кислот. При этом происходит расщепление единой системы кислот на ряд фракций, различных по степени растворимости и строению молекулы. Менее дисперсная часть, образующая с кальцием и полуторными оксидами нерастворимые в воде соли, формируется как группа гуминовых кислот. Более дисперсная фракция, дающая преимущественно растворимые соли, образует группу фульвокислот.

Образование гумусовых веществ совершается при участии процессов двух типов:

1. процессы первого типа обеспечивают частичное разложение (расщепление) мертвого органического вещества до более простых соединений: белки расщепляются на аминокислоты, углеводы - на простые сахара и т.д.

2. в результате процессов второго типа происходит конденсация ароматических соединений фенольного типа (продуктов распада лигнина и целлюлозы) с аминокислотами (продуктами распада микроорганизмов). В итоге возникает система органических высокомолекулярных кислот, способных к дальнейшей полимеризации.

По отношению к различным растворителям выделяют следующие *компоненты гумуса*: фульвокислоты, гуминовые кислоты и гумин.



Рисунок Компоненты гумуса

Резкой границы между этими образованиями нет, так как, согласно современным представлениям, они связаны между собой постепенными переходами.

Фульвокислоты (ФК) - высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты желтого или оранжевого цвета, растворяющиеся в воде, кислотах и щелочах. В состав фульвокислот входят углерод, водород, кислород и азот. **ФК** способствуют активному разрушению минеральной части почвы.

Гуминовые кислоты (ГК) – высокомолекулярные азотсодержащие органические вещества черного или бурого цвета, не растворимые в воде и минеральных кислотах, но хорошо растворяются в щелочах, соде и аммиаке. В состав гуминовых кислот входят углероды (около 50%), водород (5%), кислород (40%), азот (5%). Для элементарного состава гуминовых кислот характерно повышенное содержание углерода и азота по сравнению с фульвокислотами.

Гумин является частью гумусовых веществ, которая не растворяется ни в одном растворителе. Специальной обработкой гуминовые кислоты можно отделить от минеральной части почв.

В составе гумуса важное значение имеет соотношение между содержанием гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК). Оно считается благоприятным при $ГК/ФК > 1$.

На процесс образования гумуса влияют следующие факторы: водно-воздушный режим, температурный режим, состав органических остатков, механический состав и физико-химические свойства почв.

По степени плодородия почвы бывают:

- *бедные* или *незначительно гумусные* (содержание гумуса $< 1\%$);
- *умеренно гумусные* (содержание гумуса 1-2%);
- *среднегумусные* (содержание гумуса 2-3%);
- *гумусные* (содержание гумуса $\geq 3\%$).

Количество гумуса, его качество, мощность гумусового горизонта в почвах различных географических зон неодинаково. Так, большее содержание гумуса в верхнем горизонте (10-14%) и наибольшая его мощность (70-80 см) характерна для типичных черноземов. На север и на юг от зоны черноземов количество гумуса и мощность гумусового горизонта уменьшается. В северном направлении – 3-6% в серых лесных почвах и 1-3% в дерново-подзолистых почвах при мощности гумусового горизонта соответственно 25-30 и 15-20 см. На юг 3-5% в каштановых почвах и 1-2% в бурых почвах при мощности гумусового горизонта соответственно 20-0 и 10–15 см.

Зональные типы почв отличаются и качеством гумуса. Так, в составе гумуса дерново-подзолистых почв преобладают фульвокислоты (соотношение гуминовых и фульвокислот 0,6-0,8), а в черноземах, каштановых почвах это соотношение равно 1,5-2,5, что говорит о явном преобладании в составе гумуса гуминовых кислот.

В пахотных почвах Республики Беларусь содержится гумуса: в *глинистых* – 65 т/га, в *суглинистых* – 52 т/га, в *супесчаных* – 47 т/га, в *песчаных* – 35 т/га. Почвы Республики Беларусь в зависимости от содержания гумуса в пахотном слое делятся на 6 групп.

Группировка почв Республики Беларусь по содержанию гумуса

Группы почв	Содержание гумуса	% органического вещества (от веса почвы)
I	очень низкое	< 1 %
II	низкое	1 – 1,5 %
III	среднее	1,5 – 2 %
IV	повышенное	2 – 2,5 %
V	высокое	2,5 – 3 %
VI	очень высокое	> 3 %

В Республике Беларусь большая часть земель относится к почвам II и III групп, около 20 % – к почвам IV группы

Органическое вещество почвы *состоит* в основном из четырех элементов: *углерода, кислорода, водорода и азота*. Образуются следующие группы сложных органических соединений:

1. **Углеводы.** В растительных остатках в основном содержатся полисахариды, из которых *распространена клетчатка, или целлюлоза (изготовление бумаги)*. В травянистых растениях ее до 40%, в древесных – до 60%. Клетчатка не растворяется в водных растворах.

2. **Лигнин** – группа высокомолекулярных соединений, пропитывающих клеточные стенки. Содержание в растительных остатках – до 30-40%. (для получения лигнинового угля, при производстве пористого кирпича)

3. **Азотистые вещества** – белки или протеины. Содержание белков в травянистых растениях – до 10-14%. Белки нерастворимы в воде.

4. **Жиры.** Входят в состав ядер и семян. Их содержание в растительных остатках невелико.

Роль гумуса в почвообразовании, плодородии и питании растений

Гумусовые вещества играют важную роль в почвообразовании, формировании свойств почвы, процессах трансформации веществ и питании растений.

Роль гумуса можно определить следующим образом.

1. Формирование специфического профиля почвы. В почвах, где образуется достаточно много гумусовых веществ, формируется мощный гумусовый горизонт, до 50-80см.

2. Создание агрономически ценной структуры почвы. Гумусовые вещества обладают клеящими свойствами и способны склеивать

механические элементы, образуя почвенные агрегаты. Увеличение количества гумуса в дерново-подзолистых почвах на 1% (в пределах его изменения от 1,5 до 2,5-3%) *повышает урожайность* зерна озимой ржи и ячменя на 10-15 ц/га.

3. Формирование физических, химических и биологических свойств почвы (сорбционные, кислотнo-щелочные, буферные свойства). Гумус – фактор поглотительной способности почвы. Чем больше гумусовых веществ, тем выше емкость поглощения почв.

4. Гумусовые вещества – источник элементов минерального питания для растений и микроорганизмов. В них содержатся и сохраняются на довольно длительный срок такие элементы как азот, углерод, фосфор, сера, калий, кальций, магний, различные микроэлементы. При минерализации гумуса нитраты, фосфаты, сульфаты становятся доступными для растений.

5. Гумусовые вещества – источник углекислого газа для растений. Почва обеспечивает поступление 65% углекислого газа, необходимого для процесса фотосинтеза.

6. Гумусовые вещества придают почве темную окраску и тем самым способствуют интенсивному поглощению тепловой солнечной энергии. Органическое вещество предохраняет почву от быстрой потери тепла и воды в атмосферу

7. Гумусовые вещества способствует закреплению загрязняющих веществ в почвах и тем самым снижают поступление токсикантов в растения и выход их в атмосферу и гидросферу.

8. Гумусовые вещества играют ведущую роль в *биологическом режиме* почв. Гумусовые вещества способствуют *сохранению микроорганизмов* в почвах и создают *комфортные условия* для их функционирования.

9. Гумусовые вещества усиливают способность почв противостоять эрозионным процессам.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 7 Почвенные коллоиды.

Понятие о почвенных коллоидах

Основоположником науки о коллоидах считается Константин Каэтанович Гедройц.

В состав почвенной массы входят частицы разного размера. Самые мелкие – коллоиды. **Коллоиды** - это тонкодисперсные частицы почвы размером менее 0,0001мм. Образуются эти частицы путем дробления более крупных частиц или конденсации молекул в агрегаты молекул.

Конденсация - укрупнение молекул до коллоидов, вследствие физического или химического соединения.

Как правило, чем больше в почве глинистых минералов и гумуса, тем больше в почве коллоидов, количество которых составляет от 1-2% до 30-40% массы почвы.

В почвах коллоиды образуют двухфазную систему, состоящую из дисперсной фазы (твердые коллоидные частицы) и дисперсионной среды (почвенный раствор).

Частицы дисперсной фазы как бы растворены в дисперсионной среде. Среди дисперсных систем выделяются:

1. *грубодисперсные системы* с частицами дисперсной фазы крупнее 0,1 мк;
2. *коллоидно-дисперсные системы* с частицами от 0,1 мк до 1 нм;
3. *молекулярно-дисперсные системы*, которые представляют собой сочетание крупных молекул.)

Виды почвенных коллоидов

Коллоиды в почвах представлены системой минеральных, органических и органоминеральных соединений. Преобладают минеральные коллоиды, на долю которых приходится 85—90% их общей массы.

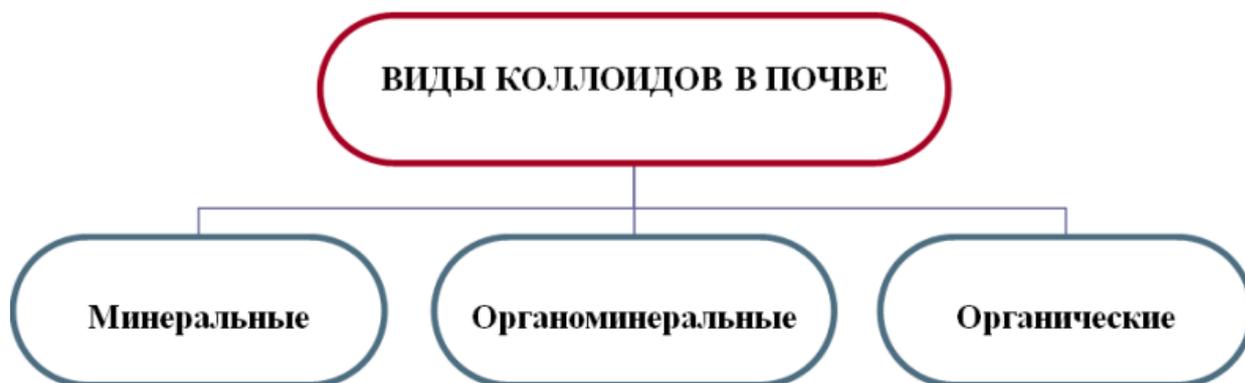


Рисунок Виды почвенных коллоидов

К *минеральным коллоидам* относят глинистые минералы, коллоидные формы кремниевой кислоты, оксиды железа и алюминия. Наиболее часто встречаются глинистые минералы - каолинит, монтмориллонит, иллит и некоторые другие.

Все они имеют сложный химический состав и представляют собой алюмо- и железосиликаты. Глинистые минералы заряжены отрицательно. Во внутреннем слое их находятся группы OH^- , PO_3^{4-} , во внешнем — катионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ и т.д. По отношению к катионам некоторые глинистые минералы обладают значительной емкостью поглощения: у монтмориллонита она равна 60—150 мг-экв, а у каолинита — 3—15 мг-экв на 100 г почвы.

Благодаря наличию отрицательного заряда глины способны к обменному поглощению катионов, количественной мерой которого является емкость катионного обмена (ЕКО) — максимальное количество катионов, удерживаемое почвой в обменном состоянии. Измеряется в мг-экв. на 100 г вещества.

Кремниевая кислота также заряжена отрицательно. Во внутреннем слое ее находятся группы SiO_3 , во внешнем — катионы H^+ .

Третья группа минеральных коллоидов — оксиды железа и алюминия. Они могут менять знак заряда: в кислой и нейтральной среде заряжены положительно, в щелочной — отрицательно.

Таким образом, главная масса минеральных коллоидов имеет отрицательный заряд и обладает определенной емкостью поглощения по отношению к катионам.

Органические коллоиды представлены в почве преимущественно аморфными гумусовыми веществами, некоторыми полисахаридами и клетками наиболее мелких бактерий. Внутренний слой их состоит из групп COO^- , а внешний — из ионов водорода, поэтому органические коллоиды, как и большинство минеральных, несут отрицательный заряд.

Органические коллоиды находятся в почве преимущественно в осажденном состоянии вследствие связывания с поливалентными катионами (в виде гелей). Их пептизация, то есть переход в состояние коллоидного раствора (золя), происходит под влиянием щелочей за счет образования гумусовых солей щелочных металлов.

По отношению к катионам органические коллоиды обладают очень большой емкостью поглощения, измеряемой 200-600 мг-экв на 100 г коллоидов.

Органо-минеральные коллоиды так же, как и органические, заряжены отрицательно и представляют собой минеральные коллоиды, поверхность которых покрыта пленкой органических соединений.

Свойства коллоидов

Основное свойство коллоидов — способность к поглощению веществ из растворов как в виде молекул, так и в виде ионов. Поглощенные вещества могут обмениваться на другие, находящиеся в растворе, т.е. коллоиды обуславливают поглотительную и обменную способность почв. Это свойство определяется высокой реакционной способностью, обусловленной большой суммарной и удельной поверхностью, которая тем больше, чем выше дисперсность коллоидов.

Вторая характерная особенность коллоидов — наличие двойного электрического слоя ионов на границе дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Строение коллоидов

Коллоид имеет сложное строение.

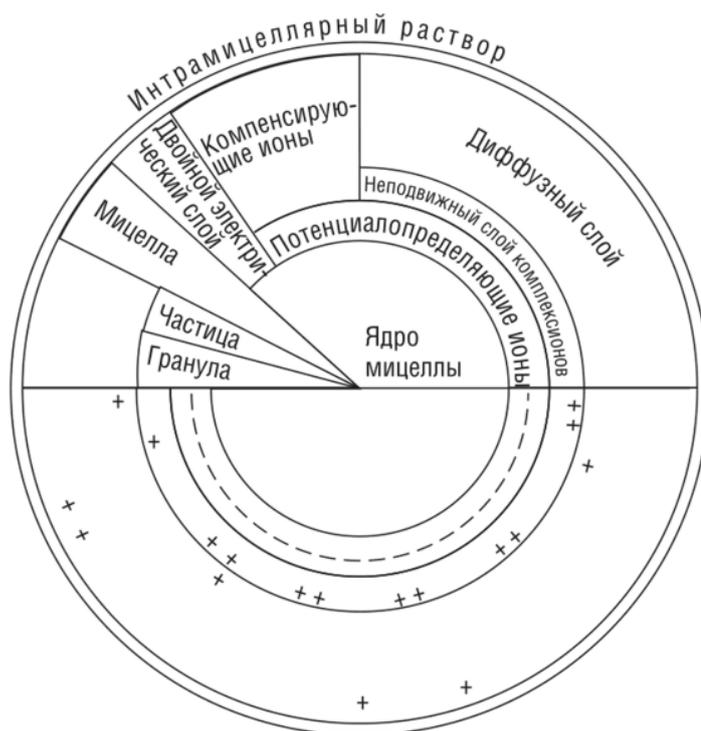


Рисунок Строение коллоидной частицы

Природа поверхностей почвенных коллоидов зависит от состава и строения. Коллоидные частицы (*мицеллы*) имеют определенное строение (рисунок). Внутренняя часть состоит из *ядра*, представляющего собой массу недиссоциированных молекул данного вещества. К ядру примыкает внутренний (*потенциалопределяющий*) слой, состоящий из ионов, несущих электрический

заряд. Этот слой неподвижен, так как его ионы прочно связаны с ядром. Ядро вместе с внутренним слоем образует *гранулу*. За этим слоем следует слой компенсирующих ионов. Он также состоит из ионов, но со знаком заряда, противоположным заряду ионов внутреннего слоя. Часть ионов слоя компенсирующих ионов неподвижна и образует неподвижный слой *компенсирующих ионов*. Другая же часть ионов слоя компенсирующих ионов отходит от внутреннего слоя на значительное расстояние, образует *диффузный слой* и теряет с ионами внутреннего слоя связь. Поэтому между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоя компенсирующих ионов создается определенная разность потенциалов, называемая дзета-потенциалом. Так как сумма зарядов ионов потенциалопределяющего слоя выше суммы зарядов ионов слоя компенсирующих ионов, знак заряда коллоидной частицы определяется потенциалопределяющим слоем. Если во внутреннем слое находятся анионы, коллоидная частица заряжена отрицательно и называется *ацидоидом*. Если же внутренний слой состоит из катионов, то частица заряжена положительно и называется *базоидом*. Некоторые коллоиды способны менять знак заряда в зависимости от реакции среды и называются *амфолитоидами*.



Рисунок Виды коллоидов по заряду ионов потенциалопределяющего слоя

И так, в зависимости от заряда ионов потенциалопределяющего слоя коллоиды делятся на:

- *ацидоиды* — отрицательно заряженные,
- *базоиды* — положительно заряженные.

амфолитоиды, которые в кислой среде имеют положительный заряд, в щелочной — отрицательный.

К ацидоидам относятся глинистые минералы, гидроксиды кремния и марганца, гумусовые кислоты и органоминеральные коллоиды. В качестве базоидов в кислой среде выступают гидроксиды железа и алюминия, белки, тела мелких бактерий, которые в щелочной среде имеют свойства ацидоидов.

Часть коллоидов может быть окружена водной оболочкой (*гидрофильные коллоиды*), другие коллоиды (*гидрофобные*) лишены этой оболочки.

Состояние почвенных коллоидов

Почвенные коллоиды могут находиться в двух состояниях: в состоянии коллоидного раствора, или *золя*, и в состоянии осадка, или *геля*. Под влиянием тех или иных факторов из состояния раствора коллоиды могут переходить в осадок и наоборот. Переход коллоидов из раствора в осадок называется коагуляцией, а из осадка в раствор — пептизацией.

Коагуляция коллоидов происходит при высушивании, замораживании их и при действии электролитов. В этих случаях коллоиды теряют водную оболочку или электрический заряд и, слипаясь один с другим, выпадают в осадок. Пептизация коллоидов наблюдается при насыщении их одновалентными катионами, особенно натрием, и связана с изменением электрокинетического потенциала коллоидов.

Коагуляция имеет практическое значение, так как способствует закреплению в почве органических и минеральных коллоидов. При пептизации наблюдается передвижение коллоидов вниз по профилю, в связи с чем физико-химические свойства почвы резко ухудшаются.

Почвенные коллоиды обладают способностью поглощать (адсорбировать) из почвенного раствора ионы и молекулы. Адсорбционные свойства коллоидов обусловлены большой удельной поверхностью, благодаря которой коллоидные частички приобретают силы электростатического притяжения

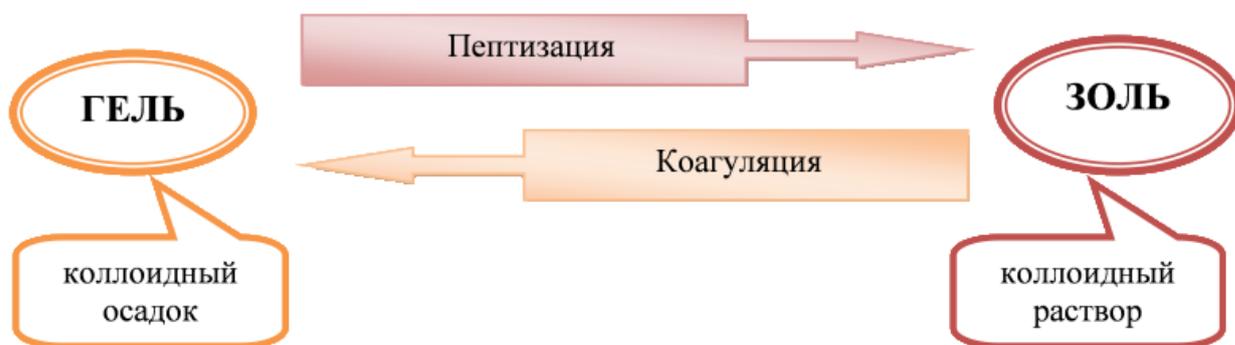


Рисунок Процессы переходов и состояние коллоидов в почве

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 8 Поглощительная способность почвы.

Почва способна задерживать или поглощать газы, различные соединения из растворов, минеральные или органические частицы, микроорганизмы и суспензии. Почвой энергично поглощаются и сохраняются главные элементы питания растений — азот, фосфор, калий, кальций, магний.

Поглотительная способность (ПС) – это способность почвы поглощать и удерживать различные вещества из раствора, проходящего через нее. Учение о поглотительной способности почв, получившее всемирное признание, разработано выдающимся советским почвоведом К.К.Гедройцем. В его трудах исследование поглотительной способности почв тесно увязано с многочисленными теоретическими и практическими вопросами применения удобрений, питания растений, химической мелиорации почв и т. д. К. К. Гедройц выделил пять видов поглотительной способности почв: механическую, физическую, химическую, физико-химическую, или обменную, и биологическую.

Виды поглотительной способности

Различают механическую, физическую, физико-химическую, химическую и биологическую поглотительную способность почвы.



Рисунок Типы поглотительной способности почв

Механическая поглотительная способность это наиболее простой вид поглощения, которое происходит благодаря наличию в почве тончайших пор и капиллярных ходов. Мелкие твердые частицы, взвешенные в

фильтрующейся через почву воде, задерживаются, т. е. механически поглощаются - глинистые и песчаные частицы, органический детрит и т.п.

Механическая поглотительная способность у песчаных почв минимальная, у глинистых – максимальная и зависит от:

- гранулометрического состава почвы
- плотности сложения
- степени заиливания почвы.

Механически первоначально поглощаются фосфоритная мука, известковые удобрения (любой степени измельчения), микроорганизмы.

Физическая поглотительная способность – это способность ее положительно или отрицательно адсорбировать газы, молекулы солей, спиртов, щелочей и других веществ. Растворенное вещество притягивается или отталкивается поверхностью твердых частиц почвы. Интенсивность физического поглощения прямо зависит от количества мелкодисперсных частиц в почве и считается *положительным*, когда молекулы растворенного вещества притягиваются частицами почвы сильнее, чем молекулы воды, и *отрицательным*, если сильнее притягиваются молекулы воды. Положительное физическое поглощение аммиака почвой происходит при внесении безводного аммиака или аммиачной воды, отрицательное – растворов нитратов или хлоридов. Это обуславливает высокую подвижность последних в почве, что необходимо учитывать при внесении, нитратных и хлорсодержащих минеральных удобрений. Нитратные минеральные удобрения следует вносить ближе к посеву или в подкормку, а содержащие много хлора – с осени, чтобы произошло хотя бы частичное вымывание хлора, так как большинство культур отрицательно реагирует на хлор.

Физическая поглотительная способность зависит от: количества и качества почвенных коллоидов

Химическая поглотительная способность связана с образованием нерастворимых или малорастворимых в воде соединений. При взаимодействии с катионами кальция, алюминия, железа и других элементов растворимые в воде сульфаты, карбонаты, фосфаты образуют нерастворимые соединения. Такое поглощение называют *осадочным*.

Наибольшее значение химическое поглощение имеет при превращении соединений фосфора в почве.

Физико-химическая (обменная) поглотительная способность это способность мелкодисперсных коллоидных частиц почвы (от 0,00025 мм до 0,001 мм), несущих отрицательный заряд, поглощать различные катионы из

раствора, причем поглощение одних катионов сопровождается вытеснением в раствор эквивалентного количества других, ранее поглощенных твердой фракцией почвы. Совокупность мелкодисперсных почвенных частиц, обладающих обменной поглотительной способностью К. К. Гедройц назвал ***почвенным поглощающим комплексом (ППК)***.

Благодаря обменной поглотительной способности в почве удерживается от вымывания значительное количество катионов, вносимых в виде минеральных удобрений или освобождающихся из органических остатков и органических удобрений при разложении. Состав обменных катионов влияет на реакцию среды, структуру, деятельность микроорганизмов и в значительной степени влияет на ее водно-воздушный и питательный режимы.

Биологическая поглотительная способность почвы состоит в том, что азот и зольные элементы удерживаются почвой в составе органических веществ, образуемых растениями и почвенными микроорганизмами, благодаря чему эти питательные элементы не вымываются из почвы. Биологическое поглощение играет важную роль в превращении нитратных соединений азота в почве. Так, легкорастворимые соли азотной кислоты удерживаются в почве главным образом будучи усвоенными микроорганизмами. После их отмирания и минерализации они вновь становятся доступными для растений. В среднем на площади 1 га микроорганизмы могут удерживать до 125 кг азота, 40 – фосфора и 25 кг калия.

Эта же способность почвы может иметь и отрицательные последствия. Если в почву вносится много богатого клетчаткой, но бедного азотом органического вещества (солома; навоз, содержащий много соломы), то микроорганизмы, будучи конкурентами растений, используя клетчатку в качестве энергетического материала, будут интенсивно размножаться и потреблять много азота из почвы. Азотное питание растений может ухудшиться. Поэтому при запашке соломы на удобрение в почву необходимо вносить в расчете на каждую ее тонну 10–12 кг азота или же высевать зернобобовые культуры или высаживать картофель, так как эти культуры снижают урожайность в меньшей степени, чем зерновые.

Известкование кислых почв, комбинированное внесение органических и минеральных удобрений позволяют регулировать интенсивность микробиологических процессов в почве.

БПС зависит от: аэрации, влажности и других свойств почвы, от количества и состава органического вещества

Почвенный поглощающий комплекс (ППК)

Поглотительная способность почв сильнее проявляется в условиях оптимальной влажности почв, когда накапливаются гумус и элементы питания растений, повышается плодородие почв. Обуславливается эта способность почвенным поглощающим комплексом (ППК) - совокупность минеральных, органических и органо-минеральных компонентов твёрдой части почвы, обладающих ионообменной способностью.

Почвенный поглощающий комплекс удерживает питательные вещества и пополняет их запас. С ним связаны структурообразование и характер структуры. Он способен разрушаться в результате физико-химических и биологических процессов, а также водой. Поглонительная способность почвы уменьшается при понижении рН и увеличивается при механическом раздроблении микроагрегатов.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 9 Физические и физико-механические свойства почв

1. Общие физические свойства.

Основными физическими свойствами почвы являются плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость.

Плотность твердой фазы (удельный вес). Почва состоит из твердой, жидкой, газообразной и живой фаз. Если условно исключить жидкую и газообразную составные части почвы, придать твердой фазе монолитное состояние и определить массу единицы ее объема, то это и будет плотность твердой фазы (удельная масса).

В лабораторных условиях плотность твердой фазы определяется пикнометрическим методом, при котором объем твердой фазы находят по массе воды, вытесненной навеской сухой почвы. При этом исходят из того, что при температуре 4 °С 1 г воды занимает объем, равный 1 см³. Именно поэтому в практике почвоведения плотностью твердой фазы называют отношение массы сухой почвы к массе равного объема воды при температуре 4 °С.

Данный показатель измеряется в граммах на сантиметр кубический (г/см³) и зависит от минералогического состава почвы и содержания в ней органического вещества. Минералы, входящие в состав почвы; отличаются различной удельной массой (от 2,1 до 5 г/см³ и более). Соответственно, чем больше в почве тяжелых минералов, тем выше плотность ее твердой фазы.

Самые лёгкие – торфяники, их плотность 1,4 – 1,8 г/см³ в зависимости от степени разложения торфа. Таким образом, чем больше почва содержит органического вещества, тем меньше ее плотность

В целом плотность твердой фазы — величина довольно стабильная и в минеральных горизонтах большинства почв находится в пределах 2,4-2,7 г/см³, в торфяных — 1,4-1,8 г/см³.

Плотность твердой фазы в определенной степени служит признаком, по которому можно судить о минералогическом составе, содержании органического вещества, её используют для расчета порозности.

Плотность сложения почв (объемный вес). Сложение почвы определяется взаимным расположением ее частиц и комков. Плотностью сложения (или просто плотностью) почвы (d_v) называется масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном состоянии. При ее определении учитывается не только объем твердой фазы почвы, но и объем пор. Как и плотность твердой фазы, она выражается в граммах на сантиметр кубический (г/см³). У минеральных почв плотность колеблется от 0,9 до 1,6 г/см³, у торфяно-болотных — от 0,2 до 0,40

г/см³. Этот показатель довольно динамичен и зависит от минералогического состава почвы, размера почвенных частиц, содержания органического вещества, структурного состояния и пористости. Большое влияние на его значение оказывает обработка почвы. Как правило, наименьшую плотность почва имеет сразу же после культивации, которая способствует ее разрыхлению и увеличению объема пор. Со временем плотность увеличивается до состояния, которое называется равновесной плотностью. При таком состоянии плотность сложения почвы длительное время почти не изменяется, что в первую очередь объясняется равновесием сил, вызывающих уплотнение почвы и увеличение объема пор. Уменьшение плотности почвы может происходить в результате ее набухания при увлажнении и последующей усадки в засушливый период, замерзания и оттаивания воды в почве, развития корневой системы растений, деятельности обитающих в почве животных, внесения органических удобрений.

Предложена следующая шкала оптимальных показателей объемной плотности почвы (А.Г.Бондарев, 1985):

- глинистые и суглинистые – 1,00 – 1,30;
- легкосуглинистые – 1,10 – 1,40;
- супесчаные – 1,20 – 1,45;
- песчаные – 1,25 – 1,60;
- торфяные – 0,2 – 0,4 г/см³.

Для пропашных сельскохозяйственных культур оптимальная плотность почв равна 1,0 – 1,2, для культур сплошного сева может быть 1,3 – 1,4 г/см³. Оценка плотности суглинистых и глинистых почв с точки зрения ее окультуренности (по Н.А.Качинскому) приведена в таблице

Оценка почв по показателю плотности сложения (объемный вес)

Плотность почвы, г/см ³	Оценка
≥ 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,0 – 1,1	Типичные величины для культурной и свежевспаханной пашни
1,2	Пашня уплотнена
1,3 – 1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4 – 1,6	Типичные величины для подпахотных горизонтов различных почв (кроме черноземов)
1,6 – 1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Пористость почвы (порозность, скважность). Объем любой почвы можно разделить на две части: объем твердой фазы и объем пор, которые, в свою очередь, могут быть заполнены водой или воздухом. Суммарный объем всех почвенных пор называется пористостью (скважностью). Если бы почва не была пористой, то в ней не могли бы распространяться корни и отсутствовали вода и воздух, которые необходимы как для высших растений, так и для микроорганизмов. Пористость обычно выражают в процентах от объема почвы.

Этот показатель весьма непостоянен и зависит от гранулометрического состава, структуры, плотности. В пахотных почвах пористость обусловлена обработкой и приемами окультуривания, при рыхлении – увеличивается, при уплотнении – уменьшается. Размеры пор, в совокупности образующих общую пористость почвы, варьируют от тончайших капилляров (для воды) до более крупных промежутков (для воздуха), которые не обладают капиллярными свойствами (должны составлять не менее 20 – 25 % от общей пористости).

Общая пористость почвы колеблется от 25 % (глина) до 90 % (торф). В культурной песчаной почве она равна 45 – 50 %, черноземах – достигает 60 – 63 %, вниз по профилю (кроме торфяников) она уменьшается. Оценка общей пористости (по Н.А.Качинскому) приведена в таблице

Оценка почв по показателю пористости

Общая пористость, %	Оценка
70	Почва вспушена – избыточно пористая
65 – 55	Культурный пахотный слой
55 – 50	Удовлетворительная
50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
25 – 40	Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов

Общий объем пор (общая пористость) рассчитывают по формуле

$$P_{\text{общ}} = (1 - d_v/d) \cdot 100,$$

где d_v — плотность сложения почвы, г/см³; d — плотность твердой фазы, г/см³.

Как правило, в почвенном профиле более высокую пористость имеет верхний горизонт, который постоянно подвергается разрыхляющему действию корней и обитающих в почве животных. Вспашка, культивация и другие виды обработки увеличивают пористость почвы. Однако со временем пашня под

влиянием силы тяжести уплотняется и объем ее пор уменьшается. Поэтому важно, чтобы посев зерновых культур проводился после усадки почвы, в противном случае растения могут страдать от оголения узла кущения.

Пористость – одно из важнейших свойств почвы. С ней связаны интенсивность и глубина фильтрации, водопроницаемость и водоподъемная способность, влагоемкость и воздухоемкость, процессы испарения на орошаемых землях. От порозности в значительной степени зависит плодородие почв.

2. Физико – механические свойства.

Характер и интенсивность ряда процессов, протекающих в почве, во многом зависят от ее физико-механических свойств, которые представлены пластичностью, липкостью, набуханием и усадкой, связностью, твердостью, сопротивлением при обработке. Они во многом определяют условия обработки почвы, энергетические затраты на проведение полевых работ и оптимальные сроки их выполнения.

Пластичность. Пластичностью называется способность влажной почвы под действием внешней силы изменять свою форму без образования трещин и сохранять ее после устранения механического воздействия. Пластичность характеризует степень подвижности механических элементов относительно друг друга. Она обусловлена присутствием в почве илистых и коллоидных частиц и наличием вокруг них водных оболочек. Именно поэтому сухая почва пластичностью не обладает. В почвоведении выделяют два состояния почвы, характеризующих ее пластичность (пределы Аттерберга):

– верхний предел пластичности (предел текучести) - это абсолютная влажность почвы, при которой стандартный конус массой 76 г под действием силы тяжести погружается в почву на глубину 10 мм;

– нижний предел пластичности (предел раскатывания) - абсолютная влажность почвы, при которой ее образец можно раскатать в шнур диаметром 3 мм без образования в нем разрывов.

Разность между значениями верхнего и нижнего пределов Аттерберг предложил считать основным показателем, характеризующим способность почвы изменять свою форму, и назвал его *числом пластичности*. Оно показывает диапазон влажности, в пределах которого почва обладает пластичностью. Если влажность меньше нижнего предела, почва не пластична. Если выше верхнего, почва приобретает состояние текучести и также теряет способность изменять свою форму под действием внешних сил. Чем больше разность между верхним и нижним пределами, тем почва более пластична.

Этот показатель во многом зависит от гранулометрического состава. У глинистых почв он более 17. Суглинистые почвы характеризуются числами

пластичности, которые находятся в пределах 17-7. У супесчаных почв значение данного показателя менее 7, а у песчаных равно нулю.

Основной причиной высокой пластичности тяжелых почв является не только большое содержание в них глинистых частиц, но и наличие водных оболочек вокруг почвенных частичек.

Пластичность почвы зависит от ее гумусового состояния. Чем больше в почве содержится гумуса, тем при более высокой влажности наступает нижний предел пластичности. Соответственно почва с более высоким содержанием гумуса в весенний период пригодна для обработки гораздо раньше, чем аналогичная малогумусированная почва.

Липкость. Это способность влажной почвы прилипать к поверхности различных тел. Она характеризуется силой, которую необходимо приложить для того, чтобы оторвать металлическую пластину от почвы. Количественно липкость почвы выражается в граммах на сантиметр квадратный (г/см^2).

Как и пластичность почвы, липкость зависит от ее влажности. Она обусловлена силами молекулярного сцепления, которые возникают между почвенными частицами, тонким слоем воды и поверхностью соприкасающегося предмета. Таким образом, решающая роль в проявлении липкости принадлежит тонкому слою слабосвязанной воды. Этот слой воды называется адгезионным, а сам процесс склеивания с его помощью почвенных частиц и различных предметов - *адгезией*. Чем тяжелее по гранулометрическому составу почва, тем сильнее она прилипает к твердым телам. Липкость возрастает также с увеличением содержания в почве органического вещества.

Н.А. Качинский предложил следующую классификацию почв в зависимости от их липкости: предельно вязкие ($> 15 \text{ г/см}^2$), сильно вязкие ($5-15 \text{ г/см}^2$), средние по вязкости ($2-5 \text{ г/см}^2$), слабо вязкие ($< 2 \text{ г/см}^2$).

С агрономической точки зрения липкость является неблагоприятным свойством, так как она значительно затрудняет обработку почвы.

Набухание. Это свойство почвы увеличивать при увлажнении свой объем. Оно выражается в процентах от исходного объема почвы и находится по формуле

$$V_{\text{наб}} = (V_1 - V_2) \cdot 100 / V_2,$$

где $V_{\text{наб}}$ — набухание почвы, %; V_1 — объем влажной почвы; V_2 — объем сухой почвы.

Набухание обусловлено способностью почвенных частиц сорбировать на своей поверхности влагу, а также гидратацией обменных катионов. Чем меньше

размер частиц, из которых состоит почва, тем больше их суммарная поверхность и, следовательно, выше их водоудерживающая способность и мощнее водная пленка, которую они могут создавать вокруг себя. Именно поэтому набухаемость зависит от содержания в почве коллоидов. При увлажнении сильно увеличивается объем тяжелых почв. При этом, чем больше в почве минералов с расширяющейся решеткой, тем больше ее набухание.

Большое влияние на способность почвы набухать оказывает состав обменных катионов. Чем больше в почвенном поглощающем комплексе содержится одновалентных катионов, особенно катионов натрия, тем сильнее набухает почва. Установлено, например, что коллоидные частицы, насыщенные натрием, могут поглощать воды в 10 раз больше, чем их объем. Именно поэтому солонцы, чей почвенный поглощающий комплекс богат этими катионами, очень сильно набухают во время дождей. Высокое давление, которое при этом возникает, приводит к выпячиванию почвенной массы и образованию своеобразного кочковатого микрорельефа.

Набухание является отрицательным свойством почвы, так как разделение почвенных частиц пленками воды может привести к разрушению структурных отдельностей и значительно ухудшить ее физические показатели.

Усадка. Это свойство влажной почвы уменьшать свой объем при высыхании. Она измеряется в процентах от исходного объема и зависит от тех же факторов, что и набухание. Большая усадка почвы — отрицательное явление, так как приводит к образованию трещин и разрыву корневой системы растений. При небольшой амплитуде набухания и усадки формируются мелкокомковатые структурные отдельности, способствующие улучшению водных и воздушных свойств почвы.

Связность почвы. Под связностью понимают способность почвы оказывать сопротивление силам, стремящимся разъединить ее частицы. Она обусловлена взаимным сцеплением механических элементов и выражается в ($\text{кг}/\text{см}^2$). Благодаря этому свойству почвенные частицы могут склеиваться в структурные отдельности. Этот показатель зависит от размера почвенных частиц, минералогического состава почвы, ее влажности, состава обменных оснований, содержания в почве органического вещества и различных клеящих компонентов. Обычно наибольшей связностью характеризуются глинистые почвы с высоким содержанием монтмориллонита.

Как правило, связность увеличивается по мере иссушения почвы и достигает максимального значения при влажности, близкой к влажности завядания.

С увеличением содержания в почве органического вещества связность у песчаных почв возрастает, у глинистых и суглинистых — снижается. Последнее объясняется в первую очередь образованием большего числа структурных отдельностей, а следовательно, снижением площади соприкосновения между почвенными частицами. Именно поэтому структурные почвы характеризуются меньшей связностью по сравнению с бесструктурными.

Твердость. Под твердостью понимают свойство почвы сопротивляться проникновению в нее твердого тела. Она обусловлена способностью почвы оказывать сопротивление силам, направленным на ее сжатие и разрыв во время расклинивания. Твердость измеряется с помощью специальных приборов — твердомеров и изменяется от 5 до 60—70 кг/см² и более. Зависит она от тех же факторов, что и связность. Ее максимальное значение характерно для слитых почв и солонцов, находящихся в сухом состоянии.

3. Мероприятия по улучшению физико-механических свойств, сохранению и восстановлению почвенной структуры

Существует множество приемов регулирования физико-механических свойств и восстановления почвенной структуры. Их можно объединить в три большие группы: *механические, химические, биологические.*

К механическим приемам относят интенсивную механическую обработку почвы, почвоуглубление, щелевание и т. д. Эти приемы позволяют существенно улучшить физико-механические свойства почвы. Однако действие их кратковременное, и поэтому для достижения продолжительного эффекта необходимо систематическое многократное применение их. •

Химические приемы мелиорации изменяют состав поглощенных оснований и весь комплекс физических и физико-химических свойств почв. К наиболее распространенным химическим приемам улучшения физических свойств почв относятся известкование кислых почв, гипсование солонцов, внесение искусственных клеящих веществ (полимеров). В результате известкования почва становится более структурной, в ней увеличивается водопроницаемость и уменьшается плотность. При этом химическая мелиорация почв особенно эффективна на фоне органических удобрений.

Биологические приемы направлены на повышение содержания органического вещества (гумуса) в почве. Эти приемы универсальны и долговечны. С увеличением содержания гумуса в почве улучшаются не только физикомеханические и химические свойства, но и все почвенные режимы: пищевой, водный, воздушный.

К биологическим приемам регулирования физико-механических свойств почвы относят совершенствование севооборотов, включающее увеличение доли многолетних трав в структуре посевных площадей; применение сидеральных культур; увеличение объема вносимых органических удобрений; оптимизацию обработки почвы, направленную на уменьшение интенсивности и глубины рыхлений в разумных пределах с целью снижения темпов минерализации органического вещества почвы и распыления структуры.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 10 Водные свойства и водный режим почв.

Влажность почвы и ее виды

Вода - обязательное условие почвообразования и формирования почвенного плодородия. Без нее невозможно развитие почвенной фауны и микрофлоры.

В природных условиях в почве всегда содержится некоторое количество воды.

Основным источником почвенной воды являются атмосферные осадки. Некоторое количество воды поступает в почву в результате конденсации пара из воздуха, иногда значительную роль играют близко расположенные грунтовые воды.

При одинаковых осадках разные почвы могут содержать разное количество доступной для растений влаги.

Содержание влаги в процентах к массе сухой почвы (высушенный при 105°C) характеризует влажность почвы. Влажность почвы можно также выражать в процентах от объема почвы, в м³/га, в мм.

Влажность почвы находится в большой зависимости от растительности, рельефа, почвообразующей породы, агротехники и др.

Влажность почвы характеризуется количеством воды, содержащейся в почве в момент определения. Различают влажность **абсолютную** и **относительную**.

Абсолютной влажностью называется содержание воды в процентах к массе (весу) или объему сухой почвы. Для определения абсолютной влажности навеску почвы высушивают до постоянной массы и рассчитывают по формуле:

$$W_m = M_v / M_p \cdot 100\%,$$

где W_m - абсолютная массовая влажность в процентах; M_v - масса воды в образце; M_p - масса сухой почвы; 100- коэффициент для расчета в процентах.

Относительная влажность- это отношение содержания влаги в данный момент к количеству воды, насыщающей почву до её наименьшей влагоемкости.

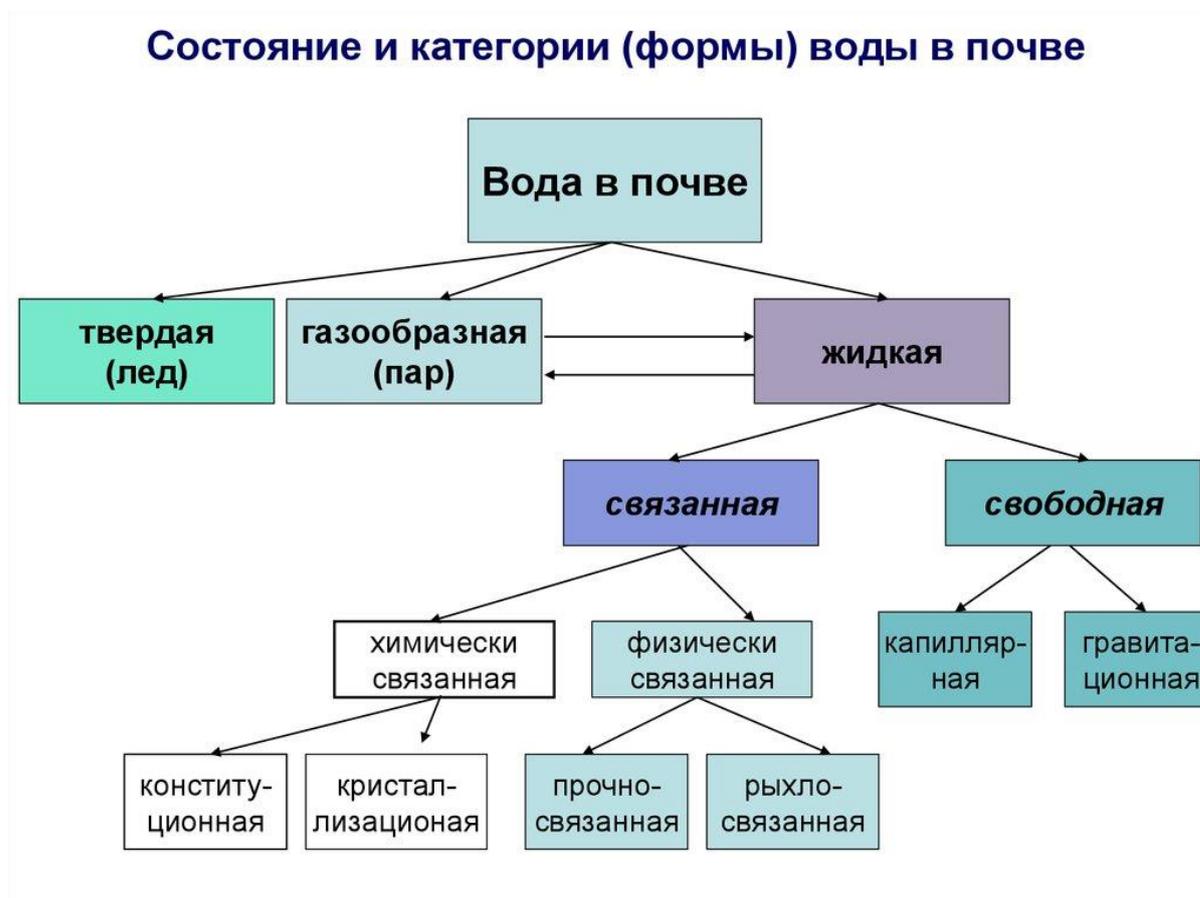
Относительная влажность рассчитывается по формуле:

$$W_{отн} = W_{абс} \cdot 100\% / НВ,$$

где $W_{отн}$ - относительная влажность; $W_{абс}$ - абсолютная влажность; НВ- наименьшая влагоемкость.

Категории и формы воды в почве

Поступая в почву, вода дифференцируется на отдельные формы и становится в различной степени доступной растениям. Выделяют следующие основные категории влаги, различающиеся между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.



Вода в почве может находиться в трех состояниях:

-твердом, -парообразном, -жидком.

Твердая влага представлена **льдом**. В таком состоянии вода находится при отрицательной температуре. Замерзшая вода неподвижна и недоступна для растений.

Парообразная влага находится в почве в форме **водяного пара**. Она занимает поры аэрации и перемещается по ним с током почвенного воздуха.

По мере снижения температуры водяные пары способны **конденсироваться** на поверхности почвенных частиц и переходить в жидкое состояние.

Вода, находящаяся в почве в парообразном или жидком состоянии подвергается действию **сорбционных, капиллярных, осмотических и гравитационных сил**.

Сорбционные силы обусловлены свободной поверхностной энергией, присущей почвенным частицам и воде. Благодаря этой энергии почвенные частицы способны притягивать к себе дипольные молекулы воды. Молекулы воды притягиваются к твердым частицам почвы и прочно удерживаются ими.

Такой процесс называется **сорбционным (сорбцией)**, а само явление – **гидратацией**.

Капиллярные (менисковые) силы обусловлены поверхностным натяжением воды и явлением смачивания. Капиллярные силы начинают проявляться в порах диаметром менее 8 мм.

Благодаря **осмотическим силам** вода в почвенной толще способна передвигаться от участков с низкой концентрацией к участкам с большей концентрацией раствора.

Под воздействием **гравитационных сил** свободная влага, находящаяся в крупных порах может передвигаться из верхних горизонтов в нижние и уходить за пределы почвенного профиля. Гравитационные – возникают под действием силы тяжести самих капель воды.

Движение воды в почве зависит от степени увлажнения и проявления разнообразных сил.

Категории почвенной влаги

Категории почвенной влаги различаются между собой прочностью связи с твердой фазой почвы и степенью подвижности.

Согласно А.А. Роде, различают следующие категории (формы) почвенной воды:

Парообразная влага содержится в почвенном воздухе, в порах, свободных от воды, в форме водяного пара. Играет большую роль в перераспределении почвенной влаги и предохраняет корневые волоски растений от пересыхания. В почве парообразная влага передвигается от теплых слоев к более холодным.

С течением времени пары воды из почвы уходят в атмосферу, а запасы парообразной влаги пополняются из других форм, в том числе и физически связанных. Парообразная влага циркулирует по всему профилю независимо от мощности и глубины залегания грунтовых вод.

Лед - неподвижная влага. Проявление воды в форме льда может иметь сезонный характер (сезонное промерзание почв) или многолетний («вечная» мерзлота) характер. Лед переходит в жидкое и парообразное состояние при температуре воды выше 0 градусов.

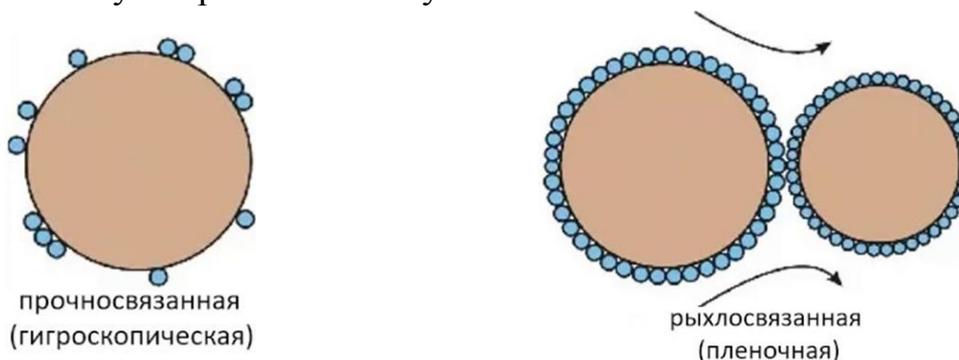
Химически связанная вода находится в почве в составе гидратных минеральных, органоминеральных и органических веществ. Ее количество невелико (иногда может достигать 5-12 %), что указывает на значительное содержание в почве выветривающихся силикатов и алюмосиликатов. Эта вода подразделяется на конституционную и кристаллизационную

а) конституционная влага - входит в состав молекул веществ, образующих минеральную часть почвы, в виде гидроксильной группы (гидроксид железа, алюминия, марганца, коллоидно-дисперсных глинистых минералов, органических и органо-минеральных соединений). При прокаливании почвы в интервале 400-800°C удаляется, что сопровождается разложением соответствующего минерала. Наибольшее количество химически связанной воды содержится в глинистых минералах, поэтому о её содержании в почве можно судить по степени глинистости грунта.

б) кристаллизационная влага - входит в состав веществ целыми молекулами, образуя кристаллогидраты - гипс, мирабилит и др. Удаляется скачкообразно при температурах 100-200 °С, причём каждая последующая молекула воды отщепляется при более высокой температуре, что приводит лишь к изменению физических свойств минералов, а не к их разложению.

Эта вода не передвигается, не обладает свойством растворителя и не доступна растениям.

Физически связанная или сорбированная вода образуется за счет сорбции парообразной и жидкой воды на поверхности твердых частиц почвы. Ее в зависимости от прочности связи с твердой фазой почвы подразделяют на прочносвязанную и рыхлосвязанную.



а) прочносвязанная вода - это вода, которая поглощается почвой из парообразного состояния. Слой воды тонкий, состоящий из 2-3 молекул. Способность почвы сорбировать пары воды из воздуха называется гигроскопичностью, а образуемая при этом влага - гигроскопической. Ее содержание зависит от гранулометрического состава, количества илистых частиц, органического вещества почвы, от температуры. Эта вода не замерзает, неподвижна и не доступна растениям.

б) рыхлосвязанная (пленочная) вода покрывает частицы почвы в виде пленок, состоящий из нескольких десятков молекул воды и удерживается дополнительными сорбционными силами. Частично доступна растениям. Она медленно движется от частиц с толстой пленкой к частицам с тонкой пленкой.

Свободная вода не связана силами притяжения с почвенными частицами и передвигается под действием капиллярных и гравитационных сил. Заполняет крупные почвенные поры, под действием силы тяжести образует нисходящий ток, формируя верховодку и частично просачиваясь в грунтовые воды. За счёт гравитационной воды в почве проходят элювиальные и иллювиальные процессы, из неё образуются все другие формы почвенной влаги. Сама может конденсироваться из парообразной, но преимущественно пополняется за счёт атмосферных осадков.

Различают две формы свободной воды в почве - это капиллярная и гравитационная.

а) капиллярная вода находится в тонких капиллярных порах почвы и передвигается в них под влиянием капиллярных сил, возникающих на поверхности раздела твердой, жидкой и газообразной фаз. Капиллярная влага легко доступна растениям и является одним из основных источников их водного питания; посредством её передвигается основная масса растворимых солей из нижних горизонтов.

В зависимости от характера увлажнения различают капиллярно-подвешенную и капиллярно-подпертую воду.

Капиллярно-подвешенная вода образуется при увлажнении почвы сверху атмосферными осадками или оросительными водами и не связана с грунтовым увлажнением.

Капиллярно-поднятая вода образуется при увлажнении почвы снизу за счет грунтовых вод. Зону капиллярного насыщения над грунтовой водой называют капиллярной каймой (КК).

б) гравитационная вода размещается в крупных некапиллярных порах, свободно просачивается вниз по профилю под действием сил тяжести. Это самая доступная для растений вода. Однако если она заполняет все поры, то наступает переувлажнение почвы. На песчаных почвах гравитационная вода легко уходит вглубь, в зону, недоступную для корней. Различают гравитационную воду просачивающуюся и влагу водоносных горизонтов. Последняя над водоупорным слоем образует почвенные и грунтовые воды.

Водные свойства почв

Водные свойства почв - совокупность свойств почвы, определяющая поведение почвенной влаги в профиле.

Основными водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

Водопроницаемостью почвы называется ее способность впитывать и фильтровать через себя влагу. Водопроницаемость измеряется объемом воды, протекающей через единицу площади поверхности почвы в единицу времени, выражается в мм водного столба в единицу времени.

Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры и степени увлажнения почвы. Наиболее проницаемы для воды песчаные и супесчаные почвы, в которых поры имеют крупный размер. Попадая в эти поры, вода не переходит в капиллярную форму, а в виде гравитационной влаги просачивается вниз. В глинистых и суглинистых почвах передвижение воды вниз идет значительно медленнее, так как в них много тонких волосных капилляров. В органогенных почвах водопроницаемость хуже, чем в минеральных почвах.

В структурных почвах по сравнению с бесструктурными при одном и том же гранулометрическом составе водопроницаемость выражена лучше. Этому способствуют крупные поры и промежутки, находящиеся между структурными отдельностями. Насыщение почвы влагой постепенно уменьшает водопроницаемость.

*Шкала оценки водопроницаемости по Н.А. Качинскому
(мм/мин (при 10⁰С))*

- провальная – более 10
- излишне высокая - 8,3-10
- наилучшая – 1,7-8,3
- хорошая – 1,2-1,7
- удовлетворительная – 0,5-1,2
- неудовлетворительная - менее 0,5

Водоподъемной способностью называется способность почвы поднимать по капиллярам влагу. Скорость и высота ее подъема зависят в первую очередь от гранулометрического состава почвы. В песчаных и супесчаных почвах подъем воды по капиллярам происходит быстро, но высота подъема сравнительно невелика. В суглинистых же почвах, наоборот,

подъем воды идет медленнее, но на более значительную высоту. При залегании грунтовых вод на глубине 4-5 м и выше вода способна подниматься по капиллярам до поверхности почвы и, испаряясь в атмосферу, передвигаться непрерывно.

Водоподъемная способность, с одной стороны, - положительный фактор, так как обеспечивает водой корневую систему растений, особенно тогда, когда корни не доходят до грунтовой воды; с другой стороны, увеличивая испаряемость влаги, водоподъемная способность приводит к иссушению почвы.

Водоудерживающая способность (влагоемкость) - свойство почвы удерживать воду, обусловленное действием сорбционных и капиллярных сил. В воздушно-сухом состоянии в почве содержится некоторое количество гигроскопической воды, адсорбированной из водяных паров почвенного и атмосферного воздуха. Адсорбция паров происходит с выделением тепла (теплота смачивания).

Количественной характеристикой водоудерживающей способности почвы является ее влагоемкость.

Влагоемкость почвы - способность поглощать и удерживать определенное количество воды.

В зависимости от того, в какой форме находится удерживаемая почвой влага, выделяют несколько видов влагоемкости: МГ, ВЗ, ВРК, НВ, КВ, ПВ .

Почвенно-гидрологические константы

Почвенно-гидрологические константы – граничные значения влажности, при которых количественные изменения в подвижности и свойствах почвы переходят в качественные.

Максимальную адсорбционную влагоемкость (МAB) - наибольшее количество воды, которое может быть удержано сорбционными силами на поверхности почвенных частиц. В почвенной практике эту величину используют редко. Гораздо более важное практическое значение имеют показатели гигроскопической влажности и максимальной гигроскопической влажности.

Максимальная гигроскопичность (МГ) - Максимальная гигроскопичность-наибольшее количество влаги, которое может поглотит абсолютно сухая почва из воздуха, насыщенного водяными парами.

Вода, находящаяся в почве в состоянии максимальной гигроскопичности, не доступна растениям. Это «мертвый запас влаги». По

максимальной гигроскопичности приближенно рассчитывают коэффициент завядания растений - нижнюю границу физиологически доступной для растений воды.

МГ зависит от гранулометрического состава, количества гумуса, состава поглощенных оснований и водорастворимых солей в почве.

Влажность устойчивого завядания (ВЗ) - влажность, при которой растения проявляют признаки устойчивого завядания, т. е. такого завядания, когда его признаки не исчезают даже после помещения растения в благоприятные условия. Численно ВЗ равна примерно 1,5 максимальной гигроскопичности.

Содержание воды в почве, соответствующее влажности завядания, является нижним пределом доступной для растений влаги.

В глинистых почвах ВЗ всегда выше, чем в песчаных. Заметно возрастает она и в почвах засоленных и содержащих большое количество органических веществ, особенно неразложившихся, растительных остатков (торфянистые горизонты почв). Так, в глинах ВЗ составляет 20-30%, в суглинках – 10-12, в песках – 1-3, у торфов – до 60-80%.

Влажность разрыва капилляров (ВРК). Капиллярно-подвешенная вода при испарении передвигается в жидкой форме к испаряющей поверхности в пределах всей промоченной толщи по капиллярам, сплошь заполненным водой. Но при определенном снижении влажности, характерном для каждой почвы, восходящее передвижение этой воды прекращается или резко затормаживается. Потеря способности к такому передвижению объясняется тем, что в почве при испарении исчезает сплошность заполнения капилляров водой, т. е. в ней не остается систем пор, сплошь заполненных влагой и пронизывающих промоченную часть почвенной толщи. Эту критическую величину влажности М. М. Абрамова назвала влажностью разрыва капиллярной связи.

Влажность разрыва капилляров — это влажность, при которой подвижность капиллярной воды в процессе иссушения резко уменьшается. Вода, однако, остается в мельчайших порах, в углах стыка частиц. Эта влага неподвижна, но физиологически доступна корешкам растений.

ВРК называют также *критической влажностью*, так как при влажности ниже ВРК рост растений замедляется и их продуктивность снижается. В почвах и грунтах эта величина варьирует сильно, составляя около 50-60% от наименьшей влагоемкости почв. На содержание воды, соответствующей ВРК, помимо гранулометрического состава почв, существенное влияние

оказывает их структурное состояние. В бесструктурных почвах запасы воды расходуются на испарение значительно быстрее, чем в почвах с агрономически ценной структурой. Поэтому в них влажность будет быстрее достигать ВРК, т. е. обеспеченность влагой растений снижаться будет быстрее.

Наименьшая влагоемкость (НВ) — наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, которое может удержать почва после стекания избытка влаги при глубоком залегании грунтовых вод. Термину наименьшая влагоемкость соответствуют термины полевая влагоемкость (ПВ), общая влагоемкость (ОВ) и предельная полевая влагоемкость (ППВ). Последний термин особенно широко используется в агрономической практике и в мелиорации.

НВ зависит от гранулометрического состава почв, от их оструктуренности и плотности. В почвах тяжелых по гранулометр. составу, хорошо оструктуренных НВ почвы составляет 30—35%, в почвах песчаных она не превышает 10—15%.

НВ почв является очень важной гидрологической характеристикой почвы. С ней связано понятие о дефиците влаги в почве, по НВ рассчитываются поливные нормы.

Гранулометрический состав почвы (мм):	Наименьшая влагоемкость почвы, мм
Песчаные почвы	195-212
Супесь легкая	233-254
Супесь тяжелая и суглинок легкий	236-280
Суглинок средний	242-297
Суглинок тяжелый	202-249
Суглинок легкоглинистый и глинистый	166-213

Капиллярная влагоемкость (КВ) - это максимальное количество воды, которое удерживает почва в капиллярных порах при близком залегании зеркала грунтовых вод.

Иными словами, капиллярная влагоемкость соответствует содержанию в почве капиллярно-подпертой воды.

КВ зависит от механического состава, строения почвы, от мощности слоя почвы над уровнем грунтовых вод.

Капиллярная кайма – весь слой подпертой влаги: между уровнем грунтовой воды и верхней границей фронта смачивания почвы.

Мощность капиллярной каймы зависит глубины залегания грунтовой воды, гранулометрического состава почвы, плотности почвы, общей и капиллярной порозности.

Полная влагоемкость (ПВ) - наибольшее количество воды, которое может вместить почва при полном заполнении всех пор водой.

Зависит ПВ от гранулометрического состава, от структурности и порозности почв. Полная влагоемкость колеблется в пределах 40—50%, в отдельных случаях она может возрасти до 80 или опуститься до 30%. Состояние полного насыщения водой характерно для горизонтов грунтовых вод.

Водный режим почвы

Водный режим почвы - совокупность всех явлений, определяющих поступление, передвижение, расход и использование растениями почвенной влаги. Количественно его выражают с помощью расчетов **баланса воды**.

Водный баланс почвы – соотношение между количеством воды, которое может поступать в почву за определенный интервал времени, и количеством воды, которое расходуется из нее за то же время.

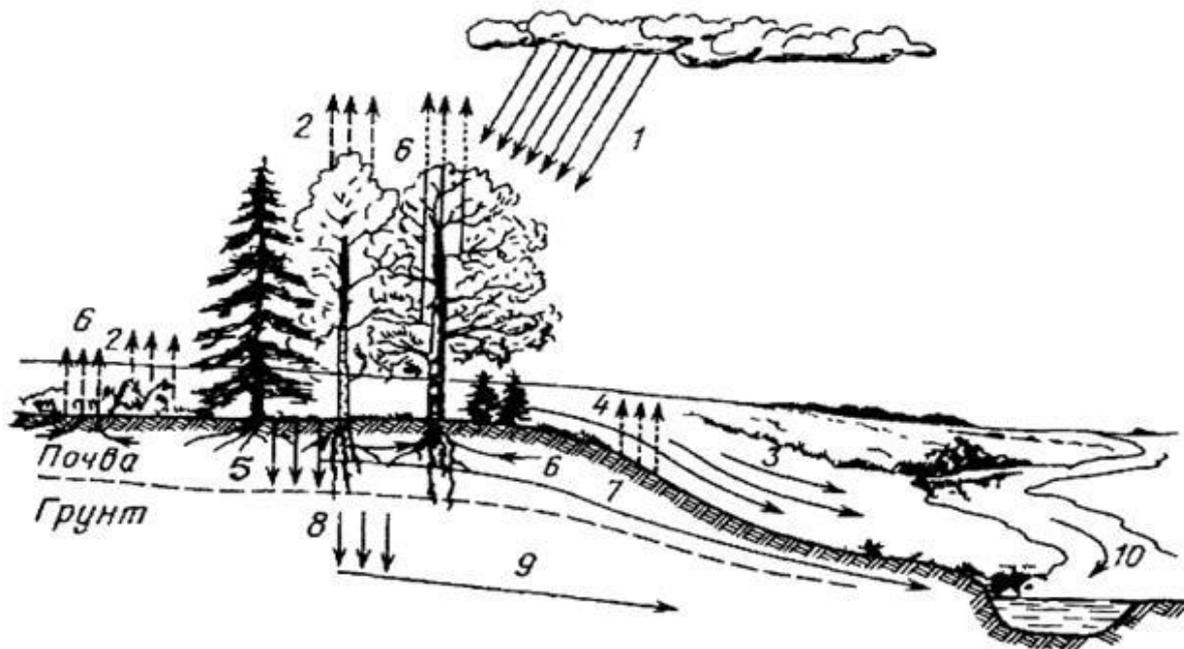


Рисунок Круговорот влаги:

1 – атмосферные осадки, 2 – испарение растительностью, 3 – поверхностный сток, 4 – испарение почвой, 5 – просачивание, 6 – поглощение корнями (десуция), 7- внутрипочвенный сток, 8 – просачивание в более глубокие слои, 9 – грунтовый сток, 10 – речной сток.

Общий вид уравнения водного баланса:

$$AO + K + GB = PC + I + D + VPC + GPC$$

где - AO – атмосферные осадки; K – конденсация воды из воздуха; GB – грунтовые воды; PC – поверхностный сток; I – испарение с поверхности почвы; D – десукция (испарение растениями); VPC – внутрипочвенный сток; GPC – грунтовый сток.

Типы водного режима почвы и его регулирование

Основы учения о типах водного режима были разработаны Г.Н. Высоцким, он выделял 4 типа водного режима, А.А. Роде развил его учение, выделив 6 типов.

Мерзлотный — свойственен почвам где вечная мерзлота, служащая водоупором. Поэтому данные почвы переувлажнены, что приводит к оглеению. **Характерные почвы:** арктические, тундровые, мерзлотные лугово-лесные.

Промывной — отмечается в почвах районов, где осадков выпадает больше, чем испаряется. Грунтовые воды в данных условиях как правило залегают не глубже 2 м от поверхности. **Характерные почвы:** подзолистые.

Периодически промывной — в почвах территорий, где количество выпадающих осадков примерно равно испарению, причём во влажные годы будет наблюдаться больше количество осадков и, соответственно, промывной режим, а в сухие преобладание испарения и непромывной водный режим. **Характерные почвы:** серые лесные, оподзоленные и выщелоченные черноземы.

Непромывной — сумма осадков меньше годового испарения. Отмечается в почвенно-климатических зонах, где расходная статья водного баланса преобладает над приходной, грунтовые воды залегают глубоко. **Характерные почвы:** чернозёмы.

Выпотной — при сумме осадков значительно меньше испарения. При этом испаряется не только влага, выпавшая в виде осадков, но часть высокостоящих грунтовых вод, в результате чего грунтовые воды поднимаются по капиллярам, достигая верхних горизонтов почвенного профиля. Так как в данных условиях грунтовые воды чаще всего минерализованы, то вместе с влагой по капиллярам переносятся растворённые соли. **Характерные почвы:** солончаки, солонцы.

Ирригационный тип – характерен для искусственно орошаемых территорий.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 11 Воздушные свойства и воздушный режим почв.

1. Общие сведения о почвенном воздухе.

Почвенный воздух – незаменимый фактор жизнедеятельности растений, микроорганизмов, активный участник почвообразования. Количество воздуха в почве зависит от размера пор и от влажности почвы. С увеличением влажности вода начинает вытеснять почвенный воздух и содержание воздуха в почве уменьшается. В сухих почвах содержание воздуха составляет 25-90% объема почвы. Корневая система, животные и другие организмы в процессе дыхания потребляют кислород, концентрация которого может изменяться. Пополнение кислородом почвенного воздуха осуществляется в результате его обмена на атмосферный. Такой процесс называют газообменом или аэрацией почвы. Зоной активной аэрации считается метровый почвенный профиль. Почвенный воздух характеризуется повышенной влажностью – относительная влажность его близка к 100%. В нем присутствуют летучие органические соединения: углеводороды, спирты, сложные альдегиды, являющимися продуктами жизнедеятельности микроорганизмов.

Состав почвенного воздуха зависит от 2-х факторов – газообмен с атмосферой и жизнедеятельность растений и микроорганизмов. Без почвенного воздуха, и в первую очередь без кислорода, угнетаются растения, замедляется рост корней, ухудшается потребление растениями воды и растворенных в ней питательных веществ.

2. Формы почвенного воздуха.

Воздух может находиться в почве в четырех состояниях — свободном, свободном защемленном, адсорбированном и растворенном.

Свободный почвенный воздух. Это воздух, который свободно перемещается по почвенным порам и обменивается с атмосферой. Именно за счет него происходит аэрация почвы. После стекания гравитационной воды он обычно занимает крупные некапиллярные поры, но может также находиться и в капиллярных, если в них отсутствует влага.

Свободный защемленный почвенный воздух. При увлажнении почвы часть свободного воздуха может быть изолирована с помощью водяных пробок. Такой воздух называется защемленным. Его объем зависит от гранулометрического состава почвы и может быть найден по разности между общей пористостью почвы и объемом пор, занятых водой при влажности, соответствующей ее полной влагоемкости.

В среднем объем заземленного воздуха колеблется от 5 до 8%, достигая своего максимума (12%) в глинистых почвах с плотной упаковкой. Вследствие изолированности эта форма воздуха почти не участвует в аэрации почвы. При колебании температуры почвы, ее влажности и атмосферного давления изменяется давление заземленного воздуха на стенки пор, что может способствовать разрушению почвенной структуры.

Адсорбированный почвенный воздух. Эта форма воздуха представлена газами, сорбированными поверхностью твердой фазы почвы. Его количество зависит от гранулометрического состава почвы и содержания в ней органического вещества. Чем меньше размер почвенных частиц и в почве больше гумуса, тем больше адсорбированного воздуха может находиться в ней. Например, суглинистые почвы с высоким содержанием гумуса могут адсорбировать на поверхность своих частиц почти в 10 раз больше различных газов, чем малогумусовые песчаные почвы. Это объясняется тем, что почвенные частицы гораздо активнее удерживают пары воды, нежели газы. По мере увеличения гигроскопической влажности почвы количество находящегося в ней адсорбированного воздуха снижается. При влажности почвы выше максимальной гигроскопичности вода почти полностью вытесняет адсорбированные газы, вовлекая тем самым их в газообмен с атмосферой.

Растворенный почвенный воздух. Это газы, которые растворены в почвенной влаге. Растворимость газов в почвенной воде возрастает с повышением их концентрации в свободном почвенном воздухе, а также с понижением температуры почвы.

Газы в воде растворяются неодинаково. Хорошо растворяются аммиак, сероводород и углекислый газ, гораздо хуже — кислород. Многие растворенные газы резко увеличивают химическую активность почвенного раствора. Например, в почвенной влаге, насыщенной углекислым газом, увеличивается растворимость гипса и минералов, относящихся к классу карбонатов. Растворенный кислород, несмотря на относительно невысокую растворимость в воде, способен поддерживать окислительные свойства почвенного раствора. Наибольшая насыщенность почвенного раствора кислородом наблюдается весной, когда из-за низкой температуры биологическая активность почвы невысокая, а почва переувлажнена водой, обогащенной кислородом.

3. Газовый состав почвенного воздуха

Газовый состав почвенного воздуха непостоянен ввиду дыхания корневой системы и организмов. Он непрерывно изменяется под воздействием следующих процессов - сорбция, растворение, дыхание растений и почвенной фауны, окисление органического вещества, изменение температуры почвы, ее влажности, атмосферного давления и др.

Содержание кислорода в почве может снижаться более чем в 2 раза, а количество углекислого газа может быть выше в десятки и сотни раз. В верхних рыхлых слоях содержание кислорода приближается к его содержанию в атмосфере, в слоях с затрудненным газообменом оно значительно уменьшается в результате употребления растениями и микроорганизмами. Содержание углекислого газа в почвенном воздухе всегда больше чем в атмосфере, в следствии выделения его корнями растений и микроорганизмами, достигает до 15-20%, а в атмосфере – 0,03%. Содержание азота в почве и атмосферном воздухе практически одинаково (80%).

Если почва имеет большое количество крупных пор и отличается хорошей аэрацией, то содержание в ней углекислого газа в течение всего периода вегетации растений находится, как правило, в пределах 1%. Вместе с тем в переувлажненных почвах тяжелого гранулометрического состава, характеризующихся плохой аэрацией, содержание CO_2 может превышать 6% и более, а количество O_2 опускаться до 15% и ниже. Еще большее содержание CO_2 и меньшее содержание O_2 наблюдается в свободном почвенном воздухе заболоченных почв

Таблица Пределы изменения содержания кислорода и углекислого газа в пахотных горизонтах некоторых почв в период активной вегетации растений

Содержание, %		
Почва	O_2	CO_2
Иловато-болотная	11,9-19,4	1,1-8,1
Торфяно-глеевая	13,5-19,5	0,8-4,5
Дерново-подзолистая	18,9-20,4	0,2-1,0
Серая лесная	19,2-21,0	0,1-0,6
Чернозем обыкновенный	19,5-20,8	0,3-0,8
Чернозем южный	19,5-20,9	0,05-0,6
Каштановая	19,8-20,9	0,05-0,5
Серозем	20,1-21,0	0,05-0,3

4. Роль макрогазов в почвообразовании и развитии растений

К макрогазам почвенного воздуха относят : азот, кислород, углекислый газ.

Азот. Азот является наиболее важным элементом необходимым растениям он входит в состав белков, нуклиновых кислот , ферментов и др. органич. ве-ств., растений, микроорганизмов почв. Азот накапливается и сохр. в почве в составе органического в-ва.

Кислород. Поступает в состав почвенного воздуха из атмосферы в результате диффузии. Часть кислорода может попасть в почву с водой или по растительным тканям. Он участвует в дыхании растений, микроорганизмов и почвенной фауны, без него жизнедеятельность многих почвенных организмов прекращается. При содержании в почве менее 2,5—5% кислорода начинают преобладать анаэробные процессы, которые сопровождаются образованием большого количества токсичных соединений, угнетающих развитие растений и почвенной биоты. В целом концентрация O_2 в воздушной фазе почв в зависимости от сезонов года может колебаться в пределах от 0,2 до 21%.

Углекислый газ. Основным источником его накопления в почве это дыхание растений и животных. Часть угл. газа поступает в почву вместе с грунтовыми водами. В атмосфере угл. газ содерж. Значительно меньше чем в воздушной фазе почвы. Содержание угл. газа более 2-3% отрицательно влияет на рост растений и микроорганизмов.

5. Воздушный режим почв

Воздушным режимом почв называют совокупность всех явлений поступления воздуха в почву, передвижения его в профиле почвы, изменения состава и физического состояния при взаимодействии с твердой, жидкой и живой фазами почвы, а также газообмен почвенного воздуха с атмосферным.

По составу почвенный воздух отличается от атмосферного меньшим содержанием кислорода и большим углекислого газа. Количество азота в атмосферном (78 %) и почвенном (78 - 80 %) воздухе примерно одинаково. Кроме трех основных газов — N , O_2 и CO_2 , в почвенном воздухе находятся в незначительном количестве CH_4 , H_2 и другие.

В течение вегетационного периода состав почвенного воздуха непрерывно меняется. Основные причины этого - деятельность микроорганизмов, дыхание корней растений и газообмен с атмосферой. При разложении органических остатков микроорганизмами и дыхании корней почвенный воздух обогащается углекислым газом и водородом, газообмен же приближает состав почвенного воздуха к атмосферному.

Главные факторы, влияющие на газообмен, — диффузия, изменение температуры почвы, барометрического давления, количество влаги в почве, ветер.

Диффузия - процесс перемещения газов в соответствии с их парциальным давлением. В связи с тем, что в почвенном воздухе концентрация кислорода меньше, а углекислого газа больше, чем в атмосферном воздухе, под влиянием диффузии происходит поступление кислорода в почву и выделение углекислого газа в атмосферу.

Поступление влаги в почву с осадками или при орошении вызывает сжатие почвенного воздуха, его выталкивание наружу и засасывание атмосферного воздуха.

Влияние ветра на газообмен обычно невелико и зависит от скорости ветра, макро- и микрорельефа, структуры почвы и характера обработки. Наибольший газообмен под влиянием ветра проявляется на легких почвах, лишенных растительности.

Воздушный режим почв постоянно изменяется. В его изменениях прослеживаются суточная и годовая динамики.

Суточная динамика обусловлена в основном изменениями атмосферного давления, температуры, освещенности и фотосинтеза, которые происходят в течение суток. Она охватывает лишь верхний (50 см) слой почвы. Благодаря ей состав почвенного воздуха может обновиться на 10-15%.

Годовая (сезонная) динамика воздушного режима определяется изменениями атмосферного давления, температуры, количества осадков, интенсивности жизнедеятельности растений, почвенных животных и микроорганизмов в течение года. Она соответствует биологическим ритмам и характеризуется увеличением концентрации CO_2 и уменьшением содержания O_2 во время интенсивного развития растений.

Воздушный режим почв можно улучшить с помощью агротехнических и мелиоративных мероприятий.

Известкование кислых и гипсование щелочных почв, внесение органических и минеральных удобрений, углубление пахотного горизонта, рыхление, междурядные обработки пропашных культур, посев многолетних трав - агротехнические мероприятия, которые оптимизируют воздушный режим почв.

Воздушный режим почв зависит от их воздушных свойств. К воздушным свойствам почвы относятся **воздухоёмкость** и **воздухопроницаемость**.

6. Воздушные свойства почв

Аэрация – процесс обмена почвенного воздуха с атмосферным.

Нормальный газообмен между почвенным воздухом и атмосферой осуществляется, если объем пор аэрации не ниже 20%. Интенсивность аэрации во многом определяется воздушными свойствами почвы, среди которых наиболее важными являются воздухопроницаемость и воздухоемкость.

Воздухопроницаемость. Это способность почвы пропускать через себя воздух. Воздух проходит через почву по порам, свободным от воды. Воздухопроницаемость зависит от гранулометрического состава почвы, ее структурного состояния и сложения, а в конечном итоге от размера пор аэрации. Чем они крупнее и чем их больше, тем выше проницаемость почвы для воздуха. Воздухопроницаемость почв измеряется объемом воздуха в миллиметрах (мм), который проходит за единицу времени при определенном давлении через 1 см^2 почвы толщиной в 1 см. При увеличении влажности почвы объем пор, не занятых водой, уменьшается и соответственно снижается способность почвы пропускать через себя воздух. В естественных условиях через 1 см^2 почвы толщиной в 1 см каждую секунду проходит до 1 л более воздуха, при этом в структурных почвах значение данного показателя гораздо выше, чем в бесструктурных.

Воздухоемкость. Количество воздуха, которое почва может удерживать в своих порах. Выражается в процентах от объема почвы. Она зависит от размера почвенных пор и влажности почвы.

Чем легче почва по гранулометрическому составу или чем она структурнее, тем больше в ней крупных некапиллярных пор, свободных от воды и выше воздухоемкость. Она уменьшается с увеличением влажности, так как часть пор в этом случае занята водой.

В минеральных почвах оптимальные условия для аэрации создаются при содержании воздуха на уровне 20-25%, в торфяно-болотных — на уровне 30-40% от общего объема почвы.

Почвенный воздух играет большую роль в жизни почвы, растений и микроорганизмов. По мнению целого ряда исследователей, для жизни и развития сельскохозяйственных растений необходим минимум воздуха в почве. Этот минимум колеблется для различных растений от 4 до $10-15 \text{ см}^3$ воздуха на 100 г почвы.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 12 Плодородие почвы.

1. Понятие о почвенном плодородии.

Плодородие - это способность почвы обеспечивать потребности растений в факторах и условиях жизни: в питательных веществах, воде, воздухе, тепле, благоприятной среде для развития корневой системы и др. Плодородие - обобщающий показатель всех свойств почвы, является синтезом химических, физических, водных, воздушных, тепловых свойств.

Плодородие принципиально отличает почву от другой среды, например от горной породы, атмосферы, водной среды. Очевидно, что в указанных средах могут иметься отдельные факторы и условия жизни растений, но они не представлены в необходимой полноте и оптимальном сочетании. Плодородие не является абсолютным, абстрактным свойством почвы, оно находится в тесном взаимоотношении с конкретными растениями, зависит от их потребностей. Однако урожайность конкретных сельскохозяйственных культур зависит не только от плодородия почвы, но и от сорта, агротехники, технологии выращивания и уборки и т.д.

2. Виды плодородия

Различают естественное (природное) плодородие, искусственное, потенциальное, эффективное, относительное, экономическое.

Естественное (природное) плодородие - то плодородие, которым обладает почва в природном состоянии *без вмешательства человека*.

Природное плодородие - это совокупность всех имеющихся свойств почвы по отношению к требованиям растений, которые характеризуются рядом важных положений, называемых биологическими законами:

– закон незаменимости любого фактора жизни растений. Нельзя один жизненно-важный фактор заменить другим.

– закон минимума (лимитирующего фактора), согласно которому урожайность определяется фактором, находящимся в минимуме.

– закон оптимума, свидетельствующий о том, что каждый фактор имеет оптимум; понижение или повышение величины фактора по сравнению с оптимумом вызывает ослабление развития растения;

– закон равнозначности всех факторов жизни растений, поэтому наилучшие условия создаются, когда все факторы находятся в оптимуме;

Кроме того, почвы должны быть благоприятны для развития микроорганизмов и почвообразовательных процессов.

С учетом сказанного мероприятия по улучшению природного плодородия почвы должны быть комплексными — улучшающими все ее свойства: водные, воздушные, тепловые, химические, физико-механические свойства. Возможность проведения таких мелиорации облегчается взаимосвязью многих свойств почвы.

Природное плодородие зависит также от погодных условий. Так, в засушливом году плодородные почвы не способны обеспечить потребности растений в воде и т. п.

Искусственное плодородие - плодородие, которым обладает почва в результате воздействия на нее целенаправленной человеческой деятельности (распашка, периодическая механическая обработка, мелиорации, применение удобрений и т.д.).

Потенциальное плодородие - суммарное плодородие почвы, определяемое ее свойствами, как приобретенными в процессе почвообразования, так и созданными или измененными человеком.

Потенциальное плодородие почвы *проявляется после проведения мелиорации и применения наилучших сортов и приемов возделывания сельскохозяйственных растений*, известных человеку в данный момент времени. Разность между потенциальным и эффективным плодородием в денежном выражении характеризует **эффективность мелиорации почв**.

Эффективное плодородие - часть плодородия, которая реализуется в виде урожая растений при данных климатических (погодных) и технико-экономических (агротехнологических) условиях. Оно зависит от количества и качества вложенного в почву труда.

Эффективное плодородие увеличивается по мере развития науки, так как человек, обладая знаниями, может улучшать сорта растений, приемы обработки почвы и ухода за растениями. Технический прогресс позволяет повышать производительность труда. Все это снижает затраты на производство сельскохозяйственной продукции, улучшает ее качество, снижает себестоимость и приводит к повышению эффективного, или экономического плодородия.

Относительное плодородие - плодородие почвы в отношении к какой-то определенной группе или виду растений (плодородная для одних растений почва может быть бесплодной для других).

Динамика плодородия является также отличительным свойством почвы. В определенных условиях **плодородие почвы может ухудшаться**, например при заболачивании или засолении почвы. При недостаточном

внесении удобрений уменьшаются запасы питательных веществ в почве из-за выноса их с урожаем сельскохозяйственных культур. Неправильная агротехника приводит к ухудшению физико-механических свойств, к разрушению почвенного покрова (эрозия почв), к засорению почвы сорняками и т.д.

Вместе с тем **почва способна улучшать свое плодородие**, аккумулируя труд человека и вложенные в нее материальные ресурсы. Почва как основное средство сельскохозяйственного производства принципиально отличается от других средств (машин, орудий и т. п.) неизнашиваемостью. Другими словами, почва способна постоянно и неограниченно улучшать свое плодородие в условиях высокоразвитого сельскохозяйственного производства.

В естественных условиях процессы почвообразования идут медленно, соответственно медленно улучшаются свойства почвы и повышается ее плодородие. Человек, воздействуя на почву, способен существенно ускорять почвообразовательные процессы, в течение нескольких лет на бесплодных землях (на болотах, солончаках, в пустынях) создавать плодородные почвы. С другой стороны, деятельность человека как мощный фактор почвообразования должна строго контролироваться во избежание отрицательных последствий для окружающей среды. Мероприятия по улучшению почв и их использованию должны проводиться с учетом охраны природной среды.

3. Плодородие почв Беларуси

Плодородие является важнейшим и неотъемлемым свойством почвы, от которого зависит жизнь растений и животных.

Важнейшими свойствами почв Беларуси, определяющими ряд соподчиненных свойств и, в конечном счете, плодородие, являются гранулометрический состав, структурность, водно-физические свойства, тепловые свойства, содержание органического вещества, поглотительная способность почв, биологическая активность почв.

Различия в плодородии почв Беларуси в значительной мере обусловлены гранулометрическим составом, который определяет тепловой, воздушный, водный и пищевой режимы. Различия в гранулометрическом составе почв наряду с климатическими особенностями определяют существенные различия в нашей стране, например, по срокам достижения почвой физической спелости между легкими почвами юга страны и тяжелыми почвами Витебщины. Сроки сева яровых культур в этих регионах могут отличаться на 2–3 и более недель. В принципе Беларусь относится к

зоне легких почв, почти половину интенсивно используемых земель занимают супеси, а еще почти четверть – пески, что затрудняет массовое получение высоких, на мировом уровне урожаев сельскохозяйственных культур. Основным путем ликвидации этого недостатка является систематическое окультуривание, особенно путем внесения органических удобрений для повышения поглотительной способности почв и улучшения пищевого и водно-воздушного режима. При этом почва обогащается органическим веществом и для почв Беларуси актуальной задачей является повсеместное достижение содержания гумуса 2–3 % за счет органических удобрений, послеуборочных остатков и т. п.

Плодородие почв Беларуси существенно зависит также от емкости поглощения почв и состава поглощенных катионов, которыми определяется реакция среды, дисперсность, способность к агрегированию, водопрочность. Поглощенные водород, алюминий, железо разрушительно действуют на структуру почв и поглощающий комплекс в целом, а «кальций» называют стражем плодородия. В почвах Беларуси целенаправленным окультуриванием за последние полвека существенно улучшен состав поглощающего комплекса, на 90 % сельскохозяйственных земель кальций доминирует в ППК. Основную роль в этом процессе сыграло широкомасштабное известкование кислых почв. Величина обменной поглотительной способности в почвах Беларуси сравнительно невелика: 4–7 смоль/кг на песчаных, 5–10 – на супесчаных, 8–15 смоль/кг на суглинистых почвах. Увеличить поглотительную способность можно только за счет органических коллоидов, для чего необходимо систематическое внесение органических удобрений в дозах, рассчитанных на расширенное воспроизводство гумуса.

Плодородие почв имеет экологическую конкретность. Главный парадокс плодородия заключается в том, что все почвы обладают плодородием, и в то же время нет неплодородных земель. Различные почвы не могут быть одинаково хороши для всех растений. Например, люпин хорошо растет только на кислых почвах, а люцерна предпочитает нейтральные почвы. Для зерновых культур оптимальны тяжелые структурные почвы, а картофель, тыква и черешня лучше растут на легких почвах. При проведении кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, например, почвы Беларуси были дифференцированы по пригодности возделывания 13 культур либо групп культур, различающихся по своей требовательности к почвенным условиям. Так что одна и та же почва для одних растений может быть плодородной, для других – малоплодородной.

В этой особенности почвенного плодородия заложена основа рационального, т. е. в наибольшей степени отвечающего почвенным условиям, размещения сельскохозяйственных растений, направленного на оптимальную специализацию сельскохозяйственного производства. Изучение почвенного покрова, почвенное районирование позволяют выделить территории с более благоприятными природно-почвенными условиями для разных направлений сельского хозяйства, для разных культурных растений.

Для эффективного использования почвенного плодородия, получения максимальных урожаев необходимо достигать единства между сельскохозяйственными растениями и культурными почвами. Те или иные свойства почв могут иметь положительную или отрицательную роль в формировании почвенного плодородия. Культурные биоценозы участвуют в формировании и в поддержании плодородия почв.

В агроценозах к опадку относятся пожнивные остатки и корни сельскохозяйственных культур, причем корни растений преобладают: у пшеницы – 85 %, гороха и кукурузы – 90, трав – 90–93 %. По характеру поступления и по объему годичного опада высокопродуктивные агроценозы Беларуси приближаются к биоценозам луговой степи, что не позволяет рассматривать агроценозы только как потребителей почвенного плодородия.

Внесение удобрений, применение различных мелиоративных и агротехнических приемов способствуют изменению почвенных свойств, приводят их в соответствие с экологией культурных растений. Такое изменение почв, их окультуривание есть особая антропогенная стадия развития почв.

Дерново-подзолистые и другие почвы Беларуси существенно меняются в процессе окультуривания. Плодородие почв с культурными биоценозами развивается вместе с развитием производительных сил. Каждому уровню развития производительных сил соответствует своя продуктивность агроценозов. Если полвека назад урожайность зерновых в 15 ц/га считалась очень высокой, то сейчас и 30 ц/га считается недостаточным (кроме песчаных почв). Обусловлено это тем, что объем биологического круговорота определяется интенсивностью сельскохозяйственного использования. Это важнейшая черта культурного почвообразовательного процесса, суть которого составляют такие нехарактерные для целинной почвы почвенные процессы как отчуждение питательных веществ с урожаем, ежегодное перемешивание пахотного слоя, ускоренная минерализация растительных остатков, внесение веществ с удобрениями и мелиорантами.

Комплексным показателем плодородия почв можно считать результаты кадастровой оценки сельскохозяйственных земель. Кадастровая оценка является составной частью земельного кадастра и проводится с целью получения по каждому участку сельскохозяйственных земель комплекса оценочных показателей, необходимых для реализации земельной политики государства. Она впервые была проведена в Беларуси в 1992–1997 годах по методике, разработанной институтами почвоведения и агрохимии и Белгипрозем, и откорректирована в 2006–2010 годах. В данной методике учтены все положительные моменты ранее проводимых бонитировки почв и экономической оценки земель. Кадастровая оценка земель является более совершенной, так как, во-первых, проводится не по землепользованиям, а непосредственно по участкам, во-вторых, учитывается большее количество факторов, влияющих на оценку земель.

Результаты кадастровой оценки являются устойчивыми во времени показателями, характеризующими сравнительное качество земель как средства сельскохозяйственного производства и предназначаются для дифференциации ставок земельного налога, первичного обслуживания рынка земли, решения хозяйственных задач по рациональному использованию сельскохозяйственных земель.

Кадастровая оценка является экономической по своему содержанию. В качестве предмета оценки выступают его плодородие (качество как орудие труда), технологические качества (качество как предмет труда), местоположение по отношению к пунктам переработки и реализации продукции (качество как пространственный операционный базис) и обобщающие экономические показатели оценки участка как средства производства. В качестве общего критерия оценки объективно выступает производительность труда в растениеводстве. Система показателей кадастровой оценки рассчитана таким образом, что они могут использоваться как самостоятельно, так и для расчета более обобщенных характеристик, которые синтезируют все стороны качества земли как средства производства. Кадастровой оценкой предусмотрено получение следующих показателей:

Оценка плодородия – бонитет почв, бонитет по пригодности возделывания отдельных культур;

Оценка технологических свойств земельных участков – длина гона, удельное сопротивление, обобщенные поправочные коэффициенты к сменным нормам выработки на пахотные и непахотные работы;

Оценка местоположения – расстояние от земельных участков до внутрихозяйственных центров (фактическое и эквивалентное), расстояние от

центральной усадьбы до внехозяйственных пунктов реализации продукции и баз снабжения (фактическое и эквивалентное), индексы транспортных затрат по отношению к лучшим условиям (внутрихозяйственных, внехозяйственных и совокупных);

Обобщающая (синтезирующая) оценка – индексы дифференциации нормативного чистого дохода по отношению к средним и худшим условиям республики, нормативный чистый доход, дифференциальный доход; совокупный балл кадастровой оценки земель; нормативная цена земли.

Общий балл кадастровой оценки – это балл, соответствующий баллу плодородия, обеспечивающему такой же по величине индекс дифференциации чистого дохода при фиксированных среднереспубликанских показателях оценки технологических свойств и местоположения.

Универсальная система устойчивых во времени показателей поучастковой кадастровой оценки земель является фундаментальной основой для решения в автоматическом режиме комплекса прикладных задач в сфере земельных отношений, управления земельными ресурсами, организации, планирования и управления сельскохозяйственным производством. В числе задач, решаемых на основе материалов кадастровой оценки земель, важнейшими являются: энергетическая оценка земель, определение ставок земельного налога, оптимизация размещения посевов сельскохозяйственных культур, определение нормативных затрат труда и других ресурсов на возделывание сельскохозяйственных культур, обоснование совершенствования зональной специализации сельхозпроизводства и государственной поддержки аграрных товаропроизводителей.

Основная задача денежной кадастровой оценки на несельскохозяйственных землях заключается в том, чтобы обеспечить рациональное использование отведенных земель, установить размеры компенсации за недополучение продукции с отводимых площадей.

Денежная кадастровая оценка служит основой для исчисления земельного налога и арендной платы за землю. Главными задачами введения ежегодной платы за землю является обеспечение рационального использования и охраны земель экономическими методами, выравнивание экономических условий производства на разных по качеству землях, стимулирование предпринимательской деятельности и заинтересованности в повышении продуктивности сельскохозяйственных земель.

Средние результаты кадастровой оценки пахотных земель Беларуси представлены в таблице 1. Детальный анализ показателей кадастровой

оценки свидетельствует о наличии значительной разнокачественности (таблица 2) пахотных и сельскохозяйственных земель. Так, если пахотные земли, плодородие которых оценивается в 25–35 баллов, занимают 46 % пашни, то на долю почв с баллом 20,1–25 приходится 16 %, а с баллом 20 и ниже – 8 %.

Таблица 1 Средние результаты кадастровой оценки пахотных земель

Показатели	Беларусь	Области					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Исходный балл	51,1	42,9	59,2	41,7	51,0	52,0	56,0
Общий поправочный коэффициент	0,619	0,750	0,453	0,723	0,677	0,682	0,572
Балл плодородия	31,2	31,9	26,7	30,3	34,5	32,9	31,7
Средняя длина гона	505	562	377	583	472	532	533
Удельное сопротивление	50,3	45,4	55,4	46,1	48,9	50,4	52,9
Индекс нормативной себестоимости	1,00	0,94	1,19	1,00	0,90	0,94	0,96
Нормативный чистый доход, у.е./га	83	88	45	73	107	97	89
Дифференциальный доход, у.е./га	215	216	156	191	261	244	227
Общий балл	31,2	32,2	25,3	30,5	34,9	33,2	32,3

Почвы, оцениваемые в 20,1–25,0 баллов и особенно в 20 баллов и ниже, необходимо рассматривать как объект для дальнейшей оптимизации землепользования, так как использование их под пашню экономически невыгодно. Проектом Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь предусмотрено в порядке оптимизации землепользования изъять 750 тыс. га пахотных земель для перевода их в другие земли. Более 70 % этих земель уже репрофилировано.

Таблица Распределение площади пахотных земель по уровню плодородия

Группы по уровню плодородия (в баллах)	Площадь по Республике	
	тыс. га	%
До 20	347,3	7,6
20,1-25,0	744,8	16,3
25,1-30,0	1055,6	23,1
30,1-35,0	1064,7	23,3
35,1-40,0	726,6	15,9

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 13 Влияние хозяйственной деятельности человека на свойства почвы.

Почва занимает особое положение в природных ландшафтах и в экосистемах. Она является важнейшим блоком экосистем, выступает как фактор плодородия для растений и как самая насыщенная организмами средства жизни.

Почва отличается высокими буферными функциями, способностью противостоять нагрузкам, гасить их. Почва - один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе - почвенном плодородии.

Однако влияние хозяйственной деятельности человека может привести и к деградации почв (земель).

1. Физические нагрузки на почву.

Практически все виды человеческой деятельности сопровождаются нарушением состояния окружающей среды, и в том числе почвы. Основные нарушения, касающиеся почвенного покрова, связаны с изменением таких физических свойств почвы, как агрегированность, плотность и порозность.

Причинами физических нагрузок на почву являются:

а) прямые механические воздействия:

- повышенное давление на поверхность почвы (транспорт, вытаптывание);

- особые агротехнические мероприятия, проводимые в пахотном слое почвы или в подпочве;

б) процессы, связанные с перемещением почвы:

- водная и ветровая эрозия;

- промышленные выбросы).

Изменения почвенных параметров касаются, прежде всего, сложения, структуры и плотности и приводят к уменьшению вентиляции и дренажа. Что сказывается в затруднении прорастания семян и проникновения корней в почву с последующим замедлением роста корней и побегов.

Следует различать воздействия, проявляющиеся первично только в почве, и те, что затрагивают одновременно и напочвенный ярус или связаны в основном с ним (нагрузка на растительность в результате вытаптывания). Происходит снижение обилия организмов и их активности, особенно разлагающих органические вещества.

Наиболее серьезные последствия для почвенной биоты и человека связаны с изменением химических свойств почвы, поскольку эти изменения непосредственно влияют на метаболизм живых организмов.

Главными источниками химического загрязнения почв являются:

- атмосферные выпадения в радиусе действия промышленных предприятий и добычи полезных ископаемых;
- отходы сельскохозяйственного производства и переработки сельхозпродукции;
- минеральные удобрения и средства химизации сельского хозяйства (пестициды, ядохимикаты, стимуляторы роста);
- автотранспорт;
- тепловые и атомные электростанции.

Значительная часть источников загрязнения почв имеет локальное действие, но некоторые имеют значение на региональном уровне и в планетарном масштабе, особенно при загрязнении через атмосферу и при использовании на больших площадях (минеральные удобрения).

Как пример – озеро Арал. На космических снимках видны шлейфы пыли, которые тянутся в стороны от Арала на многие сотни километров. Общая масса переносимой ветром пыли в районе Арала достигает 90 млн. т. в год.

Рассмотрим некоторые виды антропогенного воздействия на почвы:

- эрозия (ветровая и водная);
- вторичное засоление и заболачивание;
- опустынивание;
- отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Эрозия почв

Эрозия почв (от лат. Eros - разъедание) - разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют эродированными.



К эрозионным процессам относят также промышленную эрозию (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров), военную эрозию (воронки, траншеи), пастбищную эрозию (при интенсивной пастьбе скота), ирригационную (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, а во многих случаях разрушает его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур, хлопка, чая и др.

Борьба с эрозией почв. Чтобы остановить процессы оврагообразования, используются как агротехнические (лесопосадки, посевы трав), так и инженерные мероприятия (строительство лотков для стока воды, сполживание склонов, занятие их многолетними травами и др.). Для прекращения ветровой эрозии (дефляционных процессов) - нанесение на поверхность почв связующих химических веществ (различного рода полимеров) при одновременном посеве многолетних трав, посадке кустарников и деревьев.

Вторичное засоление и заболачивание почв

В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное *засоление почв*. Такое явление носит название вторичного засоления и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах.

Засоление почв приводит к исчезновению многие видов растительных организмов, появляются растения галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.

Основная мера предотвращения вторичного засоления - умеренные поливы, исключающие просачивание влаги в глубинные горизонты и подъем уровней грунтовых вод.

Должны быть исключены примитивные методы поливов (например, напуском воды), неконтролируемое дождевание и др. Их необходимо заменять более прогрессивными (локальное увлажнение посредством капельниц, подземное орошение через пористые трубы и др.).

Заболачивание почв сопровождается деградационными процессами в биоценозах, появлением признаков оглеения и накоплением на поверхности неразложившихся остатков. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Наиболее рациональный и перспективный способ борьбы с постоянным заболачиванием – мелиорация почв закрытым дренажем; временное

заболачивание предотвращают глубокой вспашкой, устройством временных канав, борозд.

Опустынивание

Опустынивание - это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню.

Всего в мире подвержено опустыниванию более 1 млрд. га практически на всех континентах.

На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, падает биологическая продуктивность, а, следовательно, подрывается и способность экосистем восстанавливаться.

Причина катастрофического опустынивания обусловлена сочетанием двух факторов:

- усилением воздействия человека на природные экосистемы с целью обеспечения продовольствием быстро растущего населения;
- изменившимися метеорологическими условиями (длительными засухами).

Интенсивный выпас скота приводит к чрезмерной нагрузке на пастбища и уничтожению и без того разреженной растительности с низкой естественной продуктивностью. Опустыниванию способствует также массовое выжигание прошлогодней сухой травы, особенно после периода дождей, интенсивная распашка, снижение уровня грунтовых вод и др. Выбитая растительность и сильно разрыхленные почвы создают условия для интенсивного выдувания (дефляции) поверхностного слоя земли. Изменение природных комплексов и их деградация особенно заметны в период засух.

Способы борьбы с опустыниванием:

- оптимизация использования природных ресурсов, оптимизация структуры сельскохозяйственных угодий, специализация хозяйств, совершенствование структуры посевных площадей, нормированное использование пастбищ;
- мелиорация природных условий, проведение комплексных мероприятий, включая защитное лесоразведение, борьбу с эрозией почв, улучшение солонцовых почв, рекультивацию техногенно нарушенных земель;
- расширение запасов водных ресурсов, включая регулирование поверхностного стока, поиск и добычу пресных подземных вод, защиту поверхностных и подземных вод от загрязнения;

- фитомелиорация пастбищ, в особенности - современных очагов опустынивания, использование растений-закрепителей песка с последующим их включением в пастбищеобороты;

Отчуждение земель

Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для нужд несельскохозяйственного пользования: строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно-протяженных систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т. д. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель.

2. Экологические последствия применения пестицидов, влияние азотных, фосфорных и калийных удобрений на свойства почвы

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений - токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира.

2.1 Пестициды – это химические вещества, используемые для борьбы с вредителями, болезнями и сорняками в сельском хозяйстве. Они включают в себя инсектициды (против насекомых), гербициды (против сорняков), фунгициды (против грибковых заболеваний) и другие.

Несмотря на свою эффективность в защите урожая, пестициды обладают рядом серьезных экологических последствий:

Загрязнение почвы: Пестициды могут накапливаться в почве, изменяя ее химический состав и структуру. Это может приводить к снижению плодородия, нарушению микробиологического баланса и ухудшению водопроницаемости.

Загрязнение воды: Пестициды могут попадать в поверхностные и подземные воды через стоки с полей, дожди и инфильтрацию. Это загрязняет источники питьевой воды, наносит вред водным организмам и может приводить к эвтрофикации водоемов (избыточному росту водорослей). Чрезмерное развитие водорослей в водоемах, приводит к их цветению. Происходит разрастание прибрежной флоры, что постепенно приводит к сокращению площади и заболачиванию водоемов.

Воздействие на нецелевые организмы: Пестициды не всегда действуют избирательно и могут наносить вред полезным насекомым, птицам, животным и даже человеку. Например, инсектициды могут

уничтожать пчел, которые являются важными опылителями, а гербициды могут подавлять рост полезных растений.

Развитие устойчивости у вредителей: Постоянное применение одних и тех же пестицидов приводит к тому, что вредители со временем приобретают устойчивость к ним. Это требует применения более сильных и токсичных препаратов, что усугубляет экологические проблемы.

Накопление в пищевой цепи: Пестициды могут накапливаться в организмах животных и человека через пищу. Это может приводить к хроническим заболеваниям, нарушениям репродуктивной функции и другим негативным последствиям для здоровья.

2.2 Влияние азотных, фосфорных и калийных удобрений на свойства почвы

Минеральные удобрения, содержащие азот (N), фосфор (P) и калий (K), широко используются для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Однако их чрезмерное и неправильное применение может оказывать негативное воздействие на почву:

Азотные удобрения:

Защеление почвы: Чрезмерное внесение азотных удобрений может приводить к защелению почвы, что ухудшает доступность питательных веществ для растений и способствует развитию патогенных микроорганизмов.

Загрязнение нитратами: Нитраты, образующиеся в результате разложения азотных удобрений, могут вымываться из почвы и загрязнять подземные воды. Высокое содержание нитратов в питьевой воде опасно для здоровья человека, особенно для младенцев.

Выбросы парниковых газов: Производство и применение азотных удобрений связано с выбросами парниковых газов, таких как оксид азота (N₂O), который является мощным парниковым газом и способствует изменению климата.

Нарушение баланса питательных веществ: Избыток азота может нарушать баланс других питательных веществ в почве, таких как фосфор и калий, что приводит к снижению урожайности и ухудшению качества продукции.

Фосфорные удобрения:

Загрязнение тяжелыми металлами: Фосфорные удобрения могут содержать примеси тяжелых металлов, таких как кадмий, свинец и мышьяк. При длительном применении этих удобрений тяжелые металлы могут накапливаться в почве и попадать в растения, представляя опасность для здоровья человека и животных.

Эвтрофикация водоемов: Фосфор, вымываемый из почвы, может попадать в водоемы и вызывать эвтрофикацию, что приводит к избыточному росту водорослей, снижению содержания кислорода в воде и гибели водных организмов.

Связывание фосфора в почве: В кислых почвах фосфор может связываться с железом и алюминием, образуя нерастворимые соединения, которые становятся недоступными для растений.

Калийные удобрения:

Засоление почвы: Чрезмерное внесение калийных удобрений может приводить к засолению почвы, особенно в засушливых регионах. Высокая концентрация солей в почве затрудняет поглощение воды растениями и может приводить к их гибели.

Нарушение баланса питательных веществ: Избыток калия может нарушать баланс других питательных веществ в почве, таких как магний и кальций, что приводит к снижению урожайности и ухудшению качества продукции.

Вымывание калия: Калий, особенно в песчаных почвах, может вымываться из почвы и загрязнять подземные воды.

3. Влияние минеральных удобрений на животных и человека

Многие удобрения, особенно хлорсодержащие (хлористый аммоний, хлористый калий), отрицательно действуют на животных и человека в основном через воду, куда поступает высвобождающийся хлор.

Виды воздействия разными группами удобрений:

-Азотные (нитратные формы) : нитраты восстанавливаются в организме до нитритов, вызывающих нарушение обмена веществ, отравления, ухудшение иммунологического статуса, метгемоглобинемию (кислородное голодание тканей). При взаимодействии с аминами (в желудке) образуют нитрозамины - опаснейшие канцерогены. У детей могут вызывать тахикардию, цианоз, потерю ресниц, разрыв альвеол. В животноводстве: авитаминозы, уменьшение продуктивности, накопление мочевины в молоке, повышение заболеваемости, снижение плодовитости.

-Фосфорные (суперфосфат и содержащийся в нем фтор, кадмий и др. тяжелые металлы): в основном через фтор. Избыток фтора в питьевой воде (более 2 мг/л) вызывает повреждение эмали зубов у человека, потерю эластичности кровеносных сосудов. При содержании более 8 мг/л - остеохондрозные явления.

-Хлорсодержащие удобрения (хлористый калий, хлористый аммоний): потребление воды с содержанием хлора более 50 мг/л вызывает отравления (токсикозы) человека и животных.

Основные причины загрязнения окружающей среды.

Чаще всего загрязняющие вещества из минеральных удобрений поступают в окружающую среду следующими путями:

- Путем смыва удобрений с поверхности полей в водоемы и вымывания по профилю почвы до грунтовых вод;
- Путем накопления избыточного количества удобрений в почвенном профиле при передозировке или неравномерном внесении;
- В процессе водной и ветровой эрозии почв;
- При бесконтрольном использовании в качестве минеральных удобрений отходов различных отраслей промышленности.
- При транспортировке от завода до непосредственного места использования (внесения);

Защита почв от избытка удобрений включает следующие мероприятия:

- разработка новых длительно действующих гранулированных форм удобрений,
- применение комплексных форм,
- использование правильных технологий внесения удобрений,
- соблюдение правил хранения и транспортировки.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 14 Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.

Загрязняющие вещества – это вещества антропогенного происхождения, поступающие в окружающую среду в количествах, превышающих природный уровень их поступления.

Загрязнение почв – вид антропогенной деградации, при которой содержание химических веществ в почвах, подверженных антропогенному воздействию, превышает природный региональный фоновый уровень. Превышение содержания определенных химических веществ в окружающей человека среде (по сравнению с природными уровнями) за счет их поступления из антропогенных источников представляет экологическую опасность.

Использование человеком химических веществ в хозяйственной деятельности и вовлечение их в цикл антропогенных превращений в окружающей среде постоянно растет.

В последние годы проблема нефтяных загрязнений становится все более актуальной. Развитие промышленности и транспорта требует увеличения добычи нефти как энергоносителя и сырья для химической промышленности. А вместе с тем, это одна из самых опасных для природы индустрий. Ежегодно миллионы тонн нефти выливаются на поверхность Мирового океана, попадают в почву и грунтовые воды, сгорают, загрязняя воздух.

Большинство земель в той или иной мере загрязнены сейчас нефтепродуктами. Особенно сильно это выражено в тех регионах, через которые проходят нефтепроводы, а также богатых предприятиями химической промышленности, использующими в качестве сырья нефть или природный газ. Ежегодно десятки тонн нефти загрязняют полезные земли, снижая ее плодородие.

Нефть представляет собой жидкость от желто- или светло-бурого до черного цвета, с характерным запахом. Это смесь углеводов и их производных, каждое из которых может рассматриваться как самостоятельный токсикант. В ее составе обнаруживается свыше 1000 индивидуальных органических веществ, содержащих 83–87% углерода, 12–14% водорода, 0,5–6,0% серы, 0,02–1,7% азота, 0,005–3,6% кислорода и незначительную примесь минеральных соединений; зольность нефти не превышает 0,1%. Нефть легче воды: плотность различных видов нефти колеблется от 0,73 до 0,97.

1. Источник загрязнения почвы нефтью

Основной источник загрязнения почвы нефтью – антропогенная деятельность. В естественных условиях нефть залегает под плодородным слоем почвы на больших глубинах и не производит существенного на нее

влияния. В нормальной ситуации нефть не выходит на поверхность, происходит это только в редких случаях в результате подвижек горных пород, тектонических процессов, сопровождающихся поднятием грунта. Основные загрязнения нефтью происходят в районах нефтепромыслов, нефтепроводов, а также при перевозке нефти по сухопутным и, особенно, морским магистралям.

В районах наземных нефтепромыслов и нефтепроводов периодически происходят локальные утечки нефти и нефтепродуктов, которые не распространяются на большие площади. Гораздо хуже, если утечка происходит из океанической или морской буровой установки или магистрали. В этом случае нефть расплзается по воде тончайшей, часто мономолекулярной пленкой на площади в сотни и тысячи квадратных километров, образуя нефтяные пятна. Оказавшись в прибойной зоне, нефтяная пленка выбрасывается на сушу и заражает огромные площади побережий, нанося колоссальный вред всему живому в этом районе.

Районы и источники загрязнений нефтью можно условно разделить на две группы: временные и постоянные («хронические»). К временным районам можно отнести нефтяные пятна на водной поверхности, разливы при транспортировке. К постоянным относятся районы нефтедобычи, на территории которых земля буквально пропитана нефтью в результате многократных утечек.

Экологические последствия загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами зависят от параметров загрязнения, свойств почвы и характеристик внешней среды.

К первой группе факторов относятся химическая природа загрязняющих веществ, концентрация их в почве, срок от момента загрязнения и др. Как было отмечено выше, нефть состоит из многих фракций, существенно различающихся между собой по физико-химическим свойствам. Поэтому их поведение в почве различно.

Наибольшей проникающей способностью обладают легкие фракции, которые капиллярными силами затягиваются на глубину до 1 метра. Будучи загрязнена только легкими фракциями, почва со временем может самоочиститься, так как эти фракции обладают низкими температурами кипения и довольно быстро испаряются.

Тяжелые битумные фракции, которые находятся в нефти растворенными в летучих фракциях, проникают не глубже 12 см. При нормальной температуре это твердые аморфные вещества, они адсорбируются из раствора почвенными частицами верхнего слоя, склеивают их, застывают и образуют твердую корку. Такое загрязнение не может быть ликвидировано естественным путем.

Фракции нефти имеют разную токсичность. Поэтому загрязнение тяжелыми фракциями наносит косвенный вред – ухудшает или вообще делает невозможным аэрацию почвы, понижает содержание в почве кислорода, что приводит к снижению количества или вообще вымиранию аэробной части микрофлоры и, наоборот, увеличению числа анаэробов. Наиболее опасно загрязнение именно самой нефтью: при этом легкие фракции проникают вглубь, а тяжелые создают корку на поверхности, не давая первым испариться. В результате все живое в почве просто гибнет, почва теряет свои хозяйственные свойства, становится мертвой.

Ко второй группе факторов принадлежат структура почвы, гранулометрический состав, влажность почвы, активность микробиологических и биохимических процессов и др.

Чем крупнее частицы почвы, тем легче нефть и нефтепродукты проходят внутрь ее, в ее нижние слои. От структуры почвы также зависит степень аэрации почвы, а следовательно, интенсивность испарения и окисления нефти. Влажная почва отталкивает гидрофобные нефть и нефтепродукты, препятствуя ее впитыванию.

К внешним факторам относятся температура воздуха, ветренность, уровень солнечной радиации и особенно доля ультрафиолетового излучения в свете, растительный покров и пр.

Чем выше температура воздуха, тем выше скорость окислительных процессов, посредством которых разлагается на воздухе нефть. Соответственно в летнее время нефть быстрее разлагается: легкие фракции испаряются, тяжелые окисляются. Зимой, при отрицательной температуре, большинство тяжелых фракций переходят в твердое состояние и вообще не окисляются, поэтому основная часть (если не все) процессов разложения нефти и нефтепродуктов происходят именно летом. Ветер обдувает верхний слой почвы свежим воздухом, создавая динамически повышенную концентрацию кислорода над ней, способствуя окислению. К тому же ветер создает токи воздуха в воздушной системе почвы, по крайней мере той ее части, что осталась после загрязнения. Выветривание верхнего загрязненного и окисленного слоя также содействует дальнейшему очищению. Ультрафиолетовое излучение способствует окислительным реакциям и поэтому сильно ускоряет разложение нефти на поверхности земли и, особенно, на водных гладях.

При сильном нефтяном загрязнении растительный покров обычно вымирает. Однако, если загрязнение не очень велико, то он может способствовать очищению почвы. Образующийся от него за несколько лет растительный опад создает над загрязненным слоем чистый гумусовый слой, богатый аэробной микрофлорой, которая может вести окисление лежащих

ниже нефтепродуктов.

2. Охрана почв от загрязнения

Для *охраны почв* от нефтяного загрязнения требуется проведение следующих мероприятий:

- Выработка норм допустимого содержания нефти и нефтепродуктов в почве.

- Осуществление анализа хозяйственно важных земель (особенно вблизи нефтепроводов, химпредприятий, буровых установок) на содержание в них нефтепродуктов.

- Капитальный ремонт или закрытие перечисленных объектов, если установлено, что это предприятие, нефтепровод, буровая установка является источником нефтяного загрязнения.

- Наказание лиц, ответственных за произошедшее загрязнение.

- Рекультивация и санация земель, загрязненных нефтепродуктами.

Специфика загрязнения земель нефтепродуктами заключается в том, что последние долго разлагаются (десятки лет), на них не растут растения и выживают не многие виды микроорганизмов. Восстановить земли можно путем удаления загрязненного почвенного слоя вместе с нефтью. Далее, либо засев культурами, которые в получившихся условиях смогут дать наибольшее количество биомассы, либо завоз незагрязненной почвы.

3. Рекультивация (восстановление) земель от загрязнений нефтепродуктами

Восстановление загрязненной нефтепродуктами земли проходит в три основных этапа:

- удаление загрязненной нефтью почвы;
- рекультивация нарушенного при этом ландшафта;
- мелиорация.

На первом этапе вывозится минимальное количество загрязненной почвы и свозится в места захоронения или используется там, где от нее не требуется плодородных свойств (нанесение дамб и т.п.).

На втором этапе производится завоз нового плодородного слоя и вскрышных пород с хорошими почвообразующими свойствами, формирование нужного рельефа. Характер проведения этих работ зависит от вида последующего использования рекультивируемых площадей, климата и окружающего рельефа.

На третьем этапе, производится приспособление к с/х использованию. Заключается оно, в обеспечении нужного водного режима, защите от эрозии, оползней. Этап не является обязательным, но т.к. восстановление земель производится в основном под с/х нужды, то это необходимо.

Уровни загрязнения нефтью и нефтепродуктами.

Норматив содержания нефти и нефтепродуктов при рекультивации необходимо определять с учетом фонового содержания, характера загрязнения, вида нефтепродуктов, использования земель и природных условий.

Для земель сельскохозяйственного назначения *первого уровня рекультивации* (низкий уровень загрязнения нефтью и нефтепродуктами) содержание их в почве 300...1000 мг/кг, второго (средний и высокий уровень загрязнения) — 1000...5000 мг/кг. третьего (очень высокий уровень загрязнения) — более 5000 мг/кг. Для земель несельскохозяйственного назначения эти пределы следующие: 1-й уровень — 3000...5000 мг/кг, 2-й уровень — 5000...10000, 3-й уровень — свыше 10 000 мг/кг.

Состав работ первого уровня рекультивации направлен на активизацию почвенных микроорганизмов. Сюда входят рыхление почвы, внесение извести, гипса, высоких доз органических и минеральных удобрений с последующей заправкой, создание мульчирующей поверхности из высокопитательных смесей, а также возможно применение составных мелиорантов: NPK. + навоз; NPK + известь; NPK + известь + навоз.

Большое внимание уделяют использованию растений для очистки почв, загрязненных углеводородами (нефтью и нефтепродуктами), рассматривая три наиболее перспективных метода очистки загрязнений с помощью растений: фитодегградация, фитоиспарение, ризодеградация.

Фитодегградация — «внутреннее» разрушение углеводородов растением — после поглощения разложение их в ходе метаболических процессов либо «внешнее», когда нефтепродукты разлагаются под действием корневых выделений. Проведенные опыты за рубежом доказывают возможность разрушения — разложения на безопасные составляющие растением нефти и нефтепродуктов.

Фитоиспарение — способность растения поглощать нефть или нефтепродукты в процессе поддержания своего водного баланса, т.е. вместе с водой «выкачивать» из почвы загрязняющее вещество. Эта способность хотя и может быть использована для очистки загрязнений, но имеет отрицательное последствие (загрязняющее вещество выводится в атмосферу в процессе транспирации).

Более эффективна очистка, когда растение совмещает способность к фитоиспарению и фитодегградации, тогда в воздух выводятся только безопасные продукты разложения нефтепродуктов.

Ризодеградация — усиленная микроорганизмами биодегградация. Принцип этого механизма заключается в том, что загрязняющие углеводороды разлагаются не непосредственно самим растением, а микроорганизмами, обитающими около его корней. Растения усиливают работу микроорганизмов за счет биологически

активных корневых выделений. В то же время растения помимо стимуляции микробов в некоторой степени самостоятельно участвуют в разложении углеводов (фитодеградация).

Листья растения испаряют воду, выполняя функцию насоса, выкачивающего из почвы при помощи корней воду с растворенными в ней веществами. Углеводы, из которых состоит нефть, абсорбируются на поверхности корней (что снижает подвижность и токсичность нефти), поглощаются корнями, поступают в надземные части растений, где разрушаются (деградируют), накапливаются или испаряются в атмосферу.

Растения находятся в тесном взаимодействии с микроорганизмами, заселяющими почву. Растительный организм в ходе фотосинтеза аккумулирует солнечную энергию в углеводах (сахарах). От 10 до 20% всей запасенной в процессе фотосинтеза энергии тратится растением на синтез и выделение веществ (сахара, спирты, органические кислоты) в прикорневую зону, что способствует развитию микроорганизмов. Поэтому непосредственно рядом с поверхностью корней в 1 см³ содержится около 130 млрд микроорганизмов, а на расстоянии 10 см их содержание снижается до 20 млрд. Важнейший механизм *фиторемедиации* почвы — биodeградация углеводов нефти микроорганизмами, чье развитие стимулируется выделениями корней.

Технология фиторемедиации почвы, загрязненной нефтью, достаточно проста в применении, но требует высококвалифицированных специалистов. Она складывается из нескольких этапов:

- оценка загрязнения участка (химический состав разлива, степень проникновения нефти в почву, картирование);
- разработка оптимальной схемы фиторемедиации (подбор видового состава растений, которые оптимально подходят для устранения данного типа загрязнения и соответствуют данным почвенно-климатическим условиям, определение схемы посадки, выбор необходимых агротехнических мероприятий, в том числе оптимизация питания и химическая защита растений):
 - выращивание растений (проведение комплекса агротехнических мероприятий, в том числе подготовка семенного материала, почвы, внесение минеральных удобрений, использование средств защиты);
 - мониторинг участка (определение концентрации и распространения химических компонентов нефти, отслеживание путей биodeградации нефти, проведение информационного анализа и прогнозирования).

В рекультивационные *работы второго уровня* входят замена загрязненного слоя путем удаления последнего, создание рекультивационного слоя способом смешивания замазученных и чистых слоев почвы; внесение органоминеральных и бактериальных активаторов (керамзитовые окатыши, навоз, биодеструкторы); устройство пол загрязненным слоем поглотительно-экранирующих слоев из

минеральных грунтов и извести. Почвы с высоким уровнем загрязнения направляют на переработку с целью добычи извлекаемой части нефтепродуктов, после чего их рекультивируют в стационарных или полевых условиях.

Приоритетный способ очистки почв от нефтепродуктов — использование биодеструкторов. Их эффективность обеспечивается активностью микроорганизмов по отношению к углеводородам в условиях хорошей аэрации почв, благоприятного водного, температурного (5...30 °С) и питательного режимов почв. Благодаря действию таких препаратов содержание нефтепродуктов в почве за 10 суток может снизиться на 30 %.

Эффективность очистки почвы с помощью биологических препаратов можно проследить на примере биодеструкции нефти иммобилизованными на вермикулите клетками микроорганизмов.

Применение иммобилизованных культур способствовало еще более глубокой деструкции нефти, что уменьшило нефтяное загрязнение в 3...4 раза по сравнению с контрольными вариантами.

По мере снижения загрязненности почвы, при выполнении рекультивационных работ второго уровня, для доочистки применяют мероприятия первого уровня рекультивации.

В качестве устойчивых культур при среднем загрязнении выращивают ежу сборную и полевицу белую; при низком загрязнении, кроме указанных, — тимофеевку, овсяницу красную, кострец безостый, люпин многолетний, бекманию восточную, канареечник, лядвенец рогатый, клевер и люцерну.

При кормлении животных этими растениями необходим строгий санитарный контроль.

Возможная схема агробиологических рекультивационных работ:

1- й год — рыхление загрязненной почвы для ее освобождения от легких углеводородов и стиму- лирования биохимических процессов:

2- й год — применение биодеструкторов и регулирование для этой цели питательного и водного режимов почв:

3- й год и последующие годы — выращивание устойчивых культур до получения качественной продукции.

Рекультивацию земель, входящих во второй и третий уровни, проводят как систему мероприятий в составе инженерно-экологической системы.

[Вернуться в оглавление](#)

Лекция 15 Тяжелые металлы в почвах. Природные и техногенные аномалии.

1. Тяжелые металлы в почвах.

Тяжелые металлы (ТМ) уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая пестицидам и значительно опережая такие широко известные загрязнители, как двуокись углерода и серы. В перспективе они могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций и твердые отходы. Загрязнение ТМ связано с их широким использованием в промышленном производстве. В связи с несовершенными системами очистки ТМ попадают в окружающую среду, в том числе и в почву, загрязняя и отравляя ее. ТМ относятся к особым загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

Почва является основной средой, в которую попадают ТМ, в том числе из атмосферы и водной среды. Она же служит источником вторичного загрязнения приземного воздуха и вод, попадающих из нее в Мировой океан. Из почвы ТМ усваиваются растениями, которые затем попадают в пищу.

На сегодняшний день к тяжелым металлам относят более 40 элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 40 атомных единиц: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn, Hg, Pb, Bi и др. По классификации Н. Реймерса (1990), тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см³. При этом немаловажную роль в категорировании тяжелых металлов играют следующие условия: их высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции и биомагнификации. Практически все металлы, попадающие под это определение (за исключением свинца, ртути, кадмия и висмута, биологическая роль которых на настоящий момент не ясна), активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов.

Самыми мощными поставщиками отходов, обогащенных металлами, являются предприятия по выплавке цветных металлов (алюминиевые, глиноземные, медно-цинковые, свинцово-плавильные, никелевые, титано-магниевые, ртутные и др.), а также по переработке цветных металлов (радиотехнические, электротехнические, приборостроительные, и пр.).

В пыли металлургических производств, заводов по переработке руд концентрация Pb, Zn, Bi, Sn может быть повышена по сравнению с литосферой на несколько порядков (до 10–12), концентрация Cd, V, Sb – в десятки тысяч раз, Cd, Mo, Pb, Sn, Zn, Bi, Ag – в сотни раз. Отходы предприятий цветной металлургии, заводов лакокрасочной

промышленности и железобетонных конструкций обогащены ртутью. В пыли машиностроительных заводов повышена концентрация W, Cd, Pb.

Основные техногенные источники тяжелых металлов

Источники тяжелых металлов	Элементы
Цветная металлургия	Pb, Zn, Cu, Hg, Mn, Sb, W, Co, Cd
Черная металлургия	Ni, Mn, Pb, Cu, Zn, W, Co
Энергетика	As, Sb, Se
Нефтяная промышленность	Pb, Cu, Ni, Zn, Mn
Сжигание угля	Sb, As, Cd, Cr, Mo
Сжигание нефти	As, Pb, Cd

Под влиянием обогащенных металлами выбросов формируются ареалы загрязнения ландшафта преимущественно на региональном и локальном уровнях. Влияние предприятий энергетики на загрязнение окружающей среды обусловлено не концентрацией металлов в отходах, а их огромным количеством. Масса отходов, например, в промышленных центрах, превышает их суммарное количество, поступающее от всех других источников загрязнения. С выхлопными газами автомобилей в окружающую среду выбрасывается значительное количество Pb, которое превышает его поступление с отходами металлургических предприятий.

Источники поступления ТМ в почву делятся на природные (выветривание горных пород и минералов, эрозионные процессы, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, влияние автотранспорта, сельского хозяйства и т.д.) Сельскохозяйственные земли, помимо загрязнения через атмосферу, загрязняются ТМ еще и специфически, при применении пестицидов, минеральных и органических удобрений, известковании, использовании сточных вод. В последнее время, особое внимание ученые уделяют городским почвам. Последние испытывают значительный техногенный пресс, составной частью которого является загрязнение ТМ.

*Источники поступления ТМ в окружающую среду
(Вредные химические вещества, 1988)*

Элемент	Естественное загрязнение	Техногенное загрязнение
As Мышьяк	Извержение вулканов, ветровая эрозия.	Добыча и переработка мышьяксодержащих руд и минералов, пирометаллургия и получение серной кислоты, суперфосфата; сжигание каменного угля, нефти, торфа, сланцев; синтез и использование мышьяксодержащих ядохимикатов, препаратов, антисептиков.
Se Селен	Сульфидные месторождения, в которых селен изоморфно замещает серу. Вулканическая деятельность. Выпадение с атмосферными осадками.	Обогащение руд, производство серной кислоты, сжигание угля

В Бор	Входит в состав многих минералов.	Сточные воды производств: металлургического, машиностроительного, текстильного, стекольного, керамического, кожевенного, а также бытовые сточные воды, насыщенные стиральными порошками. Разработка борсодержащих руд, внесение удобрений
F Фтор	Широко распространен в природе, составляя примерно 0,08% земной коры. Входит в состав свыше 1000 минералов. Фтороводородом богаты вулканические газы.	Электростанции, работающие на угле, производство алюминия и суперфосфатных удобрений.
Cr Хром	В элементарном состоянии в природе не встречается. В виде хромита входит в состав земной коры.	Выбросы предприятий, где добывают, получают и перерабатывают хром.
Co Кобальт	Известно более 100 кобальтсодержащих минералов.	Сжигание в процессе промышленного производства природных и топливных материалов.
Mo Молибден	Входит в состав многих минералов.	Металлургический процесс переработки и обогащения руд, фосфорные удобрения, производство цемента, выбросы ТЭС.
Ni Никель	Входит в состав 53 минералов.	Выбросы предприятий горнорудной промышленности, цветной металлургии, машиностроительные, металлообрабатывающие, химические предприятия, транспорт, ТЭС.
Cu Медь	Общие мировые запасы меди в рудах оценивают 465 млн.т. Входит в состав минералов Самородная образуется в зоне окисления сульфидных месторождений. Вулканические и осадочные породы.	Предприятия цветной металлургии, транспорт, удобрения и пестициды, процессы сварки, гальванизации, сжигание углеводородных топлив.
Zn Цинк	Относится к группе рассеянных элементов. Широко распространен во всех геосферах. Входит в состав 64 минералов	Высокотемпературные технологические процессы, Потери при транспортировке, сжигание каменного угля. (Ежегодно с атм. осадками на 1 км ² поверхности Земли выпадает 72 кг цинка, что в 3 раза больше, чем свинца и в 12 раз больше, чем меди)
Cd Кадмий	Относится к редким рассеянным элементам: содержится в виде изоморфной примеси во многих минералах и всегда в минералах цинка	Локальное загрязнение – выбросы промышленных комплексов, загрязнение различной степени мощности это тепловые энергетические установки, моторы, минеральные удобрения, табачный дым
Hg Ртуть	Рассеянный элемент, концентрируется в сульфидных рудах. Небольшое количество встречается в самородном виде (Из 1 м ³ дождевой воды на Землю выпадает всего 200 мкг, что в 15-20 раз больше, чем ее добывает человечество.)	Процесс пирометаллургического получения металла, а также все процессы, в которых используется ртуть. Сжигание любого органического топлива (нефть, уголь, торф, газ, древесина) металлургические производства, термические процессы с нерудными материалами. Потери на предприятиях по производству хлора, каустической соды. При сжигании мусора, сточные воды.
Pb Свинец	Содержится в земной коре, входит в состав минералов. В окружающую среду поступает в виде силикатной пыли почвы, вулканического дыма, испарений лесов, морских солевых аэрозолей и метеоритной пыли.	Выбросы продуктов, образующихся при высокотемпературных технологических процессах, выхлопные газы, сточные воды, добыча и переработка металла, транспортировка, истирание и рассеивание его во время работы машин и механизмов.

Распределение в ландшафте металлов, поступивших в атмосферу из техногенных источников, определяется расстоянием от источника загрязнения, климатическими условиями (сила и направление ветров),

рельефом местности, технологическими факторами (состояние отходов, способ поступления отходов в окружающую среду, высота труб предприятий).

Рассеивание ТМ зависит от высоты источника выбросов в атмосферу. Согласно расчетам М.Е. Берлянда (1975), при высоких дымовых трубах значительная концентрация выбросов создается в приземном слое атмосферы на расстоянии 10–40 высот трубы. Вокруг таких источников загрязнения выделяются 6 зон (таблица). Площадь воздействия отдельных промышленных предприятий на прилегающую территорию может достигать 1000 км².

Зоны загрязнения почв вокруг точечных источников загрязнения

№ п/п	Зона	Расстояние от источника загрязнения в км	Превышение содержания ТМ по отношению к фоновому
1	Охранная зона предприятия	0,5–0,75	100
2	Зона I	0,75–1,5	200–50
3	Зона II	2–8	50–10
4	Зона III	4–15	5–2
5	Зона IV	8–20	5–2
6	Фон	20–50	1

Зоны загрязнения почв и их размер тесно связаны с векторами господствующих ветров. Рельеф, растительность, городские постройки могут изменять направление и скорость движения приземного слоя воздуха. Аналогично зонам загрязнения почв можно выделить и зоны загрязнения растительного покрова.

Миграция тяжелых металлов в почвенном профиле

Аккумуляция основной части загрязняющих веществ наблюдается преимущественно в гумусово-аккумулятивном почвенном горизонте, где они связываются алюмосиликатами, несиликатными минералами, органическими веществами за счет различных реакций взаимодействия. Состав и количество удерживаемых в почве элементов зависят от содержания и состава гумуса, кислотности-основности и окислительно-восстановительных условий, сорбционной способности, интенсивности биологического поглощения. Часть тяжелых металлов удерживается этими компонентами прочно и не только не участвует в миграции по почвенному профилю, но и не представляет опасности для живых организмов. Отрицательные экологические последствия загрязнения почв связаны с подвижными соединениями металлов.

В пределах почвенного профиля техногенный поток веществ встречает ряд почвенно-геохимических барьеров. К ним относятся карбонатные,

гипсовые, иллювиальные горизонты (иллювиально-железисто-гумусовые). Часть высокотоксичных элементов может переходить в труднодоступные для растений соединения, другие элементы, мобильные в данной почвенно-геохимической обстановке, могут мигрировать в почвенной толще, представляя потенциальную опасность для биоты. Подвижность элементов в значительной степени зависит от кислотно-основных и окислительно-восстановительных условий в почвах. В нейтральных почвах подвижны соединения Zn, V, As, Se, которые могут выщелачиваться при сезонном промачивании почв.

Накопление подвижных, особо опасных для организмов соединений элементов зависит от водного и воздушного режимов почв: наименьшая аккумуляция их наблюдается в водопроницаемых почвах промывного режима, увеличивается она в почвах с непромывным режимом и максимальна в почвах с выпотным режимом.

Пахотные почвы загрязняются такими элементами как Hg, As, Pb, Cu, Sn, Bi, которые попадают в почву в составе ядохимикатов, биоцидов, стимуляторов роста растений, структурообразователей. Нетрадиционные удобрения, изготовляемые из различных отходов, часто содержат большой набор загрязняющих веществ с высокими концентрациями. Из традиционных минеральных удобрений фосфорные удобрения содержат примеси Mn, Zn, Ni, Cr, Pb, Cu, Cd.

В кислых почвах с преобладанием окислительных условий (почвы подзолистого ряда, хорошо дренированные) такие тяжелые металлы, как Cd и Hg, образуют легкоподвижные формы. Напротив, Pb, As, Se образуют малоподвижные соединения, способные накапливаться в гумусовых и иллювиальных горизонтах и негативно влиять на состояние почвенной биоты. Если в составе загрязняющих веществ присутствует S, в восстановительных условиях создается вторичная сероводородная среда и многие металлы образуют нерастворимые или слабо растворимые сульфиды.

В заболоченных почвах Mo, V, As, Se присутствуют в малоподвижных формах. Значительная часть элементов в кислых заболоченных почвах присутствует в относительно подвижных и опасных для живого вещества формах; таковы соединения Pb, Cr, Ni, Co, Cu, Zn, Cd и Hg.

В слабокислых и нейтральных почвах с хорошей аэрацией образуются труднорастворимые соединения Pb, особенно при известковании. В нейтральных почвах подвижны соединения Zn, V, As, Se, а Cd и Hg могут задерживаться в гумусовом и иллювиальных горизонтах. По мере возрастания щелочности опасность загрязнения почв перечисленными элементами увеличивается.

Почва, в отличие от других компонентов природной среды, не только

аккумулирует компоненты загрязнений, но и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов и соединений в атмосферу, гидросферу и живое вещество.

Физиологические нарушения в растениях при избытке и недостатке содержания в них ТМ (по Ковалевскому, Андриановой, 1970; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989)

Физиологические нарушения		
Элемент	при недостатке	при избытке
Cu	Хлороз, вилт, меланизм, белые скрученные макушки, ослабление образования метелок, нарушение одревеснения, суховершинность деревьев	Темно-зеленые листья, как при Fe — индуцированном хлорозе; толстые, короткие или похожие на колючую проволоку корни, угнетение образования побегов
Zn	Междужилковый хлороз (в основном у однодольных), остановка роста, розетчатость листьев деревьев, фиолетово-красные точки на листьях	Хлороз и некроз концов листьев, междужилковый хлороз молодых листьев, задержка роста растения в целом, поврежденные корни, похожие на колючую проволоку
Cd		Бурые края листьев, хлороз, красноватые жилки и черешки, скрученные листья и бурые недоразвитые корни
Hg		Некоторое торможение ростков и корней, хлороз листьев и бурые точки на них
Pb		Снижение интенсивности фотосинтеза, темно-зеленые листья, скручивание старых листьев, чахлая листва, бурые короткие корни

Устойчивость живых организмов, прежде всего растений, к повышенным концентрациям ТМ и их способность накапливать высокие концентрации металлов могут представлять большую опасность для здоровья людей, поскольку допускают проникновение загрязняющих веществ в пищевые цепи.

Избирательная токсичность для человека некоторых ТМ

Элемент	Заболевания
Мышьяк	Рак легких, кожные болезни, изъязвление, гематологические эффекты, анемия
Бериллий	Дерматиты, воспаление слизистых оболочек
Кадмий	Острые и хронические респираторные заболевания, почечная дисфункция, злокачественные образования
Хром	Рак легких, злокачественные образования желудочно-кишечного тракта, дерматиты
Свинец	Нарушения кроветворения, повреждение печени и почек, неврологические эффекты
Ртуть	Воздействие на нервную систему, нарушение краткосрочной памяти, нарушение координации, почечная недостаточность
Никеля	Респираторные заболевания, астма, поражения плода, уродства
Ванадий	Раздражение дыхательных путей, астма, нервные расстройства, изменение формулы крови

2. Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами

Прежде чем начать рекультивацию таких земель, необходимо установить источник и причины загрязнения, провести мероприятия по снижению выбросов, локализации или ликвидации источника загрязнения. Только при таких условиях может быть достигнута высокая эффективность рекультивационных работ.

Ориентиром для разработки состава работ по рекультивации земель в первую очередь служит приоритетное вещество, вызывающее ухудшение экологического состояния почв и качества сельскохозяйственной продукции, а ожидаемую подвижность других опасных веществ регулируют специальными или комплексными мероприятиями.

Рекультивацию земель, загрязненных тяжелыми металлами, осуществляют следующими способами.

Культивирование устойчивых культурных и дикорастущих растений. На загрязненных землях сельскохозяйственного назначения проводят реорганизацию и переориентацию сельскохозяйственного производства за счет введения новой структуры посевов, обеспечивающей получение качественной продукции. В зонах со вторым уровнем загрязнения, содержащих многоэлементный набор загрязнителей, целесообразно переходить с производства овощей на введение зернокармливых севооборотов и развитие животноводства с особым режимом содержания животных, например, со стойловым и кормлением разбавленными кормами или с выгоном, чередуя пастбу на загрязненных и чистых лугах.

Переход на другие сельскохозяйственные культуры зависит от их отзывчивости на содержание металлов в почве, причем эта отзывчивость у растений проявляется как в зависимости от вида, сорта, так и распределения металлов в вегетативных и регенеративных органах. Различное накопление тяжелых металлов в растениях вызвано существованием биологических барьеров в системе почва — корень — стебель (листья) — регенеративный орган. Обычно тяжелых металлов накапливается больше в вегетативных органах, меньше — в регенеративных, например, при содержании в почве 800 мг/кг свинца в соломе ржи обнаружено его 9 мг/кг, а в зерне — 0,9 мг/кг. Отзывчивость растений на отдельные металлы можно проследить на примере кадмия, наиболее чувствительны к избытку кадмия — соя, салат, шпинат, а устойчивы — рис, томат, капуста.

С учетом конкретных условий на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, можно выращивать следующие устойчивые культуры: зерновые колосовые, злаковые травы, картофель, капусту, томаты, хлопчатник, сахарную свеклу. По накоплению цезия-137 в многолетних злаковых травах установлен следующий убывающий по применению ряд: кострец безостый, тимopheевка, ежа сборная, овсяница, мятлик луговой, райграс пастбищный; для однолетних: зерно

люпина, редька масленичная, рапс, зерно гороха и вики, зеленая масса гороха, вики, солома яровых, зерно кукурузы и зерновых. Для стронция-90 имеются некоторые отличия: клевер, горох, рапс, люпин, однолетние бобово- злаковые травосмеси, многолетние злаковые, зеленая масса кукурузы, ржи, свекла кормовая, зерно зерновых, картофель.

Рекультивация почв с помощью растений (фиторекультивация), способных накапливать тяжелые металлы в вегетативных органах. Установлено, что дерево за вегетационный период вдоль автомобильной дороги способно накапливать в себе количество свинца, соответствующее его содержанию в 130 кг бензина, поэтому в населенных пунктах с загрязненными районами листовой опад целесообразно собирать и утилизировать. Для очистки почв от цинка, свинца и кадмия необходимо выращивать большой горец, от свинца и хрома — горчицу, от никеля — гречиху и т. д., при загрязнении радиоактивными изотопами можно использовать вику, горох, люцерну. Применяют рапс, который в последующем идет на производство машинных масел.

Использование активных биологических средств. Оно заключается в культивировании на загрязненных землях живых организмов, способных аккумулировать в себе тяжелые металлы, включая радионуклиды. Один из представителей таких организмов — дождевые черви. Механизм очистки почвы основан на трофической связи дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Последние (оксиданты и низшие грибы) переводят тяжелые металлы в ионную форму или сорбируют их поверхностью своего тела. Дождевые черви, пропуская через себя почвенный субстрат, накапливают в себе часть этих металлов, а выработанные ими гуминовые кислоты образуют труднорастворимые соединения. С помощью специальных приманок и создания очагов наиболее благоприятных условий дождевые черви изымаются из почвы.

3. Понятие о техногенных аномалиях.

Геохимическая аномалия – участок земной коры (или поверхности земли), отличающийся существенно повышенными концентрациями каких-либо химических элементов или их соединений по сравнению с фоновыми значениями и закономерно расположенный относительно скоплений полезных ископаемых. Выявление техногенных аномалий является одной из важнейших эколого-геохимических задач при оценке состояния окружающей среды. Аномалии образуются в компонентах ландшафта в результате поступления различных веществ от техногенных источников и представляют собой некоторый объем, в пределах которого значения аномальных концентраций элементов больше фоновых значений.

По распространенности А.И. Перельман и Н.С. Касимов (1999) выделяют следующие техногенные аномалии:

1) *глобальные* – охватывающие весь земной шар (например, повышенное содержание CO₂ в атмосфере, накопление искусственных радионуклидов после ядерных взрывов);

2) *региональные* – формирующиеся в отдельных частях континентов, природных зонах и областях в результате применения ядохимикатов, минеральных удобрений, подкисления атмосферных осадков выбросами соединений серы и др.;

3) *локальные* – образующиеся в атмосфере, почвах, водах, растениях вокруг местных техногенных источников: заводов, рудников и т.д.

По среде образования техногенные аномалии делятся:

- на литохимические (в почвах, породах);
- гидрогеохимические (в водах);
- атмогеохимические (в атмосфере, снеге);
- биохимические (в организмах).

По длительности действия источника загрязнения они делятся:

- на кратковременные (аварийные выбросы и т.д.);
- средневременные (с прекращением воздействия, например, прекращение разработки месторождений полезных ископаемых);
- долговременные стационарные (аномалии заводов, городов, агроландшафтов, например КМА, Норильский никель).

При оценке техногенных аномалий фоновые территории выбираются вдали от техногенных источников загрязняющих веществ, как правило, более чем в 30–50 км.

[Вернуться в оглавление](#)

2 Практический раздел.

для проведения лабораторных занятий используется

Агрогидрологические свойства почв Белорусской ССР [Текст] / [Н.И. Смян, В.В. Иванюк, А.Г. Скипский и др.]. - Минск : [б. и.], 1977. - 333 с., 1 л. схем.; 27 см. - (Минская гидрометеорологическая обсерватория. Материалы гидрометеорологических наблюдений).

[Вернуться в оглавление](#)

3 Раздел контроля знаний
Перечень вопросов выносимых на экзамен
по дисциплине «Мелиоративное почвоведение»

1. Предмет, метод и задачи курса.
2. История развития почвоведения как науки.
3. Общие сведения о почве и ее плодородии.
4. Общие сведения о процессах почвообразования.
5. Роль и место основных факторов почвообразования.
6. Роль времени в почвообразовании.
7. Общие сведения об основных элементарных почвообразовательных процессах.
8. Общие сведения о морфологических признаках.
9. Строение почвенного профиля и его мощность.
10. Особенности окраски почвы, ее структуры и сложения, наличия включений и новообразований.
11. Почва как многофазная система.
12. Минералогический состав почвы.
13. Химический состав почвы.
14. Гранулометрический состав почвы.
15. Источники органического вещества в почве.
16. Значение гумуса в почвообразовании.
17. Состав гумуса и строение гумусовых веществ.
18. Содержание гумуса в различных почвах.
19. Понятие о почвенных коллоидах.
20. Виды почвенных коллоидов.
21. Свойства почвенных коллоидов.
22. Процесс коагуляции и пептизации.
23. Понятие о поглотительной способности почв.
24. Виды поглотительной способности.
25. Почвенный поглощающий комплекс.
26. Общие физические свойства почв.
27. Физико – механические свойства почв.
28. Регулирование физических и физико – механических свойств почвы.
29. Влажность почвы и ее виды. Источники воды в почве.
30. Категории и формы воды в почве.
31. Водные свойства почв.

32. Почвенно – гидрологические константы.
33. Водный режим почв.
34. Типы водного режима почвы и его регулирование.
35. Общие сведения о почвенном воздухе.
36. Формы почвенного воздуха.
37. Роль макрогазов в почвообразовании и развитии растений.
38. Воздушные свойства почв.
39. Воздушный режим почв.
40. Влияние хозяйственной деятельности человека на свойства почвы
41. Тяжелые металлы в почвах.
42. Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.
43. Понятие о почвенном плодородии.

[Вернуться в оглавление](#)

4 Вспомогательный раздел

**Учебная программа по дисциплине
«Почвоведение и основы экологии почв»
для специальности - 6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность»**

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БрГТУ

М.В.Нерода

« 28 » 06 2024 г.

Регистрационный № УД- 24-1-152/уч.

Почвоведение и основы экологии почв

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность»

профилизация:

«Природоохранная деятельность
(Экологический менеджмент и экспертиза)»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 6-05-0521-02-2023, учебного плана специальности 6-05-0521-02 «Природоохранная деятельность», профилизация: «Природоохранная деятельность (экологический менеджмент и экспертиза)»

СОСТАВИТЕЛЬ:

Зубрицкая Т.Е., старший преподаватель кафедры природообустройства

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Шелест Т.А., начальник научно-исследовательского сектора, доцент кафедры городского и регионального развития учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С.Пушкина», кандидат географических наук, доцент

Шведовский П.В., профессор кафедры геотехники и транспортных коммуникаций учреждения образования «Брестский государственный технический университет, к.т.н., профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой природообустройства

Заведующий кафедрой

(протокол № 15 от 14.06.2024);


В.В.Мороз

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии

Председатель методической комиссии

(протокол № 6 от 28.06.2024);


В.Г.Новосельцев

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № 5 от 28.06.2024)

Методический совет А.И. Сергеев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины

Дисциплина «Почвоведение и основы экологии почв» имеет большое значение при подготовке инженеров-экологов широкого профиля. В последнее время появилась необходимость в разработке нового направления в науке, дополняющего и углубляющего основы почвоведения – экология почв.

Стремительно меняющийся облик всех компонентов среды обитания человека не оставил в стороне и почвенный покров. Почвы испытывают мощное техногенное воздействие. Под влиянием антропогенной и техногенной деятельности происходит изменение характеристик и свойств почв (качества почв), которые необходимо оценивать с использованием комплекса научных методов и приемов.

Цель преподавания учебной дисциплины: способствовать формированию у студентов знаний о почвах, особенностях почвенного покрова Беларуси, методах изучения почв, умений выполнять мониторинг состояния почвы в полевых и лабораторных условиях, анализировать информацию о почвах и в дальнейшем использовать ее в профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основ почвообразовательного процесса, определение состава, структуры и химических свойств почвы;
- изучение водно-физических и других свойств почв с овладением методик их определения;
- освоение вопросов классификации, генезиса и сельскохозяйственного использования почв;
- изучение влияния хозяйственной деятельности на свойства почвы в природных условиях и урбанизированных территориях;
- освоение методики оценки качества почв;

Знания и умения инженера-эколога по специальности 6-05-0521-02 Природоохранная деятельность определяются квалификационной характеристикой.

В результате изучения учебной дисциплины «Почвоведение и основы экологии почв» формируются следующие компетенции:

- базовые профессиональные компетенции (далее – БПК) – компетенции, формируемые в соответствии с требованиями к выпускнику, который освоил образовательную программу бакалавриата, и отражающие его способность решать общие задачи профессиональной деятельности в соответствии с полученной специальностью.

БПК-10. Анализировать особенности процессов почвообразования в различных природных условиях, типологии почв и закономерности территориального размещения типов почв и определять основные агрохимические свойства почв.

В результате изучения дисциплины студент должен:
 знать:

- особенности почвообразования в зависимости от минералогического состава почвообразующей породы и других факторов;
- происхождение, строение и состав почвы;
- разнообразные показатели свойств и режимов, определяющих эффективное и потенциальное плодородие;
- способы рационального использования и охраны мелиорируемых почв;
- основные виды эрозии почв и мероприятия по борьбе с ней;
- пути сохранения и повышения плодородия почв;
- принцип классификаций почв и их географическое распространение.

уметь:

- определять влажность, влагозапасы и влагоемкость почв;
- определять физико-механические свойства почв;
- диагностировать и проводить классификацию почвы по ее признакам и свойствам;
- анализировать, прогнозировать экологические последствия нерационального земледелия и эксплуатации почв;

владеть:

- методами оценки качества почв;
- методиками организации и проведения научно-исследовательской работы с почвами.

Связи с другими учебными дисциплинами: высшая математика, физика, химия, биология, гидрология, метеорология и климатология и др.

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
6-05-0521-02	Природоохранная деятельность (экологический менеджмент и экспертиза)	2	3	180	5	68	34	34	-	-	-	зачет

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Почва – природное тело.

Определения «Почвоведение». Системный подход при исследовании почв. Профильный, морфологический, сравнительно-географический, сравнительно-исторический, аэрокосмический методы исследований почв, а также методы почвенных ключей, почвенных монолитов, почвенных лизиметров, почвенно-режимных наблюдений, балансовые, почвенных вытяжек и др. Особенности почвенных исследований. Цель и задачи курса. Учение о генетическом почвоведении В.В.Докучаева. История развития почвоведения. Общие сведения о почве и ее плодородии.

Почвы Республики Беларусь.

Принципы классификации и систематизации почв Беларуси. Почвенно-географическое районирование Республики Беларусь.

Факторы и условия почвообразования.

Классификация горных пород и роль в почвообразовании. Факторы почвообразования. Общие сведения об основных элементарных почвообразовательных процессах.

Морфологические признаки почвы.

Морфология почвы. Основные морфологические признаки. Почвенный профиль – его строение и мощность. Окраска почвенных горизонтов, их структура, сложение, включения и новообразования.

Минералогический, химический и гранулометрический состав почвы.

Минералогический и химический состав почвы, роль первичных и вторичных минералов в почвообразовании. Содержание химических элементов в породах и почвах. Доступность химических элементов растениям. Гранулометрический состав почв и почвообразующих пород. Принципы классификации почв по гранулометрическому составу. Методы определения гранулометрического состава.

Органическое вещество почвы.

Источники органических веществ в почве. Общая схема гумусообразования. Состав гумуса и строение гумусовых веществ. Содержание гумуса в различных почвах. Значение гумуса в почвообразовании, плодородии и питании растений.

Почвенные коллоиды.

Понятие о почвенных коллоидах. Виды почвенных коллоидов. Свойства коллоидов. Строение коллоидной мицеллы. Заряд коллоидов.

Поглотительная способность почвы.

Понятие о поглотительной способности. Природа и механизм образования почвенного поглощающего комплекса. Виды поглотительной способности почвы по Гедройцу, их характеристика и значение. Почвенный поглощающий комплекс.

Физические и физико-механические свойства почв.

Общие физические свойства почв: плотность, плотность твердой фазы, пористость, ее виды, динамика и способы определения. Физико-механические свойства почв: пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость, удельное сопротивление почвы при обработке. Мероприятия по улучшению физических и физико-механических свойств почвы и регулирование этих свойств.

Водные свойства и водный режим почв.

Влажность почвы. Виды влажности и методы ее определения. Состояние и формы воды в почве. Водные свойства почвы: водопроницаемость, водоподъемная и влагоудерживающая способность. Почвенно-гидрологические константы. Водный режим почвы. Типы водного режима.

Воздушные свойства и воздушный режим почв.

Общие сведения о почвенном воздухе. Формы почвенного воздуха. Газовый состав почвенного воздуха. Роль макрогазов в почвообразовании и развитии растений. Воздушные свойства и воздушный режим почвы.

Плодородие почвы.

Понятие о почвенном плодородии. Виды плодородия: природное (естественное), искусственное, потенциальное, эффективное, экономическое и относительное. Лимитирующие факторы плодородия и прием их ликвидации.

Влияние хозяйственной деятельности человека на свойства почвы.

Физические нагрузки на почву. Экологические последствия применения пестицидов, влияние азотных, фосфорных и калийных удобрений на свойства почвы.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.

Факторы, влияющие на степень загрязнения почв. Охрана почв от нефтяного загрязнения. Этапы восстановления загрязненной нефтепродуктами земли.

Тяжелые металлы в почвах. Природные и техногенные аномалии.

Источники поступления тяжелых металлов в почву. Естественное и техногенное загрязнение. Изменение свойств почвы при загрязнении тяжелыми металлами. Физиологические нарушения в растениях при избытке и недостатке содержания в них тяжелых металлов.

1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ НАЗВАНИЕ

1. Исследование почвенных условий заданного района.
2. Изучение морфологических признаков и описание профилей основных типов почв Республики Беларусь.
3. Изучение основных физических свойств и механического состава различных типов почв Республики Беларусь.
4. Определение типов почв заданного района.
5. Аналитическая оценка основных агрогидрологических свойств почв Беларуси.

- 5.1. Определение влагоемкостей почв по репрезентативным слоям.
- 5.2. Определение влагоемкостей почв с помощью удельной и объемной массы.
- 5.3. Определение влагоемкостей почв по значениям наименьшей влагоемкости.
6. Определение коэффициента фильтрации разных типов почв.
7. Построение почвенной карты заданного участка.
8. Определение предельно-полевой влагоемкости и водоотдачи минеральной почвы.
9. Определение свойств торфяно-болотной почвы.

2.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (для дневной формы получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1.	Почва – природное тело.	2				8	Устная форма
2.	Почвы Республики Беларусь.	4	6			10	Опрос. Лабораторная работа
3.	Факторы и условия почвообразования.	2	4			8	Опрос. Лабораторная работа
4.	Морфологические признаки почвы.	4	4			8	Опрос. Лабораторная работа
5.	Минералогический, химический и гранулометрический состав почвы.	2	2			6	Опрос. Лабораторная работа
6.	Органическое вещество почвы.	2	2			6	Опрос. Лабораторная работа
7.	Почвенные коллоиды.	2				8	Устная форма
8.	Поглотительная способность почвы.	2	2			6	Опрос. Лабораторная работа
9.	Физические и физико-механические свойства почв.	2	6			6	Опрос. Лабораторная работа
10.	Водные свойства и водный режим почв.	2	8			8	Опрос. Лабораторная работа
11.	Воздушные свойства и воздушный режим почв.	2				6	Устная форма

12.	Плодородие почвы.	2			6	Устная форма
13.	Влияние хозяйственной деятельности человека на свойства почвы.	2			10	Устная форма
14.	Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.	2			8	Устная форма
15.	Тяжелые металлы в почвах. Природные и техногенные аномалии.	2			8	Устная форма
	Всего:	34	34		112	зачет

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Перечень литературы (учебной, учебно-методической, научной, нормативной и др.)

Основная:

1. География почв: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-74 02 05 "Агрохимия и почвоведение" / Е. Ф. Валеяша ; рец.: В. В. Лапа, И. П. Козловская ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Главное управление образования, науки и кадров, Учреждение образования "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия". - Горки: БГСХА, 2020. - 207 с.

2. Почвы Республики Беларусь: [монография] / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа; рец.: Н. Н. Бамбалов, Т. Ф. Персикова ; Национальная академия наук Беларуси, Республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт почвоведения и агрохимии". - Минск: ИВЦ Минфина, 2019. - 631 с.

4. Загрязнение почвы атмосферными выпадениями. Статистические свойства / А. О. Грубич; рец. Н. Н. Апраушева [и др.]. - Минск: ИВЦ Минфина, 2017. - 230 с.

5. Почвенные ресурсы. Практикум: учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-31 01 01 "Биология (по направлениям)" / Я. К. Куликов; рец.: В. Н. Босак, П. Ф. Тиво; Белорусский государственный университет. - Минск: БГУ, 2018. - 135 с.

6. Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, РУП "Институт почвоведения и агрохимии". - Минск: Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. - 45 с.

7. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде: (методические рекомендации) / П. М. Кислушко [и др.]; ред. П. М. Кислушко; рец.: В. О. Китиков, Л. В. Сорочинский; Национальная академия наук Беларуси, Республиканское унитарное предприятие "Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию", Республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт защиты растений". - Изд. 2-е, доп. - Минск: Колорград, 2019. - 311 с.

8. Глазовская, М.А. Общее почвоведение и география почв / М.А. Глазовская. - М.: Книга по Требованию, 2018. – 202 с.

9. Геннадиев, А.Н. География почв с основами почвоведения. Гриф МО РФ / А.Н. Геннадиев. - М.: Высшая школа, 2018. – 119 с.

10. Добровольский, Г. В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. – 412 с.

Дополнительная:

1. Зайдельман Ф.Р. Мелиорация почв.- М.: Из-во МГУ, 1987.-304 с.

2. Плюснин И.И. Мелиоративное почвоведение.- М.: Колос, 1971.-416 с.

3. Почвоведение / Под ред. Кауричева И.С.-М.: Агропромиздат,1989.-560 с.

4. Агрогидрологические свойства почв Белорусской ССР. Материалы гидрометеорологических наблюдений. – Минск, 1977.- 333 с.

5. Плюснин И.И. Мелиоративное почвоведение / И.И. Плюснин, А.И. Голованов. – М.: Колос, 1983.-318с.

6. Плюснин И.И. Практикум по мелиоративному почвоведению / И.И. Плюснин, И.А. Верниковская.- М.: Колос, 1974.–208 с.

7. Петровский Е.И. Почвы Республики Беларусь / Е.И. Петровский, А.И. Горбылева, Б.А. Калько. – Горки, 1998. – 131 с.

3.2. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ:

1. Качественная оценка земель и составление картограммы бонитировки почв. Методические указания к выполнению лабораторно-практических заданий. – Горки, 1988. – 43 с.

2. Методические указания по аналитической оценке почвенно-гидрологических констант в эколого-мелиоративных целях. – Брест, 1996. – 31 с.

3.3. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности:

- индивидуальный контроль;

- устный опрос во время лабораторных работ;

- собеседование при проведении индивидуальных и групповых консультаций;

- зачет.

3.4. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Почва – природное тело.

Системный подход при исследовании почв. Особенности почвенных исследований. История развития почвоведения. Общие сведения о почве и ее плодородии. Актуальность почвенных исследований проводимых в Беларуси.

Рекомендуемая литература: [1], [2].

Почвы Республики Беларусь.

Рекомендуемая литература: [1], [2].

Факторы и условия почвообразования.

Генезис почвенного покрова. Условия почвообразования. Флора и фауна, как фактор почвообразования. Климатические условия в формировании почвенного покрова. Рельеф как фактор почвообразования. Роль времени в почвообразовании. Антропогенный фактор в почвообразовании. Физические, физико-химические, физико-биологические и биологические процессы почвообразования.

Рекомендуемая литература: [1], [5], [8].

Морфологические признаки почвы.

Рекомендуемая литература: [1], [3].

Минералогический, химический и гранулометрический состав почвы.

Макро- и микроэлементы, их значение. Гранулометрический состав почв. Классификация механических элементов.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [5], [8].

Органическое вещество почвы

Минерализация, гумификация и микробный синтез. Роль гумуса в образовании структуры. Баланс гумуса и методы его оценки.

Рекомендуемая литература: [1], [3].

Почвенные коллоиды.

Происхождение почвенных коллоидов, их состав и свойства. Заряд коллоидов. Процессы коагуляции и пептизации. Значение коллоидов в почвообразовании, формировании агрономических свойств и плодородия почв.

Рекомендуемая литература: [1], [8].

Поглотительная способность почвы.

Поглощение газов, паров, суспензий. Обменные катионы, емкость катионного обмена, степень насыщенности почв основаниями.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [8].

Физические и физико-механические свойства почв.

Образование почвенной корки и способы борьбы с ней. Связь физических и физико-механических свойств почвы с гранулометрическим составом. Зависимость этих свойств от структуры почвы, содержания гумуса, состава обменных катионов, влажности.

Рекомендуемая литература: [1].

Водные свойства и водный режим почв.

Значение почвенной влаги в жизни растений, микроорганизмов и почвообразовании. Источники воды в почве. Химически связанная влага: конституционная и кристаллизационная. Физически связанная влага: адсорбированная (прочно-связанная-гигроскопическая; рыхлосвязанная-пленочная), вода в твердом состоянии. Свободная влага: капиллярная, гравитационная, грунтовая, парообразная. Характер их передвижения в почве. Роль капиллярной влаги в регулировании влажности почвы.

Влагоемкость почвы, ее виды (максимальная адсорбционная, максимальная молекулярная, наименьшая (предельно-полевая), капиллярная, полная. Испарение воды из почвы. Передвижение влаги в почве. Потенциал почвенной влаги и его составляющие: осмотический, капиллярный, гравитационный. Доступность почвенной влаги растениям. Влажность завядания. Влажность разрыва капиллярных связей. Общий и полезный запасы влаги. Водный баланс почвы. Уравнение водного баланса и его приходно-расходные статьи. Значение водного баланса при планировании гидромелиоративных мероприятий. Особенности водного режима при мелиорации почв.

Рекомендуемая литература: [1], [3], [5], [8].

Воздушные свойства и воздушный режим почв.

Взаимодействие почвенного воздуха с твердой и жидкой фазой почвы.

Влияние состава почвенного воздуха на свойства почвы, окислительно-восстановительный потенциал. Регулирование воздушного режима почвы.

Рекомендуемая литература: [1], [3].

Плодородие почвы.

Основные показатели почвенного плодородия. Оптимальные параметры плодородия.

Рекомендуемая литература: [5].

Влияние хозяйственной деятельности человека на свойства почвы.

Экологические последствия применения минеральных удобрений.

Процессы, связанные с перемещением почвы: водная эрозия, эоловые отложения. Влияние кислотных дождей на почвенные свойства.

Рекомендуемая литература: [4], [6], [7].

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами.

Проблема нефтяных загрязнений. Экологические последствия загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами.

Рекомендуемая литература: [4], [6], [7].

Тяжелые металлы в почвах. Природные и техногенные аномалии.

Формы тяжелых металлов на поверхности почвы. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами.

Рекомендуемая литература: [4], [7].

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ДИСЦИПЛИНЫ «ПОЧВОВЕДЕНИЕ И ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ ПОЧВ»
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4

[Вернуться в оглавление](#)