

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ КемГУ
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
Факультет физической культуры, естествознания и природопользования
Кафедра естественнонаучных дисциплин

О. И. Подурец

Основы почвоведения, земледелия и агрохимии

*Методические указания к лабораторным и практическим занятиям для обучающихся по
профессии среднего профессионального образования
35.01.19 Мастер садово-паркового и ландшафтного строительства*

Новокузнецк

2025

УДК 631.4
ББК 40.3.73
П44

Подурец О.И. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии: *методические указания по выполнению лабораторно-практических работ для обучающихся по профессии среднего профессионального образования 35.01.19 Мастер садово-паркового и ландшафтного строительства* / О.И. Подурец; Кузбасский гуманитарно-педагогический институт Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк: КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ», 2025 - 42с

В настоящих методических указаниях для студентов по профессии среднего профессионального образования 35.01.19 Мастер садово-паркового и ландшафтного строительства представлены рекомендации по подготовке к лабораторным и практическим занятиям.

Темы сопровождаются кратким теоретическим материалом, инструкцией к выполнению лабораторных и практических работ

Оглавление

	Пояснительная записка.....	3
1	Общая часть.....	5
1.1.	Методические указания обучающимся по подготовке к лабораторным и практическим занятиям по «Почвоведению с основами сельского хозяйства».....	5
1.2.	Рекомендации по подготовке почвы к лабораторным исследованиям	7
2	Состав и физико-химические свойства почв	7
2.1.	Понятие о почве: определение, происхождение и значение ее плодородия.....	7
2.2.	Методы лабораторного изучения грансостава и структуры почв.....	9
2.3.	Физические и водные свойства почв	14
2.4.	Органическое вещество почв и почвенный гумус	20
2.5.	Поглотительная способность почв	24
2.6.	Химический состав и кислотность почв	27
3	Морфология почв и методы лабораторного изучения морфологических свойств ...	32
4	Закономерности географического распространения почв.....	34
5	Особенности сельскохозяйственного использования почв.....	35
5.1	Основы научного земледелия	36
5.2.	Системы земледелия.....	37
	Список рекомендуемой учебной литературы по подготовке к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине.....	38

Пояснительная записка

Методические указания к лабораторным и практическим занятиям по учебной дисциплине «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии» подготовлены на основе Федерального государственного образовательного стандарта программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих среднего профессионального образования в соответствии с учебным планом 35.01.19 Мастер садово-паркового и ландшафтного строительства и рабочей учебной программы по предмету. Они разработаны для студентов очной формы обучения, дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

Профессиональная подготовка по учебной дисциплине «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии» предполагает усвоение обучающимися сведений с учетом новых педагогических тенденций, обозначившихся в последнее время в сфере образования. В процессе обучения по названному курсу рассматриваются закономерности усвоения знаний, умений и навыков, функциональной подготовки обучающихся к различным видам деятельности, содержание, методы и организационные формы обучения и воспитания, воздействие учебного и воспитательного процессов на его участников.

Цель учебной дисциплины - способствовать формированию системы теоретических знаний, общепрофессиональных умений, освоение которых способствует становлению профессиональной компетентности обучающихся.

Студент, изучивший дисциплину, должен:

знать:

- основы систем глобального (биоклиматогенного и геогенного) и регионального почвообразования;
- морфологические, физико-химические свойства наиболее распространенных типов почв;
- основные методы исследования почв;
- основы и законы общего земледелия;

уметь:

- владеть методиками полевого и лабораторного изучения основных свойств почв;
- работать с лабораторным оборудованием, проводить опыты;
- определять наиболее важные агропроизводственные свойства почв (гранулометрический, структурный состав почвы; кислотность почвы; содержание органического вещества и т.д.)
- анализировать и обобщать экспериментальные данные;

владеть:

- методиками полевого и лабораторного изучения основных свойств почв.

Формирование знаний по теоретическим и методическим основам почвоведения осуществляется в ходе аудиторных занятий, включающих лекционные и практические занятия, на которых рассматриваются основные понятия и современные представления о почвенных процессах. Знакомясь с процессом формирования почвы, как результатом взаимодействия всех компонентов окружающей природной среды, а также изучая закономерности распространения разных типов почв, в связи с изменением географических условий, студент получает конкретное представление о сложных взаимосвязях и круговороте веществ в природе. Для оценки ряда параметров и свойств почв, объясняющих многие закономерности развития почвообразовательных процессов, необходим лабораторный практикум. Владение методами исследования почв, как и других природных объектов,

позволяет получить достоверные сведения о качественных и количественных параметрах, которые позволят объяснить практическую, экологическую значимость почв и проанализировать развитие современного ее плодородия, а также закрепить теоретические знания по предмету.

При реализации учебной дисциплины «Почвоведение с основами сельского хозяйства» предусматривается проведение 24 часов лабораторных занятий.

Лабораторные и практические занятия - одна из наиболее сложных форм организации вузовского обучения. Это вид учебных занятий, при котором в результате предварительной работы над учебным материалом обучающиеся, в процессе активной деятельности решают задачи познавательного и проблемного характера. Как одна из форм образовательной технологии, лабораторные или практические занятия подразумевают - создание условий, при которых обучающиеся пользуются преимущественно репродуктивными методами при работе с конспектами, учебными пособиями, наблюдая за изучаемыми объектами, выполняя практические работы по инструкции.

Задачи лабораторных и практических занятий:

- повторить и закрепить учебный материал, полученный на лекциях или в ходе самостоятельной подготовки студентов;
- углубить изучение наиболее важных и сложных разделов учебного курса;
- сформировать навыки экспериментальной работы;
- способствовать самостоятельному поиску обучающимися решения проблемы;
- способствовать формированию у обучающихся опыта творческой деятельности;
- способствовать овладению языком соответствующей науки;
- способствовать формированию навыков оперирования научным аппаратом;
- способствовать овладению методологическими и практическими навыками, необходимые для качественной профессиональной подготовки обучающегося.

Лабораторные и практические занятия предусмотрены для закрепления теоретических знаний, углублённого рассмотрения наиболее сложных проблем дисциплины, выработки навыков структурно-логического построения учебного материала и отработки навыков самостоятельной подготовки.

Структура лабораторно-практических занятий и их содержание построены на принципах логической последовательности в соответствии с рабочей программой дисциплины. Освоение методов лабораторного исследования почв, позволит сформировать умения и навыки, которые послужат базой для прохождения учебной, а далее производственной практики.

Раздел 1. Общая часть

1.1. Методические указания обучающимся по подготовке к лабораторным и практическим занятиям по «Основы почвоведения, земледелия и агрохимии»

Содержание курса определено не только его положением в системе среднего образования, но и необходимостью его как основы для успешного последующего изучения дисциплин профессионального цикла. Знакомясь с процессом формирования почвы, как результатом взаимодействия всех компонентов окружающей природной среды, а так же изучая закономерности распространения разных типов почв, в связи с изменением географических условий, обучающийся получает конкретное представление о сложных взаимосвязях и круговороте веществ в природе.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям, задачам, структуре и содержанию курса, которые способствуют усвоению компетенций.

Лабораторные и практические занятия предусмотрены для закрепления теоретических знаний, углублённого рассмотрения наиболее сложных проблем дисциплины, выработки навыков структурно-логического построения учебного материала и отработки навыков самостоятельной подготовки. Для наиболее полного усвоения материала курса запланированы лабораторные и практические занятия продолжительностью по 2 часа.

Структура и содержание лабораторных или практических занятий построены на принципах логической последовательности. В процессе подготовки к занятиям, рекомендуется изучение теоретического материала лекций и других информационных источников. В ходе практической части занятия необходимо осмыслить теоретические положения по теме, проанализировать материал и его применение в прикладных целях.

Во время лабораторной части занятия, последующей за общим теоретическим пояснением, индивидуально проводится аналитическая работа. Перед началом аналитической работы предшествует инструктаж по технике безопасности, проговаривается алгоритм и порядок действий. Рекомендуется, выполняя конкретную методику, пошагово, строго следуя инструкции, провести опыт, получить результат, сделать запись в индивидуальных рабочих тетрадях по предлагаемой в методических указаниях форме, проанализировать и записать вывод по работе. В конце каждой темы даются контрольные вопросы, необходимые для закрепления материала, которые позволяют выделить основные положения по теме и помогут сформулировать вывод. Ответы на вопросы необходимо подготовить для сдачи темы и устного опроса по теме.

При ограниченном количестве оборудования допустима работа малыми группами по 2 – 4 человека, но рабочая тетрадь для лабораторных работ ведется индивидуально. Полученные результаты, рисунки, аналитическая справка, а также выводы по работе при выполнении малыми группами, могут быть схожими у членов одной бригады.

На лабораторных и практических занятиях проверяется способность анализировать теоретический материал и его применение в прикладных целях. Контроль сформированности компетенций в течение семестра проводится в форме устного опроса на занятиях, тестового контроля по теоретическому курсу дисциплины и материалам лабораторно-практических занятий. Итогом лабораторного занятия является представления самостоятельно освоенного материала в ходе планомерной теоретической и экспериментальной работы.

Пропущенные занятия защищаются в виде выполненного практического задания в тетради и ответов на вопросы по теме занятия во время консультаций по дисциплине.

1.2. Рекомендации по подготовке почвы к лабораторным исследованиям

Для получения достоверных данных, отражающих свойства почвы, необходимо правильно подготовить почвенные образцы, обработать и соблюдать меры по их сохранению.

Почвенные образцы, взятые в полевых условиях, после первоначальной обработки, должны находиться в помещении лаборатории в постоянном воздушно-сухом состоянии. Хранение почвенных образцов необходимо в хорошо проветриваемом помещении, нахождение в сыром или влажном состоянии образцов не допустимо, потому что развивающиеся в таких условиях микробиологические процессы, могут значительно изменить химические свойства почв. В случае обнаружения почвенных образцов в увлажненном состоянии, необходимо их просушить. Для этого почвенный образец рассыпать ровным слоем на бумаге, убрать растительные остатки и каменистые включения, при необходимости крупные агрегаты разрушить, и оставить на рабочем столе лаборатории для просушки. После высыхания почвенный образец еще раз осмотреть, если необходимо растереть в фарфоровой ступке и отсортировать, либо просеять через почвенное сито и отделить необходимую фракцию. Почву переложить в почвенный пакет, и сопроводить этикеткой, на которой указываются следующие данные:

- название почвы (тип и подтип);
- место отбора образца;
- глубина взятия образца;
- индекс почвенного горизонта;
- год отбора образца;
- группа.
- при необходимости размер фракции (возможно вес фракции).

Каждый почвенный образец индивидуален и поэтому этикирование обязательно. Контроль за состоянием почвенных образцов и этикеток ведется постоянно, в случае нарушения целостности почвенного пакета, необходимо его заменить.

Раздел 2. Состав и физико-химические свойства почв

2.1. Понятие о почве: определение, происхождение и значение ее плодородия.

Первое научное определение понятия «почва» было дано в 1883 г. В.В. Докучаевым, первоначально почва – «...это те дневные или близкие к ним горизонты горных пород, которые более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых».

В дальнейшем Докучаев В.В. уточнил определение, указав, что «...почва есть результат совокупности деятельности пяти факторов почвообразования: материнской породы; растительных и животных организмов; климата; возраста страны, а отчасти и рельефа местности».

Докучаев определил почву, как самостоятельное естественноисторическое тело, сформированное под влиянием пяти факторов.

Более точное определение почве дал В.Р. Вильямс: «... почвой называется рыхлый поверхностный горизонт суши земного шара, обладающий свойством плодородия и потому способный производить урожай растений».

В современной науке почвоведения принято следующее определение:

«Почва - это естественно-историческое органоминеральное многофазное тело, возникшее в результате совокупного воздействия обязательных факторов и при возможном участии факультативных, характеризующиеся наличием гумуса, генетических горизонтов, обладающее плодородием и находящиеся в постоянном развитии».

Образование почвы происходит при поселении на горных породах поверхности суши живых организмов, которые (прежде всего растения) разрушают эти породы, не только поглощают питательные вещества, но и обогащают поверхностные слои суши органическими соединениями, содержащими зольные элементы и прежде всего азот, которого нет в горных породах.

Таким образом, возникновение и развитие почв и почвенного плодородия обусловлено

жизнедеятельностью растений. По мере прогрессивного развития растительности, плодородие почвы возрастает.

Месторождение почв определенное и постоянное - это область соприкосновения твердой земной коры – литосферы, верхняя часть которой сложена рыхлыми продуктами выветривания горных пород (или кора выветривания) с биосферой (или сфера жизни). Это поверхностный слой коры выветривания, охваченный жизнью и обладающий плодородием, составляет педосферу (верхняя граница проходит между почвой и атмосферой; нижняя – определяется глубиной проникновения почвообразовательного процесса).

Существенным свойством почвы, качественным ее признаком является плодородие. Понятие о почве и ее плодородии – неразделимы. Плодородие отличает почву от материнской горной породы, которая бесплодна. Оно состоит в способности почвы обеспечить растения одновременно и совместно водой и пищей. Воду и пищу растения получают из почвы, и они являются земными факторами жизни растений. Поэтому, в отличие от космических факторов – света и тепла, получаемых от солнца, пища и вода поддаются воздействию. Такое воздействие представляет общую задачу земледелия, состоящую в обеспечении культурных растений в течение всего периода их вегетации одновременного удовлетворения потребности в усвояемой воде и минеральных элементах.

Плодородие определяется, как природными свойствами почвы, так и способами возделывания ее, которые изменялись на разных ступенях развития человеческого общества. Выделяют следующие виды плодородия:

1. плодородие естественное или природное;
2. плодородие эффективное или экономическое.

Природным плодородием почвы обладают независимо от воздействия на них человека. Естественное плодородие создается в результате длительного почвообразовательного процесса, характеризуется, прежде всего, природным запасом органического вещества, питательных веществ и физическим состоянием.

Плодородие – это природное свойство любой почвы, но уровень плодородия у всех почв различен. Например, высокоплодородными являются черноземные почвы, а из данного типа наиболее плодородны подтип выщелоченных и типичных черноземов. Низким плодородием характеризуются почвы тундровых ландшафтов, например тундро-глеевые почвы, сухостепных и пустынно-степных ландшафтов, например солонцы.

Плодородие – это динамическое свойство почв. Человек научился регулировать почвенное плодородие и превращать бесплодные почвы в плодородные, орошая пустыни, осушая болота, вымывая соли из солончаков. Благодаря чему почвы с низким естественным плодородием через системы мероприятий становятся более плодородными. Это эффективное плодородие, которое представляет результат производственного воздействия на почву, зависящего от уровня развития науки, техники и степени производства. При нерациональном использовании почвенных ресурсов плодородие снижается, а при правильной агротехники плодородие постепенно растет.

Основные мероприятия, обеспечивающие плодородие, – это система внесения комплексных органических и минеральных удобрений, высокая агротехника, комплексная механизация, соблюдение мелиоративных и противозерозионных мероприятий.

Почвы являются сферой приложения труда, человек воздействует на нее средствами производства, в процессе происходит переплетение экономических процессов производства и воспроизводства с естественными. Благодаря физическим и химическим свойствам почва обеспечивает рост и развитие растений, стабильность урожая сельскохозяйственных культур. Многократное использование одного и того же участка допустимо, но в этих условиях важно управлять процессом, контролировать процесс плодородия, владеть ключом к достижению высоких и устойчивых урожаев, к повышению производительности земли.

Тема работы: Понятие о почве и ее плодородии

Задания:

1. Изучить теоретические материалы лекций и учебных пособий.
2. Используя материалы методических рекомендаций и лекций дать определения понятию «почва».
3. Составить схему основных процессов почвообразования.
4. Используя материалы методических рекомендаций и лекций, заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Плодородие почв

Типы плодородия	Качественные признаки	Примеры (тип почвы)	Необходимые мероприятия
Природное			
Экономическое			

5. Ответить на вопросы

Контрольные вопросы:

1. В чем значение почвы в природе?
2. Какие элементы, необходимые для воспроизводства жизни накапливаются в почве?
3. Почему почва является основным средством сельскохозяйственного производства?
4. В чем состоит отличие эффективного плодородия и природного?
5. Докажите правильность высказывания В.В. Докучаева, что «почва связывает мертвую с природу с живой».

2.2. Методы лабораторного изучения грансостава и структуры почв

Почвы состоят из частиц различной величины, которые формируются в результате процессов выветривания (гипергенеза) и почвообразования. Они состоят из минеральных, органоминеральных и органических веществ. Название «механический состав» возникло в связи с тем, что масса почвы может быть разделена на частицы разной величины чисто механическими приемами. Под гранулометрическим (механическим) составом почв и грунтов подразумевают относительное содержание частиц различной величины. Отдельные группы этих частиц, которые различаются только по величине, называются фракциями механического состава. По процентному соотношению различных фракций и определяют механический состав почвы. По механическому составу почвы бывают: песчаные, супесчаные, легкосуглинистые, среднесуглинистые, тяжелосуглинистые и глинистые. Гранулометрический состав оказывает влияние на ряд важных свойств почвы (пористость и водопроницаемость, усадка и набухание, высота капиллярного поднятия, величина поглотительной способности, водный, воздушный и тепловой режим почвы), также зависят скорость и направленность разложения в почве органических остатков, сопротивление при сельскохозяйственной обработке. По отношению почв различного механического состава к обработке выделяют легкие почвы - песчаные и супесчаные, и тяжелые - тяжелосуглинистые и глинистые. Различные свойства почвы и ее плодородие в значительной мере зависят от состава и величины частиц, составляющих почвенную массу. С механическим составом связаны все физические и физико-механические свойства почв: удельный и объемный вес, порозность, набухание, усадка, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность, воздушный и тепловой режим и др. Песчаные и супесчаные почвы бесструктурны, раздельно-частичны, хорошо водопроницаемы, обладают благоприятным воздушным и тепловым режимом, оказывают малое сопротивление при обработке. В то же время они бедны перегноем, азотом, зольными элементами пищи.

Глинистые почвы, наоборот, маловодопроницаемы, обладают высокой влагоемкостью и плохой водоотдачей, слабой аэрацией, неблагоприятными тепловыми свойствами, оказывают большое сопротивление при обработке. В бесструктурном состоянии они легко заплывают, образуя труднопроницаемую корку, но в то же время эти почвы обычно богаты зольными элементами. Это связано с тем, что почвы тяжелого гранулометрического (механического) состава содержат значительное количество илистых частиц, преимущественно вторичные минералы (каолинит, монтмориллонит, бейделлит и др.) и меньше первичных (гранит, базальт, слюды, полевые шпаты и др.). В этих минералах содержатся различные вещества, необходимые растениям: сера, магний, кальций, калий, фосфор, железо и др. Содержащиеся в коллоидных частицах ($> 0,001$ мм) питательные вещества легче растворяются водой. Песчаные и супесчаные почвы, наоборот, чаще всего в большом количестве содержат первичные минералы (кварц, полевые шпаты, слюды и роговые обманки), которые не могут обеспечить нормальное питание растений. Правильное определение гранулометрического (механического) состава необходимо для познания плодородия почвы и разработки системы мероприятий по его повышению. В зависимости от гранулометрического (механического) состава почв, например, меняются условия обработки, сроки сельскохозяйственных работ, дозы минеральных и органических удобрений и даже подбор сельскохозяйственных культур. Наилучшими для выращивания различных культур являются суглинистые почвы.

Гранулометрический (механический) состав почвы следует отличать от ее структурного состава, который характеризуется количеством структурных отдельностей, также различаемых по величине. Почва, в отличие от горной породы, обладает свойством структурности, то есть она способна распадаться на отдельности различной величины и формы. Выделяют три типа структуры (кубовидный, призмовидный, плитовидный), подразделяющихся по размерам на виды. Каждая структурная отдельность представляет собой агрегат песчаных и пылеватых частиц, сцементированных коллоидными веществами. Агрегаты или структурные отдельности, могут по-разному относиться к воздействию воды. В одних случаях они в присутствии воды не распадаются на первичные частицы. Примером могут служить структурные отдельности верхних горизонтов чернозема. Эти структурные отдельности, будучи погружены в воду, в течение длительного времени сохраняют прочность. Такие структурные отдельности называются водопрочными. В других случаях структурные отдельности, даже очень прочные в сухом состоянии, при погружении в воду постепенно расплываются в бесформенную массу. К ним относятся, например, структурные отдельности солонца. Это объясняется, прежде всего, различием химического состава обменных катионов почвенных коллоидов. У черноземов преобладающим катионом в почвенных коллоидах является кальций, у солонцов – натрий.

Раздельно-частичными почти всегда являются почвы и грунты песчаного и супесчаного механического состава. Это связано с тем, что в них полностью или почти полностью отсутствуют коллоиды (глинистые частицы и гумус), то есть тот «цемент», который необходим для образования агрегатов. В связи с этим, песчаные и супесчаные почвы, как правило, бесструктурны.

С агропроизводственной точкой зрения, созданию в почве благоприятного для растений водно-воздушного и пищевого режима, а следовательно, в значительной степени повышению ее плодородия способствует комковатая-зернистая структура. Наиболее ценны структурные отдельности почвы размером от 1 до 5 мм (зернистая структура). Увеличение содержания данной фракции ведет к улучшению аэрации почвы, режима влажности, микробиологической деятельности и т.д. Чем больше в почве структурных отдельностей указанного размера, тем лучше. Принято считать почвы хорошо оструктуренными при содержании зернистой фракции более 80%, менее оструктуренными – от 50 до 80%, а плохо оструктуренными – менее 50%.

При оценке результатов структурного анализа необходимо принимать во внимание размер преобладающей фракции. Если преобладают структурные отдельности размером больше 10 мм, такая почва глыбистая. Если преобладает фракция меньше 0,25 мм, почва чрезмерно распылена.

Тема работы: Гранулометрический анализ по методу Рутковского.

Оборудование: фарфоровая ступка с пестиком, палочка с резиновым наконечником, сито 0,5 мм, цилиндр на 100 см³, химический стакан, технические весы с разновесами, почвенные образцы.

Ход работы:

1. Определение содержания песчаной фракции (частицы крупнее 0,05 мм).
 - а. 30-ти граммовая навеска исследуемой почвы в воздушно-сухом состоянии осторожно растирается в фарфоровой ступке и просеивается через сито с отверстиями в 0,5 мм. Операция производится до полного освобождения песчаных зерен. Фракция частиц крупнее 0,5 мм взвешивается.
 - б. Просеянная масса высыпается в мерный цилиндр емкость 100 мл. Для уплотнения массы цилиндр осторожно постукивают дном о ладонь. Объем уплотненной массы 10 см³.
 - в. В цилиндр наливается вода до 50 мл и палочкой с резиновым наконечником материал растирается, пока на стенках цилиндра не перестанут образовываться мазки глины.
 - г. Далее вода доливается до 100 мл, содержимое размешивается палочкой и отстаивается 90 сек. после чего 70 – 75 см³ суспензии сливается. В цилиндр доливается вода до 100 мл и операция повторяется до тех пор, пока жидкость не станет почти прозрачной.
 - д. Затем суспензия сливается до отметки 15 см³, содержимое взмучивается, доливается вода до отметки 30мл и смесь сливается через 30 сек. Отмучивание производится до полного осветления жидкости, после чего вода доливается до 100 мл. Содержимое отстаивается и определяется объем песка, осевшего на дно цилиндра по делениям цилиндра или при помощи линейки.
2. Определение содержания глинистой фракции (частицы менее 0,005 мм).
 - а. Просеянный через сито с отверстиями в 0,5 мм материал пробы вносится в цилиндр. Объем уплотненной почвенной массы должен быть равен 5 см³.
 - б. В цилиндр доливается вода до отметки 50 мл и анализируемый материал растирается палочкой с резиновым наконечником.
 - в. К полученной суспензии добавляется 3 мл раствора хлористого кальция (в качестве коагулята). Раствор хлористого кальция содержит 5,5 г вещества на 100 мл, после чего содержимое цилиндра ставится на отстаивание.
 - г. Спустя 24 часа замеряется объем набухшей массы и отделяется прирост объема на 2 см³, от первоначального объема по формуле:

$$K_u = \frac{U_1 - U_0}{U_0},$$

где, K_u – прирост объема на 1 см³,

U_0 – начальный объем анализируемого материала,

U_1 – объем набухшей массы через 24 часа (узнать у преподавателя).

Для определения содержания глинистых частиц (<0,005 мм) пользуются номограммой.

Задания:

1. выполнить гранулометрический анализ по предложенной методике;
2. произвести расчеты;
3. заполнить табл. 2 и табл. 3;
4. на основании полученных результатов сделать вывод;
5. ответить на контрольные вопросы.

Классификация механических элементов по Н.А. Качинскому

Название механических элементов		Размер фракций, в мм
Скелет почвы	Камни	
	Крупный песок	
	Средний песок	
Мелкозем почвы	Мелкий песок	
	Крупная пыль	
	Средняя пыль	
	Мелкая пыль	
	Ил	

Таблица 3

Результаты гранулометрического анализа

Фракция	Вес или объем	Содержание в %
> 0,5 мм		
0,5 – 0,05 мм		
0,05 – 0,005 мм		
< 0,005 мм		

Контрольные вопросы:

1. Как меняются химический состав и водно-физические свойства гранулометрических фракций почв?
2. Какой из черноземов, супесчаный или глинистый, раньше замерзает осенью и раньше оттаивает весной? Почему?
3. Какой принцип положен в основу классификации почв по гранулометрическому составу?

Тема работы: Определение структурного состава почвы.

Оборудование: набор сит, весы и разновесы, почвенные образцы

Ход работы:

1. Сита поставить по убывающей (10 мм, 7 мм, 5 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм).
2. Внизу колонки сит установить поддон.
3. Из образца воздушно-сухой почвы взять навеску около 300 – 350 г.
2. Поместить навеску на верхнее сито и круговым движением просеять почву.
3. Взвесить структурные фракции, оставшиеся на ситах и прошедшие в поддон. На верхнем сите будут находиться структурные отдельности размером больше 10 мм (фракция 10 мм); на сите № 7 – структурные отдельности размером от 7 до 10мм (фракция 7 – 10мм); на сите № 5 – структурные отдельности размером от 5 до 7 мм (фракция 5 – 7 мм) и так далее. В поддоне окажется распыленная часть почвы меньше 0,25мм (фракция 0,25мм).
4. Рассчитать процентное содержание структурных отдельностей.

Формула для расчета:

$$X = \frac{A}{P} * 100, \text{ где}$$

X – процентное содержание структурных отдельностей данного размера;

A – вес структурных отдельностей данного размера (данной фракции);

P – вес почвы, взятой для просеивания (навеска).

Задание:

1. выполнить структурный анализ ситовым методом;
2. рассчитать процентное содержание структурных отдельностей;
3. заполнить табл. 4;
4. определить оструктуренность и характер почвы;
5. рассчитать агрономический коэффициент;
6. заполнить аналитическую справку;
7. отобрать образцы фракций для последующего анализа – 10 мм, 7 мм, 5 мм, 3 мм, 2 мм, 1 мм.

Форма записи результатов

Таблица 4

Результаты ситового анализа

Размер фракции (в мм.)	> 10	10 - 7	7 - 5	5 - 3	3 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5-0,25	< 0,25
Вес фракции (в гр.)									
Содержание фракции (в %)									

Аналитическая справка:

Название почвы _____.

Глубина взятия образца _____.

Содержание зернистой фракции составляет _____%.

Тип оструктуренности _____.

Содержание преобладающей фракции составляет _____%.

Характер почвы _____.

Агрономический коэффициент исследуемой почвы _____.

Контрольные вопросы:

1. Чем отличается гранулометрический состав почвы от структурного?
2. Какова связь между плодородием почв и структурным составом?
3. Почему зернистая фракция считается наиболее ценной?
4. Перечислить агротехнические приемы улучшения структурного (агрегатного) состава почвы?

Тема работы: Определение водопрочности почвенных агрегатов по методу Н. Н. Никольского.

Оборудование: кристаллизаторы, стеклянные палочки, вода, почвенные образцы

Ход работы:

1. Из каждой фракции отбирается 10 - 20 агрегатов и помещается в кристаллизатор.
2. Агрегаты распределяют по дну кристаллизатора на одинаковом расстоянии друг от друга.
3. Агрегаты заливают водой слоем около 2см., ставят отстаиваться в покое на 20 мин.
4. По истечению времени стеклянной палочкой осторожно передвигают каждый агрегат. При этом подсчитывают число сохранившихся и разрушенных агрегатов.
5. Результат анализа вычислить по формуле:

$$A = a/b * 100\%,$$

где A - содержание водопрочных агрегатов в данной фракции (%);

a - количество сохранившихся агрегатов в штуках;

b - количество взятых для анализа агрегатов в штуках.

Задания:

1. выполнить работу согласно методике;
2. рассчитать по полученным данным содержание водопрочных агрегатов;
3. по полученным результатам заполнить табл. 5;
4. сделать вывод;
5. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 5

Результаты анализа на водопрочность

Размер агрегатов (в мм)	Общее количество агрегатов (в шт)	Число разрушенных агрегатов (в шт)	Число сохранившихся агрегатов (в шт)	Содержание водопрочных агрегатов (в %)
> 10				
10 - 7				
7 - 5				
5 - 3				
3 - 2				
2 - 1				

Контрольные вопросы:

1. Чем определяется водопрочность агрегатов?
2. Перечислить агротехнические приемы улучшения водопрочности агрегатов почвы?
3. Докажите примерами, что водопрочность агрегатов является одним из важных агрономических признаков почв.

2.3. Физические и водные свойства почвы.

В получении высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеет благоприятный водный, воздушный и тепловой режим почв. Правильное регулирование этих режимов обеспечивает нормальную деятельность микроорганизмов, благоприятный питательный режим, высокую фотосинтетическую активность растений и хороший их рост и развитие. Придание почве оптимального физического состояния в

значительной степени предотвращает возникновение водной и ветровой эрозии. Нормальный водно-воздушный режим может быть создан на почвах обладающих благоприятными водно-физическими свойствами. Наиболее важными, с точки зрения регулирования водного и воздушного режимов почвы, физическими свойствами являются - объемный (плотность почвы) и удельный вес (плотность твердой фазы) почвы, общая и дифференциальная пористость; водными свойствами - водопроницаемость, водоподъемная способность, влагоемкость, а также соотношение воды, воздуха и твердых частиц, структурность и связность почв. Эти и некоторые другие физические свойства почвы в довольно широких пределах могут изменяться различными агротехническими приемами. Наибольшее значение в регулировании водно-физических свойств почвы имеет правильная обработка, целесообразное чередование культур в севооборотах, внесение удобрений, осушение, орошение и другие агротехнические приемы.

Многофазность почвы состоит в следующем: твердая фаза почвы – это частицы минеральных, органо-минеральных и органических веществ, характеризующихся различной степенью раздробленности от 1 мм до частиц размером менее 0,001мм; почвенный воздух образует газообразную фазу почвы; жидкая фаза почв – это почвенная вода или точнее почвенный раствор, который находится в почве благодаря ее пористому строению.

Различают следующие категории почвенной влаги или формы влаги:

Связанная:

- химически связанная
- прочносвязанная (гигроскопическая)
- рыхлосвязанная (пленочная)

Свободная:

- капиллярная (подвешанная, подпертая)
- гравитационная (просачивающаяся и грунтовая)

Связанная влага почвы находится под воздействием сил молекулярного натяжения исходящие от поверхностных почвенных частиц и сил молекулярного натяжения, действующие между молекулами воды. Свободная влага, которая находится в почве сверху прочно и рыхло связанной, и находится под влиянием сил тяжести.

После выпадения осадков или полива количество влаги под действием сил тяжести может пройти почвенный профиль, с глубиной на влагу будет в меньшей степени действовать сила тяжести, а будет возрастать сила капиллярного натяжения, обусловленная силами поверхностного натяжения и смачиванием, действующие в порах почвы.

Тема работы: Пикнометрический метод определения плотности твердой фазы почвы.

Оборудование: пикнометр, электрическая плитка, образцы почвы, технические весы с разновесами

Ход работы:

1. Берется навеска 10 г заранее просеянной через сито 3 мм почвы.
2. Пикнометр емкостью 100 см³ заполняется свежekiпяченной охлажденной до комнатной температуры водой и взвешивается.
3. Затем из пикнометра отливается половина воды и всыпается через сухую воронку, приготовленная навеска почвы.
4. Пикнометр с водой и почвой кипятится в течение 30 мин. для удаления воздуха из почвы.
5. После кипячения пикнометр охлаждается до комнатной температуры, в него доливается вода до черты и взвешивается.
6. Вычисление удельного веса почвы производят по формуле:

$$D = P / (P + P_1 - P_2),$$

где P – вес сухой почвы, взятой для анализа,

P₁ – вес пикнометра с водой;

P₂ – вес пикнометра с водой и почвой.

Задания:

1. используя материалы методических рекомендаций, заполнить табл. 6 и табл. 7;

Таблица 6

Общие физические свойства почв

Общезфизические свойства	Определение свойства	Единицы измерения, диапазон значений
Плотность твердой фазы		
Плотность почвы		
Пористость		

Таблица 7

Общие физические свойства минеральных и органических компонентов почвы

Компонент почвы	Плотность твердой фазы	Плотность почвы	Пористость

2. выполнить работу по предложенной методике;
3. по результатам работы заполнить табл. 8;
4. сделать выводы;
5. ответить на контрольные вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 8.

Плотность твердой фазы исследуемых почв

Наименование образца, вес почвы (Р)	Вес пикнометра (в г)			Плотность твердой фазы (в г/см ³)
	пустого	с водой (Р ₁)	с водой и почвой после кипячения (Р ₂)	

Контрольные вопросы:

1. В чем различие понятий: «плотность твердой фазы почвы» и «плотность почвы»?
2. От каких свойств зависят показатели плотности почвы?
3. Почему в оструктуренных почвах порозность всегда выше, чем в бесструктурных?
4. Как с глубиной почвенного профиля изменяется порозность?

Тема работы: Определение гигроскопической влаги.

Оборудование: почвенные образцы, бюксы, технические весы с разновесами, термостат

Ход работы:

1. Методом квартования отбирается средняя проба почвы, находящаяся в воздушно-сухом состоянии.
2. На технических весах берется навеска почвы 5 г, переносится в предварительно взвешенный бюкс и помещается в термостат с температурой 100 – 105⁰ С.
3. Через 1,5 – 2 часа бюкс извлекается тигельными щипцами и помещается в эксикатор. После охлаждения чашка с почвой взвешивается. Повторяется эта операция с 30 - минутным выдерживанием в термостате. Если вес не уменьшается, то можно рассчитывать гигроскопическую влагу.
4. Содержание гигроскопической влаги вычислить по формуле:

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \cdot 100\%$$

где, P₀ – вес бюкса без почвы;

P₁ – вес бюкса с почвой до высушивания;

P₂ – вес бюкса с почвой после высушивания.

Задания:

1. дать определение *гигроскопической влаги*;
2. выполнить работу в соответствии с методикой;
3. внести результаты в табл. 9;
4. сделать выводы и ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 9.

Результаты определения гигроскопической влаги

Название почвы	№ бюкса	№ крышки	P ₀	P ₁	P ₂	W %	в

Контрольные вопросы:

1. Какая из форм связанной влаги усваивается растениями?
2. На какие формы делится связанная влага почвы?
3. От чего зависит показатель гигроскопической влаги?
4. На какие свойства почв влияет химически связанная влага?

Тема работы: Определение высоты капиллярной влаги (на модели)

Оборудование: стеклянные трубки, штатив, линейка, часы, марлевка, фарфоровая ступка с пестиком, образцы почв

Ход работы:

1. Почва, находящаяся в воздушно-сухом состоянии, тщательно растирается в фарфоровой ступке и насыпается в стеклянную трубку, предварительно обвязанную марлей, не

дающая почве высыпаться из трубки. Для уплотнения почвенной массы при заполнении, трубка периодически постукивается нижним концом о ладонь.

2. Трубка с почвой укрепляется на штативе так, чтобы нижний конец ее был опущен в банку с водой на 1 см ниже уровня воды. Начальный уровень воды необходимо поддерживать в течение всего опыта.
3. Замечается время погружения трубки в воду и ведется наблюдения за высотой поднятия воды по окраске почвенной массы, темнеющей в результате увлажнения. Высота поднятия воды замеряется линейкой от поверхности воды до верхнего уровня капиллярного поднятия. В случае неравномерного смачивания массы, берется среднее значение из максимального и минимального отсчетов. Положение уровня воды записать по нижеприведенной схеме через указанные интервалы времени. Данные вносятся в таблицу.

Задания:

1. дать определение следующим понятиям: *капиллярная влага; капиллярно-подвешенная влага; капиллярно-подпертая влага; капиллярная кайма; капиллярное поднятие;*
2. перечислить факторы, определяющие высоту капиллярного поднятия;
3. выполнить работу в соответствии с методикой;
4. провести наблюдения, заполнить табл. 10;
5. на основании полученных данных построить график;
6. сделать вывод;
7. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 10.

Капиллярное поднятие в _____ типе почв

№	Время от начала капиллярного поднятия влаги в почве	Высота поднятия (в мм)
1.	5 мин.	
2.	10 мин.	
3.	15 мин.	
4.	20 мин.	
5.	25 мин.	
6.	30 мин.	
7.	35 мин.	
8.	40 мин.	
9.	45 мин.	
10.	50 мин.	

Высота
(в мм)



Рис.1. Динамика капиллярного поднятия

Контрольные вопросы:

1. На какие формы делится капиллярная влага, в чем отличия?
2. От каких факторов зависит процесс капиллярного поднятия влаги в почве?
3. От чего зависит показатель уровня капиллярной каймы?

Тема работы: Определение водопроницаемости, влагоемкости и водоотдачи.

Оборудование: прибор для демонстрации, стакан на 200мл, мерный цилиндр, почва различного гранулометрического и структурного состава.

Ход работы:

1. Собрать три установки для определения водопроницаемости почвы. Для этого необходимо:
 - а) взять три стеклянные трубки диаметром около 3 – 4см и длиной 20 - 25см. Завязать один конец марлей, предварительно закрыв его фильтровальной бумагой;
 - б) заполнить первую трубку на 15-20см от основания почвой:
 - 1 вариант - с хорошей структурой (можно для этого специально отсеесть из образца почвы структурные фракции размером от 1 до 5мм); вторую – бесструктурной почвой (пыль или отсев); третью – бесструктурной песчаной почвой («песком»);
 - 2 вариант – глинистым грансоставом, суглинистую и супесчаную или песчаную. Почвы при заполнении ими трубок слегка уплотняют, следя за тем, чтобы объем ее во всех трубках был одинаков;
 - в) поместить каждую стеклянную трубку нижним завязанным концом в воронку и укрепить ее на штативе;
 - г) подставить под воронку стакан или колбу.
2. Точно заметив время, налить во все трубки равные количества воды (около 50 – 100 см³).
3. По потемнению намокающей части почвы следить за проникновением в нее воды. Обратить внимание на различие в скорости проникновения воды в различные по структуре и механическому составу почвы.
4. Заметить время появления первой капли воды со стороны нижнего конца трубки, которое даст представление об относительной водопроницаемости.
5. Дать воде полностью стечь из почвы.
6. Замерить количество вытекшей из почвы воды, по которому можно определить водоотдачу.
7. Вычтя количество вытекшей из трубки воды из того его количества, которое было первоначально влито в трубку, и установить, сколько воды удержалось в почве. Последнее скажет о влагоемкости данной почвы.

Задания:

1. дать определения - водопроницаемость, влагоемкость, водоотдача;
2. выполнить работу в соответствии с методикой;
3. по полученным результатам заполнить табл. 11;
4. сделать вывод и ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 11.

Водные свойства _____ типа почв

Глубина взятия образца	Время появления первой капли (в сек)	Количество воды (в мл)		
		влитое в трубку	вытекшее из почвы (водоотдача)	удержавшееся в ней (влагоемкость)

Контрольные вопросы:

1. На какие фазы делится процесс водопроницаемости почвы?
2. В каких единицах измеряется запас влаги в почве и от чего зависит данный показатель?
3. Какие свойства почв влияют на значения гидрологических констант?

2.4. Органическое вещество почвы и почвенный гумус.

В каждой почве наряду с минеральными веществами содержится органические вещества, количество которых может быть в одних случаях значительными (12 – 15% от веса почвы), в других – малых (1,0 – 1,5%).

Органическое вещество почв – это совокупность живой биомассы и органических остатков растений, животных, микроорганизмов, продуктов их метаболизма и специфических новообразованных веществ почвы – гумуса. Органическая часть почвы представляет сложную систему различных веществ, количество и состав которых непрерывно меняется. Это обусловлено поступлением в почву органических остатков растительности и остатков животного происхождения и изменением этих остатков под влиянием биологических, химических и физических процессов.

В процессе разложения растительных и животных остатков, т.е. одновременно с минерализацией органических веществ, в почве идет процесс образования сложных органических соединений, процесс гумификации (образование почвенного гумуса, или перегноя). Перегнойные вещества почвы имеют сложное химическое строение, более сложное, чем исходный материал. Почвенный перегной содержит гуминовые и ульминовые кислоты, фульвокислоты, аминокислоты, почвенные гумины, воскосмолы, витамины, фенолы, антибиотики и т.п.

При разложении гумуса высвобождается углерод, нитраты, фосфаты и т.д. В состав гумуса входит около 5% азота. Поэтому перегнойные вещества служат источником обогащения почвы элементами зольной и азотной пищи. Кроме того, перегнойные вещества – это важнейший фактор образования почвенной структуры, они улучшают аэрацию, тепловые свойства почвы, поглонительную ее способность, влагоемкость и другие физические и химические свойства, определяющие плодородие почвы.

В различных почвах состав и количество образующегося гумуса неодинаково. Большое его количество содержат черноземы. К югу от этой зоны и к северу количество перегноя постепенно убывает. Например, черноземы содержат 8–12%, а иногда и 15% гумуса от общей массы почвы, серые лесные почвы – 3–5%, сероземы 1–3%, а песчаные – всего лишь 0,5–1% (даже сотые доли процента).

Гумус составляет большую часть (80–90%) органического веществ почвы. Это специфическое соединение, образующееся только в процессе почвообразования. Гумус находится в тесном взаимодействии с минеральной коллоидной частью почвы. Кроме собственно гумуса, в составе органического вещества почвы находятся неразложившиеся остатки растений и животных, плазма микроорганизмов, лигнин, дубильные вещества, смолы, углеводы, жиры и др. Количество гумуса в почве является характерной величиной для каждого типа почв.

Неодинаковая растворимость в различных реактивах основных составных частей гумуса позволяет произвести их разделение. Применяя последовательно водную и щелочную вытяжку, можно выделить следующие гумусовые соединения:

1. растворимые в воде (фульвокислоты и их соли),
2. растворимые в щелочах (гуминовые кислоты и их уголь),
3. нерастворимые ни в воде, ни в щелочах (гумин или гумусовый уголь).

Фульвокислоты (креновая и апокреновая) растворяются в воде, имеют слабо желтоватую окраску (получили название за желтый цвет растворов фульвожелтый).

Фульвокислоты представляют собой высокомолекулярные соединения, устойчивые против коагуляции. Для них характерно небольшое содержание углерода (45 – 48%). Большинство этих кислот оказывают выщелачивающее воздействие на почвообразующие породы, способствуя выносу ряда элементов.

Гуминовые кислоты не растворяются в воде, но растворимы в щелочах. Все представители этой группы относятся к высокомолекулярным соединениям, обладают темно-бурым цветом. Среди них различают гуминовую кислоту (черного цвета), ульминовую (бурого цвета). Гуминовые кислоты содержат значительно больше углерода по сравнению с фульвокислотами (52 – 62%).

Гумин (гумусовый уголь) – часть перегноя, не растворимая ни в воде, ни в щелочах, характеризующаяся черным цветом. Содержание углерода того же порядка, что и в гуминовых кислотах. Гумин представляет собой гуминовые вещества, скоагулированные и прочно связанные с дисперсной частью почвы. Гумин и гуминовые кислоты образуют специфические компоненты почвенного гумуса, не встречающиеся среди других известных на Земле органических веществ.

При всех почвенных исследованиях определяют общее содержание гумуса, представляющего совокупность всех органических соединений (фульвокислот, гуминовых кислот, гумусового угля и собственно органических веществ) в почвенном профиле, утративших связь с элементами структурной организации клеток и тканей. Однако сложный и многокомпонентный состав гумуса и тесная связь гумусовых веществ с минеральной частью почвы не позволяет произвести его прямого определения. Поэтому прибегают к косвенному методу: устанавливают содержание в почве органического углерода. При всем разнообразии состава гумуса содержание в почвах органического углерода в нем приблизительно постоянно и колеблется около 58%. Поэтому, зная содержание углерода, можно рассчитать содержание в почве гумуса. Обычно количество гумуса выражается в % к весу абсолютно сухой почвы. Данный показатель используется в классификации почв.

Например, у черноземов выделяются следующие градации по содержанию гумуса:

- 1) тучные черноземы (>9 %);
- 2) среднегумусные (9–6 %);
- 3) малогумусные (6–4 %);
- 4) слабогумусированные (<4 %).

По мощности гумусового слоя все черноземы делятся на определённые виды по следующим признакам:

- 1) сверхмощные (>120 см);
- 2) мощные (120–80 см);
- 3) среднемощные (80–40 см);
- 4) маломощные (40–25 см)
- 5) очень маломощные (<25 см);

В среднем по всем типам почв по содержанию гумуса в гумусовых горизонтах выделяют следующие уровни:

- 1) очень высокое (>10 %);
- 2) высокое (6 - 10 %);
- 3) среднее (4 - 6 %);
- 4) низкое (2 - 4 %);
- 5) очень низкое (<2 %).

Гумус играет важную роль в плодородии почвы, от количества и качества гумуса зависят физические и физико-химические свойства почв, гумус является источником питательных веществ, стимулирует рост и развитие растений.

Тема работы: Качественное определение различных форм гумуса в почве.

Оборудование: технические весы с разновесами, бюретка, колбы на 100 мл и 200 мл, электрическая плитка, H₂O дист., серная кислота концентрированная и 50%, фильтры, раствор едкого натрия, KMnO₄, почвенные образцы.

Ход работы:

1. Из образца гумусового горизонта почвы на технических весах берется навеска 50 гр.
2. Растирается в фарфоровой ступке и переносится в колбу емкостью 250 мл.

Получение водной вытяжки и водорастворимой части гумуса.

3. В колбу добавляется 100 мл дистиллированной воды, содержимое взбалтывается 3 – 4 мин., еще раз взбалтывается и вновь отстаивается.
4. Отстоявшийся раствор через воронку с фильтром отфильтровывается в колбу емкостью 100 мл. Полученная жидкость представляет собой водную вытяжку из почвы, содержащую воднорастворимые, в том числе органические соединения. Как правило, цвет жидкость светло-желтый, что объясняется наличием солей фульвокислот.
5. В колбу (100 мл) приливается 20 мл H₂O дист., добавляется 1 мл H₂SO₄ конц.
6. В колбу емкостью 100 мл приливается 20 мл водной вытяжки, добавляется 1 мл 50% - ной H₂SO₄ серной кислоты.
7. В колбу с дистиллированной водой из бюретки добавляется сантинормальный раствор марганцовокислого калия до появления отчетливо розового окрашивания. Замеряется количество израсходованного раствора перманганата калия.
8. Затем в колбу с водной вытяжкой по каплям прибавляют раствор перманганата калия. Первые порции раствора на окисление водорастворимого органического вещества и жидкость не окрашивается в розовый цвет. Реакция окисления водорастворимой части гумуса происходит по схеме:



9. Реакция окисления требует некоторого времени, для ее ускорения колба с водной вытяжкой нагревается на электрической плитке.
10. Раствор перманганата калия в водную вытяжку добавляется до полного окисления органического вещества, что проявляется в устойчивом окрашивании в розовый цвет раствора. Необходимо получить оттенок такой же интенсивности как в колбе с дистиллированной водой. По делениям бюретки определяется количество перманганата калия, израсходованного на окисление водорастворимого органического вещества.
11. Разность количества перманганата калия, затраченного на появление отчетливой розовой окраски в одинаковых объемах водной вытяжки и дистиллированной воды, будет характеризовать количество водорастворимых форм почвенного гумуса.

Получение щелочной вытяжки и нерастворимой части гумуса.

12. Приготавливается щелочная вытяжка из почвы. В колбу с остатком от водной вытяжки добавляется 20 мл 1Н раствора (NaOH) едкого натрия. Колба несколько раз взбалтывается и отстаивается. Операция растворения в целом занимает 20 минут.
13. Отстоявшийся темно-бурый раствор отфильтровывается через воронку с фильтром в колбу емкостью 100 мл.
14. Переносится 3 мл щелочной вытяжки в пробирку, куда затем при периодическом встряхивании постепенно добавляется 2 – 3 мл 10% (HCl) соляной кислоты.
15. Через некоторое время растворимые в щелочах кислоты коагулируют, в виде бурых хлопьев выпадают на дно пробирки. По количеству хлопьев можно судить о количестве гуминовых кислот в анализируемом образце.

Задания:

1. провести опыт по предложенной методике;
2. внести результаты наблюдения в табл. 12;
3. сделать вывод по трем составным частям гумуса;
4. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 12.

Характеристика гумуса _____ типа почв

Наименование части гумуса	Содержание C,N,H,O, в %	Результаты качественного анализа
1.		
2.		
3.		

Контрольные вопросы:

1. На каком принципе основано выделение частей гумуса?
2. Какие свойства характерны для фульвокислот?
3. Как влияют различные части гумуса на морфологические и физические свойства почв?
4. С чем связано формирование гумусового угля?

Тема работы: Количественное определение почвенного гумуса по методу И.В.Тюрина.

Оборудование и реактивы: фарфоровая чашка с пестиком, технические весы с разновесами, конические колбы емкостью 100 мл и 250 мл – 2 шт., маленькие воронки, электроплитка, бюретка емкостью 50 мл, цилиндр 100мл., бихромат калия кристаллический, серная кислота (конц), соль Мора, дифениламин, почвенные образцы.

Ход работы:

1. Из образца почвы отбирается средняя проба, из которой берется навеска 1 гр. Навеску высыпать на белый лист бумаги и тщательно отобрать пинцетом корни и органические остатки (панцири насекомых, семена, угольки и т.д.). Раздавить в фарфоровой чашке почвенные комки пестиком с резиновым наконечником и вновь тщательно отобрать корни.
2. Растереть почву в фарфоровой чашке и просеять через сито диаметром 1мм.
3. Взять навеску почвы 0,2 гр и перенести в колбу емкостью 100 мл и прилить 15 мл хромовой смеси. В контрольную колбу прилить 15 мл хромовой смеси.
4. Во избежания испарения жидкости, колбы накрыть малой воронкой носиком внутрь в качестве обратного холодильника.
5. Обе колбы поставить на плитку и довести до кипения. Кипятить 5 минут. Кипение должно быть умеренным, выделение пара из воронки и подпрыгивание ее недопустимы.
6. Снять колбу с плитки, дать им остыть. Обмыть воронки над колбами с внутренней и наружной стороны дистиллированной водой.
7. Содержимое колб перенести в колбы на 250 мл, несколько раз тщательно ополоснуть колбу, в которой производилось окисление (кипячение). Ополаскивать дистиллированной водой. Объем жидкости после переноса в колбу на 250 мл должен составить 100 – 150 мл. Цвет жидкости оранжево-желтый, позеленение ее свидетельствует о недостатке окисления. Анализ в этом случае необходимо повторить, уменьшив навеску.

8. В обе колбы прибавляют по 5 капель индикатора – дифениламин или фенилантрониловой кислоты.
9. При помощи бюретки производится титрование 0.2N раствора соли Мора. В процессе титрования окраска раствора будет меняться: фиолетовая – синяя - зеленая. При появлении ясной зеленой окраски, свидетельствующей о восстановлении индикатора (полной нейтрализации хромовой смеси) титрование заканчивается. Титруется чистая хромовая смесь для определения исходного количества хромовой смеси, взятой для опыта. Израсходованный объем раствора соли Мора записывается. Затем титруют раствор в колбе с анализированной почвой для определения количества хромовой смеси, не израсходованной на окисления органического углерода. Израсходованный объем раствора соли Мора также записывается.
10. Определение гумуса производится по формуле:

$$A = (a - b) \cdot N \cdot K / b \cdot 100\%$$

где, А – количество гумуса в %;

а – кол-во см³соли Мора, пошедшее на титрование хромовой смеси без почвы;

в – кол-во см³ соли Мора, пошедшее на титрования хромовой смеси с почвой;

б – навеска почвы в граммах;

Н – нормальность раствора соли Мора (0,2);

К – коэффициент перевода на гумус, равный 0,00517.

Задания:

1. провести опыт по предложенной методике;
2. внести результаты наблюдения в табл. 13;
3. сделать выводы и ответить на вопросы

Форма записи результатов

Таблица 13.

Содержание гумуса в профиле _____ типа почв

Наименование индекса горизонта, глубина взятия образца (в см)	Кол-во раствора, пошедшее на титрование без почвы; (в см ³)	Количество раствора, пошедшее на титрования хромовой смеси с почвой (в см ³)	Количество гумуса (в %)

Контрольные вопросы:

1. Влияет ли состав растительных остатков на накопление перегноя и количество гумуса?
2. Какие конечные продукты образуются:
 - а) при аэробном разложении растительных остатков;
 - б) при анаэробном разложении?
3. Влияет ли гумус на морфологические и физические свойства почв, и каким образом?
4. Как данные по содержанию органического вещества используются в классификации?
5. На каком принципе основан метод определения гумуса по И.В. Тюрину?

2.5. Поглощительная способность почв.

Почва представляет собой трехфазную систему: жидкую, газообразную и твердую. Твердая фаза более инертна, что зависит, прежде всего, от входящих в ее состав соединений большей частью нерастворимых в воде. Однако некоторая доля твердой фазы способна принимать участие во многих быстро протекающих процессах благодаря присущей ей большой удельной поверхности. Сюда относят частицы с диаметром от 0,001 мм до 0,0002 мм (высокодисперсная часть твердой фазы почвы). Это различные вещества, освобождающиеся при выветривании минералов и разложении растительных остатков в результате почвообразовательного процесса. Данную долю твердой фазы почв выделяют под названием коллоидного комплекса. От него во многом зависит поглощительная способность почв - это свойство почвы задерживать, поглощать твердые, жидкие и газообразные вещества, находящиеся в соприкосновении с твердой фазой почвы. Плодородие почвы во многом зависит от этого свойства. Наибольшей поглощительной способностью обладают почвы тяжелого механического состава и богатые перегноем. Учение о поглощительной способности почв разработал академик К.К. Гедройц. Он выделил пять ее видов в зависимости от рода поглощаемого вещества и способа поглощения: механическая, физическая, физико-химическая или обменная, химическая, биологическая.

Механическая поглощительная способность проявляется при фильтрации воды. Взмученные в воде частицы, проходят через почву застревают в почвенных порах, как на фильтре.

Физическая поглощительная способность заключается в свойстве почвы благодаря силам молекулярного притяжения почвенных коллоидов притягивать и удерживать на своей поверхности молекулы воды, газа, растворов, не изменяя их.

Физико-химическая поглощительная способность обусловлена обменом ионов коллоидной массы почвы на ионы почвенного раствора. Поглощение одних ионов сопровождается вытеснением в раствор эквивалентного количества других, ранее поглощенных твердой фазой почвы. На этой поглощительной способности почв в сельском хозяйстве основано применение удобрений.

Химическая поглощительная способность почв – это их способность удерживать некоторые ионы путем образования в результате химических реакций нерастворимых или трудно растворимых в воде соединений.

Биологическая поглощительная способность почв связана с наличием в них микроорганизмов и корней живых растений. Корни растений и микроорганизмы могут поглощать различные ионы не только из почвенного раствора, но и из твердой фазы. Весьма важной отличительной чертой биологической поглощительной способности является ее избирательность. Микроорганизмы и корни усваивают различные ионы не в тех соотношениях, в которых последние находятся в почвах, а в иных, определяемых биологическими особенностями организмов. Связанные растениями и накопленные в телах микроорганизмов зольные элементы питания в процессе минерализации из отмерших остатков освобождаются и аккумулируются в почве. Особенно велика роль растений, благодаря которым в верхнем почвенном слое идет непрерывное накопление различных макро и микроэлементов. Важное значение приобретает биологическая поглощительная способность в песчаных почвах, в которых почти полностью отсутствуют коллоидные частицы.

Сумму поглощенных катионов, выраженную в мг.экв / 100г почвы, называют емкостью поглощения. Различные типы почв имеют определенную величину емкости поглощения и определенный состав поглощенных катионов. Почвы, поглощенный комплекс которых представлен катионами металлов, называются насыщенными. Таковыми являются черноземы, лугово-черноземные почвы, луговые, каштановые, сероземы и т.д. Ненасыщенные почвы содержат в составе поглощенного комплекса ионы водорода (подзолистые, красные и т.д.) От величины емкости поглощения почв и качественного

состава поглощенных ионов зависит ряд свойств почв и в конечном итоге их плодородие. Например, почвы, насыщенные кальцием и магнием, обладают хорошей структурой. Почвы, насыщенные натрием, при увлажнении набухают, заплывают, делаются воздухо- и водопроницаемыми. Почвы, у которых в поглощающем комплексе присутствует в значительном количестве водород, имеют кислую реакцию среды.

Таким образом, состав поглощенных ионов определяет многие физические и химические свойства почв. В почвах одинакового механического состава емкость поглощения тем больше, чем больше в них перегноя, так как первичные частицы последнего состоят из коллоидов. Чем больше емкость поглощения, тем выше плодородие почвы. Регулируя состав поглощенных ионов, многие свойства почв можно улучшить. Физическая и физико-химическая поглотительная способность почв имеет большое значение как фактор, удерживающий от вымывания различных вносимых в почвы минеральные удобрения. К почвам легкого механического состава, обладающим малой естественной поглотительной способностью, применяются различные агротехнические приемы, которые предусматривают увеличение в них коллоидной фракции.

Тема работы: *Качественное определение основных типов поглотительной способности почв.*

Определение механической поглотительной способности.

Оборудование: стеклянные воронки, химические стаканы, суспензия опилок, штатив, пробы почв разного гранулометрического состава.

Ход работы:

1. на железных штативах укрепляют две стеклянные воронки диаметром 8 см;
2. в фарфоровой ступке растирают суглинистую почву, из которой на технических весах берут навеску 30 г и помещают в воронку;
3. во вторую воронку насыпают столько же песка;
4. во избежание высыпания материала в обе воронки предварительно помещают небольшое количество ваты, закрывающие отверстия воронки;
5. через обе воронки фильтруют заранее приготовленную суспензию древесных опилок. Фильтрат, полученный после прохождения через первую и вторую воронки, будет обладать различной прозрачностью в зависимости от того, какая почва лучше задерживает частицы суспензии.

Определение физической (сорбционной) поглотительной способности.

Оборудование: стеклянные воронки, химические стаканы, раствор чернил, штатив.

Ход работы:

1. в стеклянные воронки, укрепленные в железных штативах, помещают навески в 25 г песка и суглинка;
2. через обе воронки фильтруют заранее приготовленный молекулярный раствор фиолетовых чернил;
3. в зависимости от величины так называемой поверхностной энергии, обусловленной в основном степенью дисперсности каждого образца, происходит поглощение молекул. Интенсивность поглощения проявляется в обесцвечивании фильтрата.

Задания:

1. дать определения видам поглотительной способности:
 - Механическая поглотительная способность
 - Физическая (ионно-сорбционная) поглотительная способность
 - Физико-химическая (обменная) поглотительная способность

- *Химическая поглотительная способность*
- *Биологическая поглотительная способность*

2. выписать схемы физического и физико-химического видов поглотительной способности почвы;
3. выполнить практическую часть качественного анализа;
4. сделать по полученным результатам вывод;
5. ответить на вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какая часть твердой фазы почвы принимает активное участие в химических процессах?
2. Какое строение, происхождение и химический состав имеют почвенные коллоиды?
3. Что называется поглотительной способностью почв?

2.6. Химический состав и кислотность почв.

В химический состав почв входит большое количество элементов и их соединений. По химическому составу почвы отличаются от горных пород, природных вод и организмов. По относительному содержанию по массе их в почвах химические элементы делятся на группы:

I группу элементов образуют кислород и кремний (55,0–20,0%);

II группа – алюминий, водород, углерод (10,0–5,0%);

III группа – кальций, железо, калий, натрий, магний (1,0–5,0%);

IV группа – азот, хлор, фосфор, марганец, серу, стронций (1,0–0,01%). Данные элементы составляют 99,8% веса почв. На долю всех остальных элементов – так называемых микроэлементов и рассеянных элементов – приходится лишь 0,2% веса почв. Несмотря на малое содержание микроэлементов, роль их в процессах почвообразования и создания плодородия почв весьма значительна. Они входят в состав различных витаминов, ферментов и гормонов, без которых физиологическая деятельность растений невозможна.

Химический состав почв и, в частности, их минеральная часть, в значительной мере обусловлены химическим составом горных пород. Наряду с преобладающими чертами сходства в химическом составе земной коры и почв наблюдаются некоторые различия. В почвах, по сравнению с земной корой, содержится относительно больше углерода, водорода, азота, фосфора, серы. Обогащение почв этими элементами происходит за счет поступления в почву растительных и животных остатков, в которых содержание их значительно выше, чем в литосфере и в почвах. Все элементы, входящие в состав золы растений, Б.Б. Полынов разделил по степени их значимости для жизни растений на две группы. Первая группа – элементы органогены, абсолютно необходимые для жизни организмов: сера, азот, фосфор, калий, углерод, водород и кислород. Вторая группа – элементы примеси, поглощаемые растениями в тех или иных количествах лишь благодаря тому, что они присутствуют в растворах. В почвах в наибольшей степени аккумулируются абсолютные органогены. Влияние химического состава растительных остатков на химизм почв особенно резко проявляется в верхних горизонтах почв, куда поступает наибольшее количество органических веществ. В этой части почвенного профиля накапливаются такие абсолютные органогены, как фосфор, сера, калий.

В определенных растительных формациях наблюдается аккумуляция специальных органогенов. Например, кремнезем накапливается в золе злаков; кальций – в большом количестве присутствует в золе бобовых растений; аккумуляция железа, алюминия и марганца присуща растениям влажных вечнозеленых лесов и т.д. Эти особенности зольного состава растений отражаются на химизме почв. Сопоставление химического состава литосферы, биосферы и почв показывает их самостоятельную химическую природу. Оно

подтверждает основное положение докучаевского почвоведения о том, что почва представляет собой продукт взаимодействия живых организмов и горных пород.

По степени растворимости выделяются следующие группы химических соединений почвы:

- легкорастворимые (растворяются в $H_2O_{дист}$) - хлориды натрия, магния, кальция; бикарбонаты натрия, кальция и магния; карбонаты натрия; нитраты и нитриты; из органических соединений - фульвокислоты и их соль;
- среднерастворимые (растворяются в слабых растворах кислот) – карбонаты кальция и магния; сульфаты кальция и гидроксиды железа;

Некоторые химические соединения не растворяются ни в воде и ни в слабых кислотах, но хорошо растворяются в щелочах – это гуминовые кислоты и их соли, аморфная окись кремния и некоторые другие.

Водорастворимые соединения играют большую роль, как в процессах почвообразования, так и в жизни растений, являясь наиболее легко усвояемой ими частью почвы. Некоторые отрицательно влияют на рост и развитие растений. Наиболее вредными для растений являются сода (Na_2CO_3), наличие которой в почве даже в количествах, не превышающих 0,005%, вызывает гибель культурных растений, а также хлориды ($NaCl$, особенно $MgCl_2$ и $CaCl_2$) и сульфат натрия Na_2SO_4 . Содержание в почве солей около 0,5 – 1% от веса сухой почвы является предельным, при котором культурная растительность уже не развивается. Вредное влияние на урожай оказывает уже соли в почве в количестве 0,1 – 0,2%. Поэтому почвы, содержащие более 0,2% солей считаются засоленными, а почвы содержащие более 1 – 2% легкорастворимых солей относятся к солончакам. При большом количестве в почвенном растворе солей его осмотическое давление резко возрастает, что приводит к нарушению поступления воды в растение и к его гибели. Вредное воздействие оказывает закись железа; гидраты окиси безвредны. Легкорастворимые соединения, повышающие плодородие почв, - нитраты. Безвредны для растений $CaCO_3 \cdot 2H_2O$ (гипс), $MgCO_3$ и $CaCO_3$.

В порах почвы всегда есть свободная вода. Состав почвенного раствора, в частности содержание в нем кислот и оснований, обуславливает главным образом кислотность почв. Она является одним из важнейших химических свойств почв и играет существенную роль в жизни растений и почвообразовании. Она оказывает значительное влияние на эффективность вносимых в почву удобрений, которые в свою очередь, могут изменить реакцию почвенного раствора, подкислять или подщелачивать ее. Почвенный раствор имеет кислую, нейтральную или щелочную реакцию. Реакция ее зависит не только от общего содержания в нем кислоты или щелочи, но и от соотношения концентрации свободных водородных и гидроксильных ионов. Соотношением концентрации этих ионов в почвенном растворе и определяется реакция почвы, а именно: если количество $H^+ < OH^-$ - реакция щелочная, если количество $H^+ = OH^-$ - нейтральная, если же количество $H^+ > OH^-$ - реакция кислая. Кислотность почв выражают величиной pH, представляющей собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в растворе. Реакция почвенного раствора может изменяться от 1 до 14, но чаще всего от 3 до 9. Реакция среды по величине pH делится на группы (по Валькову, 2004г):

Резкокислая реакция среды	3,0 - 5,0
Сильнокислая	5,0 – 6,0
Слабокислая	6,0 – 6,5
Нейтральная	6,5 – 7,5
Слабощелочная	7,5 – 8,5
Сильнощелочная	8,5 – 10,0
Резкощелочная	10 - 12

Разные типы почв имеют определенную реакцию почвенного раствора, изменяющуюся по генетическим горизонтам. Нейтральную реакцию имеют черноземы, кислую – подзолистые, болотные, серые и бурые лесные, красноземы и желтоземы, щелочную – каштановые почвы, сильно щелочную – солонцы.

Кислотность почв, с одной стороны, вызывается водородными ионами, находящимися в почвенном растворе, с другой стороны, - ионами, поглощенными почвенными коллоидами. Первую форму кислотности называют активной или актуальной, вторую – потенциальной, с подразделением на обменную и гидролитическую. Активная реакция почвенного раствора зависит прежде всего от содержания в нем углекислоты и органических кислот, а также от общего состава почвы, в частности от наличия в ней карбонатов. Потенциальная кислотность почв в значительной степени зависит от того, какие вещества поглощены твердой фазой почвы. Актуальную и обменную кислотность определяют для установления необходимости известкования почв. Почвы имеющие pH по абсолютной величине менее 5,5 нуждаются во внесении извести. Для того, чтобы рассчитать дозу извести для нейтрализации кислотности почвы, определяют ее гидролитическую кислотность.

Различные растения неодинаково относятся к реакции почв. Одни из них могут расти и нормально развиваться в очень широких пределах pH, другие очень чувствительны к изменению реакции. Большинство растений не может развиваться при pH ниже 3,5 и выше 9, но нормальные условия развития лежат в значительно более узких пределах. Оптимальный интервал pH для главнейших сельскохозяйственных культур:

рожь	5,5 – 7,2	картофель	5,3 – 8,0
овес	5,0 – 7,5	горох	6,0 – 7,5
морковь	6,5 – 8,0	капуста	6,7 – 7,4
помидоры	6,3 – 6,7	кукуруза	6,0 – 8,5

Эти пределы имеют самое общее или относительное значение, меняясь в зависимости от сорта и климатических условий. Установлено влияние кислотности почвенного раствора не только на высшие растения, но и на микробиологические процессы, а вместе с тем и на весь ход почвообразования, из кислой почвы растения не могут взять нужное количество минеральной пищи. Для устранения вредного воздействия кислотности почвы, ее известкуют, для расчета доз извести пользуются данными (табл. 14):

Таблица 14.

Полные дозы извести в тоннах на 1 га.

Механический Состав почвы	pH почвы					
	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4 – 5.5
Песчаные	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
Глинистые	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5

Почвы способны противостоять изменению реакции в сторону подкисления или в сторону подщелачивания. Эта способность называется буферностью почв. Буферность – это свойство почв сохранять свою реакцию при сравнительно небольшом добавлении кислот или щелочей.

Тема работы: Качественное определение содержания легко- и среднерастворимых форм некоторых химических элементов почвы.

Оборудование и реактивы: набор пробирок, технические весы с разновесами. Фарфоровая чашка с пестиком, фильтровальная бумага, колбы, 5% раствор AgNO_3 , 10% раствор HCl , 20% раствор BaCl_2 , раствор фенолфталеина и дифениламина, 4% насыщенный раствор $(\text{NH}_4)_2 \text{C}_2\text{O}_4$, молибденовая жидкость, кристаллический $\text{Na}_2 (\text{CO} (\text{NO}_2)_6$, 10% раствор HNO_3 .

Ход работы:

При помощи простейшего качественного анализа водной вытяжки можно установить, какие соли находятся в почве.

1. Для определения содержания карбонатов необходимо:

из образца почвы берут небольшое количество почвы, переносят в фарфоровую чашку. На почву из пипетки капают несколько капель 10% соляной кислоты. При наличии карбонатов имеет место реакция:

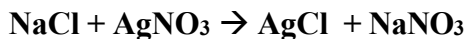


Образующийся при реакции углекислый газ выделяется в виде пузырьков. По интенсивности выделения CO_2 и по количеству израсходованной соляной кислоты судят о более или менее значительном содержании карбонатов.

2. Для выполнения качественного анализа содержания *легкорастворимых* соединений в водной вытяжке необходимо почву тщательно растереть пестиком в ступке. На технических весах взять навеску почвы 25 г и перенести в колбу емкостью 200 мл. Добавить в колбу 50 мл дистиллированной воды, взболтать и отфильтровать содержимое. Полученный фильтрат используется для дальнейших анализов:

2.1. Качественное определение **хлоридов**.

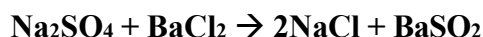
Из фильтрата в пробирку отлить 5 мл, добавить несколько капель 10% раствора азотной кислоты и по каплям прибавить 0.1Н раствора азотнокислого серебра. При наличии хлоридов азотнокислое серебро реагирует с ними по схеме:



Хлористое серебро выпадает в виде хлопьевидного осадка, что указывает на наличие хлоридов.

2.2. Качественное определение **сульфатов**.

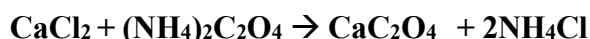
5 мл водной вытяжки налить в пробирку, добавить несколько капель концентрированной HCl и 2–3 мл 20% раствора BaCl_2 . Раствор в пробирке нагревают до кипения. При наличии сульфатов происходит реакция по схеме:



Сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка, что свидетельствует о наличии сульфатов.

2.3. Качественное определения **кальция**.

10 мл фильтрата водной вытяжки переносят в пробирку, подкисляют 2 каплями 10% раствором HCl и прибавляют 5 мл 4% раствора щавелевокислого аммония. При наличии кальция протекает реакция:



Выпадает белый осадок щавелевокислого кальция, свидетельствующий о наличии кальция.

2.4. Качественное определение **нитратов**.

5 мл фильтрата переносят в пробирку и по каплям прибавляют раствор дифениламина. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет.

2.5. Качественное определение **соды**.

Для определения в почве соды (Na_2CO_3) к небольшому количеству водной вытяжки следует прибавить несколько спиртового раствора фенолфталеина. Появление в растворе пурпурной окраски свидетельствует о наличии в водной вытяжке соды.

2.6. Качественное определение содержания **калия**.

В пробирку с 5–7 мл испытуемой водной вытяжки всыпать около 0,1 г сухого реактива кобальтнитрита натрия. Тщательно взболтать содержимое пробирки и нагреть его на огне спиртовки. Появление осадка свидетельствует о присутствии в вытяжке калия.

2.7. Качественное определение содержания **фосфора**.

Добавить к 5–10 мл испытуемой водной вытяжки 1 мл сульфат молибденовокислого аммония (реактив «В»). Нагреть содержимое пробирки на огне спиртовки. После нагревания опустить на 5 секунд оловянную палочку и перемешать раствор. Окрашивание раствора в синий цвет и выпадение осадка свидетельствует о наличии фосфора.

3. Для выполнения качественного анализа содержания *среднерастворимых* солей в почве необходимо получить солянокислую вытяжку из почвы. Для этого необходимо в колбу с остатками почвы прилить 15 мл 10% раствора соляной кислоты. Содержимое колбы взболтать 30 мин. и отфильтровать.

3.1. Качественное определение **закисного железа**.

В пробирку налить 3 мл солянокислой вытяжки, бросить туда кристаллик красной кровяной соли. Появляющееся синее окрашивание указывает на наличие в данной почве закисного железа.

3.2. Качественное определение **окисного железа**.

В пробирку налить 3 мл солянокислой вытяжки добавить несколько капель 10% раствора роданистого калия. При наличии окисного железа раствор окрашивается в красный цвет. По интенсивности окраски можно судить о количестве окисного железа.

Задания:

1. выполнить качественный анализ содержания легко- и среднерастворимых солей в трех различных типах (подтипах) почвы по предложенным методикам;
2. результаты качественного анализа внести в таблицу 15;
3. сделать вывод по работе;
4. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 15.

Содержание в _____ типе почв легко и среднерастворимых соединений

Анализ вытяжки	Наименование химических элементов, соединения						
1. Водная	хлориды	сульфаты	кальций	нитраты	сода	калий	фосфор
качественный							
количественный							
2. Солянокислая	закисное железо	окисное железо	-	-	сода	-	фосфор
качественный							
количественный							

Примечание: « - » результат отрицательный, элемент не обнаружен, либо содержание $0,001 >$;
« + » результат положительный, но опалесценция слабая; в результате качественной реакции образовались слабая муть или очень слабое окрашивание (содержание $0,001 - 0,01$ ед);
« + + » результат положительный, опалесценция заметная; в результате качественной реакции образовались ясная муть или слабое окрашивание ($<0,01 - 0,1$ ед);
« + + + » результат положительный, опалесценция ясная; в результате качественной реакции образовались сильная муть или сильное окрашивание (содержание $0,1 - 1$ ед. и > 1).

Контрольные вопросы:

1. Какие элементы входят в состав твердой фазы почвы и в каком количественном соотношении они встречаются?
2. Какие элементы относятся к группе органоенов и в чем их значение?
3. В чем особенность содержания водорастворимых соединений в почве?

Тема работы: Определение pH водной вытяжки почв колориметрическим методом.

Оборудование: коническая колба, стеклянная воронка, фильтры, пробирки, прибор Алямовского, дистиллированная вода, образцы почв, технические весы с разновесами, фарфоровая чашка с пестиком, почвенные образцы.

Ход работы:

1. на технико–химических весах берут навеску почвы 10 г и помещают ее в коническую колбу емкостью 100 мл;
2. приливают 25 мл H₂O дист. и взбалтывают в течение 5 – 12 минут, затем фильтруют;
3. берут пипеткой 5 мл фильтрата в пробирку и прибавляют 0,6 мл комбинированного индикатора;
4. после взбалтывания подбирается по шкале пробирка, окраска которой вполне соответствует цвету испытуемого раствора в пробирке с индикатором. Если окраска испытуемого раствора интенсивнее, чем в одной из пробирок стандартной шкалы, но слабее соседней с ней, тогда pH считается средней между ними величиной.

Задания:

1. определить pH почвенного раствора по методике;
2. по полученным данным построить диаграмму;
3. дать пояснения к полученным данным;
4. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Горизонт	Мощность горизонта(см)	Интервалы pH почвенного раствора							
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0 8,5
	10								
	20								
	30								
	40								
	50								
	60								
	70								
	80								
	90								
	100								
	110								
	120								
	130								

Рис.2. Диаграмма изменения реакции почвенного раствора по профилю _____ типа почв.

Контрольные вопросы:

1. Чем обусловлена кислотность почв?
2. Какое значение имеет анализ водной вытяжки для агрономической оценки?

3. Приведите примеры кислых, нейтральных и щелочных почв?
4. Каким образом можно изменить почвенную кислотность?

Раздел 3. Морфология почв и методы лабораторного изучения морфологических свойств

Морфология почв – это особый раздел почвоведения, характеризующийся своим собственным предметом и методами исследования, в комплексе отражающим историю почвообразования. Под морфологией почв понимается учение о внешних признаках, которое мы воспринимаем при помощи наших чувств. Почва, как любое естественноисторическое тело, характеризуется специфичной, присущей только ей морфологией, которая отличает почву от материнской породы. Морфология почв описывает не столько поверхность почв, как ее профиль. Различные по типу почвы имеют разные морфологические признаки выраженные в почвенном профиле. Детальное морфологическое препарирование почв дает ретроспективную возможность заглянуть в далекое прошлое почвы, дает ключ к познанию ее истории, а это в свою очередь, позволяет прогнозировать дальнейшую эволюцию и строить модели почвообразования в будущем. Почвенный профиль каждой почвы в своем морфологическом строении содержит подробную «информацию» о местном климате, о сочетании тепла и влаги, о растительных условиях, о характере материнских пород, напряженность и очередность происходящих процессов.

Многие морфологические признаки систематизированы, имеют свою количественную оценку (например: по мощности гумусового горизонта определяется степень гумусированности почвы; по глубине залегания карбонатного горизонта - выщелоченность и т.д.), по многим морфологическим свойствам разработаны критерии оценки. Изучение морфологии почвы дает возможность судить о составе почвы, ее происхождении (генезисе), истории развития и о протекающих в ней внутренних процессах.

Профильный метод изучения почв был введен в науку В.В. Докучаевым в конце прошлого столетия. Профильный метод является наиболее рациональным и научно обоснованным, отвечающим природным закономерностям вертикальной анизотропности почв. Под почвенным профилем понимается строго индивидуальный набор конкретных горизонтов и их вертикальная очередность в пределах почвенного тела. Морфологический профиль – это внешний признак почвы, по которому ее можно отличить от горной породы, одну почву от другой, а также судить о направленности и степени выраженности почвообразовательного процесса.

Каждый тип почв характеризуется своим строением профиля, т.е. определенным вертикальным последовательным чередованием генетических горизонтов. Даже в пределах одного типа почв (например – серые лесные почвы), у его подтиповых разделений (светло-серые, серые, темно-серые лесные) при едином строении у них почвенного профиля, выделяются в пределах некоторых горизонтов как схожие или близкие по морфологии диагностические признаки, так и конкретные, индивидуальные отличия.

Профиль почвы - это своего рода ее «паспорт», выраженный в индивидуальной дифференциации исходной материнской почвообразующей породы на генетические горизонты. Главными факторами формирования почвенного профиля являются:

- вертикальные потоки вещества и энергии;
- вертикальное распределение живого и мертвого органического вещества в массе почвы.

Для правильного понимания почвы как природного объекта необходимо знать, что профиль это не простая сумма случайных слоев, а интегральный результат единого почвообразовательного процесса. Под влиянием окружающей среды в горной породе зарождается и самоорганизуется сложное сочетание взаимосвязанных и соподчиненных

парагенетических горизонтов, которые совместно составляют генетическое почвенное единство и целостность профиля почвы.

При описании монолита или коробочного образца в первую очередь обращают внимание на общее строение почвенного профиля и общие особенности почвенных горизонтов.

Тема работы: Методы лабораторного изучения морфологических свойств

Оборудование: монолиты и коробочные образцы различных типов почв, таблицы и схемы строения почвенного профиля различных типов почв, 10% HCL, пипетка, лопатка, стеклянная палочка, линейка.

Ход работы:

1. рассмотреть все генетические горизонты коробочного образца;
2. убедиться в правильном буквенном обозначении отдельных слоев, соответствующих изучаемому типу почв;
3. сделать описание морфологических свойств каждого генетического горизонта почвы, по следующей схеме (табл.16);
4. определить почвенные образцы на вскипание, для этого разместить небольшие агрегаты на предметное стекло или фарфоровую чашку, капнуть в 2-3 точках агрегата 10% HCL, зафиксировать результат;
5. определить почвообразовательные процессы, характерные для данного типа почв;
6. выделить основные морфологические диагностические признаки данного типа почв.

Задания:

1. провести опыт по предложенной методике;
2. внести результаты наблюдения в табл. 16;
3. сделать вывод об общих морфологических особенностях, характерных для данного типа почв;
4. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 16.

Морфологические свойства профиля _____ типа почв

Индекс и название горизонта	Мощность горизонта (в см)	Описание морфологических свойств: окраска, структура, механический состав, сложность, вскипание от 10% HCl, наличие пор, новообразований, включений, корней растений, характер перехода из одного горизонта в другой.*

*Примечание: такие морфологические свойства почв, как влажность, плотность, ходы роющих животных, в лабораторных условиях определить нельзя. Описывая сложение, можно отметить только характер порозности.

Контрольные вопросы:

1. Что собой представляют генетические горизонты и почвенный профиль?
2. Какими индексами обозначаются разные генетические горизонты?
3. Что такое почвенные новообразования?

4. Каковы географические закономерности распространения разных групп новообразований?
5. Какие существуют типы структурных отдельностей?
6. Какие факторы обуславливают цветное разнообразие почв?

Раздел 4. Закономерности географического распространения почв.

Научной основой практического использования данных по географическому распространению разных типов почв и почвенных карт является почвенно-географическое районирование, которое имеет значение прежде всего для региональной оценки почвенного покрова и дифференцированного использования земельных фондов в сельском и других отраслях народного хозяйства. Сущность почвенно-географического районирования заключается в разделении территории на почвенно-географические районы, однородные по структуре почвенного покрова, сочетанию факторов почвообразования и возможностям хозяйственного использования.

Опорными таксономическими единицами почвенно-географического районирования являются: в равнинных условиях – почвенная зона, а в горах – горная почвенная провинция, охватывающая определенный ряд взаимосвязанных вертикальных почвенных зон. Выделяют следующие таксономические единицы почвенно-географического районирования:

1. Почвенно-биоклиматический пояс
2. Почвенно-биоклиматическая область

Для равнинных территорий:

Для горных территорий:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| 3. Почвенная зона | 3. Горная почвенная провинция |
| 4. Почвенная провинция | |
| 5. Почвенный округ | |
| 6. Почвенный район | |

1. *Почвенно-биоклиматический пояс* - это совокупность почвенных зон и горных почвенных провинций, объединенных общностью радиационных и термических условий (полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический).
2. *Почвенно-биоклиматическая область* – это совокупность почвенных зон и горных почвенных провинций, объединенных в пределах пояса не только общностью радиационных и термических условий, но и сходством условий увлажнения (гумидные, субгумидные, аридные, субаридные) и континентальности (океанические, континентальные, экстраконтинентальные).
3. *Почвенная зона* – выделяется в пределах области и является ареалом зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв.
4. *Почвенная провинция* – часть почвенной зоны, отличающаяся специфическими особенностями почв, связанные либо с различиями в увлажнении и континентальности (в широтных отрезках почвенных зон), либо в температурными различиями (в меридиональных отрезках почвенных зон).
5. *Горная почвенная провинция* (или вертикальная почвенная структура) – это ареал определенного ряда взаимосвязанных вертикальных почвенных зон, обусловленных положением горной страны в системе почвенно-биоклиматических поясов и областей и главными особенностями ее орографии.
6. *Почвенный округ* – это часть почвенной провинции, характеризующаяся определенным типом почвенных комбинаций, обусловленным особенностями рельефа и почвообразующих пород. В округе чередуются несколько типов мезоструктур почвенного покрова.
7. *Почвенный район* – это часть почвенного округа, характеризующаяся одним типом мезоструктуры почвенного покрова, т.е. закономерным чередованием одних и тех же

качественно и количественно) мезоструктур почвенного покрова, определяемых единством истории их развития.

**Тема работы: Составление краткой характеристики
почвенно-географического районирования**

Оборудование: карты «Почвенно-географического районирования СССР», «Почвенная карта», контурные карты.

Задания:

1. изучить методические рекомендации;
2. составить конспект по таксономическим единицам почвенно-географического районирования;
3. определить по карте границы почвенных поясов, областей, зон;
4. выявить основные зональные типы почв;
5. выделить цветом на контурной карте почвенные зоны;
6. заполнить таблицу 17;
7. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 17

Основные типы почв по почвенно-географическим областям и зона

Название почвенно-географической единицы			Типы почв
Почвенно-биоклиматический пояс	Почвенно-биоклиматическая область	Почвенная зона	

Контрольные вопросы:

1. Перечислите таксономические единицы почвенно-географического районирования?
3. Что такое почвенно-биоклиматические пояса, на основании каких показателей они выделяются?
4. Каковы географические закономерности распространения почвенных зон?
5. Какие факторы обуславливают выделение почвенно-биоклиматических областей?
6. В чем значение почвенно-географического районирования?

Раздел 5. Особенности сельскохозяйственного использования почв

5.1. Основы научного земледелия

Законы земледелия — закономерности, описывающие взаимодействие факторов жизни растений и определяющие оптимальные условия их роста и развития с целью получения максимального урожая.

Законы земледелия основаны на результатах большого количества исследований и опытов, их обработки и анализа и закладывают теоретические и практические основы растениеводства. Правильное применение агротехнических, почвенно-мелиоративных и других приемов, повышение культуры земледелия и эффективное регулирование плодородия почв и урожайности культур основывается на научном понимании и практическом использовании законов земледелия.

Классификация законов научного земледелия:

1. Закон равнозначимости и незаменимости факторов жизни растений

2. Закон минимума
3. Закон минимума, оптимума, максимума
4. Закон совокупного действия факторов жизни растений
5. Закон возврата
6. Закон плодосмена

Практика применения законов земледелия.

Разработанные системы земледелия базируются на действии законов земледелия. Современные направления адаптивно-ландшафтных систем земледелия строятся на использовании земельных ресурсов определенной агроэкологической группы, ориентированы на экономически выгодное производство продукции высокого качества в соответствии с рыночными потребностями, обеспечивающие устойчивость агроландшафта и постоянное воспроизводство плодородия почвы. Освоение систем земледелия неразрывно связано с освоением новых технологий, одним из главных требований к которым — адаптированность к природным условиям, формам хозяйствования, различным уровням интенсификации производства и т.д.

Методология построения технологий базируется на законах земледелия. Например, руководствуясь законом минимума, определяют и устраняют лимитирующие факторы урожайности с учетом почвенно-климатических условий, специализации и уровня интенсификации производства. Интенсификация производства меняет значимость тех или иных факторов: с устранением дефицита одних повышается роль других. Возврат питательных веществ, отчуждаемых с урожаем, согласно закону возврата, должен компенсироваться с избытком, для постоянного расширенного воспроизводства плодородия. Несоблюдение или нарушение законов земледелия в сельскохозяйственной практике приводит не только к неполучению ожидаемых, но и отрицательным результатам с необоснованными экономическими затратами. Например, необоснованная мелиорация, интенсивные технологии, химизация, реформирование АПК. Без учета комплекса взаимных и системных связей факторы и приемы, казавшиеся обоснованными, необходимыми, экологически оправданными, в итоге приводили к отрицательным последствиям функционирования сельскохозяйственного производства.

Высокие урожаи обеспечиваются сочетаниями определенных факторов жизни растений на каждом этапе развития. Только при комплексном действии всех условий жизни возможно полное использование каждого из них, что на практике встречается редко. Чаще, фактор, находящийся в минимуме, определяет формирование урожая в конкретных почвенно-климатических условиях. Например, в Нечерноземной зоне - это питательные вещества, в засушливых районах — вода.

Каждый агротехнический прием, как правило, для создания благоприятных условий роста и развития растений влияет на 1-2 фактора жизни. Поэтому только комплекс мероприятий дает возможность регулировать все условия жизни растений. Очевидно, что наибольшую значимость из этих агроприемов будет иметь тот, который воздействуют на фактор, находящийся в минимуме.

Помимо почвенно-климатических особенностей зоны или местности, при разработке комплекса агротехнических мероприятий следует учитывать фазы развития растений. Приемы должны обеспечивать прирост запасов органических и минеральных веществ в почве, повышая ее плодородие и улучшая структуру и строение.

Тема работы: Составление краткой характеристики законов земледелия

Задания:

1. изучить методические рекомендации;
2. составить конспект с характеристикой законов земледелия;
3. рассмотреть по рис. 1, рис 2. и рис 3;

4. заполнить таблицу 18.
5. ответить на контрольные вопросы.

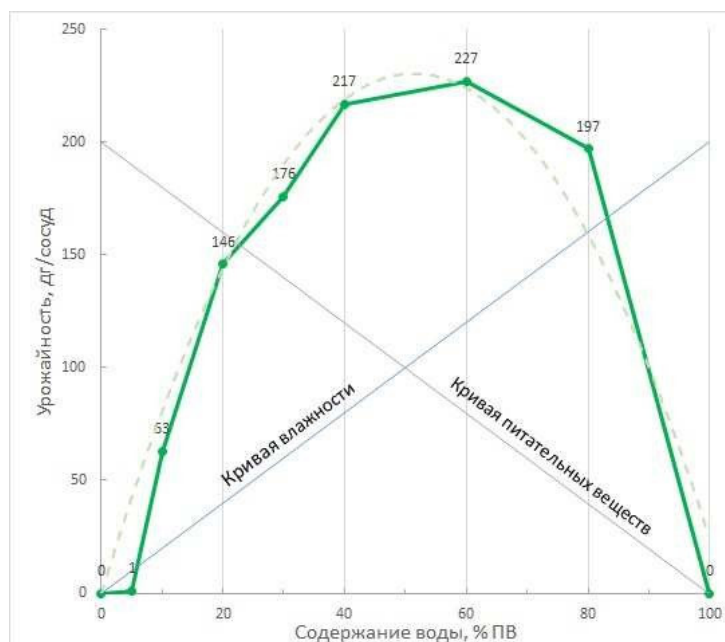


Рис.1.Изменение урожайности растений в зависимости от содержания влаги в почве

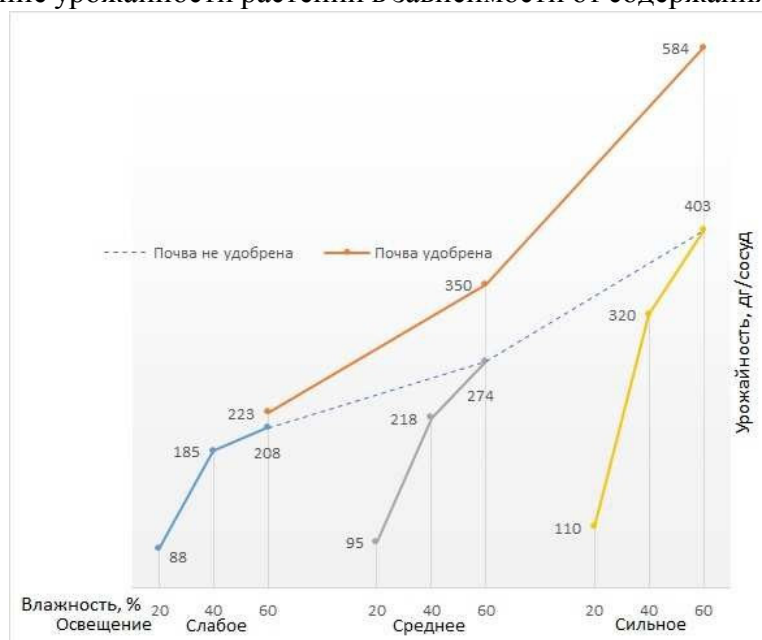


Рис.2.Зависимость урожайности от факторов роста: освещения, влажности, удобрения

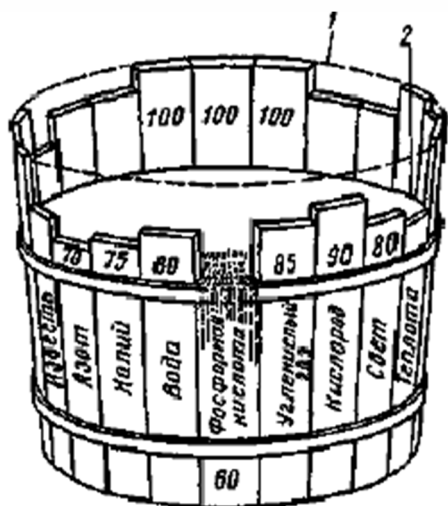


Рис.3. Графическое изображение закона научного земледелия

Форма записи результатов

Таблица 18

№ рисунка	Закон научного земледелия	Содержание закона	Пояснение

Контрольные вопросы:

1. На чем основаны законы земледелия?
2. Какие меры дают возможность регулировать все условия жизни растений?
3. В чем состоит суть закона возврата?
4. На каком этапе развития растения необходимо сочетание определенных факторов жизни ?

5.2. Системы земледелия

Системой земледелия называется комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных, организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, на защиту почвы от эрозии и повышение ее плодородия с целью получения высоких устойчивых урожаев при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции (получение максимального количества продуктов с каждого гектара).

В России имеется большое разнообразие экономических и почвенно-климатических условий, поэтому в нашей стране должны быть разные интенсивные системы земледелия, разработанные с учетом местных условий и специализации хозяйств. Необходимо внедрение научно обоснованных зональных систем земледелия, каждая из которых имеет характерные социально-экономические и агротехнические (земледельческие) признаки, специальные способы использования земли, способы восстановления плодородия и защиты ее от эрозии.

Классификация систем земледелия:

1. Прimitивные (древние системы земледелия)

В лесостепных и степных районах использовались залежная система земледелия. Специфика системы заключалась в том, что используемый участок забрасывался на неопределенный долгий срок под залежь или под лес, распахивался новый участок. В

дальнейшем залежная система была заменена переложной системой, отличие которой заключалось в том, что возвращение к участку было через какой-либо более длительный временной промежуток (чаще 10-20 лет). Восстановление почвенного плодородия происходит без вмешательства человека, благодаря воздействию на почву естественной травянистой растительности. Переложная система земледелия – первое приближение к севообороту.

В лесных районах аналогом переложной системы была огневая или подсечная система земледелия. Высвобождение участка от древесной растительности осуществлялось сжиганием или вырубкой леса, с последующим раскорчевыванием и распахиванием. Использование для сельскохозяйственных целей было коротким, чаще 2-3 года, далее участок забрасывался. Подобным образом разрабатывался новый участок.

2. Экстенсивные

На смену переложной системы приходит паровая система, включающая полевые севообороты, в которых пар чередуется с озимыми и яровыми культурами. Использовалась до революции трехпольный севооборот: 1) пар; 2) озимая рожь или пшеница; 3) яровые хлеба – ячмень, овес, гречиха. С целью усиления эксплуатации крестьян помещиками царское правительство широко внедряло общинной землепользования с паровым севооборотом. Восстановление почвенного плодородия не происходило. Урожай имел стихийный характер.

3. Интенсивные системы земледелия.

В Западной Европе на рубеже 18-19 века стала развиваться плодосменная или плодопеременная система земледелия, в которой преобладали севообороты с посевом основных групп с-х растений: многолетние травы (преимущественно бобовые), технические пропашные, озимые и яровые зерновые культуры. Использовался четырехпольный севооборот. Доля внедрения промежуточных культур была высокой, что позволяла получить хорошие урожаи.

В развитии мирового земледелия важная роль принадлежит сидеральной системе земледелия, основа которой – это севообороты с использованием в пару растений (чаще бобовых – люпин, сераделла, донник и др.), запахиваемых в почву как удобрение. Сидераты – важный фактор восстановления плодородия. Обогащение почвы азотом, фосфором, калием, усиление микробиологической деятельности - все эти процессы способствуют так же и нейтрализации кислых почв.

В России получила распространение и используется пропашная система земледелия, которая пришла на смену травопольной системе земледелия, которая не смотря на некоторый положительный эффект являлась экстенсивной системой земледелия. Основу системы составляет включение в севооборот полевых или кормовых трав. Многолетние травы, посеянные в виде злаково-бобовых травосмесей, являются единственным и незаменимым фактором восстановления структуры почвы.

Современные системы:

- 1) Плодосменная (половина площади занято зерновыми, остальная часть пропашными и бобовыми; основа – плодосменные севообороты, в которых чередование зерновых культур с бобовыми и пропашными дает особенно высокий агротехнический эффект. Используют в районах достаточного увлажнения: Нечерноземная зона, Центрально-черноземная на орошаемых полях).
- 2) Зернопаровая (большая часть пашни или 80% занята под зерновые, остальная чистые пары. Используется: Нижнее Поволжье, степные районы Западной Сибири).
- 3) Зернопаропропашная (60% пашни занята под зерновые, остальная под посевы пропашных культур и чистые пары. Используется: степные районы европейской части России).
- 4) Пропашная (большая часть площади занята посевами пропашных культур, специализируется на выращивании овощных культур)
- 5) Зернотравяная (большая часть под посев зерновых, остальная одно-и многолетние травы).

6) Травопольная (большая часть пашни занята посевами многолетних трав и виде злаково-бобовых смесей).

Тема работы: Составление краткой характеристики систем земледелия основных природных зон России

Оборудование: карты «Почвенно-географического районирования СССР», «Почвенная карта», «Карта агроклиматических ресурсов» .

Задания:

1. изучить методические рекомендации;
2. определить по карте границы сельскохозяйственных зон;
3. выявить основные зональные признаки (тип почвы, доля распаханости земель, специализация тип севооборота, т.д.);
4. заполнить таблицу 18;
5. ответить на вопросы.

Форма записи результатов

Таблица 19

Системы земледелия основных зон России

Название зоны	Характеристика агроклиматических ресурсов	Сельскохозяйственная специализация и система севооборотов	Типы почв. Современное состояние и экологические проблемы
Центрально-черноземная			
Нечерноземная зона			
Лесотепная европейской части России			
Степная зоны европейской части России			
Лесотепная зона Западной Сибири			
Лесотепная зона Западной Сибири			

Контрольные вопросы:

1. Назовите современные системы земледелия
2. В чем специфика сидеральной системы?
3. Чем отличаются переложная и подсеčná системы земледелия?

Список рекомендуемой учебной литературы по подготовке к лабораторным и практическим занятиям по дисциплине

Основная литература

1. Гаспарян, И.Н. Основы агрономии: учебник для СПО / И.Н. Гаспарян, В.И. Трухачев, В.Г., Сычев, А.В Мельников, С.А. Горохов. - 4-е изд., стер. – Санкт – Петербург: Лань, 2025. – 496 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/436301> (дата обращения: 14.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Глухих, М. А. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии : учебное пособие для спо / М. А. Глухих. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 128 с. — ISBN 978-5-507-47526-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/386411> (дата обращения: 14.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Чурагулова, З. С. Почвоведение / З. С. Чурагулова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 284 с. — ISBN 978-5-507-46405-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/308756> (дата обращения: 18.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Агрохимия / Г. Г. Романов, Г. Я. Елькина, А. А. Юдин, Н. Т. Чеботарев ; Под ред.: Лодыгин Е. Д.. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 148 с. — ISBN 978-5-507-45526-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271313> (дата обращения: 18.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.