

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Географический факультет
Кафедра почвоведения и земельных информационных систем

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
_____ Курлович Д. М.
«12» декабря 2018 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
_____ Клебанович Н. В.
«23» января 2019 г.

СОГЛАСОВАНО
Председатель
учебно-методической комиссии факультета
_____ Брилевский М. Н.
«22» января 2019 г.

Почвоведение и земельные ресурсы

Электронный учебно-методический комплекс
для специальностей:
1-31 02 02 «Гидрометеорология»
1-31 02 03 «Космоаэрокартография»
1-56 02 02 «Геоинформационные системы»

Регистрационный № 0308/04-39

Составители:
Н. В. Клебанович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
А. А. Карпиченко, кандидат географических наук, доцент;
Д. А. Чиж, кандидат экономических наук, доцент;
А. А. Сазонов, преподаватель

Рассмотрено и утверждено на заседании
Научно-методического совета БГУ
11.02.2019 г., протокол № 3.

Минск 2019

УДК 631.4(075.8)
П 651

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ
протокол № 3 от 11.02.2019 г.

Решение о депонировании вынес:
Совет географического факультета
Протокол № 5 от 23.01.2019 г.

Составители:

Клебанович Николай Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения и земельных информационных систем БГУ;

Карпиченко Александр Александрович, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем БГУ;

Чиж Дмитрий Анатольевич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем БГУ;

Сазонов Алексей Александрович, преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем БГУ.

Рецензенты:

кафедра экологического мониторинга и менеджмента государственного экологического института им. А. Д. Сахарова БГУ (зав. кафедрой Головатый С.Е., доктор сельскохозяйственных наук, профессор);

Путятин Ю.В., заведующий лабораторией РУП «Институт почвоведения и агрохимии», доктор сельскохозяйственных наук, доцент.

Почвоведение и земельные ресурсы : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 1-31 02 02 «Гидрометеорология», 1-31 02 03 «Космоаэрокартография», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы» / БГУ, Географический фак., Каф. почвоведения и земельных информационных систем ; сост.: Н. В. Клебанович [и др.]. – Минск : БГУ, 2019. – 70 с. : табл. – Библиогр.: с. 70.

Электронный учебно-методический комплекс предназначен для студентов, обучающихся по специальностям 1-31 02 02 «Гидрометеорология», 1-31 02 03 «Космоаэрокартография», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы». Содержание ЭУМК предполагает повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов по освоению учебной дисциплины «Почвоведение и земельные ресурсы» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение качественной подготовки высококвалифицированных специалистов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
1.1. Почвоведение как наука	6
1.2. Факторы и условия почвообразования.....	8
1.3. Почвообразовательный процесс	13
1.4. Состав почвы	16
1.5. Органическое вещество почв	19
1.6. Физические свойства почв	21
1.7. Вода в почве.....	21
1.8. Воздушный и тепловой режим почв	24
1.9. Деградация и охрана почв	26
1.10. Химический состав почв	27
1.11. Физико-химические свойства почв	31
1.12. География почв	34
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	40
2.1. Практические работы.....	40
2.2. Тематика лабораторных работ	51
2.3 Содержание учебной практики по почвоведению.....	52
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	55
3.1 Перечень тестов и контрольных заданий	55
3.2 Вопросы к экзамену по дисциплине.....	59
3.3 Организация самостоятельной работы	62
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	63
4.1 Учебно-методическая карта по учебной дисциплине	63
4.2. Рекомендуемая литература.....	70
4.3 Электронные ресурсы	70

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» предназначен для реализации требований образовательных программ, образовательного стандарта и учебного плана по специальностям 1-31 02 02 Гидрометеорология; 1-31 02 03 Космоаэрокартография; 1-56 02 02 «Геоинформационные системы». Его наличие обеспечивает стабильность качества образовательного процесса и является методической основой для обеспечения эффективной самостоятельной работы студентов.

ЭУМК по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» создан на научно-методическом и программно-техническом уровнях, соответствующих современным информационно-коммуникационным технологиям и призван обеспечить реализацию учебных целей и задач на всех этапах образовательного процесса по данной дисциплине.

Назначение – реализация требований образовательного стандарта и учебной программы, обеспечение непрерывности и полноты процесса обучения, систематизации и контроля знаний по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы».

Цель ЭУМК – повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов по освоению учебной дисциплины «Почвоведение и земельные ресурсы» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение подготовки высококвалифицированных специалистов.

Область применения – на лабораторно-практических занятиях по курсу «Почвоведение и земельные ресурсы», в ходе самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям, текущему и итоговому контролю знаний по разделам дисциплины, ориентация в выполнении управляемой самостоятельной работы.

Функциональные возможности ЭУМК – средство ориентации в содержании дисциплины «Почвоведение и земельные ресурсы» и порядке изучения учебного материала, освоение теоретического и практического материала, подготовка к контролю знаний. Весь материал ЭУМК структурирован по разделам таким образом, чтобы знаниями по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» студент мог овладеть самостоятельно. ЭУМК по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» включает 4 основных раздела: теоретический, практический, контроля знаний и вспомогательный.

Теоретический раздел ЭУМК содержит конспект лекций для теоретического изучения учебной дисциплины, на основе учебных пособий Почвоведение и земельные ресурсы : учеб. пособие / Н. В. Клебанович [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/96959>. – Дата доступа 26.02.2019.

География почв Беларуси: учеб. пособие / Н. В. Клебанович, В. С. Аношко, Н. К. Чертко, Н. В. Ковалчик, А. Ф. Черныш [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/38354>. – Дата доступа 26.02.2019.

Практический раздел ЭУМК включает варианты заданий для проведения лабораторно-практических занятий на основе пособий:

Морфология почв: практикум по дисциплинам «Почвоведение и земельные ресурсы», «География почв с основами почвоведения» для студентов географического факультета / Н. В. Клебанович, А. А. Карпиченко, В. А. Пульмановская, С. Н. Прокопович, И. А. Ефимова [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/116271>. – Дата доступа 26.02.2019.

Практикум по курсу «Почвоведение и земельные ресурсы». - Ч. 1. / авт.-сост. Н. В. Клебанович, В. А. Пульмановская [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/18361>. – Дата доступа 26.02.2019.

Практикум по курсу «Почвоведение и земельные ресурсы». - Ч. 2 / авт.-сост. Н. В. Клебанович, В. А. Пульмановская [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/18224>. – Дата доступа 26.02.2019

Почвы мира в системе WRB: практикум для студентов специальности 1-56 02 02 / авт.-сост. Н. В. Клебанович [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/168987>. – Дата доступа 26.02.2019.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы к контролю знаний и к аттестации, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта и учебно-программной документации по специальности. Данный раздел включает: варианты контрольных заданий, вопросы к экзамену, перечень заданий и контрольных мероприятий управляемой самостоятельной работы.

Вспомогательный раздел ЭУМК содержит ссылки на учебные программы по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» и полевой практики по почвоведению.

ЭУМК по учебной дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» предназначен для преподавателей, студентов, аспирантов, магистрантов, изучающих географические науки.

Дисциплина «Почвоведение и земельные ресурсы» раскрывает основы современного учения о почве, роль отдельных факторов в формировании почв, характеризует почвообразовательные процессы, развитие которых приводит к формированию определенных свойств отдельных почв и почвенного покрова в целом. В рамках дисциплины показаны основные особенности почв мира в рамках международной системы WRB, земельных ресурсов мира и причины низкой пригодности большинства из земель для земледелия. Раскрыты основные черты почвенного покрова Беларуси, охарактеризованы основные типы почв и их плодородие, показана структура земельного фонда Беларуси.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. Почвоведение как наука

Почвоведение – наука о почве, ее происхождении, развитии, строении, составе и свойствах, закономерностях распространения на земном шаре, формирования плодородия и способах рационального использования почвенного плодородия.

Почва образуется на поверхности Земли в той части биосферы, где смыкаются и проникают друг в друга литосфера, атмосфера и гидросфера, и где плотность живого вещества планеты особенно велика. Поэтому почва представляет собой биокосную систему. В. И. Вернадский показал, что в этой оболочке все процессы носят в той или иной степени биогеохимический характер. Захватывая энергию Солнца, живые существа создают химические соединения, при распадении которых энергия высвобождается в форме, способной производить химическую работу. Вследствие биокосной природы в почве непрерывно идут процессы обновления и трансформации энергии. В биокосной природе и высокой энергетической активности почв лежит причина плодородия, то есть способности производить урожай культурных растений.

Почва образуется в ходе почвообразовательного процесса – совокупности явлений превращения и перемещения веществ и энергии под влиянием Солнца в поверхностном слое горных пород при взаимодействии живых организмов и продуктов их распада с минеральными соединениями горных пород, воды и воздуха.

Почва – естественно-историческое органо-минеральное биокосное тело, сформированное в особых условиях климата и рельефа под влиянием живых и мертвых организмов в гравитационном поле Земли, обладающее плодородием. Или: почва – обладающая плодородием сложная полифункциональная многофазная поликомпонентная открытая структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени.

Особо следует подчеркнуть биокосность почвы, как переходного звена из мира живой в мир неживой природы. Между почвой и живыми организмами существует явная аналогия: есть рождение и смерть, есть онтогенез – развитие определенного индивида и филогенез – развитие почвенного покрова какой-то территории в целом.

Почва – сложная открытая динамическая система, представляющая собой одновременно и результат взаимодействия факторов почвообразования, и ту среду, в которой этот процесс осуществляется в настоящее время. Циклы возобновления главных почвообразователей различны: от нескольких часов (газообмен и влагообмен) до десятков тысяч лет (образование почвообразующих пород). Поток материальных частиц связывает компоненты ландшафта в единое целое, и ключевую роль здесь играет почва: через нее проходит миграционный

поток элементов, она отражает материальный состав иных компонентов и является вещественным выражением их геохимической связи. Почва является подсистемой в более сложной системе – биогеоценозе (по В. Н. Сукачеву) или элементарном ландшафте (по Б. Б. Полынову – основателю геохимии ландшафтов).

Почва образует особую геосферу на земле – педосферу, или почвенный покров Земли, являясь одновременно важным компонентом биосферы и выполняет ряд важных функций.

Главные глобальные функции почвы:

1. Обеспечение жизни на Земле. Почва – следствие жизни и условие ее существования.
2. Обеспечение взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ на земной поверхности.
3. Регулирование химического состава атмосферы и гидросферы.
4. Регулирование биосферных процессов.
5. Аккумуляция активного органического вещества и связанной с ним энергии.

Многочисленные функции почв в наземных экосистемах (биосферные) можно подразделить на физические (жизненное пространство, механическая опора, аккумуляция влаги, защитная экологическая ниша, депо семян и эмбрионов), химические (аккумуляция биофильных элементов и ферментов, накопление энергии, деструкция и минерализация органических остатков, ресинтез органических и минеральных веществ), физико-химические (сорбция веществ и микроорганизмов), биологические (среда обитания организмов, биологическая продуктивность), регуляторно-информационные (регуляция структуры экосистем, сигнализация изменения состояния экосистем, запись и хранение показателей истории – «почва-память»).

Почвоведение как наука существует немногим более 100 лет, но за это время превратилось в мощную отрасль естествознания. Теоретической основой науки является последовательный историзм, генетический подход к анализу почвенных явлений и рассмотрение их в тесной взаимосвязи с другими компонентами природной среды.

Научной основой для нормального функционирования целого ряда прикладных наук о земле (землеустройства, земельного кадастра, мелиорации, планирования инженерных сооружений и транспортной сети, других) стала почвенная карта. Сами стали прикладными многие отрасли почвоведения: аграрное, лесное, мелиоративное, военное, санитарное, строительное (грунтоведение). Общее почвоведение в целом можно разделить на историю и методологию науки, педагогику (морфология, химия, физика, минералогия, биология, энергетика почв), педографию (география, картография, систематика, экология, оценка, информатика почв), историческое (палеопочвоведение, генетика почв), динамическое почвоведение (плодородие, мелиорация, технология, эрозия, охрана почв), региональное почвоведение.

1.2. Факторы и условия почвообразования

Почва образуется из горных пород в процессе выветривания и почвообразования. Процесс разрушения массивных горных пород и превращение их в рыхлые продукты принято называть выветриванием. Выетривание горных пород и минералов на поверхности Земли совершается под воздействием на них: 1) температур, механической силы воды, ветра, движения ледников; 2) углекислого газа – CO₂, кислорода – O₂ и атмосферной воды; 3) живых организмов – биогенным путем. В связи с разнообразием факторов выветривания горных пород обычно различают три его формы: физическое, химическое и биологическое.

Физические факторы выветривания превращают горную породу в более мелкие обломки, щебень, песок и пыль, размельчают ее механически, не изменяя петрографического и химического состава.

Раздробление и разрыхление пород и минералов создает благоприятные условия для развития процессов химического выветривания, которое приводит к их химическому изменению, разрушению и образованию новых стойких к воздействию внешней среды соединений. Основными факторами химического выветривания являются атмосферная вода, углекислый газ (CO₂) и кислород. При распаде горных пород и минералов образуются некоторые новые, более подвижные соединения, которые растворяются, а наличие в растворе углекислого газа, в свою очередь, усиливает этот процесс. Особенно интенсивно он происходит в осадочных породах, в первую очередь в известняках, гипсах и других солях. В результате химического выветривания из первичных продуктов выветривания образуются вторичные минералы.

Биологические факторы выветривания действуют на горные породы одновременно с физическими и особенно с химическими. Многочисленные организмы и растения в процессе своей жизнедеятельности выделяют во внешнюю среду различные минеральные и органические кислоты, углекислый газ, кислород, которые разрушают горные породы.

При разрушении горных пород и минералов часть элементов переходит в подвижное состояние, что создает благоприятные условия для произрастания растительности, которая играет ведущую роль в процессе почвообразования. Пронизывая корнями почвообразующую породу, растения извлекают из нее питательные вещества и закрепляют их в синтезированном органическом веществе, которое после отмирания растений придает почве ряд благоприятных физических свойств. При этом в процессе разрушения органического вещества образуются органические кислоты, действующие на материнскую породу и усиливающие процесс выветривания. После минерализации отмерших частей растений заключенные в них зольные элементы и азот накапливаются в верхнем горизонте почвообразующей породы, формируя благоприятные условия для произрастания новых растений. Растения в процессе жизнедеятельности сами выделяют различные кислоты, под действием которых труднорастворимые минеральные соединения переходят в растворимые. Таким образом, **почвообразование** – это совокупность взаимно связанных явлений превращения

и перемещения вещества и энергии, совершающиеся в верхнем слое земли, в результате чего образуется почва.

Почвообразовательный процесс является звеном более широкого процесса-круговорота вещества и энергии, протекающего в биосфере и ее отдельных системах. Связь почвообразовательного процесса и круговорота вещества и энергии выражается в том, что между почвой и смежными природными телами (грунт, атмосфера, живые организмы) происходит взаимный обмен веществом и энергией, сопровождаемый их преобразованием. Характерной особенностью почвообразования является двухсторонний процесс перехода одной формы вещества в другую: процесс синтеза и разрушения органического вещества, процесс перехода минеральных соединений в органические и обратно.

Почва является полидисперсной системой, которая имеет в своем составе: 1) твердую фазу, состоящую из минеральных и органических частиц, 2) жидкую фазу, представленную почвенным раствором, 3) газообразную фазу, состоящую из почвенного воздуха, 4) живую фазу, представленную живыми организмами.

На образование почв и почвообразовательные процессы непосредственное влияние оказывают те природные условия, в которых они протекают. Учение В. В. Докучаева о факторах почвообразования является краеугольным камнем науки почвоведение. Оно называется генетическим почвоведением, так как неразрывно связано с диалектическим представлением о генезисе почвы в результате взаимодействия факторов почвообразования. Он выделил пять природных факторов почвообразования: 1) почвообразующая (материнская) порода, 2) климат, 3) растительность и животный мир, 4) рельеф, 5) возраст почв. На современном этапе выделяется шестой фактор – производственная деятельность человека, а многие почвоведы, в том числе большинство белорусских, выделяют и седьмой – воду.

Почвообразующая (материнская) горная порода - верхний слой горной породы, выходящий на поверхность, которая в процессе почвообразования превращается в почву. Порода является фундаментом и каркасом почвы. Роль материнской породы двояка. Качество сформировавшейся почвы зависит как от химического состава материнской породы, так и ее физических свойств, таких как пористость, плотность и теплопроводность, которые прямым образом влияют на характер почвообразующих процессов. От гранулометрического и агрегатного состава зависят физические свойства почв. Минералогический и химический состав почвы оказывают влияние на ход химических процессов, протекающих в ней. В последующем развитии почвы материнская порода не теряет своего значения как фактора почвообразования, но функции ее изменяются. Она становится подстилающей породой и ее роль на этой стадии почвообразования заключается в обмене газами, влагой, растворенными солями, тепловой энергией с вышележащими горизонтами. Разнообразие почвообразующих пород способствует формированию почв с различными физико-химическими свойствами.

Главными почвообразующими породами являются осадочные, на которых почти повсеместно и развиваются почвы. К наиболее распространенным относятся континентальные отложения: моренные, водно-ледниковые, лессы и лессовидные суглинки, элювиальные, делювиальные, аллювиальные, эоловые, реже озерные или морские. Почвообразующие породы бывают одночленными и многочленными.

Климат – количественный статистический режим погоды для конкретной территории – определяет энергетику почвообразования, оказывает значительное влияние на физические, химические и биологические процессы, происходящие в почвах. Основными составляющими климата, влияющими на процесс почвообразования, является лучистая энергия солнца и атмосфера. От количества поступающих в почву тепла и влаги зависит характер растительности, обогащение почвы органическим веществом, особенности промывного режима. Для оценки климата как фактора водного режима наиболее часто используется показатель коэффициента увлажнения, то есть отношение количества осадков к испаряемости.

Интенсивность химических процессов связана с количеством поступающего в почву кислорода, при этом газообмен между атмосферой и почвой происходит практически непрерывно. Многообразие макро- и микроклиматических условий способствует формированию значительного числа почвенных разновидностей, так как развитие почвообразовательного процесса зависит от годового, суточного и сезонного распределения тепла и влаги. Так, наличие морозного периода определяет промерзание почвы, прекращение биологических и резкое снижение скорости протекания физико-химических процессов. Климат влияет на процессы ветровой и водной эрозии.

Климат влияет на почвообразование и косвенно, через развитие растительности. Закономерные изменения климата от экватора к полюсам определяют смену состава растительности и животных, а в конечном счете и основных типов почв. От климата в значительной мере зависит и наличие почвенно-грунтовых вод – основного источника и среды протекания многих химических и биологических процессов в почвах. Близость грунтовых вод может вызвать оглеение, засоление, недостаток кислорода в почвах.

Вода В. В. Докучаевым не была включена в число факторов почвообразования, хотя самую сложную работу в почве производят почвенно-грунтовые воды. Отмечая большую роль воды, большинство учебников рассматривает ее роль в рамках фактора климат, хотя в некоторых современных учебных пособиях (Вальков В.Ф. и др. 2004) он выделен отдельно. Особенно уместно выделять этот фактор в Беларуси, где количество полигидроморфных почв превышает количество автоморфных.

В почвах с промывным водным режимом почвенно-грунтовые воды растворяют минеральные и органические соединения и выносят продукты разрушения вниз по профилю, формируя его. Во многих почвах вода перемещает и коллоидные частицы без их разрушения. Наличие воды определяет одну из

самых распространенных реакций в почве – гидролиз, играющий главную роль в разложении первичных минералов.

В почвах с непромывным водным режимом вода периодически перемещает вещества как в восходящем, так и в нисходящем направлении, также формируя профиль почв. Вода – основа почвенного раствора, то есть субстанции, из которой растения непосредственно берут элементы питания.

Поверхностные воды способствуют эрозии почв, перемещая почвенные частицы с повышенных элементов рельефа в пониженные, где ландшафт приобретает выраженный аккумулятивный характер. В поймах рек воды во время паводков и половодий откладывают наилок – частицы разной размерности, смытые с прилегающих ландшафтов, придавая специфический облик аллювиальным почвам.

Избыток влаги приводит к формированию болотного процесса почвообразования, вызывая оглеение минеральных почв и торфонакопление при переувлажнении, близком к постоянному.

Растительный и животный мир. Растительность многие ученые считают ведущим фактором почвообразования, так как с ней связана аккумуляция питательных веществ, образование легкоподвижных соединений, накопление гумуса, что определяет плодородие почвы. Почвообразование на Земле началось только с появлением жизни. Растения синтезируют органические вещества и распределяют их в почве в виде корней и растительного опада. Растения создают и активно поддерживают различные взаимосвязанные потоки вещества и энергии, главными из которых являются: 1) поток зольных веществ из глубоких слоев почвы на ее поверхность и в ее верхние слои; 2) поток органических веществ, синтезированных из углерода атмосферы, почвенного азота и почвенной влаги, направленной на поверхность почвы и в ее верхние слои, особенно поток H_2CO_3 из почвы в атмосферу, поток O_2 из атмосферы в почву, поток влаги из почвы в атмосферу. В количественном и качественном отношении эти стороны почвообразовательного процесса являются самыми важными и имеют своим следствием возникновение почвенного плодородия.

В зависимости от количества и качества биомассы, участвующей в биологическом круговороте веществ, ее энергоемкости, интенсивность процессов трансформации и минерализации растительных остатков существенно отличается. Так, в арктической тундре общая биомасса составляет лишь 5 т/га, ежегодный опад – 1 т/га, в сосняках южной тайги – 280 и 4,7 т/га, в дубравах – 400 и 6,5 т/га, в луговых степях – 25 и 13,7 т/га, субтропических лиственных лесах – 410 и 21 т/га. В широколиственном лесу по сравнению с хвойным с опадом поступает в 3-4 раза больше кальция и магния, в 5 раз больше калия.

Благодаря микроорганизмам происходит разложение опада и переход содержащихся в нем веществ в доступную для живых растений форму, гумификация и минерализация растительных остатков, разрушение и образование почвенных минералов. Они регулируют соотношение между кислородом и углекислым газом в почвенном воздухе, катализируют процессы расщепления белков, углеводов и иных сложных органических соединений до

простых минеральных солей. На 1 г почвы подзолы содержат 300–600 млн. микробов, ретисоли (дерново-подзолистые) – 600–1000 млн., черноземы – 2000–2500 млн., кальцисоли – 1200–1600 млн. Наиболее распространенным видом микроорганизмов являются бактерии: автотрофные и гетеротрофные, аэробные и анаэробные. В почве живут также актиномицеты, грибы, водоросли, лишайники.

Высшие растения и микроорганизмы образуют комплекс, под воздействием которого формируются различные типы почв. Каждой растительной формации соответствует определенные один-два зональных типа почв.

Роль животных организмов состоит в перемешивании почвы, улучшении ее аэрации, обогащении органическим веществом через ускорение гумификации растительных остатков. Еще Ч. Дарвин установил, что в Англии черви ежегодно пропускают через свой организм 20–26 т почвы с 1 гектара. Некоторые почвы на 50–80 % состоят из полуразрушенных агрегатов, созданных червями.

Рельеф местности. Рельеф как фактор почвообразования оказывает косвенное влияние на формирование почвенного покрова, через перераспределение тепла и влаги, что формирует, например, вертикальную зональность. Характер макро-, мезо- и микроформ рельефа способствует перераспределению на поверхности почвы вещества и энергии, оказывает влияние на величину влагооборота и теплооборота. От угла наклона поверхности зависит количество лучистой энергии, поступающей на единицу поверхности почвы, а, следовательно, величина теплообмена, температурный режим, скорость снеготаяния и т.д. Гравитационное поле Земли, действуя через рельеф, оказывает влияние на перераспределение влаги на поверхности почвы. Наклон поверхности служит причиной разложения силы тяжести на две составляющие: вертикальную и горизонтальную. Рельеф и земное тяготение создают условия для возникновения внутрипочвенного стока. Распределение почв во всех зонах имеет общий характер: на повышенных элементах рельефа – автоморфные, пониженных – полугидроморфные, самых низких – гидроморфные почвы.

Возраст почв. Факторы времени в истории почвообразовательного процесса является особой категорией, от которой зависит стадия развития почвы и особенности протекающих в ней процессов. В. В. Докучаев (1899) выделил время (возраст) почвы как самостоятельный и независимый фактор, как некоторый множитель, на который должны умножаться действия других факторов почвообразования. В аспекте времени проявляется эффект воздействия каждого фактора или их совокупности на эволюцию почвы.

В. Р. Вильямс различает абсолютный и относительный возраст страны, а следовательно и почвы. *Абсолютный возраст* почвы – это промежуток времени, прошедший с момента возникновения почвы до настоящей стадии ее развития. Он связан с возрастом территории, где развивается почва. *Относительный возраст* – это различия в стадиях развития почв одной и той же территории. В различных условиях рельефа и на различных породах интенсивность процессов почвообразования неодинакова, что будет сказываться на скорости образования почв. О возрасте почв можно судить по выраженности почвенного профиля, чем

четче и полнее выражены горизонты, тем старше почва. Но на практике все не так просто, часто дифференциация дерново-подзолистых почв на верхнюю облегченную и нижнюю утяжеленную части обусловлена не только и не столько процессами почвообразования, но и исходной неоднородностью почвообразующей породы.

В процессе почвообразования почва проходит ряд последовательных стадий, направление, длительность и интенсивность которых определяется конкретным комплексом факторов почвообразования и их эволюцией в каждой точке земной поверхности.

Влияние природных факторов на процессы почвообразования осуществляются в тесной взаимосвязи и взаимодействии. Любая территория поверхности суши распадается на участки, которым присущ свой микроклимат, геологическое строение, гидрологические условия, почва, растительность, животный мир, состав микроорганизмов, возраст, что оказывает влияние на тип обмена веществом и энергией между вышеперечисленными компонентами. Эти природные компоненты составляют единый, непрерывно развивающийся комплекс, который по предложению В. А. Сукачева называют *биогеоценозом*. Изменение одного компонента приводит к изменению всех других. При этом сама почва в процессе развития оказывает влияние на другие компоненты и факторы почвообразования, изменяя их.

На современном этапе на процессы почвообразование большое влияние оказывает производственная деятельность человека или *антропогенный фактор*. Процесс хозяйственного использования земель воздействует непосредственно на почву и весь комплекс условий почвообразования, что вызывает изменение морфологических свойств почв, режимов и почвенных процессов. Использование почвенного покрова с учетом его физико-химических свойств приводит к формированию более высокоплодородных почв, неправильное использование почв вызывает ухудшение их качества или полную деградацию. Человек в процессе своей деятельности целенаправленно воздействует на почву, тогда как природные факторы воздействуют стихийно. С развитием науки и техники влияние человека на почву усиливается.

1.3. Почвообразовательный процесс

Почвообразование в определенном смысле можно рассматривать как соотношение процессов выноса и аккумуляции, причем выносу из них подвергаются одни вещества, а аккумуляции (относительной или абсолютной) – другие.

Абсолютная аккумуляция веществ – поступление их из атмосферы или гидросферы и накопление в формирующейся почве. Например, углерод (фотосинтез – создание биомассы – отмирание биомассы – разложение – гумификация – гумусонакопление). Относительная аккумуляция – остаточное накопление в результате выноса других веществ. Например, в результате выноса щелочных и щелочно-земельных элементов может относительно увеличиться доля кремнезема и полуторных оксидов. Относительная аккумуляция веществ –

всегда следствие элювиального процесса, т.е. нисходящего передвижения веществ в почве при промывном водном режиме и частичный или полный вынос в нижележащую толщу ряда соединений: солей щелочных и щелочно-земельных металлов, соединений железа, алюминия, марганца, фосфора, серы, иногда кремния, илистых частиц.

Вынос и аккумуляция веществ при почвообразовании являются следствием большого геологического (элювиирование, засоление, корообразование) и малого биологического круговоротов (биогенная аккумуляция биофильных элементов) веществ на земной поверхности, которое развивается противоречиво в разных природных условиях. Биологический круговорот временно вырывает часть элементов из геологического круговорота, а почва служит своеобразным промежуточным резервуаром, предохраняя биофильные элементы от выноса.

Из-за высокой важности названных процессов почвообразование часто определяют как сложный процесс взаимодействия малого биологического и большого геологического круговоротов веществ и потоков энергии в пределах коры выветривания горных пород, ведущий к образованию почвы, ее развитию и эволюции. Почвообразовательный процесс – совокупность явлений превращения и перемещения веществ и энергии в пределах педосфера Земли.

Взаимодействие круговоротов проявляется через серию противоположно направленных процессов и противоречивых явлений, из которых складывается почвообразование: разрушение – новосинтез минералов; биологическая аккумуляция – потребление элементов из почвы организмами; гидрогенная аккумуляция – геохимический вынос; разложение – синтез органических соединений; поглощение – выделение ионов из твердой фазы в раствор; растворение – осаждение веществ; пептизация – коагуляция коллоидов; нисходящее – восходящее движение растворов; увлажнение – высыхание; набухание – усадка; нагревание – охлаждение; окисление – восстановление; азотфиксация – денитрификация.

Многие из этих процессов носят циклический характер, можно выделить суточную, сезонную, годовую, многолетнюю цикличность, специфическую для каждого типа почв. Данные противоположные процессы А.А. Роде назвал *общими почвообразовательными процессами*, так как они встречаются во всех почвах в той или иной степени и количественном проявлении. Специфические проявления общих процессов в зависимости от специфики факторов и условий почвообразования он назвал *частными почвообразовательными процессами* (элементарные почвенные процессы, по И. П. Герасимову – ЭПП). Это такие процессы как гумусообразование, торфообразование, засоление, неосинтез каолинита и т.п.

Помимо этого А. А. Роде делил все процессы на макропроцессы, охватывающие весь появленный профиль, и микропроцессы, то есть органические или минеральные преобразования в пределах изолированных участков почвенного профиля.

Частные макропроцессы в своей совокупности они составляют явление почвообразования, присущее только почвам. При соответствующих сочетаниях друг с другом они определяют свойства почв на уровне генетических типов, то

есть строение профиля или систему генетических горизонтов. Каждый генетический тип почвы характеризуется определенным, только ему свойственным сочетанием ЭПП, хотя отдельные ЭПП могут встречаться и в почвах иных типов. Степень развития определенных ЭПП или присоединение дополнительных делают возможным обоснованное разделение на подтипы, роды, виды почв. В целом ЭПП: 1) специфичны только для почв; 2) в своей совокупности составляют явление почвообразования; 3) определяют образование в профиле специфических горизонтов почв; 4) определяют строение профиля; 5) имеют место в нескольких типах почв в различных сочетаниях.

По Б.Г. Розанову выделяют следующие ЭПП:

1. **Биогенно-аккумулятивные ЭПП** (подстилкообразование, торфообразование, гумусообразование, дерновый процесс).

2. **Гидрогенно-аккумулятивные ЭПП** (засоление, загипсовывание, окарбоначивание, оруднение – процесс гидрогенной аккумуляции гидратированных железа и марганца с образованием болотной руды, рудяка, ортштейна, окремнение – гидрогенное накопление кремнезема с цементацией в области циркуляции щелочных растворов, латеризация – внутрипочвенное ожелезнение, плинтификация – гидрогенное преобразование ферралитизированного материала путем отложения из грунтовых вод оксидов железа на каолинитовой основе, олугование – аккумулятивный процесс воздействия пресных грунтовых вод при хорошем дренаже без заболачивания, тирсификация – образование черного гидроморфного гумуса в слабодренированных депрессиях аридных территорий при аккумуляции монтмориллонитовых глин в почвообразующей породе, кольматаж – накопление взмученного материала на поверхности почвы и в порах верхних слоев при затоплении мутной водой).

3. **Метаморфические ЭПП** (сиаллитизация – внутрипочвенное выветривание первичных минералов с накоплением вторичной сиаллитной глины, монтмориллонитизация – внутрипочвенное выветривание первичных минералов с накоплением вторичной монтмориллонитовой глины, гумуссиаллитизация – преобразование минеральной массы с формированием дернинно-гумусированного глинисто-щебнистого профиля под горно-(степно)-луговой растительностью, ферралитизация – внутрипочвенное выветривание первичных минералов с накоплением вторичной ферралитной глины, ферсиаллитизация – накопление подвижных соединений железа на фоне оглинения, рубефекция (ферритизация) – процесс необратимой коагуляции и кристаллизации коллоидных гидрооксидов железа в результате интенсивного периодического просыхания после привноса их во влажный период, ожелезнение – процесс высвобождения железа из решеток минералов при выветривании и осаждение по трещинам и порам с побурением (покраснением) породы, оглеение – процесс метаморфического преобразования минеральной почвенной массы при постоянном или длительном переувлажнении почвы с интенсивным развитием восстановительных процессов, иногда сменяемых окислительными, оливизация – процесс приобретения оливковой окраски

горизонта вследствие периодического переувлажнения и просыхания глинистых минералов, содержащих трехвалентное железо в шестерной координации (нонтронит, глауконит, хлорит), слитизация, оструктуривание, отвердевание, мраморизация).

4. **Элювиальные ЭПП** (выщелачивание, оподзоливание, лессиваж, псевдооподзоливание, псевдооглеение, осоложение, сегрегация, ферролиз – элювиально-глеевый процесс, элювиально-гумусовый процесс, Al-Fe-гумусовый процесс, коркообразование).

5. **Иллювиально-аккумулятивные ЭПП** (глинисто-иллювиальный, гумусо-иллювиальный, железисто-иллювиальный, железисто-гумусо-иллювиальный, подзолисто-иллювиальный, карбонатно-иллювиальный, солонцово-иллювиальный, Al-Fe-иллювиальный).

6. **Педотурбационные ЭПП** (самомульчирование, растрескивание, криотурбация, вспучивание, пучение, биотурбация, ветровальная педотурбация, гильгаиобразование (вертисолизация), агротурбация).

7. **Деструктивные ЭПП** (эрозия, дефляция, стаскивание, погребение).

В процессе развития почва приобретает ряд свойств и внешних признаков, которые отличают ее от материнской породы. В ней выделяются генетические горизонты, образуются новые вещества и соединения, которых не было в материнской породе. Под морфологическими признаками понимают внешние признаки почвы, по которым ее можно отличить от горной породы или одну почву отличить от другой, а также приблизительно судить о направлении и степени выраженности почвообразовательного процесса. К главным морфологическим признакам почвы относятся: 1) строение почвы, 2) мощность почвы и ее горизонтов, 3) окраска, 4) гранулометрический состав, 5) структура, 6) сложение, 7) влажность 8) новообразования и включения, 9) характер перехода в нижележащий горизонт и форма границы. Все эти признаки подробно описаны в практикуме «Морфология почв» (Минск, 2016) [6].

1.4. Состав почвы

Почва – многофазное тело, состоящее из твердой (минеральной и органической), жидкой, газообразной и живой фаз.

Жидкая фаза почвы – вода в почве, почвенный раствор, исключительно динамичная по объему и составу часть почвы, заполняющая ее поровое пространство. Содержание и свойства этой фазы зависят от водно-физических характеристик почвы и состояния в данный момент в соответствии с условиями увлажнения и погоды.

Газовая фаза – воздух, заполняющий поры, свободные от воды. Его состав очень динамичен во времени и существенно отличается от атмосферного. Воздуха больше в сухой почве, вода и воздух – антагонисты в почве.

Живая фаза – населяющие почву организмы, непосредственно участвующие в процессе почвообразования. К ним относятся микроорганизмы, представители микро- и мезофауны, корневые системы растений.

Твердая фаза составляет основу почв, ее матрицу. Это – полидисперсная и поликомпонентная органо-минеральная система. Частички почвы различной степени дисперсности составляют своеобразный скелет почвы, промежутки между которыми заняты воздухом и (или) водой, т.е. в почве одновременно присутствуют все три неживые фазы почвы.

Соотношение этих трех фаз имеет решающее значение в создании плодородия почв и условий жизни живых организмов. Отсутствие или уменьшение ниже определенных пределов жидкой или газообразной фаз исключает возможность использования почв для обычных биологических процессов.

Твердая фаза почвы характеризуется гранулометрическим, минералогическим и химическим составом, с одной стороны, и сложением, структурой и порозностью, с другой стороны.

В состав твердой фазы почвы входят почти все элементы, но они отличаются по количеству и содержанию в минеральной и органической части почв.

В твердой части почвы содержатся основные запасы питательных элементов. Она состоит из минеральной (90–99 % массы) и органической частей (1–10 %). Минеральная часть почвы в свою очередь на 90 % состоит из трех элементов: кислорода, кремния и алюминия. Углерод, водород, кислород, фосфор и сера содержатся в почве как в минеральной, так и органической части. Азот почти целиком содержится в органической части, калий – только в минеральной части почвы.

Химический состав твердой фазы почвы в % (кларк): 49,0 O, 33,0 Si, 7,1 Al, 3,8 Fe, 1,4 Ca, 1,4 K, 1,0 H, 0,6 Mg, 0,6 Na, 0,46 Ti, 2,0 C, 0,09 S, Mn, 0,08 P, 0,1 N. Почвы содержат также значительное количество микроэлементов и ультрамикроэлементов, также важных для почвенных процессов и жизни растений. Такие элементы, как C, O, H, N используются для построения клеток растений, многие другие нужны для выполнения различных частных функций.

Химический состав почвы в значительной степени наследуется от почвообразующих пород. Химические показатели могут отражать свойства почв (химический состав, содержание подвижных форм элементов, реакция среды, окислительно-восстановительный потенциал) и проявление почвообразовательных процессов (соотношение $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$, C/N).

По минеральному составу в сформировавшейся почве наряду с первичными (унаследованными от коренной породы) мы находим и вторичные минералы – результат химического выветривания, а также органо-минеральные соединения – результат деятельности живых организмов.

Горные породы состоят из отдельных минералов – однородных в химическом отношении тел, обладающих постоянством химического состава и определенными физическими свойствами. По физическому состоянию минералы бывают твердые, жидкые и газообразные. Многие минералы имеют определенную форму и являются кристаллическими. Большинство минералов аморфны. Кристаллы ряда минералов анизотропны, т.е. различаются по своим свойствам в различных направлениях (твёрдость, теплопроводность и

электропроводность и др.). В горных породах минералы встречаются в определенных сочетаниях различными группами, образовавшимися в однородных условиях. Всего известно более 2000 минералов, 230 из них – пордообразующие. 60 % – полевые шпаты, 17 – силикаты, 12 – кварц, примерно по 4 % – слюды, рудные и иные минералы.

Минеральный состав почв существенно различается по размерам механических элементов. Решающую роль в хозяйственной деятельности человека играют почвы, состоящие в значительной мере из высокодисперсных частиц. В почвенных частицах более 0,001 мм преобладают первичные минералы, особенно алюмосиликаты и силикаты, содержание которых в земной коре составляет около 85 %. Главными составными их частями являются кислород, кремний, алюминий. Преимущественно это – полевые шпаты. К первичным относятся также мусковит, флогопит, серицит, кварц, слюды, карбонаты. Среди илистых частиц преобладают вторичные минералы, важнейшими признаками которых является их дисперсность, кристаллохимическая природа, что имеет следствием высокую адсорбционную способность и пластичность.

Глинистые минералы, особенно монтмориллонит, бейделлит, нонtronит, галлузит хорошо набухают, то есть происходит расширение кристаллической решетки перпендикулярно силикатным слоям. Глинистые минералы подразделяют на 4 основные группы:

- каолинита – диоктаэдрические слоистые алюмосиликаты жесткой кристаллической решетки, ненабухающие, имеющие емкость катионного обмена (ЕКО) до 25 смоль/кг; минералов этой группы много в тропиках и субтропиках;

- гидрослюд – трехслойные алюмосиликаты с нерасширяющейся решеткой, содержащие 6-8 % K₂O, имеющие ЕКО 45–50 смоль/кг; к ним близок вермикулит, имеющий ЕКО до 100 смоль/кг;

- монтмориллонита (смектита) – трехслойные алюмосиликаты с сильно расширяющейся решеткой, отличающиеся очень высокой дисперсностью, имеющие ЕКО 80–120 смоль/кг; для них характерно много изоморфных замещений, их много в почвах с нейтральной реакцией почвенной среды (черноземы, каштановые, солонцы);

- смешаннослойные – минералы с неоднородным составом; они составляют 30–80 % всех глинистых минералов в почвах умеренного пояса, особенно часто встречается сочетание хлорита с вермикулитом.

Важнейшим фактором химического выветривания является вода, а также присутствующие в почве кислород и углекислота. Основными типами реакций, происходящими в почве являются: гидратация, гидролиз, растворение, окисление-восстановление.

1.5. Органическое вещество почв

Органическое вещество почвы и процессы его трансформации играют важнейшую роль при формировании основных признаков и свойств почв.

Основным источником органического вещества в почве служат зеленые растения, которые ежегодно оставляют в почве в ее поверхности большое количество органического вещества – растительный опад. В почву поступают не только органические остатки отмерших растений, но и продукты их микробиологической трансформации. Биологическая продуктивность растений широко варьирует и находится в пределах от 1-2 т/год сухого органического вещества (тундра) до 30-35 т/год (влажные субтропики). При сельскохозяйственном использовании в почву поступает растительных остатков от 2-3 т/год (пропашные культуры) от 7-9 т/год (многолетние травы). Практически все органическое вещество почвы подвергается микробиологической обработке, конечными продуктами которой являются минеральные соединения.

Химический состав поступающих в почву органических остатков во многом зависит от типа отмерших растений.

Большую часть массы поступающих в почву органических веществ составляет вода. На ее долю приходится до 75–90 % массы. В состав сухого вещества входят углеводы, белки, жиры, воски, смолы, липиды, дубильные вещества и многие другие соединения. Все это высокомолекулярные органические вещества. Так, молекулярная масса белков колеблется в пределах 10^5 – 10^6 , полисахаридов до 10^6 .

Помимо органических соединений органические остатки содержат некоторое количество зольных элементов. Основную массу золы составляют кальций, магний, кремний, калий, натрий, фосфор, сера, железо, алюминий, марганец, хлор. Микроэлементы (бор, цинк, йод, фтор, молибден, кобальт, медь и др.) встречаются в весьма малых количествах.

Трансформация органических остатков в почве – сложный, многоступенчатый процесс. Населяющие почву животные, насекомые и их личинки, дождевые черви измельчают и перетирают растительные остатки, перемешивают их с почвой, перерабатывают. В процессе разложения растительные остатки теряют свое анатомическое строение, животные ткани и отмершие клетки микроорганизмов также подвергаются разложению и используются в качестве питательного материала новыми поколениями микроорганизмов.

При разложении растительных остатков их органические вещества превращаются в более подвижные и простые соединения (промежуточные продукты разложения). Часть этих соединений полностью минерализуется микроорганизмами, то есть разлагается до элементов минерального питания, углекислого газа и воды.

Еще часть промежуточных продуктов разложения превращается в специфические сложные высокомолекулярные соединения, относительно устойчивые к разложению, – гумусовые вещества. Этот процесс носит название

гумификации. Процесс гумификации – это совокупность сложных биохимических и физико-химических процессов, итогом которых является превращение органических веществ в специфические органические вещества – гумус.

Гумусом называется сложный комплекс высокомолекулярных азотосодержащих органических соединений, образовавшихся при разложении и гумификации растительных остатков. Процесс гумификации настолько сложен, что современная наука не выработала единых взглядов на его характер. Существуют несколько концепций, с той степенью достоверности объясняющих образование гумуса (конденсационная или полимеризационная; биохимического окисления; биологическая – как продукт синтеза различных микроорганизмов и другие).

Почвенный гумус состоит из следующих основных групп органических веществ: гуминовые кислоты; фульвокислоты; гумины; органо-минеральные производные гумусовых кислот.

Роль гумусовых веществ в жизни растений, почвообразовании и плодородии почв. С гумусовыми веществами почв тесно связана жизнь растений. Органические вещества почвы частично обеспечивают потребности растений в углекислом газе, который необходим для фотосинтеза. Гумус содержит большие запасы питательных веществ. Например, азот представлен в верхних слоях почвы в основном органическими формами.

Гумус содержит биологические активные вещества, которые стимулируют физиологические и биохимические процессы в растениях. На высокогумусных почвах вырастают растения с повышенным содержанием хлорофилла. Вытяжки солей гуминовых кислот (гумат натрия) являются стимуляторами роста растений. Их применяют в качестве растворов для опрыскивания, замачивания семян, полива растений. Вытяжки фульвокислот и их солей способствуют интенсификации поступления в растения элементов минерального питания. В последние годы из торфа и угля при обогащении амиаком и суперфосфатом получают гумусовые удобрения.

Огромное значение имеет гумус как фактор поглотительной способности почвы. Чем больше в почве гумусовых веществ, тем выше ее емкость поглощения. В такой почве хорошо закрепляются катионы. Так, в богатых гумусом тяжелосуглинистых черноземах емкость поглощения достигает 50–60 смоль/кг почвы, а в бедных гумусом песчаных дерново-подзолистых почвах – всего 1–2 смоль/кг. Величина емкости поглощения в значительной степени характеризует уровень плодородия почвы.

Органические вещества улучшают физические (уменьшают плотность сложения, повышают влаго- и воздухоемкость), химические (особенно обогащение азотом) и биологические свойства почвы, способствуют формированию агрономически ценной водопрочной структуры. Самой важной, возможно, функцией гумуса в почве является создание благоприятных условий для жизнедеятельности микроорганизмов, а уже микробы помогают растению питаться. Исторически микробы появились значительно раньше растений, поэтому скорее всего именно растения приспособились к микрофлоре.

1.6. Физические свойства почв

Твердая фаза почв характеризуется следующими основными свойствами: структурой, общими физическими, физико-механическими и тепловыми. В основе всех этих свойств почвы лежит ее гранулометрический состав. Гранулометрический состав почва в основном наследует от почвообразующей породы. В почве выделяют агрегаты (микроагрегаты) и элементарные почвенные частицы. Первые представляют собой комбинацию элементарных почвенных частиц, образующуюся в результате их взаимодействия, скрепления каким-либо цементом, kleem. Элементарные почвенные частицы представлены отдельными зернами минералов, обломков пород, коллоидами, в том числе органическими.

Удельная масса (плотность твердой фазы) почвы – отношение массы твердой фазы к массе воды в том же объеме при 4° С.

Пористость (скважность) почвы – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Пористость – одно из основных свойств почв. Именно в порах происходят все почвенные процессы. В них распределяются корни растений, живут микроорганизмы, мелкие животные. Соотношение воды и воздуха в порах почвы определяют окислительно-восстановительный режим. Поры определяют передвижение воды в почве, вынос соединений из почвенного слоя, капиллярный подъем воды.

Удельная поверхность почвы – суммарная поверхность всех частиц почвы, отнесенная к единице веса или объема, выражается чаще всего в м²/г. С увеличением удельной поверхности связаны явления поглощения минеральных веществ, зольных элементов, паров, газов, передвижение в почве воды и воздуха, а также другие физические и технологические свойства почвы.

К **физико-механическим** свойствам почв относится пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твердость и сопротивление при обработке. Эта группа свойств имеет большое значение для оценки технологических свойств почв.

1.7. Вода в почве

Вода играет огромную роль в жизни Земли – без нее нет жизни. Вода обладает большой подвижностью, передвигается даже в твердом состоянии. В жидкоком состоянии вода двигается под действием силы тяжести, в парообразном – за счет диффузии и пассивно с воздухом. Благодаря большой подвижности и способности переносить различные вещества вода играет важную роль в обмене веществ.

Именно почва играет огромную роль в круговороте воды, преобразуя ее в парообразную воду, поверхностный сток, подземный сток, испарение (транспирацию), т.е. водный режим почв территории – одно из важнейших звеньев водного режима всей суши. Основатель гидрологии почв Г.Н. Высоцкий сравнивал почвенную влагу с кровью организма, так как она обеспечивает передвижение веществ и снабжение растений влагой.

Воды, как поверхностные, так и грунтовые, играют огромную роль в процессах почвообразования, особенно в формировании окислительно-восстановительного режима почвы. При глубоком залегании грунтовых вод и отсутствии застоя поверхностных вод в почвенном профиле создаются аэробные условия и протекают окислительные явления, которые сопровождаются интенсивной минерализацией органического вещества. При избыточном увлажнении, обусловленном близким залеганием грунтовых вод и застоем поверхностных вод в пониженных элементах рельефа, развивается болотный процесс почвообразования. Особенностью болотного процесса почвообразования являются анаэробные условия и восстановительные процессы. В анаэробных условиях уменьшается активность окислительных процессов, что приводит к ослаблению минерализации органического вещества. При избыточном увлажнении в почвах развивается процесс оглеения минеральной породы, характерной особенностью которого является превращение окисного железа в закисное, более подвижное соединение, которое обычно окрашивает почвы в синий цвет.

Почвенная влага – основной ресурс для построения тела растений и важнейший фактор, определяющий условия существования сельскохозяйственных культур и обработки почвы. Вода необходима для растений в значительно больших количествах, чем другие средства питания растений. На формирование 1 г сухого вещества тратится до 500 и более г воды.

Вода в почвах неоднородна. Порции почвенной воды, обладающие одинаковыми свойствами, получили название *категорий или форм почвенной воды*.

Твердая вода в почве – это лед, являющийся потенциальным источником жидкой и парообразной воды, в которую он переходит в результате таяния и испарения.

Химически связанная вода (включает конституционную и кристаллизационную), представлена гидроксильной группой OH химических соединений или целыми водными молекулами кристаллогидратов.

Парообразная вода содержится в почвенном воздухе порового пространства в форме водяного пара.

Физически связанная вода сорбирована на поверхности почвенных частиц. По прочности фиксации физически связанная вода подразделяется на прочносвязанную и рыхлосвязанную.

Свободная вода. Вода, которая содержится в почве сверх рыхлосвязанной, находится уже вне области действия сил притяжения со стороны почвенных частиц (сорбционных) и является свободной. Отличительным признаком этой категории воды является отсутствие ориентировки молекул воды около почвенных частиц. В почвах свободная вода присутствует в капиллярной и гравитационной формах.

Капиллярная вода. Она удерживается в почве в порах малого диаметра – капиллярах, под действием капиллярных сил. Значение поверхностного натяжения зависит от формы поверхности жидкости и радиуса капилляра.

При погружении капилляра в резервуар с водой вода под действием

добавочного давления $\Delta P = P_1 - P_0$ подымается на такую высоту, чтобы уравновесить силу тяжести, т.е. $\rho gh = 2\alpha/R$, откуда $h = 2\alpha/Rg\rho$; иными словами высота обратно пропорциональна радиусу капилляра.

В почвах менисковые (капиллярные) силы начинают проявляться в порах с диаметром менее 8 мм, но особенно велика их сила в порах с диаметром от 100 до 3 мкм.

Капиллярная вода по физическому состоянию жидкая. Она высокоподвижна, способна обеспечить восполнение запасов воды в поверхностном горизонте почвы при интенсивном потреблении ее растениями или при испарении. Капиллярная вода свободно растворяет вещества и перемещает растворимые соли, коллоиды, тонкие суспензии. Все мероприятия, направленные на сохранение воды в почве или пополнение ее запасов (при орошении), связаны с созданием в почве запасов именно капиллярной воды с уменьшением ее расхода на физическое испарение.

Водными (водно-физическими, гидрофизическими) свойствами называют совокупность свойств почвы, которые определяют поведение почвенной воды в ее толще. Наиболее важными водными свойствами являются: водоудерживающая способность почвы, ее влагоемкость, водоподъемная способность, потенциал почвенной влаги, водопроницаемость.

Водоудерживающая способность – способность почвы удерживать содержащуюся в ней воду от стекания под влиянием силы тяжести. Влагоемкость почвы – способность поглощать и удерживать определенное количество воды. В зависимости от сил, удерживающих воду в почве, и условий ее удержания выделяют следующие виды влагоемкости, которые соответствуют определенным формам воды: максимальную адсорбционную, максимальную молекулярную, капиллярную, наименьшую или полевую и полную.

Водопроницаемость почв – способность почв и грунтов впитывать и пропускать через себя воду, поступающую с поверхности. Водопроницаемость почв находится в тесной зависимости от их гранулометрического и химического состава, их структурного состояния, плотности, порозности, влажности и длительности увлажнения.

Водоподъемная способность почв – свойство почвы вызывать восходящее передвижение содержащейся в ней воды за счет капиллярных сил. Высота подъема воды в почвах и скорость ее передвижения определяются в основном гранулометрическим и структурным составом почв, их порозностью. Чем почвы тяжелее и менее структурны, тем больше потенциальная высота и меньше скорость подъема воды.

Водным режимом называют всю совокупность явлений поступления влаги в почву, ее передвижения, удержания в почвенных горизонтах и расхода из почвы. Водный режим почв характеризует поступление воды в почву и расход ее из почвы на отток в грунтовые воды или другие элементы рельефа, на испарение и транспирацию. Обычно водный режим характеризуют следующими параметрами: режим влажности (изменение содержания воды в почве в зависимости от погодных условий и воздействия растений) и водный баланс почв (оценка прихода и расхода воды в почвах в годовом цикле). В последнее время к этим известным параметрам

прибавили характеристику гидрологического профиля и гидрологических горизонтов почв.

Типы водного режима. Водный баланс складывается неодинаково для различных почвенно-климатических зон и отдельных участков местности. В зависимости от соотношения основных статей годового баланса может быть несколько типов водного режима.

Практически характер водного режима определяют по соотношению средних осадков и испаряемости. Испаряемость – наибольшее количество влаги, которое может испариться с открытой водной поверхности или с поверхности постоянно переувлажненной почвы в данных климатических условиях (мм). Отношение годовой суммы осадков к годовой испаряемости именуют коэффициент увлажнения (КУ). Он колеблется от 0,1 до 3 в различных природных зонах.

Регулирование водного режима – обязательное мероприятие в районах интенсивного земледелия. При этом осуществляется комплекс приемов, направленных на устранение неблагоприятных условий водоснабжения растений. Искусственно меняя приходные и расходные статьи водного баланса, можно существенно влиять на общие и полезные запасы воды в почвах и этим способствовать получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

1.8. Воздушный и тепловой режим почв

Почва – пористая система, в которой практически всегда в том или ином количестве присутствует воздух, состоящий из смеси газов, заполняющих свободное от воды поровое пространство почвы. Воздушная фаза – важная и наиболее мобильная составная часть почв, изменчивость которой отражает биологические и биохимические ритмы почвообразования, находящаяся в тесном взаимодействии с твердой, жидкой и живой фазами. Почвенный воздух – смесь газов и летучих органических соединений, заполняющая поры, свободные от воды. Наличие и состав почвенного воздуха не менее важны для формирования урожая, чем вода и питательные вещества. Количество и состав почвенного воздуха оказывают существенное влияние на развитие и функционирование растений и микроорганизмов, на растворимость и миграцию химических соединений в почвенном профиле, на интенсивность и направленность почвенных процессов.

Газы и летучие органические соединения находятся в почве в нескольких физических состояниях: собственно почвенный воздух – свободный и защемленный, адсорбированные и растворенные газы.

Свободный почвенный воздух – это смесь газов и летучих органических соединений, свободно перемещающихся по системам почвенных пор и сообщающихся с воздухом атмосферы. Свободный почвенный воздух обеспечивает аэрацию почв и газообмен между почвой и атмосферой.

Защемленный почвенный воздух – воздух, находящийся в порах, со всех сторон изолированных водными пробками. Чем более тонкодисперсна

почвенная масса и компактней ее упаковка, тем большее количество защемленного воздуха она может иметь. В суглинистых почвах содержание защемленного воздуха достигает более 12 % от общего объема почвы или более четвертой части всего ее порового пространства.

Адсорбированный почвенный воздух – газы и летучие органические соединения, адсорбированные почвенными частицами на их поверхности. Чем более дисперсна почва, тем больше содержит она адсорбированных газов при данной температуре. Количество сорбированного воздуха зависит от минералогического состава почв, от содержания органического вещества, влажности.

Растворенный воздух – газы, растворенные в почвенной воде. Растворенный воздух ограниченно участвует в аэрации почвы, так как диффузия газов в водной среде затруднена. Однако растворенные газы играют большую роль в обеспечении физиологических потребностей растений, микроорганизмов, почвенной фауны, а также в физико-химических процессах, протекающих в почвах.

Совокупность ряда физических свойств почв, определяющих состояние и поведение почвенного воздуха в профиле, называется *воздушно-физическими свойствами почв*. Наиболее важными из них являются воздухоемкость, воздухосодержание, воздухопроницаемость, аэрация.

Современный состав земной атмосферы, по мнению В. И. Вернадского, имеет биогенную природу, причем огромную роль в формировании атмосферы играет газообмен между ее приземным слоем и почвой. Атмосферный воздух представляет собой смесь газов, основную массу которой создают три – азот, кислород, аргон; остальные газы присутствуют в незначительных количествах. Попадая в почву, атмосферный воздух претерпевает значительные изменения. Содержание диоксида углерода (CO_2) увеличивается в 2-5 раз в почвах аридных территорий, в 8-20 раз в почвах гумидных и до 200 раз в гидроморфных почвах. Столь же динамично и содержание кислорода.

Почва получает тепло с прямой и рассеянной радиацией. Известно, что от Солнца поступает 1,94 кал/мин \cdot см 2 (солнечная постоянная), но в зависимости от угла падения солнечных лучей реальное количество тепла существенно отличается. Баланс тепла зависит от таких параметров, как интенсивность солнечной радиации, альbedo, теплоемкость и теплопроводность почв, а в вулканически-активных регионах дополнительное тепло поступает из магмы, а также с теплыми ключами.

Главная особенность теплового режима всех почв – движение тепловой волны от поверхности в нижние почвенные горизонты. Эти движения идут с определенным запаздыванием, связанным с теплопроводностью почв.

В пределах биоценоза поступление энергии от солнца неравномерно, зависит от растительного покрова, его плотности, количества ярусов и т.д. Так, сведение леса на многолетней мерзлоте увеличивает поступление тепла с солнечной радиацией и приводит к частичной деградации мерзлоты (она опускается на 20–40 см и более).

Под теплоемкостью понимают количество теплоты (кал), необходимое для нагревания на 1° С 1 г почвы (массовая теплоемкость) или 1 см³ почвы (объемная теплоемкость). Теплоемкость жидкой фазы – около 1, твердой – 0,1–0,5, газовой фазы – 0,0003. Из этих величин следует, что теплоемкость почвы увеличивается с увеличением влажности почвы, то есть для нагревания влажной почвы требуется больше тепла, чем для нагревания сухой.

Излучение теплоты также зависит от состава и влажности почвы, строения поверхности. Поступающее количество энергии (радиационный баланс) тратится на испарение, нагревание почвы, отдачу тепла в атмосферу. В среднем за год тепловой баланс почвы равен нулю.

Теплопроводность – способность почвы проводить теплоту, она определяет глубину прогревания и охлаждения почв. Этот показатель у воды в 20 раз выше, чем у воздуха, поэтому влажные почвы прогреваются на большую глубину, хотя и медленнее, чем сухие. Биологически активное прогревание соответствует температуре выше 10° С. Колебания суточных температур распространяются обычно до глубины 1 м. Сезонные колебания захватывают значительно большую толщину почвы.

В принципе можно выделить почвы теплые (обычно песчаные и супесчаные, содержащие мало воды), имеющие теплопроводность 3,5–5,0 ккал/см²*сек*град и теплоемкость 0,5–0,6 кал/см³*град, и холодные (глинистые переувлажненные) с показателями в 3–4 раза меньше. Благодаря высокой теплоемкости воды переувлажненные почвы медленнее согреваются, чем более легкие или менее увлажненные.

1.9. Деградация и охрана почв

В результате экологически необоснованной хозяйственной деятельности, реже в результате природных явлений (природное изменение условий почвообразования, извержение вулканов, ураганы), почва часто теряет свое плодородие, деградирует или даже полностью разрушается. Для предотвращения негативных экологических последствий воздействия человека на почву необходимо самое пристальное внимание уделять вопросам рационального использования и охраны почв.

Охрана и рациональное использование почв — это система мероприятий, направленных на защиту, улучшение и рациональное использование земель, увеличение плодородия почв и поддержание устойчивости биосфера в целом.

Явления деградации и полного разрушения почвы можно разделить на несколько основных групп:

1. Нарушение биоэнергетического режима почв и экосистем: девегетация почв (потеря почвами растительного покрова, ведущая к омертвлению почв); **дегумификация почв** (потеря почвами гумуса); **почвоутомление и истощение почв** (процессы, происходящие в почвах в результате длительного возделывания одного вида сельскохозяйственных культур).

2. Патологическое состояние почвенных горизонтов и профиля почв: отчуждение и выключение почв из действующих экосистем (промышленная эрозия почв) (отчуждение почв городами, поселками, дорогами, линиями

электропередач и связи, трубопроводами, карьерами, водохранилищами, свалками и т. д.); *водная и воздушная эрозия (дефляция) почв* (разрушение верхних слоев почвы под действием воды и ветра); *образование бессструктурных кор и переуплотненных горизонтов* (потеря почвой структуры или ее переуплотнение при обработке полей тяжелой техникой при влажности выше «физической спелости» почв).

3. Нарушение водного и химического режима почв: сухость и опустынивание почв (результат, как общеземного послеледникового процесса опустынивания, так и непродуманной хозяйственной деятельности человека); *селевые разливы и оползни* (результат сведения растительности в горных районах); *вторичное засоление почв* (результат неправильного орошения минерализованными или пресными водами); *природная и вторичная кислотность почв*; *переосушение почв* (результат неправильно проводимых осушительных мелиораций);

4. Затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ, то есть развитием комплекса негативных процессов, приводящих к деградации почвенного покрова: затопление пойменных и надпойменных террас, подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв, абразия берегов и засоление дельт, размыв и уничтожение почв приморских дельт, загрязнение и содовое (щелочное) засоление вод и почв и др.

5. Загрязнение и химическое отравление почв: промышленное загрязнение почв (результат осаждения паров, аэрозолей, пыли или растворенных соединений поллютантов на поверхность почвы с атмосферными осадками); *сельскохозяйственное загрязнение почв* (результат неправильного применения пестицидов, внесение сверх нормальных доз минеральных и органических удобрений, отходов и стоков животноводческих ферм); *радиоактивное загрязнение почв*.

6. Деградация почв районов с распространением многолетней мерзлоты происходит из-за крайней неустойчивости к воздействию антропогенных факторов (неупорядоченное движение транспорта, перевыпас и другие процессы приводят к нарушению растительного покрова, что обуславливает протаивание мерзлых грунтов, развитие эрозионных процессов).

7. Разрушение почв военными действиями происходит при передвижении военной техники, строительстве фортификационных сооружений, взрывах бомб, снарядов.

8. Водная и ветровая эрозия – процесс разрушения почвенного покрова, является наиболее распространенным видом деградации почв.

1.10. Химический состав почв

Почвы содержат почти все элементы периодической системы Д. И. Менделеева, но диапазон концентраций очень велик: от десятков и единиц массовых долей до 10^{-10} – 10^{-12} %. Часть элементов участвует в формировании почвенной массы, то есть они играют конституционную роль, хотя они же

необходимы и живым организмам, другая часть существенно не влияет на свойства почвенной массы, но зато играет важную физиологическую роль: некоторые элементы могут быть как стимуляторами физиологических и биохимических процессов, так и быть токсичными. Первая группа – макроэлементы, вторая включает микро-, ультрамикро- и наноэлементы.

Состав элементов в почвенном покрове, их распределение и ассоциации определяются комплексом факторов почвообразования. Прежде всего, это почвенно-биологический круговорот веществ в результате жизнедеятельности живых организмов и разложения их остатков. Избирательное поглощение веществ изменяет почвы по сравнению с материнской породой, определяет глобальную геохимическую работу растений. Главнейшей особенностью химического состава почв является значительное содержание в ней органического углерода и азота, за редким исключением отсутствующих в породе. Благодаря концентрации растениями и микроорганизмами в почве накапливаются или задерживаются при промывном водном режиме и другие биофильные элементы – фосфор, сера, калий, кальций, магний и другие.

На накопление элементов в почвах оказывает влияние состав почвенно-поглощающего комплекса, характер выноса растворенных соединений, состав органического вещества. По сравнению с осадочными породами почвы характеризуются пониженным содержанием натрия, кальция, магния, хлора, стронция, которые выносятся в процессе выветривания и почвообразования. Химический состав почвы определяет многие ее свойства, даже гранулометрический состав. В значительной мере химический состав определяет тип биогеоценоза. Частично он унаследован от почвообразующей породы, частично меняется в процессе почвообразования.

Особенно многочисленны в почвах соединения углерода. Практически всегда в почвенном воздухе есть диоксид углерода CO_2 , в почвенном растворе – угольная кислота, в аридных почвах – CaCO_3 и Na_2CO_3 ; это только минеральные соединения. Набор соединений в органическом веществе до сих пор не подсчитан, но в их число входят как низкомолекулярные соединения, начиная от метана CH_4 , аминокислот, простейших кислот жирного ряда, моносахаридов, до высокомолекулярных соединений, представленных целлюлозой, лигнином, полипептидами. Особое место занимают так называемые специфические для почв гумусовые вещества.

Содержание азота (N) в земной коре составляет $2,3 \times 10^{-2}$ весовых процента, общие запасы исчисляются десятками миллиардов тонн. Главным источником азота является атмосфера. Над каждым гектаром земной поверхности в воздухе имеется свыше 70 тыс. тонн азота, однако молекулярный азот воздуха недоступен для растений. В природных условиях связывание молекулярного азота воздуха и его накопление в почве происходит путем связывания азотфиксирующими организмами.

Основная часть азота находится в почве в виде сложных органических соединений, небольшая часть – в виде необменно-поглощенных ионов аммония в кристаллической решетке алюмосиликатных минералов. Содержание азота

сильно различается в пределах одной и той же почвенной зоны, в среднем в пахотном горизонте 0,1 % азота от веса почвы.

Азот – один из основных элементов, необходимых для питания растений. Он входит в простые и сложные белки, которые являются главной составной частью протоплазмы растительной клетки, в состав нуклеиновых кислот, содержится в хлорофилле, фосфатах, алкалоидах, витаминах, ферментах и других органических веществах клеток.

Фосфор (Р). Фосфор относится к числу распространенных элементов в земной коре – 8×10^{-2} весовых процента. Основная масса фосфора находится в природных фосфатах (170 видов), а также в породах с фосфорсодержащими минералами (амблигонит, вивианит, монацит, пиromорфит и т.д.).

Минеральные формы фосфора в почвах чаще преобладают над органическими. Минеральные соединения представлены трудно растворимыми фосфатами – солями кальция, железа и алюминия. При этом в нейтральных и щелочных почвах преобладают фосфаты кальция, в кислых – фосфаты полуторных оксидов. Более высокой растворимостью характеризуются кальциевые соли фосфорной кислоты. Большая часть минерального фосфора не доступна растениям, поэтому потребность растений в нем удовлетворяется не полностью.

Калий (К). Калий принадлежит к одному из наиболее распространенных в земной коре элементов, среднее содержание в почвах 1,36 %, в земной коре – 2,14 %. Калием богаты почвы, образующиеся на кислых осадочных породах. Больше калия в тяжелых почвах, так как он входит в состав минералов, образующих преимущественно глинистые частицы. В тяжелых почвах общее количество K_2O достигает 2–3 %, в песчаных, супесчаных и торфяных почвах значительно меньше. В почве калий находится в различных по доступности растениям соединениях: в алюмосиликатах; адсорбционно-связанный на поверхности почвенных коллоидов (обменный); водорастворимый; входящий в состав плазмы микроорганизмов; необменный. Между обменным и необменным калием в почве существует некоторое равновесие. Растения поглощают элемента больше, чем убывает содержание в почве обменного калия. Пополнение запасов обменного калия, смещаемого под влиянием растений, объясняется постоянным восстановлением равновесия между обеими формами калия в почве.

Железо (Fe). Один из главных компонентов литосферы, составляет около 5 % ее массы. В земной коре входит в состав около 300 минералов. Поведение железа в окружающей среде имеет сложный характер и определяется его способностью легко изменять валентность в зависимости от физико-химических условий среды, а также тесно связано с геохимическими циклами кислорода, серы, углерода. Оксисленные и щелочные условия среды способствуют осаждению железа, кислые и восстановительные – растворению его соединений. Свободное железо фиксируется в виде оксидов и гидроксидов, замещает магний и алюминий в других минералах, образует комплексы с органическими лигандами.

Марганец (Mn) является одним из наиболее распространенных элементов в литосфере. Он образует ряд минералов, в которых присутствует в виде ионов

Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+} . Катионы Mn^{2+} способны замещать двухвалентные катионы некоторых элементов в силикатах и оксидах.

Поведение марганца в почвах достаточно сложное и зависит от различных факторов, наибольшее значение из которых имеют pH и Eh среды, поэтому наиболее распространенными являются реакции окисления – восстановления и гидролиз. Сложное химическое поведение элемента приводит к образованию большого числа его оксидов и гидроксидов, которые осаждаются на почвенных частицах, а также конкреций различного диаметра, которые способны концентрировать железо и микроэлементы почвы.

Алюминий (Al) является одним из главных элементов земной коры, кларк в литосфере составляет 8,80. Число минералов, содержащих алюминий, исчисляется сотнями. В соединениях с кислородсодержащими лигандами образует единственный устойчивый и широко распространенный ион Al^{3+} . Растворимость гидроксидов алюминия низкая, особенно в интервале pH 5–8, при этом растворимость понижается при старении твердых фаз. Свежеосажденные гидроксидные формы Al и коллоидные частицы способны к адсорбции анионов, поэтому гидроксиды алюминия вносят важный вклад в разнообразные свойства почв. Подвижный алюминий в кислых почвах быстро поглощается растениями, что может вызвать химический стресс.

По абсолютному содержанию в почве кальций и магний входят во вторую группу элементов, содержание которых изменяется в почве от десятых долей до нескольких процентов. Обычно их содержания достаточно для удовлетворения потребностей растений, и эти элементы, особенно кальций, не считаются удобрительными. Среднее содержание кальция в литосфере – 3,6 %, магния – 2,1 %, однако в дерново-подзолистых почвах их содержание в 3–9 и 2–7 раз меньше. Большая их часть находится в виде труднорастворимых соединений, но при почвообразовательных процессах они переходят в более растворимые формы, которые могут быть потреблены растениями в процессе роста.

В дерново-подзолистых почвах Беларуси валовое содержание кальция и магния существенно меньше их кларков, поскольку ионы этих элементов, как никакие другие катионы в условиях гумидного климата, вымываются и уносятся через гидрографическую сеть. В естественных почвах за тысячелетия процесс обеднения двухвалентными катионами достиг большого размаха, следствием чего является повышенная генетическая кислотность почти всех почв гумидной зоны и Беларуси, в частности.

Кальций и магний являются важными элементами и как составные части культурных растений. Поглощение обменных оснований корнями растений является основным источником питания растений кальцием и магнием, а также основным источником подкисления вследствие обмена на водород, выделяемый корнями, поскольку кальций и магний поглощаются растениями почти исключительно в обменной форме.

Сера – также один из основных необходимый для живых организмов элемент. Сера входит в состав ряда аминокислот (метионин, цистеин, цистин), витаминов (тиамин, биотин), масел (чесночное, горчичное), она участвует в обмене веществ. Содержание серы в почвах содержание серы в среднем 0,08 % (в зависимости от

климатической зоны), по количеству она - макроэлемент, по значению для растений – скорее микроэлемент. В гумидных почвах сера в почве входит в состав органического вещества, в аридных почвах, кроме того, в состав сульфатов, в болотных – в состав сульфидов.

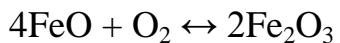
1.11. Физико-химические свойства почв

В почвах может происходить более 30 различных химических реакций и процессов. Часть их них имеет общий характер для всех почв, часть присуща только отдельным почвенным типам. Общие для большинства почв реакции следующие: осаждение-растворение, катионный обмен, комплексообразование, синтез и минерализация органических соединений, образование гумусовых веществ. Почвам северных влажных регионов свойственны накопление кислых продуктов, развитие восстановительных процессов (глеообразование); в сухих южных районах нередко происходит накопление солей, а реакция почв зависит от карбонатов кальция и регулируется карбонатно-кальциевым равновесием.

Одной из самых распространенных реакций является *катионный обмен*. Для почв наиболее характерны реакции катионного обмена между твердой частью почвы, которая поглощает катионы, и почвенным раствором, который можно рассматривать как раствор электролита.

Засоление почвы. В бессточных впадинах сухих регионов, в приморских районах почвы нередко содержат высокие концентрации легкорастворимых солей. Это хлориды кальция, магния, натрия и калия, сульфаты, некоторые карбонаты, нитраты. Легкорастворимые соли отрицательно сказываются на развитии растений, поскольку они повышают осмотическое давление почвенных растворов, а некоторые катионы и анионы токсичны для растений.

Окислительно-восстановительные реакции происходят практически в каждой почве. Эти реакции являются сопряженными, и если какой-либо компонент почвы окисляется, то другой неизбежно восстанавливается. Наиболее распространенный вариант – окисление-восстановление ионов железа:



Под окислительно-восстановительными процессами понимаются процессы, в которые в качестве возможной стадии входит переход электронов от одной частицы вещества к другой. Окисление является реакцией, при которой происходит присоединение кислорода к веществу или потеря веществом водорода или электронов. Восстановление – это потеря веществом кислорода, присоединение к веществу водорода или электронов.

Гумификация является одним из самых важных почвенных биохимических процессов. Сущность его заключается в трансформации растительных остатков в своеобразные, темноокрашенные органические гуминовые вещества преимущественно кислотной природы. В основе гумусовых веществ лежат бензолсодержащие фрагменты, их мобильная часть представлена большим набором аминокислот и моносахаридов, они содержат азот и различные

кислородсодержащие функциональные группы: карбоксильные -COOH, гидроксильные и фенольные -OH, хинонныe =C=O и другие. Особенность гуминовых веществ заключается в высокой устойчивости к гидротермическим и биохимическим условиям; их возраст, датированный по ^{14}C , достигает сотен и тысяч лет, а молекулярные массы составляют десятки тысяч атомных единиц массы.

Таким образом, любая почва имеет очень сложный химический состав как по набору и количественному соотношению химических элементов, так и по формам их соединений. Наиболее активную химическую роль в почвах играют те вещества, которые находятся в высокодисперсном состоянии (ил, плазма); к ним относятся гуминовые вещества, слоистые глинистые минералы, ионные и молекулярные дисперсии. Для почв характерно образование и накопление специфических гумусовых веществ, главных и наиболее активных составляющих органического вещества почвы. В почвах одновременно протекает множество реакций, зачастую противоположно направленных, что обуславливает стабильность системы; многообразие химических соединений и реакций – главное условие устойчивости почв. В каждой природной зоне формируются почвы, имеющие особый химический состав и режимы, хорошо согласованные с экологической обстановкой или, по В.В. Докучаеву, соответствующие факторам почвообразования.

Реакция почвы – физико-химическое свойство почвы, связанное с содержанием ионов H^+ и OH^- в ее твердой и жидкой частях. Реакция почвы кислая, если в ней преобладают ионы H^+ , и щелочная, если ионы OH^- . Реакция почвы оказывает большое влияние на развитие растений и почвенных микроорганизмов, на эффективность удобрений, на химические и биохимические процессы в почве. Для количественной оценки реакции почвы применяют различные показатели: pH суспензии почвы в воде или в растворе KCl, количество кислотных компонентов в вытяжке 1M ацетата натрия и т.п.

Концентрацию ионов водорода в растворе принято выражать условной величиной pH (отрицательный логарифм концентрации H^+ ионов).

Различают две формы кислотности почв: актуальную (активную) и потенциальную (скрытую) кислотность. Последняя подразделяется, в свою очередь, на обменную и гидролитическую.

Актуальная кислотность – это кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией в нем ионов H^+ , а также слабых минеральных (H_2CO_3), органических кислот и гидролитически кислых солей (AlCl_3).

При нейтральной реакции концентрация ионов водорода и гидроксила одинакова – 10^{-7} мг/л, то есть pH раствора равен 7. Актуальная кислотность непосредственно влияет на развитие растений и микроорганизмов почвы.

Потенциальная (скрытая) кислотность обусловлена ионами H^+ , Al^{3+} и Fe^{3+} , поглощенными частицами почвы с отрицательным зарядом. Часть поглощенных ионов водорода и алюминия может быть вытеснена в раствор катионами нейтральных солей (KCl), в результате чего почвенный раствор подкисляется. Это – обменная потенциальная кислотность почвы, выражается pH в KCl.

Минеральные почвы с рН <4,5 – *сильнокислые* и с рН 4,51–5,00 – *среднекислые*, а также торфяно-болотные с рН менее 4,5 нуждаются в первоочередном известковании; почвы 3 группы – *кислые*, требуют известкования, при рН 5,51–6,0 – минимальная нуждаемость в известковании имеется лишь для суглинистых и глинистых почв.

При обработке почвы уксуснокислым натрием CH_3COONa или уксуснокислым кальцием $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ все ионы, обуславливающие кислотность почвы, вытесняются в раствор и эта часть потенциальной кислотности получила название гидролитической. Она включает актуальную и потенциальную кислотность – как обменную, так и собственно гидролитическую (которая не обнаруживается при обработке КС1). Гидролитическая кислотность выражается в мгЭКВ на 100 г почвы или, по современной системе, смоль(+)/кг, что одно и то же.

Поглотительная способность – это явление поглощения и удержания почвой веществ, растворенных в почвенном растворе, а также в виде коллоидных частиц, газов и паров. Поглотительная способность почвы зависит от ее гранулометрического состава, структурных свойств, содержащихся в ней химических соединений и живых организмов.

Поглощение почвой веществ, которые соприкасаются с ней, происходит в результате целого ряда процессов: физических, химических, физико-химических и биологических. В зависимости от происходящего процесса различают механическую, физическую, химическую, физико-химическую и биологическую поглотительные способности.

Механическая поглотительная способность – свойство почвы задерживать взмученные частицы, содержащиеся в фильтрующейся через нее воде, размер которых крупнее почвенных пор. Эти частицы могут поступать в почву извне или образовываться в почве при ее увлажнении водой. Эта способность почвы зависит от ее гранулометрического состава и структуры.

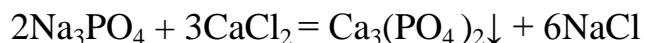
Физическая (молекулярная адсорбция) – это увеличение или уменьшение концентраций молекул растворенного вещества в граничном слое раствора, который окружает почвенные коллоиды. Она связана со свойством почвы поглощать из почвенного раствора молекулы электролитов, газов, так как на границе соприкосновения почвенных частиц и почвенного раствора появляется свободная поверхностная энергия, величина которой тем больше, чем выше степень раздробленности твердого вещества и удельная поверхность частиц.

Физико-химическая (обменная) – свойство обменивать некоторую часть содержащихся в твердых фазах почвы катионов на эквивалентное количество катионов, находящихся в почвенном растворе. Сущность этого процесса заключается в том, что соли и кислоты, присутствующие в почвенном растворе, в значительной степени диссоциированы на катионы и анионы. При этом каждый катион диссоциированной молекулы несет положительный заряд, каждый анион – отрицательный. Молекулы NaCl распадаются на Na^+ и Cl^- , HCl на H^+ и Cl^- . При взаимодействии твердой фазы почвы с почвенным раствором почвенные коллоиды, заряженные в большинстве случаев отрицательно, поглощают положительно заряженные ионы – катионы. Поглощенные катионы

удерживаются на поверхности почвенных частиц достаточно прочно, но могут быть вытеснены обратно в раствор другими катионами.

Химическая поглотительная способность – это способность почвы закреплять поступающие в раствор ионы в форме труднорастворимых или нерастворимых соединений, которые выпадают в осадок. Закрепление ионов в результате химического поглощения происходит в том случае, когда в почвенном растворе содержится растворенная соль. Она способна вступать в химические реакции с ионами и образовывать нерастворимые или мало растворимые соединения, которые будут удерживаться в почве от вымывания.

Например, химическая реакция между находящимися в почвенном растворе легкорастворимыми солями Na_3PO_4 и CaCl_2 дает нерастворимые соединения, прочно удерживаемые почвой.



Биологическая поглотительная способность – поглощение и закрепление в телах живых организмов различных веществ из почвенного раствора. Минеральные соли, находящиеся в почве или поступившие туда из вне в виде удобрений, используются микроорганизмами и растениями, что предохраняет их от вымывания. После отмирания организмов эти соединения как бы поглощаются почвой и могут быть использованы повторно. Кроме этого, корневые системы и микроорганизмы выделяют CO_2 и другие органические кислоты, которые растворяют нерастворимые в воде минералы и химические соединения. Особенностью этого поглощения является избирательность усвоения из растворов важнейших для организма веществ.

1.12. География почв

Факторы почвообразования создают многообразие почвенного покрова на разных уровнях его структурной организации, что отражают мировые почвенные карты. Составление почвенных карт – основа познания территории для аграрных или лесохозяйственных целей.

Начало мировой картографии почв было положено «Схемой почвенных зон Северного полушария», составленной В. В. Докучаевым в 1899 г. в масштабе 1: 50 000 000. Она содержала всего восемь выделов, включая пять широтных почвенных зон (boreальную, таежно-лесную, черноземных степей, аэralьную и латеритную). Карту составили методом дедукции, исходя из учения о соответствии почв факторам почвообразования. На зональном почвенно-климатическом принципе построена легенда. Значение картосхемы было исключительно велико. Она показала, что распространение почв на земном шаре не хаотично, а закономерно и объяснимо. Карта наглядно отразила открытый Докучаевым закон широтной зональности почв и определила главные принципы составления почвенных карт мира.

В 1974 г. на X Международном конгрессе почвоведов в Москве была представлена новая Почвенная карта мира под ред. В. А. Ковды, Е. В. Лобовой, Г. В. Добровольского и Б. Г. Розанова. Карта выполнена на основании

обобщения новейших почвенно-карографических материалов в масштабе 1:10 000 000. Легенда карты содержит 293 основных таксонов почв. Помимо зонально-фацальных закономерностей географии почв карта отражает также почвенно-геохимические и эволюционно-генетические закономерности строения ПП Земли. Наиболее крупные выделы на карте представлены 12 почвенно-геохимическими формациями.

Особое место среди мировых почвенных карт занимает Почвенная карта мира ФАО/ЮНЕСКО. Это первая в истории почвоведения мировая карта, разработанная на основе международного сотрудничества. Составление ее заняло 15 лет (1960-1975 гг.) Карта опубликована на 19 листах в масштабе 1: 5 000 000 с фундаментальными пояснительными текстами. В легенде карты выделено 26 групп типов почв и 133 типа или основных почвенных единиц. Достоинство карты – согласованная номенклатура и количественные диагностические критерии выделения типов почв, относительно крупный масштаб и насыщенность информацией картографических единиц: в каждом контуре наряду с преобладающими показаны подчиненные почвы, гранулометрический состав и рельеф. Карта ФАО/ЮНЕСКО – наиболее подробная современная Почвенная карта мира.

Важную роль в последнее время приобретает картографирование почвенного покрова мира в системе WRB (World Referative Base). С использованием этой классификационной схемы, являющейся логичным продолжением карты мира ФАО-ЮНЕСКО создан, например, атлас почв Европы (2005 г), на картах которого на территории Беларуси преобладают ретисоли (дерново-подзолистые почвы).

Общие закономерности строения ПП и его региональной дифференциации наиболее последовательно отражены на картах почвенно-географического районирования. Почвенно-географическое районирование – это разделение территории на регионы, однотипные по СПП, сочетанию факторов почвообразования и возможностям хозяйственного использования почв. Районирование отражает СПП на разных уровнях его организации и служит методом систематизации, анализа и выявления главных особенностей ПП. Таксономические единицы в почвоведении (таксоны) – это последовательно соподчиненные систематические категории, отражающие объективно существующие группы почв в природе. Они отражают место или ранг почвы в системе и характеризуют точность их определения.

Наиболее полно разработаны и обоснованы принципы и система таксономических единиц почвенно-географического районирования, которое было разработано большим коллективом авторов Почвенного института им. В.В. Докучаева и МГУ. В его основе лежит докучаевское учение о типе почвы как основной таксономической единице.

Тип почвы – группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами. Эта группа почв характеризуется однотипным строением почвенного профиля, однотипностью

процессов поступления органических веществ и их трансформации, процессов разложения минеральной массы, миграции и аккумуляции веществ, однотипным характером различных почвенных режимов, что в итоге определяет сходство мероприятий по управлению плодородием.

Номенклатура почв – наименование почв в соответствии с их свойствами и положением в систематике почв. В почвоведении имеются несколько направлений в номенклатуре почв, каждое из них опирается на свою систему диагностики и классификации почв.

Русская школа заложена В. В. Докучаевым, который использовал общий принцип научной терминологии, согласно которой почвам даны лаконичные, моносемичные названия с использованием народной лексики и являющиеся по существу символическими: подзол, серозем, чернозем, бурые почвы, т. е. критерием символического термина была использована цветовая окраска почв.

Номенклатура почв в русском (белорусском) почвоведении содержит полное название почвы, в котором приведены последовательно наименования типа, подтипа, рода, вида, разновидности и разряда, т. е. из названия почвы ясны ее главные признаки. Например, дерново-подзолистая (тип), эродированная (подтип), остаточно-карбонатная (род), слабоподзолистая (вид), легкосуглинистая (разновидность), на моренном суглинке (разряд).

Помимо русской школы широкое распространение в мире получили также американская школа и, особенно, международная классификация WRB. Американская классификация строится на выделении 11 порядков, 47 подпорядков, около 200 больших групп. Порядки выделяют по присутствию или отсутствию диагностического горизонта: альфисоли; андисоли; аридисоли; энтисоли; гистосоли; инсептосоли; моллисоли; оксисоли; сподосоли; ультисоли и вертисоли. Название подпорядков включает название порядка (последний слог названия), а первый слог обозначает наиболее диагностичный признак почв, например, аквальфы – почвы порядка альфисолей, постоянно или периодически насыщенные водой.

Международная номенклатура почв WRB содержит названия почвенных реферативных почвенных групп либо традиционные международные, использовавшиеся еще на карте мира ФАО: ферральсоль, лювисоль, акрисоль, умbrisоль, криосоль и т.д., либо составленные из греческих, латинских или русских корней с добавлением «zem» или «sol»: «чернозем», «подзол», «солончак», «солонец», «каштанозем». К ним добавляются префиксы или суффиксы, с помощью которых проводится дальнейшая дифференциация.

Теория зональности частично помогает понять разнообразие почв мира, но не может составить устойчивой базы классификации почв. Ряды реферативных почвенных групп не следует расценивать как высший уровень классификации, а лишь как подспорье и иллюстрацию того, как отражаются основные процессы почвообразования в глобальной структуре почвенного покрова.

Прежде всего, органические почвы отделены от всех минеральных почв в отдельную общность. Все минеральные почвы разделены на 9 общностей по принципу главного критерия, т.е. ведущего фактора (или факторов) почвообразования, в наибольшей степени влияющего на формирование почвы.

1. Органические почвы представлены одной реферативной почвенной группой – гистосоли.

2. Искусственные почвы, имеющие одну главную общую черту – радикальное изменение их свойств деятельностью человека, включают две РПГ – антросоли и техносоли.

3. Минеральные почвы, чьи свойства в значительной мере обусловлены особенностями материнской породы. Общность включает РПГ: андосоли – почвы вулканических областей, ареносоли – почвы песчаных пустынь; прибрежных и материковых дюн, а также ареалов сильно выветрелых песчаников; вертисоли – набухающие почвы на тяжелых монтмориллонитовых глинах.

4. Минеральные почвы, чьи свойства в значительной мере определены рельефом местности. Сюда относятся почвы понижений рельефа: флювисоли – молодые аллювиальные почвы и глейсоли – неслоистые почвы заболоченных территорий, не подверженные современному осадконакоплению, а также слаборазвитые почвы возвышенных или эродированных территорий: лептосоли – почвы на скальной или высококарбонатной породе и регосоли – почвы на рыхлой породе, имеющие лишь поверхностную дифференциацию профиля по разным причинам, например, из-за низких температур, продолжительных засух или эрозии.

5. Почвы, слаборазвитые в силу ограниченности периода почвообразования или омоложения почвообразующей породы (например, вследствие эрозии). Слаборазвитые почвы встречаются практически в любых условиях среды от уровня моря до высокогорий и от экватора до boreальных областей, под различной растительностью. Объединяющим их свойством являются начальные признаки почвообразования – камбисоли.

6. Почвы красных и желтых цветов, типичные для влажных тропических и субтропических регионов. Реферативные почвенные группы этого ряда характеризуются мощным профилем (зрелой почвы), сформированным длительными процессами выветривания и выносом его продуктов: плинтосоли – почвы преимущественно на древних поверхностях выветривания, с горизонтом, состоящим из смеси новообразованных глин, оксидов железа и кварца и залегающим под верхним горизонтом, который необратимо затвердевает под воздействием кислорода при выходе на поверхность (плинтит); ферральсоли – глубоко выветрелые почвы с низкой емкостью катионного обмена, практически лишенные минералов, способных к выветриванию; алисоли – почвы с высокой емкостью катионного обмена и высоким содержанием обменного алюминия; нитисоли – мощные почвы на материнской породе, достаточно богатой первичными минералами, характеризующиеся специфической структурой (ореховатой с блестящими поверхностями структурных агрегатов); акрисоли – сильно выщелоченные красные и желтые почвы, сформировавшиеся на кислых материнских породах, характеризующиеся горизонтом аккумуляции глины, малой емкостью катионного обмена, не насыщенные основаниями; ликсисоли – почвы, сходные по морфологии с акрисолями, но с высокой степенью насыщенности основаниями.

7. Почвы аридных и семиаридных областей, где перераспределение карбонатов кальция и гипса является важным механизмом дифференциации профиля на горизонты. Сюда входят: солончаки – почвы с высоким содержанием легкорастворимых солей; солонцы – почвы с высоким содержанием обменного натрия; гипсисоли – почвы с горизонтом вторичного накопления гипса; дюрисоли – почвы, характеризующиеся слоем новообразований, скрепленных кремнеземом; кальцисоли – почвы, обогащенные вторичными карбонатами.

8. Почвы степей – переходные между почвами с преобладанием аккумулятивных процессов, характерных для сухих типов климата, и почвами с преобладанием процессов выщелачивания, типичных для гумидной зоны умеренного пояса: черноземы – почвы с мощным, очень темным поверхностным горизонтом и обогащенные карбонатами в подпочве; каштаноземы – почвы с менее мощными, рыжевато-коричневатыми поверхностными горизонтами и наличием карбонатов и/или гипса на некоторой глубине, характерны для сухих степей; файоземы – темные тусклые красные почвы прерий с высокой насыщенностью основаниями, но не имеющие видимых признаков вторичной аккумуляции карбонатов.

9. Бурые и серые почвы гумидных областей преимущественно умеренного климата характеризуются признаками перераспределения глины и/или органического вещества. Умеренный климат и небольшой возраст большинства почв объясняют относительное богатство их основаниями, несмотря на преобладание процессов выщелачивания над процессами накопления. Элювиирование и иллювиирование металлоорганических комплексов приводит к формированию серых (белесых) оттенков и черновато-красновато-бурых (иллювиальных) тонов в горизонтах почв этой общности. Сюда относятся подзолы – кислые почвы с белесым элювиальным горизонтом, перекрывающим горизонт накопления органического вещества, связанного с алюминием и/или железом; планосоли – почвы осолоделые, характеризующиеся белесым подповерхностным горизонтом, залегающим на слабопроницаемом, плотном слое; ретисоли – почвы, характеризующиеся языковатой границей белесого горизонта с подстилающим его иллювиально-глинистым; лювисоли – почвы с высокой насыщенностью основаниями и горизонтом значительного накопления глины; стагносоли – почвы со стагниковыми признаками, развивающиеся в условиях периодического поверхностного переувлажнения; умbrisоли – почвы с мощным темным гумусированным верхним горизонтом, характеризующимся кислой реакцией среды.

10. Почвы мерзлотных областей несут признаки криотурбации (т.е. нарушений сложения, вызванных промораживанием-оттаиванием и сегрегацией льда), такие, как нарушение залегания горизонтов и линзы органического вещества на глубине, часто сконцентрированные на поверхности многолетней мерзлоты. Криотурбация также приводит к сортировке щебня в почве и пятнистости ее поверхности; пятна дифференцированы по сортировке материала. Все мерзлотные почвы входят в одну реферативную группу – криосоли.

Диагностика почв – описание почв с целью установить совокупность признаков, по которым она может быть отнесена к тому или иному типу или

иному классификационному подразделению. Главными диагностическими методами являются профильный и сравнительно-географический, на основе которых можно установить тип почвы.

Почвенно-географическое районирование – разделение территории на почвенно-географические районы, однородные по особенностям почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования и характеру возможного сельскохозяйственного использования. Районирование является основой учения В.В. Докучаева о широтно-горизонтальной и вертикальной зональности почв. К формированию понятия о почвенных зонах его привело учение о факторах почвообразования.

Разные авторы позднее доказали, что на каждом континенте распределение зон имеет свои особенности, что горизонтальные зоны опоясывают земной шар не лентой, а встречаются в виде «островов» среди других почвенных зон или могут выпадать полностью. Более или менее строго учение о горизонтальной зональности соблюдается на обширных пространствах Русской равнины.

Мысль о вертикальной зональности почв в горах была высказана В.В. Докучаевым одновременно с учением о горизонтальной зональности.

Позднее было установлено, что в горах имеется большее разнообразие биоклиматических условий и типов почв, чем на равнинах, и что каждая горная страна характеризуется определенными сочетаниями вертикальных почвенных зон. Различия определяют: положение горной страны в системе горизонтальных почвенных зон; высота горной страны; ее положение по отношению к движению воздушных масс, изолированность от морей другими горными системами; наличие температурных инверсий на разных склонах.

Таксономическая система районирования учитывает особенности СПП и состоит из следующих единиц: 1) почвенно-биоклиматический пояс, 2) почвенно-биоклиматическая область, 3) почвенная зона (в горах горная почвенная провинция), 4) почвенная провинция, 5) почвенный округ и 6) почвенный район. Эта система позволяет показать сложность строения ПП на всех уровнях его организации и объяснить ее с точки зрения законов генезиса и географии почв.

Полный курс лекций приведен в учебном пособии «Почвоведение и земельные ресурсы» : учеб. пособие / Н.В. Клебанович [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/169516>. – Дата доступа 23.01.2019.

Дополнительно о почвах Беларуси можно получить информацию в учебном пособии «География почв Беларуси» / Н.В. Клебанович и др. [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/38354>. – Дата доступа 23.01.2019.

Презентации лекций по дисциплине «Почвоведение и земельные ресурсы» доступны на сайте географического факультета БГУ <https://geo.bsu.by/index.php/departments/soil-science/present.html>.

2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1. Практические работы

Тема 1: Характеристика почвенных зон мира

Форма выполнения работы: Заполнение таблицы 1 в процессе работы с литературными источниками и атласами.

Почвенная зона – составная часть области, ареал распространения зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв. В каждую область обычно входят две-три почвенные зоны.

Опорными единицами почвенно-географического районирования на равнинных территориях являются почвенные зоны, а в горах – горные почвенные провинции.

На Земле выделяют ряд основных почвенных зон (табл. 1), для каждой из которых характерны один-два основных реферативных почвенных групп (типа почв).

Тип почвы – группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами. Эта группа почв характеризуется однотипным строением почвенного профиля, однотипностью процессов поступления органических веществ и их трансформации, процессов разложения минеральной массы, миграции и аккумуляции веществ, что в итоге определяет сходство мероприятий по управлению плодородием.

Подтипы почв выделяются в пределах типа и представляют собой группы почв, различающиеся по проявлению основного или налагающихся процессов.

Роды выделяются в пределах подтипа и показывают влияние местных условий (химизма и режима грунтовых вод, состав пород) на качественные генетические особенности почв: карбонатность, ожелезнение, реликтовые признаки и т.д.

Виды в пределах рода характеризуют различия в свойствах и строении почв, связанные с особенностями протекания почвообразовательного процесса, характером антропогенного воздействия: глеевые, слабоэродированные, окультуренные.

Разновидности почв определяются по гранулометрическому составу почвообразующих и подстилающих пород: глинистые, суглинистые, супесчаные и др.

Разряды характеризуют генетические свойства почвообразующих пород: моренные, покровные, флювиогляциальные и другие отложения.

Цель практической работы: Закрепление знаний об общих закономерностях размещения почв на Земле.

Задание 1. Нанесите почвенные зоны мира на контурную карту мира.

Задание 2. Заполните таблицу 1 и проанализируйте размещения почвенных зон мира, сравните их, сделайте выводы.

Таблица 1 -Характеристика почвенных зон мира

Природная зона	Зональные почвы	Страна, для которой характерны	Почвообразовательные процессы	Реакция среды	Содержание гумуса,	Плодородие и использование
Арктическая						
Тундровая						
Мерзлотно-таежная						
Таежно-лесная						
Смешанных лесов						
Широколиственных лесов						
Степей						
Сухих степей						
(Полу)пустынь						
Влажных субтропических лесов						
Ксерофитных лесов и кустарников						
Субтропических (полу)пустынь						
Влажных тропических лесов						
Тропич. саванн						
Засоленные почвы аридных зон						

Тема 2. Основные процессы почвообразования

Форма выполнения работы: Заполнение таблицы 2 в процессе работы с литературными источниками.

В результате длительного геологического процесса под влиянием физического, химического и биологического выветривания и перемещений горные породы измельчались и превращались в продукты другого химического состава с другими физическими свойствами: поверхность их, представляющая более или менее однородную массу, являлась материнской породой для образования почвы.

Совокупность явлений превращений и перемещений веществ и энергии в пределах педосфера Земли под влиянием которых формируется почва, называется **почвообразовательным процессом**.

Взаимодействие малого биологического и большого геологического круговоротов веществ и потоков энергии в пределах коры выветривания горных пород, ведущий к образованию почвы, ее развитию и эволюции проявляется через серию противоположно направленных процессов и противоречивых явлений, из которых складывается почвообразование: *разрушение – новосинтез минералов; биологическая аккумуляция – потребление элементов из почвы*

организмами; гидрогенная аккумуляция – геохимический вынос; разложение – синтез органических соединений; поглощение – выделение ионов из твердой фазы в раствор; растворение – осаждение веществ; пептизация – коагуляция коллоидов; нисходящее – восходящее движение растворов; увлажнение – высыхание; набухание – усадка; нагревание – охлаждение; окисление – восстановление; азотфиксация – денитрификация.

Процессы почвообразования – важнейшая составляющая триады: факторы – процессы – свойства почв. В Беларуси выделяется *три основных (подзолистый, дерновый, болотный) и два менее характерных (буровземный, солончаковый) почвообразовательных процесса.*

Дерновый процесс – это совокупность явлений, вызываемых развитием травянистой растительности, основным свойством которой является способность накапливать в почве органические остатки и создавать ряд благоприятных свойств, определяющих плодородие почвы. Дерновый процесс почвообразования развивается на лугах и в лесах с мохово-кустарничково-травянистым покровом. Образующиеся в процессе гумификации гумусовые вещества накапливаются в верхнем горизонте почв и окрашивают верхние слои почвы (горизонт A₁ и A₁A₂) в серый или темно-серый цвет. Гумус обогащает почву азотом и зольными элементами питания растений, ослабляет процессы выщелачивания, увеличивает влагоемкость и уменьшает аэрацию почв, способствует образованию зернисто-комковатой структуры. В целом дерновый процесс приводит к образованию плодородных почв с благоприятными физико-химическими свойствами.

Подзолистый процесс в чистом виде развивается под пологом древесной лесной растительности при полном отсутствии травянистого покрова. Главную роль в развитии подзолистого процесса играет лесная подстилка, в результате разложения которой образуются светлоокрашенные органические кислоты, которые являются важнейшим агентом почвообразования. Они вступают в реакции с органическими и минеральными веществами почвы, поглощенные основания почв замещаются ионами водорода гумусовых кислот, что приводит к резкому усилению кислой реакции почвенной среды. Гумусовые кислоты влияют также на распад силикатов, алюмосиликатов и других сложных минералов почв. Вследствие этого процесса образуются коллоидальные гидраты окислов железа, алюминия, марганца, кремния и т. д., большей частью выносимые в горизонт вымывания В (иллювиальный) и даже за пределы профиля. В верхней части профиля формируется обедненный коллоидами и основаниями подзолистый горизонт A₂, относительно обогащенный кремнеземом.

Подзолистые почвы на территории Белоруссии встречаются только под пологом хвойных лесов на севере страны. На большей части территории он сочетается с подзолистым, формируя зональные дерново-подзолистые почвы.

Болотный процесс идет при избыточном увлажнении в анаэробных условиях. Для него характерно медленное разложение отмерших растительных остатков, которые интенсивно накапливаются на поверхности почвы в виде торфа, и отсутствие вымывания продуктов жизнедеятельности анаэробных бактерий в нижележащие горизонты. Минеральные горизонты при данном

почвообразовательном процессе подвергаются сложному анаэробному процессу разложения веществ и восстановлению – оглеению, что приводит к образованию пятен, затеков и сплошных глеевых горизонтов. В относительно сухие периоды в заболоченные почвы проникает кислород воздуха. При этом закисные формы железа и марганца окисляются и переходят в окисные, в результате чего образуются различной формы и размеров железисто-марганцевые конкреции, ржаво-окристальные пятна и разводы.

Общепризнанным является также наличие в отдельных районах республики буроземного и солончакового процессов почвообразования.

Буроземообразование – процесс внутрипочвенного выветривания с оглинением и ожелезнением на месте без существенного перемещения продуктов разложения. Буроземы морфологически слабо дифференцированы, сравнительно хорошо может быть выражен лишь гумусовый горизонт.

Солончаковый процесс почвообразования в Беларуси выражается в накоплении вторичных карбонатов, реже соединений железа, из жестких грунтовых вод в условиях локально проявляющегося выпотного водного режима. Горизонт вторичных карбонатов или соединений железа обычно формируется непосредственно под гумусовым слоем или несколько ниже, в пределах иллювиального горизонта.

Цель практической работы: Закрепление знаний об основных процессах почвообразования.

Задание. Проанализируйте основные процессы почвообразования, сравните их, для чего заполните таблицу 2 и сделайте выводы.

Таблица 2 - Основные процессы почвообразования в Беларуси

Параметры	Дерновый	Подзолистый	Болотный	Солончаковый	Буроземный
Вид растительности					
Условия протекания процесса					
Сущность процесса					
Составные части процесса					
Горизонты, в которых процесс наиболее выражен					
Реакция почв					
Окислительно-восстановительные условия					
Выносимые элементы и вещества					
Накапляемые элементы и вещества					
Типы почв, для которых характерен процесс					

Тема 3. Сравнительная характеристика отдельных типов почв Беларуси

Форма выполнения работы: Заполнение таблицы 3 по трем типам почв Беларуси по заданным показателям: факторы почвообразования (климат, рельеф, почвообразующие породы, растительность), содержание и состав гумуса, естественная кислотность и др.

При картографировании почвы диагностируются по их внешним и внутренним признакам, важнейшими из которых являются строение профиля, морфологические, морфометрические, физико-химические свойства отдельных горизонтов, гранулометрический состав и распределение ила в почвенной толще.

Номенклатура почв Беларуси, используемая при выполнении крупномасштабных картографических работ, включает 13 типов почв

Дерново-карбонатные почвы формируются на карбонатных породах под любой зональной растительностью, хорошо выраженный гумусовый горизонт, высокое содержание гумуса. Развиваются в автоморфных условиях при промывном типе водного режима.

Бурые лесные – формируются на легких породах богатого минералогического состава под широколиственными или елово-широколиственными лесами, хорошо дренированные, имеют слабую дифференциацию профиля на горизонты и однотонную бурую окраску.

Подзолистые почвы формируются под пологом хвойной растительности с моховым покровом (или мертвопокровом) при промывном типе водного режима, характеризуются отсутствием гумусового горизонта, кислой реакцией среды и невысокой степенью насыщенности основаниями верхних горизонтов.

Дерново-подзолистые почвы под воздействием дернового и подзолистого процессов почвообразования, под пологом сочетания древесной и травянисто-мохово-кустарничковой растительности; наличие перегнойно-аккумулятивного, подзолистого и иллювиального горизонтов, под которыми с глубины 1,5–2,0 м залегает мало измененная почвообразованием порода. Уровень плодородия зависит от гранулометрического состава слагающих пород. Их отличает повышенная кислотность, невысокое содержание питательных веществ и гумуса.

Дерново-подзолистые заболоченные почвы приурочены к понижениям рельефа с близким уровнем грунтовых вод или участкам с наличием локального водоупора, способствующего заболачиванию. Они развиваются при участии дернового, подзолистого и болотного почвообразующих процессов. Строение генетического профиля такое же, как у дерново-подзолистых почв, но в одном или нескольких горизонтах отмечаются признаки заболачивания.

Дерновые заболоченные почвы приурочены к понижениям с близким от поверхности уровнем грунтовых вод под луговой растительностью, реже черноольховыми лесами. Формируются под воздействием двух процессов почвообразования: дернового и болотного. Их отличает наличие сравнительно мощного гумусового горизонта, иногда заторфованного, который сменяется оглеенным иллювиальным или глеевым горизонтом. Подзолистый горизонт

отсутствует. Содержание гумуса значительное, может достигать 8–10 и более %, отличаются невысокой кислотностью.

Торфяно-болотные почвы формируются в условиях постоянного и избыточного увлажнения грунтовыми, поверхностными или натечными водами. В результате болотного процесса происходит накопление органического вещества (торфа) и оглеение подстилающей минеральной части почвы. В зависимости от условий залегания и характера водного питания торфяно-болотные почвы делятся на верховые (олиготрофные), низинные (эвтрофные) и переходные (мезотрофные). Болотные почвы низинного типа отличаются высоким потенциальным плодородием, почвы верховых болот имеют кислую реакцию среды и плохой ботанический состав торфа, их использование в сельском хозяйстве нецелесообразно. Низинные болотные почвы более широко представлены на юге Беларуси, верховые – на севере. Занимают более 14,2 % всей площади Беларуси.

Пойменные (аллювиальные) почвы – в условиях речных пойм под воздействием дернового, болотного и аллювиального процессов почвообразования и их сочетаний. Высокое естественное плодородие. Используются под сенокосы и пастбища. Представлены двумя основными группами: дерновыми заболоченными (основное отличие от непойменных – слоистое строение) и торфяно-болотными (иловато-торфяными), которые имеют высокую степень зольности, богаче азотом, фосфором и некоторыми другими питательными веществами по сравнению с аналогичными внепойменными почвами.

Помимо отмеченных выделяют также малораспространенный тип **болотно-подзолистых** почв, развивающихся под влиянием болотного и подзолистого процессов почвообразования, а также тип **антропогенно-преобразованных** почв, характеризующийся широким спектром внутритиповых различий в зависимости от характера антропогенного преобразования почв.

Варианты заданий:

Вариант 1. Дерново-подзолистые; дерново-подзолистые заболоченные; торфяно-болотные верховые.

Вариант 2. Дерново-карбонатные; дерново-подзолистые; торфяно-болотные низинные.

Вариант 3. Бурые лесные; дерново-карбонатные; аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные.

Вариант 4. Дерново-подзолистые; болотно-подзолистые; торфяно-болотные низинные.

Вариант 5. Дерново-подзолистые; дерновые заболоченные; торфяно-болотные верховые.

Вариант 6. Дерново-подзолистые; дерново-подзолистые заболоченные; аллювиальные иловато-торфяные.

Вариант 7. Дерново-подзолистые; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные.

Вариант 8. Дерново-подзолистые; дерновые заболоченные; бурые лесные.

Вариант 9. Дерново-подзолистые; аллювиальные иловато-торфяные; торфяно-болотные верховые.

Вариант 10. Дерново-подзолистые; дерново-карбонатные; торфяно-болотные верховые.

Вариант 11. Дерново-подзолистые; дерново-подзолистые заболоченные; торфяно-болотные низинные.

Вариант 12. Бурые лесные; дерново-карбонатные; аллювиальные иловато-торфяные.

Вариант 13. Бурые лесные; дерново-подзолистые; аллювиальные иловато-торфяные.

Вариант 14. Дерново-карбонатные; болотно-подзолистые; аллювиальные иловато-торфяные.

Вариант 15. Дерново-подзолистые заболоченные; дерновые заболоченные, аллювиальные иловато-торфяные.

Вариант 16. Дерново-подзолистые; дерновые заболоченные; аллювиальные иловато-торфяные.

Вариант 17. Дерново-подзолистые; дерновые заболоченные; аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные.

Вариант 18. Бурые лесные; аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные.

Вариант 19. Бурые лесные; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные.

Вариант 20. Дерново-карбонатные; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные.

Вариант 21. Дерново-подзолистые; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные верховые.

Вариант 22. Дерново-карбонатные; аллювиальные иловато-торфяные; торфяно-болотные верховые.

Вариант 23. Дерново-подзолистые; дерновые заболоченные; бурые лесные.

Вариант 24. Дерново-подзолистые; дерново-карбонатные; бурые лесные.

Вариант 25. Дерново-карбонатные; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные верховые.

Цель практической работы: Закрепление знаний об основных типах почв Беларуси

Задание. Заполните таблицу 3 (согласно варианта задания) и проанализируйте основные типы почв, сравните их, сделайте выводы.

Таблица 3 - Сравнительная характеристика трех типов почв Беларуси

Основные показатели	Типы почв Беларуси (согласно варианта задания)		
Процессы почвообразования			
Ряд по увлажнению			
Рельеф			
Почвообразующие породы			
Естественная растительность			
Кислотность			
Насыщенность основаниями			
Содержание гумуса			
Тип гумуса			
Система основных генетических горизонтов			
диагностические горизонты			
Пригодность для полевых культур			
Относительный уровень плодородия для Беларуси (средний, высокий и т. п.)			
Провинция, в которой таких почв более всего			
Другие важные свойства			

Тема 4. Расчетные работы в почвоведении

Форма выполнения работы: Студенты выполняют наиболее типичные расчеты, связанные со свойствами почв и применяемыми в почвоведении: определение массы пахотного горизонта, пористости, запасов влаги, запасов гумуса, емкости поглощения, степени насыщенности почв основаниями.

Твердая фаза почв характеризуется следующими основными физическими свойствами: структурой, общими физическими, физико-механическими и тепловыми.

Физические свойства твердой фазы почв характеризуются удельной массой, объемной массой, пористостью, удельной поверхностью.

Удельная масса (плотность твердой фазы) почвы – отношение массы твердой фазы к массе воды в том же объеме при 4° С. Для органических веществ плотность твердой фазы изменяется от 0,2 до 1,4, для минеральных – от 2,1 до

5,1 г/см³. Для минеральных горизонтов почв этот показатель обычно близок к 2,65, органогенных от 1,4 до 1,8 г/см³.

Плотность почвы (объемная масса) – масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении. Она зависит от минералогического и гранулометрического состава, структуры, содержания органического вещества. Обработка почвы уменьшает плотность, проход техники – увеличивает. Плотность почвы сильно влияет на поглощение влаги, газообмен в почве, развитие корней, микробиологические процессы. Оптимальная плотность пахотного горизонта – 1,0-1,2 г/см³, при 1,2-1,3 г/см³ почва уплотнена, при 1,3-1,4 – сильно уплотнена, 1,4-1,6 г/см³ – типичные величины для подпахотных горизонтов, 1,6-1,8 – для иллювиальных горизонтов.

Пористость (скважность) почвы – суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Выражается в % от общего объема почвы и вычисляется по плотности сложения (ОМ) и плотности твердой фазы (УМ) почв:

$$\text{Робщ} = (1-\text{ОМ}/\text{УМ}) * 100.$$

Пористость зависит от гранулометрического состава, структурности, содержания ОВ, приемов обработки и окультуривания почвы. Поры образуются между отдельными механическими элементами, агрегатами и внутри агрегатов. В минеральных горизонтах она обычно составляет 25-60 %, в торфяных достигает 90 %. Особенно низкая порозность в оглеенных (су)глинистых горизонтах – 25-30 %. Различают общую пористость, капиллярную и некапиллярную. Поры могут быть заполнены водой и воздухом. Некапиллярные поры обеспечивают водопроницаемость и воздухообмен, капиллярные поры создают водоудерживающую способность почвы, то есть обеспечивают запас доступной для растений влаги.

Для создания устойчивого запаса влаги в почве при хорошем воздухообмене необходимо, чтобы некапиллярная пористость составляла 55-65 % общей. Если она менее 50 %, то могут возникнуть анаэробные процессы в почве. В агрономическом отношении важно, чтобы почвы имели наибольшую капиллярную пористость, заполненную водой, и одновременно пористость аэрации не менее 15 % объема в минеральных и 30-40 % в торфяных почвах. При пористости более 65 % почва избыточно пористая, всщущена; при 55-65 – отличная пористость, при 50-55 – удовлетворительная, менее 50 – неудовлетворительная, 25-40 – характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов.

Важной характеристикой почв является **поглотительная способность** – явление поглощения и удержания почвой веществ, растворенных в почвенном растворе, а также в виде коллоидных частиц, газов и паров. Поглотительная способность почвы зависит от ее гранулометрического состава, структурных свойств, содержащихся в ней химических соединений и живых организмов. В зависимости от характера процесса поглощения различают **механическую, физическую, химическую, физико-химическую и биологическую** поглотительные способности.

Самой важной для питания растений является **физико-химическая (обменная)** – свойство обменивать некоторую часть содержащихся в твердых

фазах почвы катионов на эквивалентное количество катионов, находящихся в почвенном растворе. Эта поглотительная способность может быть охарактеризована через ЕКО – емкость катионного обмена, состав обменных катионов, но в наиболее простом варианте поглотительную способность характеризуют через размеры емкости поглощения Т (итог суммирования показателей суммы поглощенных оснований и гидролитической кислотности, то есть некислых и кислых катионов) и степень насыщенности ее основаниями (V).

Цель практической работы: Закрепление знаний о физических и физико-химических свойствах почв.

Задание. Заполните табл. 6, для чего определите массу пахотного горизонта (т/га), пористость(%), запасы влаги в сое 0-50 см (т/га), запасы гумуса в слое 0-50 см (т/га), емкость поглощения (катионного обмена) почв (Т, мг-экв/100 г почвы), степень насыщенности основаниями (V, %), используя оптимальные параметры свойств почв Беларуси (табл. 4).

Масса пахотного горизонта представляет собой произведение объемной массы (плотности) почв на его мощность.

Пористость (порозность) определяется через отношение массы почвы, не занятой твердой фазой (разность между удельной и объемной массами), к удельной массе почв и выражается в процентах;

Запасы влаги и гумуса определяются в гумусовом (пахотном) слое и в слое 0-50 см перемножением содержания влаги (или гумуса, соответственно) на объемную массу (плотность) почвы и мощность слоя; данные переводятся в т/га и оцениваются по отношению к оптимуму (табл. 4).

Емкость поглощения (катионного обмена) почв в упрощенном виде определяется через сумму поглощенных оснований (S) и кислотных компонентов (гидролитическая кислотность).

Степень насыщенности основаниями определяется через отношение поглощенных оснований к емкости поглощения и выражается в процентах.

Таблица 4 - Оптимальные параметры некоторых свойств почв Беларуси

Почва	Масса слоя 0-25 см, т/га	Пористость, %	Запасы влаги в слое 0-50 см, т/га	Запасы гумуса в слое 0-50 см, т/га	Т, мг-экв/100 г почвы	V, %
Суглинистая	4000	55	1300	90	12-15	85
Супесчаная	4000	50	1150	80	8-10	80
Песчаная	4000	50	1000	65	6-8	75
Торфяно-болотная	800	80	2000	–	30-40	70

Таблица 5 - Исходные данные для выполнения работы (пример)

№ разреза, почва	Горизонт и его мощность, см	Объемная масса, г/см ³	Удельная масса, г/см ³	Влажность, %	Содержание гумуса, %	S, мг-экв / 100 г почвы	Hg, мг-экв / 100 г почвы
1. ДП легко-суглинистая	Ap, 28	1,35	2,62	15	2,3	6,5	3,5
	A ₂ 13	1,48	2,65	12	0,32	3,3	3,6
	A _{2B1} , 20	1,61	2,68	14	0,22	4,0	2,2
2. ДП песчаная	Ap, 26	1,32	2,64	12	1,6	3,5	2,5
	A ₂ , 26	1,58	2,65	9	0,33	1,2	3,0
3. Торфяно-болотная	At, 30	0,41	1,20	45	–	28	12
	T, 40	0,36	1,12	50	–	16	26

Таблица 6 - Результаты выполнения работы (пример)

№ разреза, почва	Масса слоя, т/га	Пористость, %	Запасы влаги, т/га	Запасы гумуса, т/га	T, мг-экв/ 100 г почвы	V, %
1. ДП легкосуглинистая	3780	48,5	87	86,9	10,0	65,0
	1924	44,2	231	6,2	6,9	47,8
	1449	39,9	203	3,2	6,2	64,5
в слое 0-50 см			521	96		
2. ДП песчаная	3432	50,0	412	54,9	6,0	58,3
	3792	40,4	341	12,5	4,2	28,6
в слое 0-50 см			753	67		
3. Торфяно-болотная	1230	65,8	554		40,0	70,0
	720	67,9	360		42,0	38,1
в слое 0-50 см			914			

Полностью задание по практическим работам 1-4 представлены в практикуме «Почвоведение и земельные ресурсы». - Ч. 1 / авт.-сост. Н. В. Клебанович и др. [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/18361> – Дата доступа 23.01.2019.

Практическая работа 5. Сравнительный анализ состояния почвенно-земельных ресурсов родного района, области и Беларуси

Форма выполнения работы: Выполнение серии диаграмм, отражающих качественное и количественное состояние почв и земельных ресурсов родного для студента района, своей области и Беларуси в целом, анализ полученных диаграмм и общая оценка земельно-ресурсного потенциала района.

Цель практической работы: *Ознакомиться с современным состоянием и структурой земель Беларуси.*

Задание. Используя таблицы 1-34, определите особенности состояния почвенно-земельного фонда родного района (или другого района по

усмотрению преподавателя) и сравните их с показателями по области и Беларуси, дайте общую оценку почвенно-земельного фонда.

Общий примерный алгоритм выполнения работы:

1. Выясняется место исследуемой области в общей структуре земельных ресурсов страны (табл. 1-10).

2. Оценивается общий размер района относительно среднереспубликанского, оценивается уровень сельскохозяйственного освоения, распаханности, удельное (в расчете на 1 сельского жителя) количество основных видов земель.

3. Анализируется соотношение основных видов земель, сравнивается с областным и республиканским уровнем.

4. Характеризуется распределение почв сельскохозяйственных земель района по типовой принадлежности, гранулометрическому составу, степени увлажнения, степени эродированности и сравнивается с областными и республиканскими показателями.

5. Исходя из среднеобластных данных оценивается состояние земель по уровню загрязненности радионуклидами, тяжелыми металлами, завалуненности.

Все виды анализа иллюстрируются диаграммами.

Полностью задание по практической работе представлено в практикуме «Почвоведение и земельные ресурсы». - Ч. 2 / авт.-сост. Н.В. Клебанович и др. [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/18224> – Дата доступа 23.01.2019.

Практическая работа 6 посвящена углубленному изучению почвенного покрова мира. Студент в течение занятия должен ответить на ряд вопросов по почвам мира в международной классификации WRB. Подробно суть заданий изложена в практикуме «Почвы мира в системе WRB» / Н.В. Клебанович [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/168987> – Дата доступа 23.01.2019.

2.2. Тематика лабораторных работ

Она включает три основных темы:

- 1) Морфология почв;
- 2) Агрохимическое исследование свойств почв;
- 3) Составление крупномасштабных почвенных карт.

Порядок выполнения лабораторных работ приведен в методических указаниях «Морфология почв» / Н.В. Клебанович и др. [электронный ресурс] / Электронная библиотека БГУ. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/116271> Дата доступа 23.01.2019 и источнике [8].

2.3 Содержание учебной практики по почвоведению

Учебная практика по почвоведению направлена на закрепление студентами теоретических и практических знаний, полученных в рамках изучения курса «Почвоведение и земельные ресурсы». Она проводится на учебной географической станции (УГС) «Западная Березина», расположенной в Воложинском районе Минской области. Студенты одной группы, как правило, делятся на две бригады.

Во время практики выполняются следующие виды работ:

- 1) исследование факторов почвообразования земельного фонда участков сельскохозяйственных организаций ОАО «Лоск», КСУП «Саковщина-Агро» и участков государственного лесного фонда Воложинского района на основе планово-картографических материалов, данных дистанционного зондирования и полевого обследования;
- 2) выбор мест размещения почвенных разрезов на исследуемых участках;
- 3) описание морфологических признаков почв отдельных разрезов на исследуемых участках;
- 4) получение навыков наименования почв;
- 5) освоение системы условных знаков и составление почвенной карты исследуемого участка.

Рекомендации по прохождению учебной практики по почвоведению приводятся в программе прохождения практики <http://elib.bsu.by/handle/123456789/18112>.

В программе отражены цель и задачи практики – закрепление знаний, полученных студентами во время лекционных и лабораторных занятий, а также получение основных навыков полевого исследования и картографирования почв и составления элементарных рекомендаций по использованию и улучшению почв исследуемой территории.

В результате прохождения учебной практики студент должен:

Знать методику полевой диагностики почв и крупномасштабного картографирования почвенного покрова; основные принципы классификации почв и ее особенности для почв Беларуси; морфологические признаки протекания основных почвообразовательных процессов; закономерности формирования и пространственного распределения почв в зависимости от почвообразующих пород, рельефа, растительного покрова и антропогенной деятельности; основные почвозащитные мероприятия и условия их применения.

Уметь самостоятельно проводить полевые почвенные исследования с целью картографирования почвенного покрова; иметь навыки полевой работы, включающие ориентирование на местности, определение расстояния на местности, крутизны и длины склонов, умение правильно определить места для заложения основных разрезов, полуям и прикопок; владеть техникой заложения почвенных разрезов, выделения и подробного описания в них генетических горизонтов, отбора почвенных образцов для лабораторных анализов и ящичных монолитов; давать полное название почвенной разновидности; уметь оформлять материалы полевых исследований для составления почвенного очерка с

приложением картографического материала; выявлять основные проблемы использования почв и пути их устранения и минимизации негативных последствий; иметь навыки полевой и камеральной работы в коллективе.

Программа содержит описание работ по периодам: камеральный подготовительный, полевой, камеральный по обработке материалов и составлению итоговой документации.

В камеральный подготовительный период студенты должны познакомиться с учебной и вспомогательной литературой по теме практики, с имеющимся картографическим материалом различных масштабов по территории района практики; подготовить необходимую топографическую основу согласно заданию; изучить методику предстоящих полевых исследований; составить план работ. В этот период проводится инструктаж по технике безопасности и правилам выполнения полевых исследований.

Полевой период является наиболее длительным по времени и наиболее ответственным периодом практики. Начинается с изучения местности по топографической карте. Рекогносцировку удобно вести по характерному маршруту, пересекающему наибольшее количество элементов рельефа и видов земель. На типичных для различных условий участках намечаются места для закладки основных разрезов. Закладываются и описываются один-два почвенных разреза с соблюдением всех методических требований.

Полевое исследование направлено на изучение морфологии почв, их гранулометрического состава, генезиса почвообразующих и подстилающих пород, основных агрохимических, физических и водных свойств, определение названия почв.

Почвенные разрезы должны равномерно располагаться на всех элементах рельефа. Этим достигается полный охват изучаемых почвенных разновидностей. После того, как почвенный разрез выкопан, приступают к его оформлению. Указывается дата описания, номер разреза, адрес (область, район, населенный пункт). Проводится привязка разреза по координатам, изучается морфология почв. Строение почвы или ее внешний вид называют морфологией. Важнейшие морфологические признаки: общее строение почвенного профиля (обозначение и название горизонтов), мощность почвы и отдельных ее горизонтов, цвет или окраска, влажность, гранулометрический состав, структура, сложение, включения и новообразования, распространение корней растений, характер перехода одного горизонта в другой, форма границ, глубина вскипания от HCl.

Общие правила описания отдельных морфологических признаков почв приводятся в соответствующих методических разработках.

Почвенная карта дает наглядное представление о закономерностях распространения почв на исследуемой территории. На учебной геостанции «Западная Березина» картографирование почвенного покрова обычно осуществляется в масштабе 1:5000. На топографической основе возле каждого нанесенного номера разреза цветными карандашами наносится условный знак определенной почвенной разновидности или же проставляются индексы почв.

Далее проводится камеральная обработка полученных результатов – составительские работы и написание отчета о практике. Составительские работы

сводятся к выполнению окончательного (чистового) варианта почвенной карты и почвенно-геоморфологического профиля. Чистовой вариант карты должен содержать населенные пункты, основные дороги, а также выделенные почвенные контуры, нанесенные соответствующими условными знаками, обозначения и номера основных и контрольных разрезов и прикопок. Почвенная карта оформляется с соблюдением всех картографических правил. Название карты пишут вверху листа, ниже названия указывают масштаб, кем и когда выполнена карта, фамилию руководителя практики. Условные обозначения необходимо размещать снизу или же справа карты в зависимости от конфигурации исследуемого участка.

В отчете по полевой почвенной практике должны найти отражение следующие разделы и вопросы:

- Введение (1-2 страницы);
- Характеристика условий почвообразования (5-9 страниц);
 - Почвенный покров (3-7 страниц); где делается полное описание всех выявленных на участке почвенных разновидностей с указанием площади их распространения, связи с рельефом и другими факторами почвообразования, даются полные описания почвенных разрезов.
 - оценка естественного плодородия всех выявленных на участке почв (возможна агропроизводственная группировка близких разновидностей), предложения по рациональному использованию, охране и повышению плодородия почв, трансформации угодий.
- Заключение (0,5-2 страницы).

3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Перечень тестов и контрольных заданий

Тесты и контрольные задания проводятся в течение первого семестра по следующим темам:

1. Общие вопросы почвоведения
 2. Морфология почв
 3. Физика почв
 4. Вода в почве
 5. Воздушные и тепловые свойства почв
 6. Химия почв
 7. География почв
 8. Земельные ресурсы мира
 9. Факторы и процессы почвообразования в Беларуси
 10. Типы почв Беларуси
 11. Свойства почв Беларуси
 12. Земельные ресурсы Беларуси

Примеры тестовых заданий по отмеченным темам:

9. Притяжение молекул к поверхности минералов называется
1) окисление 2) гидролиз 3) гидратация 4) растворение

10. Илистыми называются частицы
1) 0,05-0,001 2) $< 0,0001$
3) $< 0,01$ 4) $< 0,001$

11. В педосфере содержится примерно 1,4 % таких элементов, как
Ca Na K Mg C P

12. Совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется
1) структура
2) структурность 3) гранулометрический состав 4) порозность

13. Лучшую структуру при прочих равных условиях имеют
1) рыхлые пески 2) рыхлые супеси 3) легкие суглинки 4) тяжелые
суглинки

14. Масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении, называется

1) объемная масса 2) удельная масса 3) удельная поверхность
4) удельная плотность

15. В тяжелых почвах по сравнению с легкими больше 1) связность
2) удельное сопротивление 3) усадка 4) твердость 5) липкость 6) порозность
аэрации

16. Путем вонзания ножа в стенку горизонта определяется такой морфологический признак, как цвет структура сложение влажность гранулометрический состав

17. К включениям в почве относятся валуны монеты ортзанды
капролиты

18. Белые тона в окраске почвы могут быть обусловлены соединениями гумусовыми железа марганца кальция кремнезема

19. Наибольшей зольностью обладают растения
1) злаковые 2) мхи 3) древесина хвойных пород 4) древесина широколиственных пород

20. Нерастворимы в воде
1) гумины 2) гуминовые кислоты
3) фульвокислоты

21. Больше гумуса образуется в почвах

- 1) песчаных нейтральных 2) песчаных кислых 3) глинистых нейтральных
4) глинистых кислых

22. Образование гумуса идет сравнительно интенсивно

1) при высоких t° и влажности 2) при высокой t° и недостатке влаги 3) при постоянном избытке влаги 4) при умеренно высоких t° и периодическом дефиците влаги

23. Свойство почвы сорбировать парообразную влагу называется

24. При переувлажнении в окраске минеральной почвы усиливаются тона

Красные синие черные белые

25. По классификации, разработанной А. А. Роде, в почве выделяют категорий воды

3 4 5 6 7

26. Физически связанная вода удерживается в почве силами гравитации сорбции осмотическими капиллярными

27. Может передвигаться в почве вода

Прочносвязанная пленочная капиллярная гравитационная

28. Вода, заполняющая капиллярные поры при увлажнении почв сверху, называется

Капиллярно-подвешенная капиллярно-подпертая
подперто-подвешенная капиллярно-посаженная

29. Вне влияния сорбционных и капиллярных сил почвы находится влага: гравитационная пленочная подперто-подвешенная кристаллизационная

30. Подвижная вода появляется в почве при влажности выше влагоемкости: Максимальной молекулярной наименьшей максимальной адсорбционной

31. наибольшее количество влаги, которое может содержаться в почве при условии заполнения ею всех пор, называется влагоемкость
Максимальная молекулярная полная полевая капиллярная

32. Расставьте эти категории влагоемкости по количеству соответствующей им влаги в дерново-подзолистой почве, начиная с наименьшей
1. НВ 2. КВ 3. ММВ 4. МАВ 5. ПВ

33. восходящее передвижение капиллярно-подвешенной воды прекращается при влажности, соответствующей В3 ВРК КВ НВ

34. водоподъемная способность 4-5 м характерна для почв: песчаных супесчаных суглинистых глинистых

35. Эквивалентно влажными следует считать почвы с одинаковым: содержанием влаги рF В3

36. Транспирационный коэффициент большинства растений – величина Однозначная двухзначная трехзначная четырехзначная

37. Весьма труднодоступная влага соответствует влажности ниже: В3 НВ ВРК МГ МАВ

38. В почтоведении обычно применяется метод изучения гидрологических свойств почв:
Водобалансовый Термодинамический Гидродинамический
Тензиометрический

39. Зональными почвами сухих степей являются:
черноземы каштаноземы камбисоли акрисоли

40. Файоземы распространены на материках:
Африка, Евразия, Ю. Америка, С. Америка, Австралия

41. Основной почвообразовательный процесс в черноземах: подзолистый, буровозёмный, болотный, дерновый, лессиваж

42. Главным фактором образования черноземных почв является: рельеф, лесовые породы, осадки, растительность, воды

43. Черноземы, имеющие мощность гумусового горизонта 110 см относятся подтипу:
маломощные, среднемощные, мощные, сверхмощные,

44. Черноземы, содержащие соединения кальция в самых верхних горизонтах называются:
типичные, выщелочные, обыкновенные, карбонатные, засоленные

45. Ретисоли приурочены к природной зоне:
лесостепи, саванн, степей, широколиственных лесов, смешанных лесов

46. Каштаноземы приурочены к природной зоне:
лесостепи, полупустынь, пустынь, смешанных лесов, сухих степей

47. Наибольшие площади каштаноземы почвы занимают в: России, США, Беларуси, Монголии
48. Главный фактор образования почв в пустынной зоне: рельеф, растительность, породы, дефицит влаги, повышенные температуры почв и воздуха.
49. Алисоли характерны для зоны: Летне-влажных субтропиков, зимне-влажных субтропиков, лесостепей, степей, пустынь
50. Кальцисоли имеют тип водного режима: промывной, непромывной, периодически промывной, выпотной, застойный

3.2 Вопросы к экзамену по дисциплине

1. История науки почвоведения (основные этапы). Докучаевская (генетическая) школа почвоведения. История развития почвоведения в Беларуси.
2. Почва как компонент ландшафта, предмет труда и основное средство производства. Общепланетарное значение почвы.
3. Глобальные и биоценотические функции почвенного покрова на Земле.
4. Понятие о почвообразовательном процессе. Стадии почвообразования. Элементарные почвенные процессы. Возраст почв.
5. Сущность почвоведения, его подразделение и значение для сельскохозяйственной практики и географии. Место почвоведения в системе наук о земле.
6. Учение о факторах почвообразования. Основные факторы и их роль в образовании почв.
7. Рельеф как фактор почвообразования. Закономерности формирования почвенного покрова на разных элементах рельефа. Влияние рельефа на почвенный покров Беларуси.
8. Почвообразующие породы как фактор почвообразования, их генезис, состав и свойства. Особенности почвообразующих пород Беларуси.
9. Растительность как фактор почвообразования. Биологический круговорот веществ. Индикация почв по растительности. Роль растительности как фактора почвообразования в Беларуси.
10. Климат, как фактор почвообразования. Роль температуры, осадков, вечной мерзлоты, снежного покрова в почвообразовании.
11. Фазовый состав и материальная основа почв. Химический и минералогический состав почв и пород.
12. Выветривание, его виды и роль в почвообразовании. Первичные и вторичные минералы.

13. Понятие о деградации и окультуривании почв. Антропогенно-преобразованные почвы, их особенности и классификация.
14. Эрозия почв. Противоэрзационная защита почв. Эродированные почвы Беларуси, их виды и география распространения.
15. Основные морфологические признаки почв. Особенности морфологии почв Беларуси.
16. Воспроизводство почвенного плодородия. Культурный почвообразовательный процесс. Продуктивность агроценозов и биоценозов.
17. Структура почв и ее агрономическое значение. Создание и разрушение структуры.
18. Понятие о почвенном растворе. Окислительно-восстановительные процессы в почвах.
19. Кислотность почв ее виды. Буферность и щелочность почв.
20. Поглотительная способность почв и ее виды.
21. Макроэлементы в почвах.
22. Основные химические реакции и процессы в почвах.
23. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах.
24. Почвенные коллоиды. Почвенная мицелла. Почвенный поглощающий комплекс.
25. Плодородие почв и его виды. Экологическая конкретность плодородия почв. Плодородие почв Беларуси.
26. Газовая фаза почв. Воздушные свойства почвы. Состав и режим почвенного воздуха.
27. Гидрологические константы и их характеристика. Продуктивная влага и диапазон активной влаги.
28. Гидрологические свойства почв (водоудерживающая и водоподъемная способность, водопроницаемость). Поступление влаги в растения.
29. Вода как фактор почвообразования, ее значение для роста и развития растений. Особенности его проявления в почвах Беларуси. Категории (формы) почвенной влаги.
30. Водный баланс. Типы водного режима, регулирование водного режима. Водный режим почв Беларуси.
31. Механизмы передвижения почвенных вод. Капиллярные явления и капиллярная влага почвы. Поступление влаги в растения.
32. Тепловые свойства и тепловой режим почв. Значение теплового баланса в формировании почв различных природных зон. Тепловой режим почв Беларуси.
33. Физико-механические свойства почв.
34. Общие физические свойства почв.
35. Органическая часть почвы (источники поступления, состав и свойства). Процессы минерализации и гумификации.
36. Состав и свойства гумуса
37. Гранулометрический состав почв. Значение в почвообразовании и формировании плодородия почв. Методы определения.

38. Общие закономерности распределения почв на Земном шаре. Почвенно-географическое районирование. Структура почвенного покрова.
39. Условия почвообразования и почвы сухих и субтропических степей
40. Условия почвообразования и почвы зимне-влажных субтропиков
41. Условия почвообразования и почвы летне-влажных субтропиков
42. Условия почвообразования и свойства почв широколиственных лесов
43. Условия почвообразования и почвы полупустынь и пустынь
44. Почвы влажных тропиков.
45. Условия почвообразования и почвы саванн и редколесий.
46. Засоленные почвы.
47. Условия почвообразования и почвы луговых степей
48. Условия почвообразования и почвы таежно-лесной зоны.
49. Условия почвообразования и почвы смешанных лесов boreального пояса.
50. Почвы полярного пояса.
51. Вертикальная зональность (поясность) почв. «Интерференция», «инверсия», «миграция». Горная зональность (примеры).
52. Горизонтальная (широтная) зональность почв. Особенности размещения почвенных зон на разных континентах.
53. Земельные ресурсы Мира (проблемы использования и охраны, резервы).
54. Земельно-ресурсный потенциал различных зон Земли.
55. Виды и проблемы землепользования.
56. Степень земледельческого использования почв мира.
57. Классификация почв Беларуси.
58. Земельные ресурсы Беларуси. Распределение по категориям и видам земель.
59. Агрехимические свойства почв и методы их улучшения (известкование, внесение минеральных удобрений, методы определения pH, содержания P_2O_5 K_2O) на примере Беларуси.
60. Основные процессы почвообразования в Беларуси.
61. Значение и методы крупномасштабного картографирования почв. Виды почвенных карт и их применение. Мировые карты. Классификация, номенклатура почв, условные знаки (легенда) крупномасштабных карт в Беларуси.
62. Понятие об азональных и интразональных почвах. Почвы речных пойм. Аллювиальные почвы Беларуси.
63. Дерново-подзолистые почвы: особенности формирования, основное подразделение и свойства.
64. Мелиорация почв Беларуси.
65. Полугидроморфные почвы Беларуси.
66. Автоморфные почвы Беларуси.
67. Генезис, классификация, характеристика торфяно-болотных почв. Характеристика и использование торфяно-болотных почв Беларуси.

68. Почвенно-географическое районирование Беларуси. Краткая характеристика Южной провинции.
69. Почвенно-географическое районирование Беларуси. Краткая характеристика Центральной провинции.
70. Почвенно-географическое районирование Беларуси. Краткая характеристика Северной провинции.

3.3 Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа ведется на основании Положения о самостоятельной работе студентов (курсантов, слушателей), утвержденном Министром образования Республики Беларусь от 06 апреля 2015 г.

По изучаемой дисциплине планируется:

- выполнение творческих, исследовательских заданий;
- работа с литературными источниками, в том числе с научными статьями;
- изучение тем и проблем, не выносимых на лекции;
- научные доклады;
- написание тематических докладов и эссе на проблемные темы.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

- коллоквиумы;
- электронные тесты;
- проверка расчетно-графических работ;
- оценивание на основе модульно-рейтинговой системы;
- оценивание на основе проектного метода.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации (Постановление № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положение о рейтинговой системе БГУ;
3. Критерии оценки студентов (10 баллов).

3.4. Перечень заданий по управляемой самостоятельной работе студентов

УСР 1. Определение гранулометрического состава почвенных горизонтов
Форма контроля – отчет.

УСР 2. Определение состава гумуса, содержания углерода и азота
Форма контроля – отчет.

УСР 3. Определение физико-химических свойств почв
Форма контроля – отчет.

4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Учебно-методическая карта по учебной дисциплине для специальностей 1-31 02 03 Космоаэрокартография и 1-31 02 02 Гидрометеорология (для специальности 1-56 02 02 Геоинформационные системы – с*)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ (36 часов)	28	2		6			
1.1	Общие вопросы почвоведения 1.1.1 Понятие «почва». Роль почвоведения в системе наук. Почва как компонент биосфера. Основные функции почвенного покрова земли, общепланетарное значение почвы. Роль почвы в развитии человечества и задачи почвоведения на современном этапе. 1.1.2 Виды методов исследований в почвоведении. Связь с другими науками и структура почвоведения. Важность изучения на географическом факультете раздела география почв. История почвоведения. Первые кадастры и агрономические трактаты. Возникновение генетического почвоведения и роль В.В.Докучаева в становлении науки. История почвенной науки в Беларуси.	2						
1.2	Факторы и процессы почвообразования 1.2.1 Происхождение почв. Общая схема почвообразования. Выветривание. Элементарные почвенные процессы. Стадии почвообразования. Большой геологический и малый биологический круговороты и их роль в почвообразовании. Цикличность и поступательность почвообразования. Эволюция почв. Основные почвообразовательные процессы. Почва как биокосное тело. Биогеохимия почвообразования.	6	2					ПК-тестирование

	<p>Режимы и баланс почвообразования</p> <p>1.2.2 Факторы почвообразования: климат, рельеф, почвообразующие породы, рельеф, биологический фактор, антропогенный фактор, время и возраст почв. Особенности проявления антропогенного фактора. Взаимодействие факторов почвообразования. Морфология почв.</p> <p>Генетический профиль почв. Формирование почвенного профиля. Генетические горизонты, их диагностика и индексация. Основные морфологические признаки почв: окраска, структура, гранулометрический состав, сложение, включения и новообразования, характер перехода горизонтов и форма границ.</p>						
1.3	<p>Состав почвы</p> <p>1.3.1 Фазовый состав почв. Химический и минералогический состав твердой фазы почв. Основные химические элементы в почвах и горных породах. Первичные и вторичные минералы. Основные группы глинистых минералов, особенности их кристаллической решетки. Гранулометрический состав твердой фазы почв. Классификация механических элементов и их свойства. Классификация почв по гранулометрическому составу. Труктура почв и ее значение.</p> <p>1.3.2 Органическая часть почвы. Основные составные части органического вещества почв и их характеристика. Гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумины. Органическое вещество в различных типах почв.</p>	6		6			ПК-тестирование
1.4	<p>Физика почв</p> <p>1.4.1 Общие физические свойства. Значение объемной массы (плотности сложения) почв для формирования почвенного плодородия. Удельная поверхность почв и ее значение. Физико-механические свойства. Особенности физико-механических свойств почв разного гранулометрического состава.</p> <p>1.4.2 Жидкая фаза почвы. Формы (категории) почвенной влаги. Водные свойства почв. Влагоемкость почв и ее виды.</p>	10					ПК-тестирование

	Гидрологические константы. Капиллярные явления в почвах. Доступность почвенной влаги. Типы водных режимов почв. Приемы улучшения водного режима почв в разных почвенно-климатических зонах. 1.4.3 Газообразная фаза почв. Почвенный воздух, его состав и динамика. Воздухоемкость и воздушный режим почв. Аэрация. Тепловые свойства и тепловой режим почв. Значение теплового баланса в формировании почв различных зон. Эрозия почв, ее причины и виды. Водная эрозия и ее виды. Дефляция и ее виды. Влияние эрозии на свойства почв. Противоэрзационные мероприятия и их виды.						
1.5	Химия почв 1.5.1 Химические свойства почвообразующих пород и почв. Почвенные коллоиды и поглотительная способность почв. Типы поглотительной способности почв. Строение почвенной мицеллы. Влияние минералогического и гранулометрического состава на поглотительную способность почв. Кислотность и щелочность почв и их регулирование. Обеспеченность почв элементами питания растений. 1.5.2 Почвенный раствор и его состав. Свойства почвенного раствора. Окислительно-восстановительные реакции и процессы, их роль в почвообразовании и плодородии. Загрязнение почв, его источники и виды. Мероприятия по снижению загрязнения. Пути улучшения почв. Мелиорация земель, оптимизация состава земель и режимов почв, окультуривание и охрана почв.	4		6			Защита отчета по лабораторной работе
2	ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА (22 часов)	12		4 (6*)		4	
2.1	Изучение и классификация почв. Методы изучения почв и почвенного покрова для рационального использования и охраны. Полевое исследование почвенного покрова. Закономерности географического распространения почв. Учение о почвенно-климатических фациях и провинциях.	2		4 (6*)			Защита отчета по лабораторной работе

	История развития географии почв. Факторы дифференциации почвенного покрова: литогенный, топогенный, биологический, климатический, историко-хронологический. Структура почвенного покрова. Плодородие почв и его виды и формы. Экологическая конкретность плодородия почв. Плодородие почв и продуктивность биоценозов. Плодородие почв и продуктивность агроценозов. Оценка плодородия почв, агропроизводственные группировки, бонитировка, экономическая оценка почв. Землеоценочные работы и их значение.						
2.2	<p>Почвы различных климатических зон</p> <p>2.2.1 Почвы арктической и тундровой зон, условия формирования и хозяйственное использование. Криосоли и сопутствующие почвы. Почвы лесной зоны, условия формирования и хозяйственное использование. Подзолы, камбисоли, лювисоли, ретисоли. Почвы степей, условия формирования и хозяйственное использование. Основные подтипы черноземов, файзаземов и каштаноземов. Экологические проблемы и охрана почв зоны.</p> <p>2.2.2 Почвы аридных зон, условия формирования и хозяйственное использование. Кальцисоли, гипсисоли, ареносоли, дюрисоли, солончаки, солонцы. Почвы летнее-влажных и зимнее-влажных субтропиков, условия формирования и хозяйственное использование. Акрисоли, алисоли, хромик камбисоли, хромик лювисоли</p> <p>2.2.3 Почвы гумидных и субгумидных тропиков, условия формирования и хозяйственное использование. Ферральсоли, нитисоли, ликсисоли, плинтосоли, планосоли, вертисоли. Характер использования тропических почв в сельском хозяйстве. Азональные и интразональные почвы. Лептосоли, регосоли, андосоли, флювисоли, глейсоли, стагносоли, техносоли, антросоли. Почвы горных областей, их особенности, хозяйственное использование. Вертикальная зональность почв. Почвы речных пойм, условия</p>	6				4 (ДО)	Отчет, контрольное задание

	формирования и хозяйственное использование						
2.3	<p>Земельные ресурсы мира</p> <p>2.3.1 Почвенно-земельные ресурсы мира и их состояние. Проблема их рационального использования, охраны и экологической безопасности. Экологические функции почв. Деградация почвенного покрова. Распределение, использование и охрана земель на различных материках. Основные резервы освоения почв. Общие представления об экологизации землепользования и системе управления и регулирования в области землепользования и охраны окружающей среды.</p> <p>2.3.2 Почвы и земельные ресурсы – связующее звено при оценке и регулировании качества основных компонентов окружающей природной среды (воздух, вода, животный и растительный мир). Теоретические и практические основы учета и оценки почв и земельных ресурсов. Представления о земельном кадастре и качественной оценке почв. Виды учета и оценки почв. Государственный учет и государственные доклады о состоянии окружающей природной среды и земельных ресурсов. Понятие о земельной ренте.</p>	4					ПК-тестирование
3	почвы и земельные ресурсы Беларуси (26 часов)	14	2		4(6*)	2(4*)	
3.1	<p>Условия и процессы почвообразования в Беларуси</p> <p>3.1.1 Краткая история изучения почвенного покрова Беларуси. Роль белорусских ученых Я.Н. Афанасьева, П.П. Рогового, А.Г. Медведева, И.С. Лупиновича, Т.Н. Кулаковской в изучении свойств, плодородия и путей рационального использования почв Беларуси. Проблемы белорусского почвоведения.</p> <p>3.1.2 Особенности факторов и процессов почвообразования на территории Беларуси. Дерновый, подзолистый, болотный, солончаковый, буровzemный почвообразовательные процессы. Основные элементарные почвенные процессы на территории Беларуси.</p>	6					Проверка заданий по УСР
3.2	<p>Классификация и характеристика почв Беларуси</p> <p>3.2.1 Методические подходы и принципы построения</p>	4	2		4(6*)	2(4*)	Отчет, тестирование

	<p>систематического списка почв. Классификация почв Беларуси и принципы ее построения. Систематика и диагностика почв. Почвы Беларуси в мировой классификации. Характеристика основных типов почв Беларуси: дерново-карбонатные; бурые лесные почвы; дерново-подзолистые; дерново-подзолистые заболоченные почвы; дерновые заболоченные; торфяно-болотные; антропогенно-преобразованные, подзолистые, болотно-подзолистые почвы. Условия формирования, их свойства и использование.</p> <p>3.2.2 Факторы, обуславливающие эрозию почв в Беларуси. Экологический и экономический ущерб от эрозии почв. Приемы защиты почв от эрозии. Загрязнение почв тяжелыми металлами, радионуклидами и др. Нарушенные почвы. Приемы повышения плодородия и рационального использования. География распространения разных почв в пределах страны. Охрана почв. Почвенно-географическое, природно-сельскохозяйственное, почвенно-экологическое районирование. Их цель и назначение. Картографирование почв Беларуси. Агрохимическое картографирование почв. Экологические основы применения удобрений. Оптимальные параметры агрохимических свойств почв Беларуси.</p>						
3.3	<p>Земельные ресурсы Беларуси</p> <p>3.3.1 Современное состояние почвенно-земельных ресурсов Беларуси, динамика. Распределение земель Беларуси по категориям, видам земель. Перспективы трансформации видов земель Беларуси. Деградация земель в Беларуси. Рекультивация и другие способы восстановления хозяйственной ценности земель. Состояние окружающей природной среды и земельных ресурсов и государственная политика Беларуси в области землепользования и охраны окружающей среды. Вопросы экологического равновесия и экологического нормирования в свете концепции перехода Беларуси к устойчивому развитию. Проблема экологизации</p>	4					ПК-тестирование

<p>землепользования в различных отраслях: сельскохозяйственной, промышленности, лесо- и водопользовании, строительстве, транспорте и т. д. Научное представление об устойчивости почв к антропогенным воздействиям. Государственное управление в системе земельных ресурсов и охраны земель.</p> <p>3.3.2 Оценка плодородия почв, агропроизводственные группировки. Землеоценочные работы и их значение. Современные проблемы охраны окружающей среды в связи с учетом и оценкой почв и земель. Рынок недвижимости и вопросы учета и оценки земельных ресурсов. Маркетинг в процессе оборота земельных ресурсов с учетом эколого-экономических особенностей региона. Гармонизация земельного и природоохранного законодательства в области учета и оценки почв и земельных ресурсов. Экономические механизмы в системе регулирования качества земель.</p>							
---	--	--	--	--	--	--	--

4.2. Рекомендуемая литература

Основная

1. Клебанович, Н. В. Почвоведение и земельные ресурсы : учебное пособие. / Н. В. Клебанович. – Минск : БГУ, 2013. – 350 с.

Дополнительная

2. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013-2016 гг.) / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск, 2017. – 275 с.

3. География почв Беларуси / Н. В. Клебанович [и др.]. Минск : БГУ, 2011. – 183 с.

4. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский. – М., 2005. – 336 с.

5. Мировая коррелятивная база почвенных ресурсов : основа для международной классификации почв. / М., 2015. – 278 с.

6. Морфология почв : практикум / Клебанович Н. В. [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 28 с.

7. Номенклатурный список почв Беларуси (для целей крупномасштабного картографирования) / В.В. Лапа [и др.]. – Минск, 2013. – 28 с.

8. Полевая и лабораторная практика по почвоведению. / В. С. Аношко [и др.]. – Минск, 2003. – 151 с.

9. Почвоведение : Практикум. / Н. В. Клебанович [и др.]. – Минск, 2019. – 48 с.

10. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : пособие / Н. И. Смеян [и др.]. – Минск, 2001.– 428 с.

11. Романова Т. А. Почвы Беларуси и их классификация в системе ФАО-WRB. / Т. А. Романова. – Минск. 2004. – 496 с.

4.3 Электронные ресурсы

12. Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gismap.by/>. – Дата доступа 23.01.2019.

13. Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gki.gov.by/ru/>. – Дата доступа 23.01.2019.

14. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2018 года) [электронный ресурс] / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://gki.gov.by/uploads/files/RZR-2018-1.doc>. – Дата доступа 23.01.2019