

**С.Г. Левина, И.Н. Лиходумова, А.И. Агапов**

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ**

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**С.Г. Левина, И.Н. Лиходумова, А.И. Агапов**

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

Челябинск  
2024

**УДК 631.4(076)(021)**

**ББК 40.3.я73**

**Л 36**

Левина, С.Г. Лабораторные работы по почвоведению: учебное пособие / С.Г. Левина, И.Н. Лиходумова, А.И. Агапов; Министерство просвещения Российской Федерации, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2024. – 141 с. – ISBN 978-5-907790-97-1. – Текст: непосредственный.

Пособие предназначено для методического обеспечения лабораторных занятий по дисциплине «Почвоведение», включает описание лабораторных работ. Целью сборника является повышение эффективности самостоятельной подготовки студентов к выполнению лабораторных работ и анализу полученных экспериментальных результатов. Каждая работа сопровождается теоретическим введением и вопросами для собеседования по итогам занятия, вопросами и задачами для самостоятельного решения, позволяющими контролировать полноту выполнения работы и усвоение изучаемого материала.

Издание предназначено для организации аудиторной и внеаудиторной работы студентов педагогических вузов, обучающихся по профилям подготовки бакалавров «Биология. Химия» и «Природопользование», а также по профилю подготовки магистратуры «Естественно-географическое образование». Пособие может быть использовано учителями школ и преподавателями учреждений дополнительного образования при организации внеурочной деятельности со школьниками и занятий, направленных на исследование объектов окружающей среды.

Рецензенты: Гущина Ю.А., канд. с.-х. наук, доцент

Панина М.В., канд. геогр. наук, доцент

**ISBN 978-5-907790-97-1**

© Левина С.Г, Лиходумова И.Н., Агапов А.И., 2024  
© Издательство Южно-Уральского государственного  
гуманитарно-педагогического университета, 2024

## ВВЕДЕНИЕ

Учебный курс «Почвоведение» на естественно-технологическом факультете Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета преподается в качестве базовой учебной дисциплины. «Почвоведение» – фундаментальная научная дисциплина, изучающая почву, ее строение, состав, свойства и географическое распространение, закономерности происхождения, развития, функционирования и роли в природе и обществе, пути и методы мелиорации, охраны и рационального использования в хозяйственной деятельности человека. Цель лабораторных работ по почвоведению – способствовать усвоению студентами научных знаний в этой области.

В соответствии с целью определяются и задачи курса – изучение:

- факторов и основных процессов почвообразования;
- условий почвообразования, строения, состава и свойств почв;
- методов оценки почвенного плодородия, картографирования почв, агро-производственной группировки почв, защиты почв от деградации;
- основных приемов регулирования почвенного плодородия.

Студент, изучивший дисциплину «Почвоведение» и выполнивший практикум, должен:

1) *знать*:

- теоретические основы почвоведения;
- строение (морфологию), свойства почв и процессы, протекающие в почвах;
- условия формирования, генезис, классификацию зональных и азональных почв Челябинской области и России;
- агропроизводственную типологию и классификацию земель;
- мероприятия по охране и рациональному использованию почв хозяйства;
- основные методы изучения почв, прикладное значение почвоведения;
- основные почвоведческие научные школы, иметь собственную научную позицию в отношении содержания их учений и уметь аргументировать ее;

2) *уметь*:

- определять морфологические, физико-химические свойства почв;
- уметь диагностировать зональные типы почв;
- уметь интерпретировать данные полевых и лабораторных исследований почв;

3) *владеть*:

- методами лабораторных и полевых почвенных исследований;
- методами обработки информации о состоянии почв;
- современными методами оценки качества земельных ресурсов;
- основами системного подхода к изучаемым и наблюдаемым объектам, явлениям и процессам, обладать их комплексным восприятием;
- владеть научным языком и описывать исследуемые объекты, явления и процессы с использованием научной терминологии;

«Практикум по почвоведению» включает следующие виды работ:

- закрепление и углубление теоретических знаний по основным разделам курса;
- обработку и интерпретацию почвенных данных;
- качественный и количественный анализ физико-химических свойств почвенных образцов;
- изучение методики полевых почвенных исследований.

## Раздел 1. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОЧВ

*Морфологические признаки* – это внешние признаки почв. Для их исследования не нужна специальная лабораторная база. Они изучаются органолептическим методом, т. е. с помощью органов чувств (зрения, обоняния, осязания и т. д.). По морфологическим признакам можно судить о направленности почвообразовательного процесса и классифицировать почвы.

К основным морфологическим признакам относят: строение, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, цвет (окраску), структуру, гранулометрический состав, пористость, сложение, новообразования и включения.

### **Лабораторная работа 1. Определение окраски почвы и почвообразующей породы**

*Цель* – изучить и освоить методику определения окраски генетических горизонтов почвенных проб.

Окраска почвы – один из важнейших, наиболее доступных и прежде всего бросающихся в глаза ее морфологических и диагностических признаков. В почвах можно встретить все цвета (от черного до белого) и их оттенки, но преобладают тусклые, «землистые» тона, образованные сложным сочетанием черного, красного, желтого и белого цветов. Многие почвенные типы получили свои названия по окраске: *подзолистая почва, бурая лесная почва, серая лесная почва, чернозем, каштановая почва, краснозем* и т. д.

В почвенной окраске отражаются особенности почвообразовательного процесса. Поэтому ее изучение, изучение изменения цветовых оттенков в различных почвах, а также в одной и той же почве, но в разных ее горизонтах (подгоризонтах) может дать информацию для понимания сущности происходящих в почве процессов и для раскрытия происхождения почв [3; 8].

Наиболее важны для окраски почв следующие группы веществ:

- гумусовые вещества – придают почве черную, темно-серую и серую окраску (такую окраску имеют, например, черноземы);
- соединения окисного железа ( $Fe_2O_3$ ) – окрашивают почву в красный, оранжевый и желтый цвета (такую окраску имеют красноземы, желтоземы, каштановые почвы);

– соединения закисного железа (FeO) – окрашивают почву в сизые и голубоватые цвета (такую окраску имеют, например, тундровые глееземы, дерново-глеевые почвы тайги);

– кремнезем (SiO<sub>2</sub>), карбонат кальция (CaCO<sub>3</sub>), гипс (CaSO<sub>4</sub>), каолинит (H<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>•H<sub>2</sub>O) и легкорастворимые соли – окрашивают почву в серые и беловатые цвета (так окрашены, например, подзолистые, серые лесные почвы).

Окраска почвы определяется окраской и концентрацией веществ, которыми она слагается (табл. 1), а также физическим состоянием почвы. Окраска сильно меняется от степени влажности и характера освещения, поэтому окончательное ее определение принято делать при рассеянном дневном свете по образцам, находящимся в воздушно-сухом состоянии (почвенные монолиты, образцы почв в ящиках и т. д.), или по мазкам в бланке описания образца почвы (в полевых условиях изучения). Окраска нижних горизонтов почвенного профиля в основном определяется окраской почвообразующих пород, их составом и степенью выветривания.

Для унифицирования определений окраски почвы С.А. Захаровым (1931) предложен треугольник цветов (рис. 1), в вершинах которого расположен белый, черный и красный цвета, а по сторонам и медианам нанесены названия возможных цветов, производных от смешивания трех основных. В некоторых странах Европы, Северной Америки и других для определения окраски почв широко используются таблицы Манселла – набор стандартных эталонов окрасок, каждый из которых имеет свой индекс. Окраску почвы устанавливают сравнением с эталонами окрасок.

Таблица 1 – Окраска почвы в связи с химическим и минералогическим составом

Окраска почвы	Химический и минералогический состав
интенсивно-черная, темно-серая, серая, светло-серая, темно-бурая, буровато-черная, буро-черная	гумусовые вещества (интенсивность окраски и оттенки зависят от концентрации и состава гумуса)
черные пятна (вкрапления) и прослойки на красновато-буром фоне	гидроксиды марганца
желто-оранжевая, желто-бурая, буровато-желтая, красно-бурая, фиолетово-бурая, светло-бурая и т. д.	оксиды и гидроксиды железа, алюминия и фосфора, образующие самостоятельные минералы или находящиеся в сорбированном состоянии на поверхности тонких глинистых минералов
голубоватая, голубовато-серая (сизая), зеленовато-голубоватая и т. д.	закиси железа (II)
белесая	тонкие зерна кварца (кремнезем); каолинит
белая, желтовато-белая, палево-белая и т. д.	хлориды натрия, магния, кальция; сульфаты натрия и магния, гипс; карбонаты кальция и магния

Цвет почвенного горизонта не всегда является однородным, часто содержит различные пятнистости, отличающиеся от основной массы горизонта по своей окраске. В соответствии с этим выделяют следующие типы почв:

- 0 – почва однородная (пятна отсутствуют);
- 1 – слабопятнистая (пятна одиночные, обнаруживаются только при внимательном рассмотрении);
- 2 – пятнистая (пятна встречаются часто, хорошо заметны, расположены на расстоянии 5–15 см друг от друга);
- 3 – сильнопятнистая (пятна встречаются часто, расстояние между ними меньше 5 см).

При определении цвета почвы в полевых условиях следует учитывать его зависимость от освещенности почвенного разреза и влажности почвы: увлажненная почва имеет более темную окраску, чем сухая, поэтому наряду с цветом необходимо указывать степень увлажнения. Освещение должно быть равномерным по всему почвенному профилю.

Определение почвенной окраски «на глаз» всегда в той или иной степени субъективно, зависит как от психофизиологических особенностей наблюдателя, так и от элементарного его умения правильно дать название окраске. Поэтому точная количественная (объективная) ее оценка в лабораторных условиях может быть получена с использованием специального оборудования, например фотометра – прибора, позволяющего определить степень отражения или поглощения световых волн разной длины от образца почвенной массы.

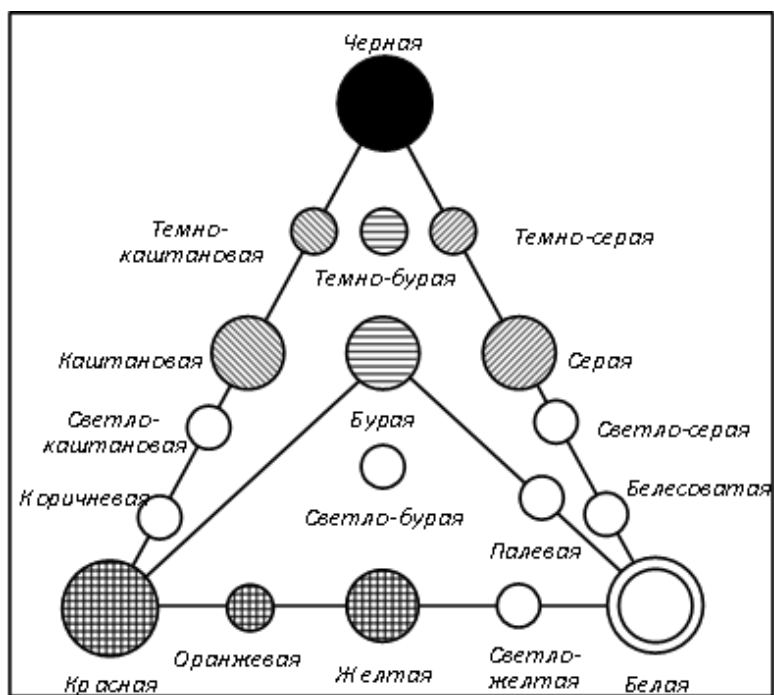


Рисунок 1 – Треугольник цветов С.А. Захарова (1931) [15]



**Задание 1.** Определение окраски генетических горизонтов почвенных проб.

**Материалы и оборудование:** 1) образец почвы в почвенном ящике; 2) бланк описания образца почвы; 3) фарфоровая ступка и пестик; 4) мензурка или колба с водой; 5) влажные салфетки для рук.

**Содержание работы:**

1) небольшое количество почвенного материала (половину объема одной чайной ложки), взятого из отдельного генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы, очистить от посторонних предметов (веточки, стебли и корни трав, обломки камней, угольки и т. д.), аккуратно растереть пестиком в фарфоровой ступке до однородной рассыпчатой массы и смочить водой из мензурки или колбы до слегка жидко-текучей консистенции;

2) указательным пальцем руки часть этой консистенции аккуратно нанести (намазать вращательным движением пальца) на бланк описания образца почвы (в столбец «Мазок») для получения равномерного по густоте окраски пятна диаметром 2–2,5 см. Не рекомендуется наносить на бланковый лист избыточное количество почвенного материала, ибо чем больше толщина нанесенного слоя, тем больше вероятность его осыпания при высыхании. Не рекомендуется наносить и крайне малое количество материала (при этом избыточно жидкого), поскольку в таком случае получается весьма бледный мазок, что затрудняет определение по нему окраски;

3) по высохшему мазку определить окраску образца почвенной массы. Название окраски, которая представляет собой смесь различных цветов и их оттенков, должно включать как основной (доминирующий) цвет (оттенок), так и дополнительный цвет (в качестве дополнительного обычно указывают только цвет, т. к. выделить оттенок дополнительного цвета затруднительно). Например, окраска коричнево-темно-серая (основной оттенок – темно-серый, дополнительный цвет – коричневый). Доминирующий цвет (оттенок) ставится в названии на последнее место. Другие примеры названия окраски: серо-коричневая, коричнево-бурая, палево-светло-коричневая и т. д. Если и дополнительные цвета выделить проблематично, то останавливаются только на указании основного цвета (оттенка): окраска темно-коричневая, светло-серая и т. д.;

4) по результатам определения установить окраску для каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы, опираясь на таблицу 1, учитывая особенности их химического и минералогического состава;

5) в образце почвы, помещённой в ящик, проанализируйте характер пятнистости окраски почвенной массы – ее контрастность, количество и окраску пятен.

Выделяют следующие градации (степени) контрастности пятен:

– слабая (основная окраска и окраска пятен имеют близкий цветовой тон и насыщенность, пятна обнаруживаются лишь при внимательном рассмотрении);

– отчетливая – пятна хорошо заметны (основная окраска и окраска пятен отличаются заметно);

– сильная – пятна бросаются в глаза (пятнистость является характерной чертой горизонта (подгоризонта)).

Для описания количества пятен используются следующие градации частоты их встречаемости: пятна единичные, очень редкие, редкие, частые, очень частые, господствующие.

6. Отработанный почвенный материал не возвращается в почвенный ящик, удалить его в мусорное ведро или пакет.

7. Определить окраску генетических горизонтов и характер пятнистости каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы по мазкам в бланке описания образца почвы и связать ее с химическим и минералогическим составом.

### **Оформление результатов**

1. Итоговые результаты по окраске и характеру ее пятнистости каждого генетического горизонта (подгоризонта) вписать простым карандашом в соответствующую графу бланка описания образца почвы (приложение 1, табл. 1.1).

### **Вопросы для собеседования**

1. В чем раскрывается смысл понятия «окраска почвы»?
2. Какие классификации окраски почвы приняты в России и за рубежом?
3. Какова зависимость окраски почвы от ее химического и минералогического состава?

**Рекомендуемая литература** – [15; 16; 17; 18].

## **Лабораторная работа 2. Гранулометрический состав почвы**

*Цель* – изучить и освоить методику определения гранулометрического состава различными методами.

*Гранулометрический состав* – содержание в почве элементарных почвенных частиц, обладающих постоянной формой и размером. В отличие от структурных агрегатов, гранулометрические элементы почвы не распадаются при увлажнении, сохраняя свою структуру в водной взвеси. Гранулометрические элементы разделяются на группы в зависимости от размера (табл. 2).

Гранулометрический состав почв влияет на протекание процессов почвообразования и во многом определяет особенности хозяйственного использования почв [3; 8]. Такие важные физические свойства почвы, как водопроницаемость, воздухопроницаемость, влагоемкость, в значительной степени зависят от гранулометрического состава. Вся система хозяйственного использования почв в земледелии, лесоводстве, строительстве чаще всего определяется гранулометрическим составом, чем другими свойствами почвы [10]. Поэтому механический анализ является самым распространенным анализом почв.

Таблица 2 – Классификация механических элементов почвы (по Н.А. Качинскому)

Механические элементы	Размер механических элементов, мм
Скелет почвы	
камни	>3
гравий	1–3
Мелкозем почвы	
песок крупный	1,0–0,5
средний	0,5–0,25
мелкий	0,25–0,05
пыль крупная	0,05–0,01
средняя	0,01–0,005
мелкая	0,005–0,001
ил грубый	0,001–0,0005
тонкий	0,0005–0,0001
коллоиды	< 0,0001

Точное определение гранулометрического состава почвы – очень трудоемкий процесс. В полевых условиях для этих целей используется «метод скатывания» Н.А Качинского [2], основанный на оценке механических качеств почвенной массы при увлажнении ее до тестообразной консистенции (табл. 2, рис. 2).

**Задание 1.** Определение гранулометрического состава почвы по методу скатывания.

**Материалы и оборудование:** 1) образцы почв; 2) вода; 3) электронные весы с разновесами; 4) набор сит с диаметром ячеек 10; 5; 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм; 5) фарфоровые чашки (приложение 2).

**Содержание работы:**

1) определить гранулометрический состав почвы по методу скатывания следующим образом. В фарфоровой чашке смочить водой образец почвы и замешать его до консистенции густого теста;

2) скатать между ладонями в шарик, а затем в «колбаску» диаметром 2–3 мм; «колбаску» попробовать свернуть в кольцо;

3) для определения гранулометрического состава образца почвы использовать данные таблицы 3 и рисунка 2;

4) результаты занести в таблицу 4.

Таблица 3 – Показатели гранулометрического состава почвы для определения его визуально и на ощупь

Группа почв по механическому составу	Ощущение при растирании почвы на ладони	Вид под лупой и без нее	Состояние сухой почвы	Состояние влажной почвы	Скатывание в шнур (см. рис. 1)
Песок	Песчаная масса	Состоит почти нацело из зерен песка	Сыпучие	При увлажнении образуют текучую массу «песок-плавун»	Не скатывается в шнур (1)
Супесь	Неоднородная масса, в основном песок и слабо ощущается суглинок	Преобладают частицы песка, более мелкие являются примесью	Комья легко распадаются при надавливании на лопате	Непластинчатая масса	При раскатывании в шнур почва распадается на мелкие кусочки (2)
Легкий суглинок	Неоднородная масса, значительное количество глинистых частиц	Преобладает песок, глинистых частиц 20–30 %	Для разрушения комьев в руке требуется небольшое усилие	Слабопластинчатая масса	При раскатывании образуется шнур, легко распадающийся на дольки (3)
Средний суглинок	Примерно одинаковое количество песка и глинистых частиц	Еще ясно видны песчаные частицы	Сухие комья с трудом разрушаются в руке	Пластинчатая масса	При раскатывании формируется сплошной шнур, который при свертывании в кольцо распадается на дольки (4)
Тяжелый суглинок	Небольшая примесь песчаных частиц	Преобладают пылеватые глинистые частицы, песчаных почти нет	Сухие комья невозможно разрушить сжатием в руке	Хорошо пластинчатая масса	При раскатывании легко образуется шнур, который свертывается в кольцо, но дает трещины (5)
Глина	Очень тонкая однородная масса, трудно-растираемая в порошок	Однородный тонкий порошок, песчаных частиц нет	Образует твердые комья, не распадающиеся от удара молотка	Хорошо пластинчатая, липкая, мажущаяся масса	Сформированный при раскатывании шнур легко свертывается в кольцо, не трескивается (6)

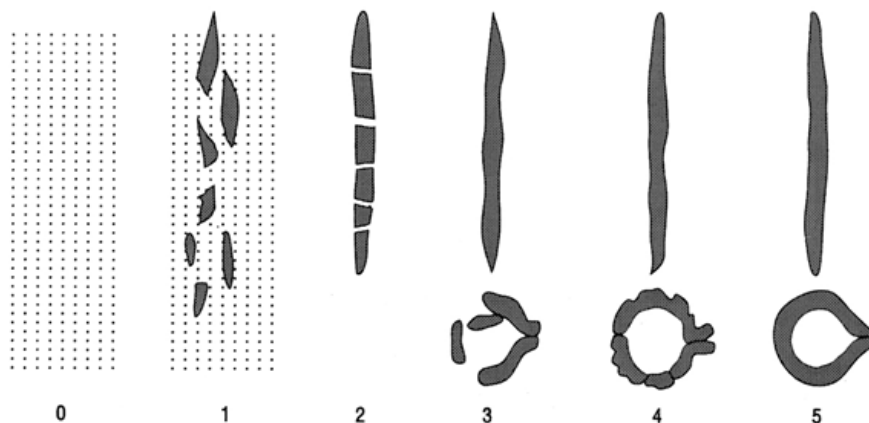


Рисунок 2 – Стандартные критерии полевого определения гранулометрического состава почв [6]

Таблица 4 – Результаты определения гранулометрического состава образцов почвы

№ образца	Наименование образца	Гранулометрический состав почвы

**Задание 2.** Определение механического состава почвы в лабораторных условиях методом М.М. Филатова.

**Материалы и оборудование:** 1) почвенные образцы, просеянные через сито с ячейками 1 мм; 2) мерные цилиндры на 50 мл и 100 мл; 3) градуированные пипетки на 5 мл; 4) стеклянные палочки; 5) вода; 6) 1 н. раствор  $\text{CaCl}_2$  (приложение 2, 3).

1. *Определение содержания глины в почве*

**Содержание работы:**

1) в мерный цилиндр вместимостью 50 мл насыпать почву, предварительно просеянную через сито, чтобы при легком уплотнении (путем постукивания цилиндра о стол) она заняла объем 5 мл ( $\text{см}^3$ );

2) в цилиндр прилить 30 мл воды и 5 мл 1 н. раствора хлористого кальция (для коагуляции частиц);

3) всю помещенную в цилиндр массу тщательно размешать стеклянной палочкой и прилить воды до метки 50 мл;

4) дать жидкости отстояться в течение 30 мин;

5) определить увеличение объема почвы в пересчете на 1  $\text{см}^3$  первоначального объема (величину измеренного прироста разделить на 5);

6) определить процентное содержание глины в почве (по приросту ее объема), пользуясь таблицей 5;

7) полученные данные записать в таблицу 7.

Таблица 5 – Определение содержания глины в почве

Прирост (увеличение) объема почвы в пересчете на 1 см <sup>3</sup>	Глина, %	Прирост (увеличение) объема почвы в пересчете на 1 см <sup>3</sup>	Глина, %	Прирост (увеличение) объема почвы в пересчете на 1 см <sup>3</sup>	Глина, %	Прирост (увеличение) объема почвы в пересчете на 1 см <sup>3</sup>	Глина, %
4,00	90,70	2,75	62,86	1,75	39,63	0,50	11,33
3,75	85,08	2,50	56,67	1,50	34,00	0,25	5,66
3,50	79,36	2,25	51,01	1,25	29,34	0,12	2,72
3,25	73,67	2,00	45,35	1,00	22,67	0,06	1,35
3,00	67,01			0,75	17,00		

2. Определение содержания песка в почве

**Содержание работы:**

1) в мерный цилиндр вместимостью 100 мл насыпать той же почвы, в которой определялось содержание глины, и уплотнить до объема 10 мл (см<sup>3</sup>);

2) прилить воды до метки 100 мл и хорошо размешать стеклянной палочкой;

3) дать жидкости отстояться в течение 90 с;

4) слить мутную воду и снова в оставшийся осадок долить воды до метки 100 мл, хорошо размешать, дать отстояться 90 с и снова слить мутную воду. И так повторять до тех пор, пока вода после отстаивания не будет совершенно прозрачной;

5) измерить объем оставшегося в цилиндре песка, принимая каждый миллилитр (см<sup>3</sup>) осевшей почвы за 10 % песка;

6) определить механический состав почвы, пользуясь таблицей 6.

7) полученные данные записать в таблицу 7.

Таблица 6 – Определение механического состава почвы (по соотношению песка на каждую часть глины)

Песок, часть	Разновидность почвы
1–2	глинистая
3	суглинистая тяжелая
4	суглинистая средняя
5–6	суглинистая легкая
7–10	супесчаная
более 10	песчаная

Таблица 7 – Результаты исследования почвенного образца методом М.М. Филатова

Параметр исследования	№ образца		
Объем почвы, взятой для определения глины			
Объем почвы в цилиндре через 30 мин.			
Прирост объема почвы			
Глина, %			
Объем почвы, взятой для определения песка			
Объем почвы после отмывания			
Песок, %			
Соотношение глины и песка			
Механический состав почвы			

#### **Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 3.
2. По результатам выполнения задания 2 заполнить таблицу 6.
3. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

#### **Вопросы для собеседования**

1. Какие механические элементы и фракции почвы вам известны?
2. Что называется гранулометрическим составом почвы?
3. Как влияет гранулометрический состав на водный, воздушный и тепловой режимы почв?
4. Какие почвы называют тяжелыми и легкими, теплыми и холодными и почему?

**Рекомендуемая литература** – [2; 7; 15; 16; 17; 18].

#### **Лабораторная работа 3. Агрегатный (структурный) анализ почвы**

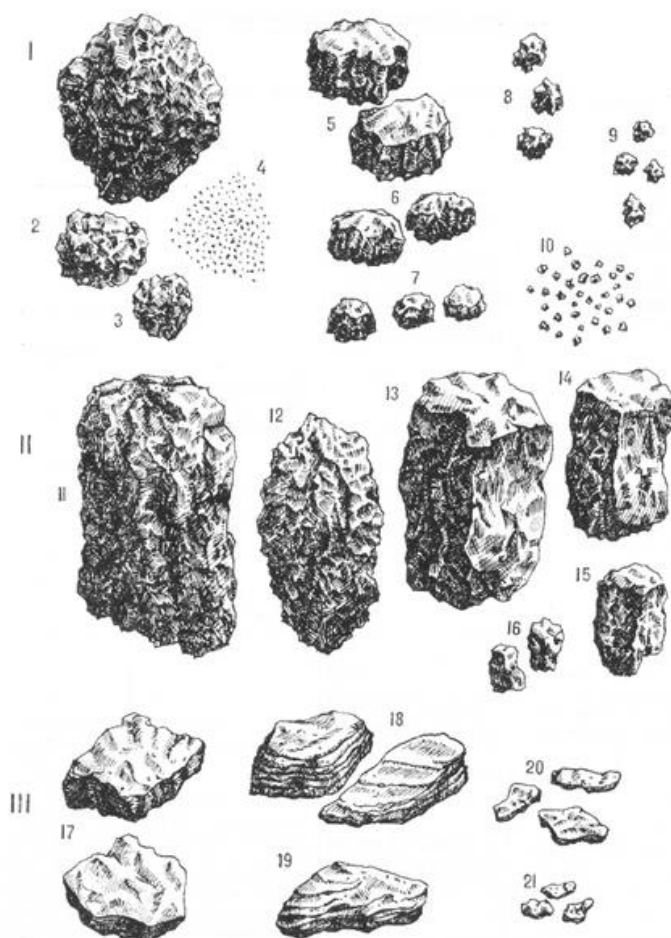
*Цель* – изучить методику агрегатного анализа почвы.

*Структура почвы* – это совокупность агрегатов (отдельностей) разных по форме и размерам, на которые природно распадается почвенная масса при ее слабом механическом повреждении или изъятии из почвенного горизонта. Естественные фрагменты почвы, почвенные отдельности, существенно отличаются друг от друга по форме и размеру, что отражает их химический состав, состояние и свойства почвенной массы, преобладающий тип почвообразовательного процесса [3]. Так, избыточное

засоление приводит к образованию столбчатых агрегатов, а интенсивное вымывание органического вещества способствует формированию плитчатых отдельностей.

Ниже приведены изображения и описания основных типов почвенных агрегатов (рис. 3, табл. 8).

Совокупность агрегатов размером 0,25 мм называют *макроагрегатами*, а менее 0,25 мм – *микроагрегатами*. Агрономически неценными агрегатами являются агрегаты размером от 0,25 мм до 10 мм. Агрономически ценными считаются агрегаты размером более 10 мм и менее 0,25 мм. По соотношению между ними рассчитывается коэффициент структурности: чем больше  $K_s$ , тем лучше структура почвы.



**I тип:** 1) крупнокомковатая, 2) комковатая, 3) мелкокомковатая, 4) пылевая, 5) крупноореховатая, 6) ореховатая, 7) мелкоореховатая, 8) крупнозернистая, 9) зернистая, 10) мелкозернистая; **II тип:** 11) столбчатая, 12) столбовидная, 13) крупнопризматическая, 14) призматическая, 15) мелкопризматическая, 16) карандашная; **III тип:** 17) сланцеватая, 18) пластинчатая, 19) листоватая, 20) грубочешуйчатая, 21) мелкочешуйчатая

Рисунок 3 – Типичные структурные элементы почв [6]



Таблица 8 – Классификация структурных элементов [6]

Род	Вид	Размеры, мм
Кубовидная		
<i>Глыбистая</i> – неправильная форма и неровная поверхность. Грани и ребра плохо выражены	крупноглыбистая	> 100
	мелкоглыбистая	100–500
<i>Комковатая</i> – неправильная форма; неровные, округлые и шероховатые поверхности	крупнокомковатая	50–30
	комковатая	30–10
	мелкокомковатая	10–0,5
	пылеватая	< 0,5
<i>Ореховатая</i> – более или менее правильная форма; поверхность граней сравнительно ровная. Грани и ребра хорошо выражены	крупноореховатая	> 10
	ореховатая	10–7
	мелкоореховатая	7–5
<i>Зернистая</i> – более или менее правильная форма, иногда округлая с гранями то шероховатыми и матовыми, то гладкими и блестящими	крупнозернистая	5–3
	зернистая	3–1
	мелкозернистая	1–0,5
Призмовидная		
Грани и ребра плохо выражены. <i>Столбчатовидная</i> – неправильной формы, со слабо выраженными неровными гранями и округлыми ребрами	крупностолбчатовидная	> 50
	столбчатовидная	50–30
	мелкостолбчатовидная	< 30
Грани и ребра хорошо выражены. <i>Столбчатая</i> – правильной формы, с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми вертикальными гранями, с округлым верхним основанием и плоским нижним	крупностолбчатая	> 50
	столбчатая	50–30
	мелкостолбчатая	< 30
<i>Призматическая</i> – с ровными, часто глянцевитыми поверхностями, с острыми ребрами	крупнопризматическая	> 50
	призматическая	50–30
	мелкопризматическая	< 30
	карандашная – при длине отдельностей > 50 мм	< 10
Плитовидная		
<i>Плитчатая</i> – слоеватая, с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности, часто различно окрашенными и разного характера поверхностями	сланцеватая	> 5
	плитчатая	5–3
	пластинчатая	3–1
	листоватая	< 1
<i>Чешуйчатая</i> – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми ребрами	скорлуроватая	> 3
	грубочешуйчатая	3–1
	мелкочешуйчатая	< 1

Чем выше коэффициент структурности, тем более оструктурены почвы. Если  $K_c$  более 1, почвы считаются оструктуренными, если меньше 1 – слабооструктуренными, если менее 0,3 – бесструктурными (табл 9).

Таблица 9 – Оценка структурного состояния почвы

Содержание агрегатов 0,25–10 мм, % от массы воздушно-сухой почвы		Оценка структурного состояния
сухое просеивание	мокрое просеивание	
> 80	> 70	отличное
80–60	70–55	хорошее
60–40	55–40	удовлетворительное
40–20	40–20	неудовлетворительное
<20	< 20	плохое

**Задание 1.** Определить тип, род, вид структуры почвы.

**Материалы и оборудование:** 1) стандартный набор сит; 2) технические весы с разновесами; 3) фарфоровые чашки или кристаллизаторы диаметром 15–20 см (6 шт.) (приложение 2).

**Содержание работы:**

1) почвенный образец с ненарушенной структурой (массой 100 г) пропустить через набор лабораторных сит с диаметром 10; 7; 5; 3; 1; 0,5; 0,25 мм;

2) содержимое сит взвесить и вычислить процентное содержание каждой фракции по формуле (1):

$$X = \frac{a}{\nu} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $X$  – содержание агрегатов определенной фракции, %;

$a$  – масса агрегатов определенной фракции, г;

$\nu$  – масса агрегатов всех фракций, г;

3) определить тип, род, вид структуры почвы, используя данные таблицы 7;

4) используя данные таблицы 9, оценить структурное состояние почвы по *коэффициенту структурности* – отношению количества агрегатов от 0,25 мм до 10 мм (в %) к суммарному содержанию агрегатов меньше 0,25 мм и больше 10 мм (в %);

5) по результатам анализа рассчитать коэффициент структурности по формуле (2):

$$K_c = \frac{\sum_{\text{от } 0,25 \text{ до } 10 \text{ мм}}}{\sum_{>10 \text{ и } <0,25 \text{ мм}}}, \quad (2)$$

6) все полученные данные занести в таблицу 10.

Таблица 10 – Результаты исследования образцов почвы

Диаметр фракций, мм	Масса, г	Массовая доля, %	Тип структуры почвы	Род структуры почвы	Вид структуры почвы	Коэффициент структурности
>10						
10–7						
7–5						
5–3						
3–1						
1–0,5						
0,5–0,25						
< 0,25						

**Задание 2.** Определить водопрочность почвенных агрегатов.

**Материалы и оборудование:** 1) кристаллизаторы диаметром 15–20 см (6 шт.); 2) фарфоровые чашки диаметром 7–10 см; 3) стеклянная палочка (приложение 2).

**Содержание работы:**

1) из крупных фракций отобрать 10 агрегатов и поместить в чашку. Агрегаты расположить на дне чашки на одинаковом расстоянии друг от друга;

2) в чашку налить водопроводную воду слоем 2 см, оставить на 20 мин;

3) передвинуть каждый агрегат стеклянной палочкой. Подсчитать число сохранившихся и разрушенных агрегатов;

4) рассчитать степень водопрочности почвы по формуле (3):

$$A = \frac{a}{b} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $A$  – содержание прочных агрегатов, %;

$a$  – количество сохранившихся агрегатов;

$b$  – количество агрегатов, взятых для анализа;

5) оценить степень водопрочности почвы. Если сохраняется более 50 % агрегатов, то структура почвы считается водопрочной.

**Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 10.

2. По результатам выполнения задания 2 оценить степень водопрочности почвы.

3. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

**Вопросы для собеседования**

1. Что называется структурой почвы?

2. Охарактеризуйте основные типы структуры почв.

3. На какие свойства почв влияет структура? Привести примеры.

**Рекомендуемая литература** – [4; 16; 17; 18].

#### Лабораторная работа 4. Морфология почвы

*Цель* – изучить морфологические признаки почв в связи с их генезисом и условиями образования, познакомиться с методикой описания морфологических признаков.

К основным морфологическим признакам относят: строение, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, цвет (окраску), структуру, гранулометрический состав, пористость, сложение, новообразования и включения [3; 6; 5; 6; 8; 9; 10].

Под *строением почвы* понимают всю совокупность генетических горизонтов, последовательно сменяющих друг друга по профилю. Они отличаются друг от друга по структуре, цвету, уплотненности и т. д. *Почвенный профиль* – это вертикальный разрез почвы, состоящий из нескольких слоев, отличающихся друг от друга по окраске, сложению, структуре и другим морфологическим признакам. Эти слои носят название *генетических горизонтов*, поскольку они сформировались в процессе генезиса (развития) почвы из первоначально однородной толщи материнской породы. Сверху вниз по профилю выделяют следующие горизонты:  $A_d$  – дернина;  $A_{пах.}$  – пахотный;  $A_0$  – лесная подстилка;  $A_1$  – гумусо-аккумулятивный;  $A_2$  – элювиальный; АВ – переходный между горизонтами А и В; В – иллювиальный;  $B_k$  – карбонатный;  $B_r$  – гипсовый; G – глеевый; ВС – переходный между горизонтами В и С; С – материнская порода; Д – подстилающая порода [6, с. 77].

Под *мощностью почвы* понимают протяженность всех генетических горизонтов до материнской породы. При учете мощности генетических горизонтов ставят дробь, где в числителе отмечают верхние и нижние границы.

*Окраска почвы* – один из важнейших диагностических показателей, отражающих литологический и химический состав горизонтов, качество органического вещества и другие признаки почв. Окраска косвенно влияет на плодородие почв. От нее зависит теплопоглощительная способность почв и альбедо (отражательная способность).

*Новообразования* – это вещества различной величины, формы и химического состава, образование которых связано с процессом почвообразования. Они подразделяются на химические (табл. 11) и биологические.

*Органические новообразования.* К ним относятся гумусовые потеки, гумусовая пленка или гумусовый налет, копролиты – структурные комочки или зернышки, пропущенные через кишечник дождевых червей и насекомых; кротовины – пятна, резко очерченные или расплывчатые, хорошо выделяющиеся на общем фоне почвенной массы. Образуются в результате перемещений землероев.

Таблица 11 – Классификации почвенных новообразований химического происхождения

Химический состав	Форма				
	Налеты и выцветы	Примазки, потеки и корочки	Прожилки, трубочки и т. д.	Конкреции или стяжения	Прослойки
Легкорастворимые соли: соленые – NaCl, CaCl <sub>2</sub> , MgCl <sub>2</sub> , горькие – Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Светлые и белесоватые налеты и выцветы легкорастворимых солей	Светлые примазки легко растворимых солей, тонкие корочки глауберовой соли	Белые прожилки легкорастворимых солей и псевдомицелий глауберовой соли	Белые крапинки легкорастворимых солей	
Гипс – CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	Светлые налеты и выцветы гипса (гипсовое полотенце)	Белые примазки и корочки гипса	Белые прожилки кристаллического гипса и псевдомицелий гипса	Земляные сердца и ласточкины хвосты, двойники гипса, слюзьба	Гажи
Углекислая известь – CaCO <sub>3</sub>	Налеты (сединки) и выцветы (плесень) карбонатные, а также дендриты, вскипающие от кислоты	Карбонатные светлые примазки, пятна, корочки и бородки извести	Карбонатный псевдомицелий, трубочки и прожилки кристаллической или мучнистой извести	Белоглазка, журавчики, дутики, погремки, желваки	Прослойки луговой извести и хардпен
Полуторные окислы, соединения марганца и фосфорной кислоты – Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , FePO <sub>4</sub> , AlPO <sub>4</sub>	Охристые налеты и выцветы	Ржавые, охристые пятна, примазки, потеки, языки и разводы, бурые точечные пятна Mn	Ржавая лжегрибница, бурые трубочки, бурые и желто-красные прожилки	Темно-бурые рудяковые зерна, бобовинки, глазки	Железняк, жертва, ортштейны и прослойки бобовой руды. Псевдофибры и ортзанды
Соединения закиси железа – FeCO <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·8H <sub>2</sub> O		Голубоватые пятна, языки и разводы	Сизоватые прожилки	Белые, синеющие и буреющие на воздухе скопления	

**Задание 1.** Определить тип, род, вид структуры почвы.

**Материалы и оборудование:** 1) цветовая шкала; 2) почвенные монолиты.

**Содержание работы:**

- 1) на предоставленных монолитах выделить и дать название генетическим горизонтам;
- 2) оценить окраску каждого горизонта, используя стандартную шкалу цветов;
- 3) определить мощность почвы и ее отдельных горизонтов;
- 4) полученные результаты занести в таблицу 12.

Таблица 12 – Описание почвенного образца

Название почвы	Мощность почвы	Строение профиля	Окраска горизонта	Мощность горизонта

**Задание 2.** Определить структурность и сложение каждого генетического горизонта образца почвы.

**Материалы и оборудование:**

- 1) образец почвы в почвенном ящике; 2) бланк описания образца почвы;
- 3) небольшой (20 см × 20 см) фрагмент листа миллиметровой бумаги; 4) влажные салфетки для рук.

**Содержание работы:**

- 1) провести визуальное исследование отдельных агрегатов по форме и степени выраженности граней и ребер;
- 2) на миллиметровой бумаге измерить величину агрегатов и уточнить название, используя таблицу 8, рисунок 2;
- 3) зарисовать основные почвенные агрегаты;
- 4) установить типы сложения горизонтов почвенных профилей.

*Методика работы:*

1. Из каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы берётся почвенный материал объёмом, уместяющимся на ладони. При этом выбираются не первые попавшиеся или самые крупные структурные отдельности, а тот объём почвенного материала, который типичен (представителен) для данного горизонта (подгоризонта). Отобранный материал раскладывается на лист бумаги (желательно миллиметровой).

2. На листе бумаги отобранный материал сортируется по морфологическому признаку, причем сортировку производят сразу на уровне видов структурных элементов. После сортировки отдельностей определяют преобладающие по количеству/массе основной (преобладающий) и дополнительный виды структурных элементов, поскольку почвенная структура чаще всего бывает смешанной. По соотношению видов дается предварительное название структуры горизонта (подгоризонта),

где основной (преобладающий) вид ставится на последнее место: например, призматически-ореховатая структура (здесь ореховатый вид – основной), комковато-ореховато-призматическая структура (призматический вид – основной).

3. Отсортированные по видам структурные отдельности далее анализируются по их средним размерам. Предварительное название структуры уточняется с учетом размера отдельностей. Для детализации размеров отдельностей вводятся в название дробные градации. Размерные диапазоны вида структурных элементов разбиваются на следующие поддиапазоны: мелкий, средний, крупный, например:

– структура мелко-глыбистая (50–70 мм); средне-глыбистая (70–100 мм); крупно-глыбистая (более 100 мм);

– структура мелко-комковатая (5–10 мм); средне-комковатая (10–30 мм), крупно-комковатая (30–50 мм);

– структура мелкая – 30 мм и более;

– структура пороховидно-зернистая (0,5–1 мм), мелко-зернистая (1–2 мм), средне-зернистая (2–3), крупно-зернистая (3–5 мм);

– структура тонко-призматическая (менее 10 мм), мелко- (или коротко-)призматическая (10–30 мм), средне-призматическая (30–50 мм), крупно-призматическая (50–100 мм и более);

– структура мелко-столбчатая или коротко-столбчатая (менее 30 мм), средне-столбчатая (30–50 мм), крупно-столбчатая (50–100 мм и более).

Для определения размеров отдельностей рекомендуется пользоваться миллиметровой бумагой. В дальнейшем эту процедуру можно проводить уже «на глаз».

4. Дается полное название структуры горизонта (подгоризонта) с учетом морфологии и размеров ее отдельностей. Пример полного названия структуры: структура крупно-ореховато-средне-призматическая, среднекрупно-комковатая и т. д.

5. При морфологическом описании структурных отдельностей желательно указывать преобладающий вид их поверхности:

– гладкая,

– шероховатая,

– угловатая (острореберные выступы),

– узловатая (округлые выступы),

– ячеистая (округлые впадины).

Вид поверхности структурных отдельностей фиксируется в бланке описания (табл. 1.1, приложение 1) как дополнительный элемент (указывается в скобках) в графу «Структура». Например, структура средне-призматическая (гладкая) или крупно-ореховато(шероховатая)-средне-призматическая (гладкая).

6. Проработанный почвенный материал возвращается обратно в почвенный ящик.

**Задание 3.** Определить новообразования и включения в каждом генетическом горизонте (подгоризонте) образца почвы.

**Материалы и оборудование:** 1) образец почвы в почвенном ящике; 2) бланк описания образца почвы; 3) увеличительное стекло (лупа); 4) 10%-ный раствор соляной кислоты (HCl); 5) пипетка; 6) влажные салфетки для рук (приложение 2, 3).

**Содержание работы:**

1) из каждого генетического горизонта (подгоризонта) возьмите представительную часть почвенного материала и высыпьте на лист бумаги;

2) почвенный материал тщательно исследуйте, в том числе и с использованием увеличительного стекла, на наличие новообразований, имеющих как экзогенное (поверхностное), так и эндогенное (внутреннее) расположение по отношению к структурным отдельностям. В последнем случае, если есть подозрение на наличие эндогенных новообразований, то необходимо вскрыть (разломить на части) структурные отдельности и описать обнаруженные новообразования;

3) все обнаруженные в горизонте (подгоризонте) новообразования охарактеризуйте с точки зрения их состава (он определяется, главным образом, по окраске), морфологии, размеров и частоты встречаемости (единичные, очень редкие, редкие, частые, очень частые, господствующие).

Правильность визуального (по окраске) выделения новообразований можно проверить дополнительными способами, например: карбонатные новообразования устанавливаются не только своей беловатой окраской, но и вскипанием от воздействия на них 10 %-го раствора соляной кислоты (HCl); гипсовые новообразования имеют также беловатую окраску, но не реагируют на соляную кислоту, однако имеют солоновато-горьковатый привкус;

4) почвенную массу всех горизонтов (подгоризонтов), не содержащую новообразования, прокапайте 10 %-м раствором соляной кислоты (HCl) для проверки на содержание карбонатных солей (пропитка почвенной массы карбонатными солями). Отметьте различную степень вскипания от воздействия раствора кислоты. Чем сильнее вскипание, тем больше концентрация карбонатных солей в образце почвенной массы;

5) почвенный материал (при необходимости и тот, что остался в почвенном ящике) тщательно исследуйте на наличие включений (их количество, размеры и морфологические особенности).

В случае если новообразования и включения не обнаружатся в горизонте (подгоризонте), то данный факт зафиксируйте в бланках описания образца почвы как «не обнаружены» или «не встречены»;

6) проработанный почвенный материал (в том числе и включения) возвратите обратно в почвенный ящик.



### **Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 12.
2. По результатам выполнения задания 2 вписывать простым карандашом в соответствующую графу бланка описания образца почвы (табл. 1.1, приложение 1) итоговое название структуры каждого генетического горизонта (подгоризонта).
3. По результатам выполнения задания 3 вписывать простым карандашом в соответствующую графу бланка описания образца почвы (табл. 1.1, приложение 1) итоговый результат по новообразованиям и включениям в каждом генетическом горизонте (подгоризонте).
4. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### **Вопросы для собеседования**

1. Каковы основные морфологические признаки почвы?
2. Какие факторы определяют окраску почвы?
3. Что такое сложение почвы? На какие признаки почв оно оказывает влияние?
4. Формирование каких новообразований связано с живыми организмами?
5. Какое значение имеют *почвенные включения* в изучении почв?
6. Какие типы строения почвенного профиля и почвенных горизонтов приняты в отечественном почвоведении?

**Рекомендуемая литература** – [2; 3; 4; 8; 15; 16; 18].

### **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Познакомиться с морфологической характеристикой изучаемых почв, используя полевые описания разрезов, сопровождаемые таблицами 12–18.
2. В описании каждого генетического горизонта выделить характеристику гранулометрического состава, структуры, плотности почвы, отметить наличие (отсутствие) характерных для генетических горизонтов включений и новообразований.
3. По описанию начертить (нарисовать) морфологические профили изучаемых почв. Подобрать окраску для горизонтов и с помощью условных знаков показать структуру, включения, новообразования, подземные органы растений. Рисунок сделать в масштабе.
4. Выделить и назвать возможные причины различий в морфологическом облике изучаемых почв. Объяснить особенности изменения окраски генетических горизонтов и других морфологических признаков с увеличением глубины.

**Описание 1.** Разрез заложен на выровненном участке в средней части очень пологого склона ( $< 1,5^\circ$ ) под пологом спелого березняка травяного. Древесный ярус разрежен, сомкнутость крон невысокая (0,3). Напочвенный покров развит хорошо и представлен лесным разнотравьем. Подрост редкий, состоит из единичных экземпляров березы.

Таблица 13 – Генетические горизонты почв

Горизонт	Мощность см	Окраска, влажность, механический состав, структура, плотность, новообразования и включения
A01	0–1 см	Сухая слаборазложившаяся лесная подстилка серого цвета из опада березы и лесного разнотравья
A02	1–3 см	Свежая легко отделяющаяся лесная подстилка бурого цвета из средне- и сильно разложившегося опада, встречаются копролиты и фекальные таблетки
A1	3–8 см	Серый, свежий, рыхлый, мелкокомковатой структуры тяжелый суглинок, густо пронизан корнями и червороинами. Встречаются древесные угли. Граница неровная
A1A2	9–15 см	Светло-серый, свежий, рыхлый, непрочнокомковатый тяжелый суглинок, густо пронизан корнями. Переход по цвету и структуре ясный, нижняя граница неровная
A2B	15–40 см	Неоднородно окрашенный (от светло-бурого до бурого), влажный, плотный, мелко-ореховатый тяжелый суглинок, густо пронизан корнями древесных растений. Переход по цвету и структуре постепенный
B	40–79 см	Бурый, влажный, плотный, крупно-ореховатый тяжелый суглинок, по граням структурных отдельностей – гумусовый «глянец», корни единичны
BC	79–133 см	Темно-бурый, свежий, плотный, неясной крупно-ореховатой структуры тяжелый суглинок с единичными сильно выветренными обломками сланцев. Переход по цвету и структуре постепенный
C	133 см и глубже	Неоднородно окрашенная от красновато-коричневого до бурого, влажная, плотная бесструктурная глина

**Описание 2.** Разрез заложен на опытном поле N на ровном участке, расположенном в средней части очень пологого склона, на расстоянии 300–350 м от опушки лесного массива, где был заложен разрез и сделано описание № 1. На данном участке пашни (освоенный агрофон) длительное время не вносились органические удобрения, поле регулярно известковалось, а минеральные удобрения вносились исходя из планируемого урожая. В момент описания поле занято посевами озимой ржи, засоренность средняя, состояние культуры удовлетворительное.

Таблица 14 – Генетический горизонт почвы

Горизонт	Мощность, см	Окраска, влажность, механический состав, структура, плотность, новообразования и включения
Апах.	0–22 см	Серый, влажноватый, слегка уплотнен, непрочно комковатой структуры тяжелый суглинок, густо пронизан корнями растений; содержит мелкие комочки извести, насыщен неразложившимися солоmistыми остатками, переход резкий, нижняя граница ровная. Выражена плужная подошва
B1	22–62 см	Бурый, влажноватый, плотный, комковато-ореховатой структуры тяжелый суглинок, по граням агрегатов гумусовый глянец и единичные темные пятна марганца, пронизан корнями растений; переход по цвету, структуре постепенный
B2	62–109 см	Темно-бурый, влажный, плотный, крупно-ореховатой структуры тяжелый суглинок, по граням структурных отдельностей гумусовый глянец, встречаются темные пятна марганца, единичны корни растений; переход постепенный
BC	109–140 см	Бурый, влажноватый, плотный, неясной ореховатой структуры тяжелый суглинок
C	140–160 см и глубже	Бурая, влажная, плотная, бесструктурная глина

**Описание 3.** Разрез заложен на опытном поле N совхоза на плодородном агрофоне, где перед началом опыта была внесена мелиоративная доза органических удобрений (торфо-пометный компост). Участок занят посевами озимой ржи, состояние культуры очень хорошее, засоренность низкая. Известкование и внесение минеральных удобрений проведено в таких же количествах, как и на освоенном агрофоне. Разрезы пахотных почв находятся на расстоянии 120 м друг от друга.

Таблица 15 – Генетический горизонт почвы

Горизонт	Мощность, см	Окраска, влажность, механический состав, структура, плотность, новообразования и включения
1	2	3
Апах.	0–22 см	Серый, влажноватый, рыхлый, комковатой структуры тяжелый суглинок, обильны комочки торфа, извести, насыщен полуразложившимися солоmistыми остатками, густо пронизан корнями растений; переход по структуре ясный, нижняя граница ровная
A1	22–30 см	Серый, влажноватый, плотный, мелкокомковатой структуры тяжелый суглинок, пронизан корнями; встречаются червороины и корневины, переход по цвету и структуре резкий, нижняя граница ровная
B1	30–50 см	B1 Бурый, влажный, плотный, ореховатой структуры тяжелый суглинок, по граням структурных отдельностей гумусовый глянец и единичные темные пятна Mn, пронизан корнями; переход по цвету и структуре постепенный
B2	50–103 см	Бурый, влажный, плотный, крупно-ореховатой структуры тяжелый суглинок; по граням структурных отдельностей гумусовый глянец, встречаются темные пятна Mn, единично хорошо оформленные корневины, переход по цвету и структуре постепенный

1	2	3
BC	103–130 см	Бурый, влажноватый, плотный, неясной ореховатой структуры тяжелый суглинок
C	140–160 см и глубже	Бурый, влажный, плотный, неясно ореховатой структуры тяжелый суглинок

**Описание 4.** В 15 км северо-восточнее села N, широколиственный лес. Относительно невысокий холм. Микрорельеф не выражен. Разрез на плоской вершине холма.

Таблица 16 – Генетический горизонт почвы

Горизонт	Мощность	Окраска, влажность, механический состав, структура, плотность, новообразования и включения
A0	0–5 см	Лесная подстилка, переход резкий
A1	5–10 см	Серовато-бурый, комковатый, супесчаный, свежий, много копролитов, много мелких корней, крупные корни редки, переход постепенный
B1m	10–67 см	Бурый, ореховатый, легкосуглинистый, влажный, уплотнен сильнее предыдущего, местами заметны кротовины бурого цвета, встречаются мелкие корни растений, переход постепенный
B2 m	67–127 см	Бурый, ореховатый с комковатостью, легкосуглинистый, влажный, уплотнен сильнее предыдущего, встречаются мелкие корни растений и в незначительном количестве щебень, переход постепенный
BC m	127–185 см	Бурый, ореховатый с угловатостью, супесчаный, плотный, свежий, единичные кротовины, встречается в незначительном количестве щебень. Переход постепенный
C	185–200 см	Бурый, угловатый, супесчаный, свежий, уплотнен

**Описание 5.** В 15 км северо-восточнее села N. Дубрава с хорошо выраженным богатым травостоем. Относительно невысокий холм с пологими склонами. Микрорельеф выражен в форме неглубоких ложбин. Разрез на пологом склоне холма.

Таблица 17 – Генетический горизонт почвы

Горизонт	Мощность	Окраска, влажность, механический состав, структура, плотность, новообразования и включения
1	2	3
A0	0–10 см	Плотная дернина, переход резкий
A1	10–42 см	Темно-серый, зернистый, среднесуглинистый, рассыпчатый, влажный, густо пронизан мелкими (до 1 мм) корешками и единичными крупными корнями деревьев, переход постепенный
A1B	42–64 см	Серый с буроватостью, комковатый с ореховатостью, среднесуглинистый, влажный, рыхлый, уплотнен сильнее предыдущего, пронизан мелкими (до 1 мм) корешками, в незначительном количестве встречается белесая присыпка, переход постепенный, заметен по окраске

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Bt	64–125 см	Бурый, ореховатый с комковатостью, среднесуглинистый, свежий, плотный, по граням структурных отдельностей хорошо выражена темно-коричневая коллоидная пленка, в верхней части горизонта в небольшом количестве встречается белесая присыпка, переход постепенный
BSt	125–180 см	Бурый, ореховато-угловатый, среднесуглинистый, плотный, свежий, местами по вертикальным трещинам заметна темно-коричневая коллоидная пленка. Переход постепенный
C	180–210 см	Буровато-желтый, угловатый, среднесуглинистый, свежий, уплотнен

**Описание 6.** В 2,5 км северо-восточнее села N. Плоская пониженная водораздельная поверхность. Микрорельеф выражен в форме неглубоких западин округлой формы. Разрез заложен на ровной поверхности между западинами.

Таблица 18 – Генетический горизонт почвы

Горизонт	Мощность	Окраска, влажность, механический состав, структура, плотность, новообразования и включения
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
A0	0–10 см	Плотная дернина, переход резкий
A1	10–30 см	Темно-серый, комковато-зернистый, среднесуглинистый, рассыпчатый, влажный, густо пронизан мелкими (до 1 мм) корешками, много копролитов, переход постепенный, заметен по окраске
A1B	30–50 см	Окрашен неоднородно, на срезе серый с буроватостью, а на изломе темно-серый, комковато – зернистый с ореховатостью, среднесуглинистый, влажный, рыхлый, уплотнен сильнее предыдущего, пронизан мелкими (до 1 мм) корешками, в незначительном количестве встречается белесая присыпка, переход постепенный, заметен по окраске
B	50–125 см	Бурый, ореховатый, среднесуглинистый, свежий, плотный, по граням структурных отдельностей хорошо выражена темно-коричневая коллоидная пленка, в верхней части горизонта в небольшом количестве встречается белесая присыпка, переход постепенный
Bca	125–175 см	Желтовато-бурый, ореховато-угловатый, среднесуглинистый, плотный, свежий, вскипает под действием HCl, карбонатные новообразования выражены в форме трубочек из относительно крупных кристаллов кальцита. Переход постепенный
C	180–210 см	Буровато-желтый, угловатый, среднесуглинистый, свежий, уплотнен, вскипает под действием HCl, карбонатные новообразования выражены в форме трубочек

### **Контрольные вопросы**

1. Какие признаки почвы относят к макро-, мезо-, и микроморфологическим? Дайте им краткую характеристику. Какие из морфологических признаков можно оценить органолептически?

2. Как можно сгруппировать почвенные профили по соотношению генетических горизонтов?

3. Что влияет на окраску разных генетических горизонтов и в чем заключается ее диагностическое и агрономическое значение?

4. В чем заключаются особенности классификации структурных отдельностей по С.А. Захарову? В чем отличие морфологического понятия структуры от агрономического?

5. Что такое сложение почвы и от чего оно зависит?

6. Что такое почвенные новообразования и какого происхождения они могут быть? На какие группы по форме и составу принято разделять химические новообразования?

7. Что относят к почвенным включениям и какого происхождения они могут быть? В чем заключается их диагностическая роль?

8. От чего зависит облик нижней границы генетического горизонта и характер перехода к следующему?

## Раздел 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

### Лабораторная работа 5. Почвенная влага и водные свойства почвы

*Цель* – изучить формы почвенной воды почв в связи с их генезисом и условиями образования, познакомиться с методикой определения почвенной влаги.

Основными водными свойствами почвы являются влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность [9; 10].

*Влагоемкость* – способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды. *Полная влагоемкость* соответствует состоянию полной насыщенности почвы водой, когда все поры ею заполнены. Ее величина зависит от пористости почвы и рассчитывается по формуле (4):

$$W = \frac{P}{V}, \quad (4)$$

где  $W$  – полная влагоемкость (в % от сухой почвы);

$P$  – пористость (в % от объема почвы);

$V$  – плотность почвы ( $\text{г/см}^3$ ).

Понятию *капиллярной влагоемкости* соответствует состояние насыщенности водой всех капилляров почвы.

*Полевая влагоемкость* характеризуется наибольшим количеством подвешенной воды, которую может удерживать почва. В полевых условиях такое состояние увлажнения наблюдается после стока гравитационной воды при отсутствии подпора грунтовых вод.

*Максимальная молекулярная влагоемкость* – это количество воды, удерживаемое силами молекулярного притяжения. *Наименьшая влагоемкость* почвы определяется содержанием в ней только пленочной воды.

Величина всех видов влагоемкости зависит от механического состава, структуры почвы, ее гумифицированности и возрастает с переходом от легких почв к тяжелым, от бесструктурных к структурным, от почв с низким содержанием гумуса к почвам хорошо гумусированным.

*Водопроницаемость* – способность почв впитывать и пропускать сквозь себя воду, поступающую с поверхности. Водопроницаемость может определяться временем, за которое вода проходит определенное расстояние по порам почвы сверху вниз. При поступлении воды в почву сначала происходит поглощение и прохождение ее от одного слоя к другому, ненасыщенного водой. Потом, когда почвенные поры полностью наполнятся водой, начинается ее фильтрация сквозь толщу почвы.

*Водоподъемная способность* – способность почвы вызывать восходящее перемещение воды капиллярными силами. Они наиболее сильно проявляются в порах диаметром 0,1–0,003 мм; более мелкие поры заполнены связанной водой. Поэтому водоподъемная способность возрастает от песчаных почв к суглинистым и снижается в глинистых. Водоподъемная возможность может определяться временем, за которое вода проходит определенное расстояние снизу вверх (это способность выпаривания воды) или высотой поднятия воды.

**Материалы и оборудование:** 1) алюминиевые бюксы, 2) сушильный шкаф, 3) эксикатор, 4) технические весы, 5) стеклянные цилиндры без дна, 6) марля, 7) ванночки, 8) фильтровальная бумага (приложение 2).

**Задание 1.** Определить полевую влажность почвы [13].

**Содержание работы:**

1) алюминиевый бюкс взвесить на технических весах с точностью до 0,01 г, наполнить 1/3 часть его почвой, закрыть крышкой и снова взвесить;

2) поставить бюкс в сушильный шкаф при  $t = 100\text{--}105^\circ\text{C}$  и сушить до постоянной массы. Крышку снять и надеть на дно стаканчика;

3) после просушивания закрытый стаканчик охладить в эксикаторе и взвесить;

4) рассчитать полевую влажность почвы по формуле (5):

$$w = 100 \cdot \frac{a}{b}, \quad (5)$$

где  $W$  – полевая влажность, %;

$a$  – масса испарившейся влаги, г;

$b$  – масса сухой почвы, г;

5) полученные результаты занести в таблицу 19.

Таблица 19 – Результаты лабораторных исследований почвенной влаги

Измерения	Полевая влажность почвы	Гигроскопическая влажность почвы
Генетический горизонт и глубина образца, см		
Номер бюкса		
Масса бюкса, г		
Масса бюкса с влажной почвой, г		
Масса бюкса с сухой почвой, г		
Масса сухой почвы, г		
Масса испарившейся влаги, г		
Содержание влаги, %		



**Задание 2.** Определить содержание гигроскопической влаги в почве [13].

**Содержание работы:**

- 1) отвесить на технических весах 5 г почвы;
- 2) определить массу бюкса для почвы;
- 3) перенести почву во взвешенный бюкс и поставить в сушильный шкаф на 1,5–2 часа (температура в шкафу должна составлять 100–105°C);
- 4) охладить почву в эксикаторе;
- 5) определить массу бюкса с почвой после высушивания;
- 6) вычислить содержание гигроскопической влаги по формуле (6):

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $W$  – количество гигроскопической влаги, %;

$P_1$  – масса бюкса с почвой до высушивания, г;

$P_2$  – масса бюкса с почвой после высушивания, г;

$P_0$  – масса чашки без почвы.

**Задание 3.** Определить полную влагоемкость почвы.

**Содержание работы:**

- 1) стеклянную трубку диаметром 2–3 см, длиной 15 см с марлевой салфеткой взвесить на технических весах и определить ее массу;
- 2) трубку заполнить измельченным материалом почвы до 10 см;
- 3) определить массу трубки с почвой;
- 4) трубку с почвой поместить в сосуд с водой так, чтобы уровень воды стал на 1 см выше почвы и выдержать примерно 15 мин;
- 5) извлечь из воды, удалить избыток влаги и взвесить трубку с почвой;
- 6) рассчитать количество воды, удержанное почвой по формуле (7):

$$A = \frac{P_3 - P_2}{P_2 - P_1} \cdot 100\%, \quad (7)$$

где  $A$  – количество воды, удерживаемое почвой, %;

$P_1$  – масса трубки, г;

$P_2$  – масса трубки с почвой, г;

$P_3$  – масса трубки с почвой после насыщения водой, г;

$P_2 - P_1$  – масса почвы, г;

$P_3 - P_2$  – масса воды, удержанная почвой после насыщения, г;

- 7) определить гигроскопическую влагу;

- 8) рассчитать полную влагоемкость почвы по формуле (8):

$$W_{\max} = W + A, \quad (8)$$

где  $W$  – количество гигроскопической влаги, %;

$A$  – количество воды, удержанное почвой, %;

- 9) полученные результаты занести в таблицу 20.

**Задание 4.** Определить высоту капиллярного подъема воды в почве.

**Содержание работы:**

- 1) исследуемую почву поместить в стеклянную трубку диаметром 2–3 см, длиной 10 см;
- 2) трубку поставить в штатив;
- 3) налить воды в сосуд и подставить его под конец трубки. При этом конец трубки должен быть погружен в воду на 1 см. Заметить время начала опыта;
- 4) следить за высотой подъема воды в трубке через определенные промежутки времени;
- 5) полученные результаты занести в таблицу 20;

Таблица 20 – Скорость капиллярного подъема воды в различных типах почв

Время, мин.	Высота подъема воды, см		
	песок	суглинок	супесь
3			
5			
7			
10			

б) построить графики изменения высоты капиллярного подъема со временем, где на горизонтальной оси разместить время в масштабе в 1 см – 1 мин, а на вертикальной – высоту капиллярного подъема воды в масштабе в 1 – 2 см;

7) проанализировать данные таблицы и полученные графики для почв разного гранулометрического состава по скорости и высоте капиллярного подъема воды.

**Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 19.
2. По результатам выполнения задания 2 вычислить содержание гигроскопической влаги в образце почвы.
3. По результатам выполнения задания 3 рассчитать полную влагоемкость образца почвы.
4. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

**Вопросы для собеседования**

1. Какие известны вам формы почвенной воды?
2. Какие факторы определяют водные свойства почвы?

**Рекомендуемая литература** – [5; 7; 15].

## Лабораторная работа 6. Общие физические свойства почвы

*Цель* – изучить общие физические свойства почвы, научиться определять плотность нарушенной почвы в лабораторных условиях.

К общим физическим свойствам почвы относят плотность твердой фазы, объемную массу и пористость [3; 8; 10].

*Плотность твердой фазы почвы* – это отношение твердой фазы почвы к массе равного объема воды при + 4 °С. Ее величина определяется соотношением содержания в почве минеральных и органических частей.

Плотность определяется массой 1 см<sup>3</sup> почвы без пор. *Плотность почвы (объемная масса)* – масса единицы объема сухой почвы в ненарушенном состоянии. В связи с тем, что почва – рыхлое тело, плотность ее значительно отличается от плотности твердой фазы. Объемная масса представляет собой массу 1 см<sup>3</sup> почвы с порами (без уплотнения), в которых всегда есть воздух или вода. Это природное состояние почвы.

От плотности почвы зависит распространение в ней корней растений, ее водный, воздушный и тепловой режимы, а значит, и продуктивность культурных растений.

Показатели плотности почвы используют для расчета ее пористости, запаса воды, элементов питания, гумуса.

Пористость – общий объем пор между твердыми частичками почвы в расчете на 1 см<sup>3</sup> ее природного состояния. Выражают в процентах от общего объема почвы. Рассчитывают по формуле (9):

$$P = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right) \cdot 100, \quad (9)$$

где  $d_v$  – плотность почвы;

$d$  – плотность твердой фазы почвы;

$(1 - d_v/d)$  – объем пор на единицу объема почвы.

В лабораторных условиях плотность почвы определяют из рассыпного образца с нарушенным сложением почвы. Более точно проводят определение в полевых условиях в естественном состоянии почвы.

**Задание 1.** Определение плотности почвы

**Материалы и оборудование:** 1) мерные цилиндры или стаканчики с метками, 2) технические весы (приложение 2).

**Содержание работы:**

1) взвесить стеклянный стаканчик с метками или мерный цилиндр. Насыпать в него почву из нерастертого образца, уплотняя его по мере наполнения (постукивают дном стаканчика о ладонь руки);

2) почву насыпать до определенной метки – 50 см<sup>3</sup> или 100 см<sup>3</sup>. Стаканчик с почвой взвесить;

3) плотность почвы определить по формуле (10):

$$d = \frac{m}{V}, \quad (10)$$

где  $d$  - плотность, г/см<sup>3</sup>;

$m$  - масса сухой почвы, г;

$V$  - объем почвы, см<sup>3</sup> (50 или 100);

4) полученные результаты занести в таблицу 21.

Таблица 21 – Результаты определения плотности почвы

Генетический горизонт, глубина, см	Масса стаканчика, г	Масса стаканчика с почвой, г	Масса почвы (m), г	Объем почвы (V), см <sup>3</sup>	Плотность почвы (d), г/см <sup>3</sup>

### Задание 2. Определение пористости почвы

Данная работа не предполагает отдельного проведения анализов. Суммарный объем пор в почве в единице объема (пористость почвы) можно рассчитать на основании плотности твердой фазы и плотности почвы по формуле (11):

$$P = [1 - (dV \cdot d)^{-1}] \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $P$  - общая пористость, % объема;

$dV$  – плотность твердой фазы почвы, г/см<sup>3</sup>;

$d$  - плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.

Удовлетворительной для высших растений считается порозность 40–60 %; учитывая, что в задании 1 определялась плотность растертой, нарушенной почвы, в данной работе результаты по общей пористости будут существенно занижены.

### Оформление результатов

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 21.
2. По результатам выполнения задания 2 рассчитать пористость почвы.
3. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### Вопросы для собеседования

1. Относится ли пористость к общим физическим свойствам почвы?
2. Какие факторы, определяющие общие физические свойства почвы, известны вам?

Рекомендуемая литература – [7; 15].

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Используя данные таблицы 22, рассчитать для каждого почвенного образца общую пористость и степень аэрации. Исходные данные и результаты записать в тетрадь. Объяснить особенности изменения рассматриваемых свойств по профилю в лесных и пахотных почвах.

2. Проанализировать данные по оставшимся общим физическим свойствам (плотность), выделить в профиле горизонты с максимальными и минимальными значениями, назвать возможные причины дифференциации почвенного профиля по общим физическим свойствам.

3. Используя градации соответствующих шкал (табл. 23, 24), дать качественную оценку плотности и пористости почв, результаты записать в тетрадь.

4. Используя данные по плотности почвы и ее влажности, рассчитать запас влаги в почвенном профиле в целом и для отдельных горизонтов. Результаты исследований представить в т/га и в мм. Сделать вывод об особенностях профильного распределения запасов влаги в лесных и пахотных почвах, назвать возможные причины различий.

### Контрольные вопросы

1. Что называют плотностью почвы, от чего она зависит и на какие свойства почвенной массы влияет?

2. Что называют плотностью твердой фазы почвы, от чего она зависит и на какие свойства почвенной массы влияет?

3. Что такое общая пористость и пористость аэрации? В чем заключается агрономическая значимость этих свойств?

4. Чем заполнены некапиллярные и капиллярные поры почвы? Какие поры называются активными и неактивными?

5. Какие агротехнические или мелиоративные мероприятия позволяют изменить общие физические свойства почвы? В чем их суть?

Таблица 22 – Общие физические свойства

Горизонт	Глубина, см	Полевая влажность образцов, %	Плотность твердой фазы почвы, г/см <sup>3</sup>	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Общая порозность, %	Степень аэрации, %
1	2	3	4	5	6	7
Целинно-лесная почва						
A1	0–9	20,2	2,57	0,95	???	???
A1A	29–15	20,6	2,60	1,08	???	???
A2B	20–40	20,7	2,62	1,21	???	???
B	40–50	21,5	2,70	1,33	???	???

1	2	3	4	5	6	7
В	60–70	22,6	2,72	1,52	???	???
ВС	90–100	23,0	2,71	1,59	???	???
ВС	123–133	23,5	2,71	1,61	???	???
Пахотная почва (освоенный агрофон)						
Апах.	0–10	17,3	2,6	1,15	???	???
Апах.	10–28	17,7	2,6	1,2	???	???
В1	28–40	18,9	2,64	1,54	???	???
В1	40–62	22,3	2,7	1,58	???	???
В2	62–80	23,7	2,72	1,62	???	???
ВС	100–130	24,0	2,71	1,6	???	???
С	Более 130	24,0	2,71	1,6	???	???
Пахотная почва (плодородный агрофон)						
Апах.	0–10	18,0	2,58	0,99	???	???
Апах.	10–22	19,8	2,59	1,01	???	???
А1	22–30	19,9	2,6	1,17	???	???
В1	30–50	22,8	2,64	1,5	???	???
В2	50–103	23,9	2,72	1,62	???	???
ВС	103–130	24,0	2,71	1,6	???	???
С	Более 130	24,0	2,71	2,71	???	???

Таблица 23 – Оценка плотности почв

Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Качественная оценка
1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом (дернина)
1,0–1,1	Типичные значения для культурной свежевспаханной почвы
1,2	Пашня уплотнена
1,3–1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4–1,6	Типичные значения для подпахотных горизонтов различных почв
1,6–1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты почв

Таблица 24 – Оценка общей пористости почв, %

Глубина, см	Описание
70	Избыточно пористая. Почва вспушена
55–65	Отличная. Культурный пахотный слой
50–55	Удовлетворительная для пахотного слоя
50	Неудовлетворительная для пахотного слоя
40–25	Чрезмерно низкая. Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов

### Раздел 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ

#### Лабораторная работа 7. Химический анализ почвенной вытяжки

*Цель* – изучить химические свойства почвы, познакомиться с методикой качественного определения химических элементов почвы.

Химическое исследование почвы обычно проводится путем подготовки к анализу заблаговременно отобранного образца почвы и определения состава почвенных вытяжек – водной и солевой. От правильности приготовления почвенных вытяжек во многом зависят и результаты исследования почвенного образца. В водной вытяжке определяются концентрации водорастворимых солей (хлоридов, сульфатов, карбонатов и гидрокарбонатов, а также солей жесткости), а в солевой – кислотность, или значение рН вытяжки.

*Кислотность почвы* – важный экологический фактор, определяющий условия жизнедеятельности почвенных организмов и высших растений, а также аккумуляцию и подвижность загрязнителей в почве (в первую очередь металлов). При высокой кислотности угнетается рост и развитие многих сельскохозяйственных культур, подавляется жизнедеятельность микроорганизмов. При высокой кислотности почвы необходимо проводить ее известкование. Кислотность почвы определяют, измеряя величину рН солевой вытяжки. В зависимости от величины рН почва может быть кислой, нейтральной или щелочной:

- рН=4 и менее – сильнокислая;
- рН=5 – кислая;
- рН=6 – слабокислая;
- рН=7 – нейтральная;
- рН=8 и более – щелочная.

Различают две формы кислотности – актуальную и потенциальную [1].

*Актуальная кислотность* обусловлена наличием в почвенном растворе свободных ионов водорода, образовавшихся в результате диссоциации водорастворимых органических и слабых минеральных кислот, а также гидролитически кислых солей. Она непосредственно влияет на развитие растений и микроорганизмов.

*Потенциальная кислотность* характеризуется наличием в почвенно-поглощительном комплексе ионов  $H^+$  и  $Al^{3+}$ , которые при взаимодействии твердой фазы с катионами солей вытесняются в почвенный раствор и подкисляют его.



Засоленность почвы характеризуется повышенным содержанием легко-растворимых минеральных солей, что неблагоприятно сказывается на физических и химических свойствах почвы и создает неблагоприятные условия для развития и роста многих растений. Сильнозасоленные почвы обычно непригодны для выращивания сельскохозяйственных культур. У растений, произрастающих на засоленных почвах, задерживаются набухание семян, цветение, рост, снижается урожайность. При больших концентрациях солей наступает гибель растений. Наиболее вредное влияние оказывают карбонаты, хлориды и сульфаты натрия и калия.

### **Задание 1. Приготовление почвенной вытяжки**

**Материалы и оборудование:** 1) воронка стеклянная; 2) палочка стеклянная; 3) стакан на 200 мл; 4) стакан на 50 мл; 5) фильтр бумажный; 6) цилиндр мерный на 50 мл.; 7) кювета для почвы; 8) раствор хлорида калия (1,0 моль/л экв.); 9) чистая вода; 10) образец почвы (приложение 2, 3).

#### **Содержание работы:**

1) высушите отобранный образец почвы на воздухе, расположив почву в кювете слоем толщиной не более 2 см. Образец почвы необходимо предварительно подготовить: отобрать инородные включения, камни и т.п. Почва для анализа должна быть рассыпчатой;

2) взвесьте пустой чистый стакан объемом 200 мл. В стакан поместите высушенную почву на 1/3 высоты и снова взвесьте его, определив массу почвы ( $m$ ) в граммах;

3) добавьте к почве раствор хлорида калия в количестве  $2,5 \times m$  в мл (5 мл раствора на 2 г почвы), приготовив тем самым солевую вытяжку (рис. 4). Объем раствора хлорида калия отмерьте с помощью цилиндра;

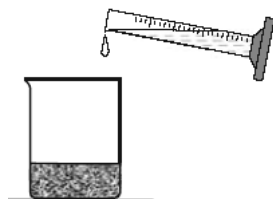


Рисунок 4 – Приготовление солевой вытяжки

4) перемешивайте содержимое стакана в течение 3–5 мин с помощью стеклянной палочки;

5) пропустите содержимое стакана через бумажный фильтр, собирая готовую вытяжку в нижний стакан на 50 мл, как показано на рисунке 5. Обратите внимание на ее внешний вид (цвет, мутность). Вытяжка должна быть однородной и не содержать частиц почвы. Первые несколько миллилитров фильтрата необходимо отбросить, т.к. они собирают загрязнения с фильтра;

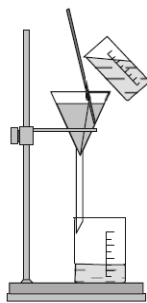


Рисунок 5 – Фильтрация солевой вытяжки

б) аналогично приготовьте водную вытяжку, используя вместо раствора хлорида калия чистую воду, в соотношении  $5 \times m$  (5 мл воды на 1 г почвы);

7) солевую вытяжку используйте далее для определения кислотности почвы, а водную вытяжку – для определения сульфатов и хлоридов в почвенной вытяжке; для определения общей жесткости почвенной вытяжки; для определения засоленности почвы.

**Задание 2.** Определение pH почвенной вытяжки и оценка кислотности почвы.

**Материалы и оборудование:** 1) ложка; 2) оборудование для приготовления почвенной солевой вытяжки; 3) пинцет; 4) пипетка-капельница; 5) пробирки – 2 шт.; 6) штатив для пробирок; 7) раствор индикатора универсального; 8) образцы почвы; 9) универсальная индикаторная бумага; 10) фильтр бумажный (приложение 2, 3).

**Содержание работы:**

1) определите pH почвенной вытяжки. Для этого налейте в две пробирки до метки «5 мл» почвенную вытяжку и протестируйте каждым из способов:

а) раствором индикатора универсального, добавив в первую пробирку 3–5 капель раствора индикатора (рис. 6);



Рисунок 6 – Определение pH почвенной вытяжки с использованием раствора универсального индикатора

б) универсальной индикаторной бумагой, опустив пинцетом конец бумажной полоски во вторую пробирку (рис. 7);

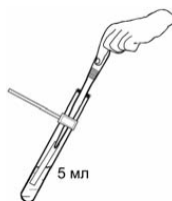


Рисунок 7 – Определение pH почвенной вытяжки с использованием полосок универсального индикатора

2) результаты определите по цветной шкале значений рН для каждого образца почвы.

### Оформление результатов

1. По результатам определения рН каждым методом заполните таблицу 25.

Таблица 25 – Оценка кислотности вытяжки в пробах

№ пробы	Внешний вид вытяжки	рН вытяжки	Оценка кислотности (сильнокислая, кислая, слабокислая, нейтральная, щелочная – нужное отметить)

2. Сделайте обобщение об экологическом состоянии почвы на основе полученных результатов.

3. Сделайте вывод, какой метод определения рН почвенной вытяжки точнее.

**Задание 3.** Определение химического состава почвы по солевому составу водной вытяжки.

1. *Определение карбонат-аниона ( $CO_3^{2-}$ )*

#### Содержание работы:

- 1) отберите необходимое количество пробы (5 мл);
- 2) добавьте пипеткой 3–4 капли раствора фенолфталеина;
- 3) герметично закройте склянку пробкой и встряхните, чтобы перемешать содержимое (рис. 8). При отсутствии окрашивания раствора либо при слабо-розовом окрашивании считают, что карбонат-анион в пробе отсутствует (рН пробы меньше 8,0–8,2);

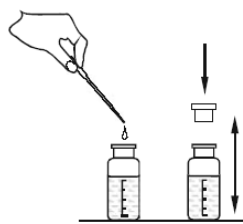
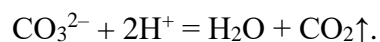


Рисунок 8 – Определение карбонатов в вытяжке

4) отберите небольшое количество сухой почвы, добавьте к образцу 2–3 капли соляной кислоты. «Вскипание» свидетельствует о выделении углекислого газа, обусловленного наличием в почве карбонат-анионов:



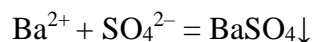
2. *Определение сульфатов ( $SO_4^{2-}$ )*

#### Содержание работы:

1) в одну из пробирок налейте анализируемую почвенную вытяжку до высоты 0,5 см;

2) добавьте к содержимому пробирки пипетками 2 капли раствора соляной кислоты и 14–15 капель раствора нитрата бария. Герметично закройте пробирку пробкой и встряхните, чтобы перемешать содержимое;

3) пробирку с раствором оставьте на 5–7 мин для образования белого осадка, или суспензии.



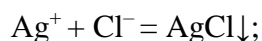
### 3. Обнаружение хлоридов ( $\text{Cl}^-$ )

#### Содержание работы:

1) налейте в пробирку до метки 5 мл модельный раствор хлорид-ионов;

2) прибавляйте по каплям раствор нитрата серебра (рис. 9);

3) наблюдайте выпадение белого творожистого осадка. Если содержание хлорид-ионов незначительно, то вместо осадка наблюдается лишь помутнение раствора:



4) исследуйте наличие хлорид-ионов в почвенной вытяжке, соблюдая ту же последовательность операций, что и с модельным раствором.



Рисунок 9 – Определение хлоридов в вытяжке

### 4. Определение засоленности почвы по солевому остатку

#### Содержание работы:

1) нанесите 1 каплю почвенной водной вытяжки на предметное стекло с помощью пипетки-капельницы;

2) осторожно нагревайте предметное стекло до испарения влаги (рис. 10), не допуская перегрева стекла во избежание его растрескивания;

3) рассмотрите сухой солевой остаток на стекле невооруженным глазом и в лупу;

4) повторите эксперимент на вытяжке из почвы, отобранной из другого места;

5) зарисуйте наблюдаемый солевой остаток в каждом случае.

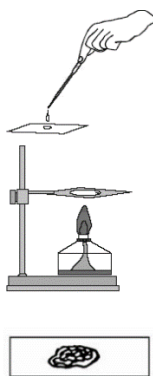


Рисунок 10 – Определение засоленности почвы

### Оформление результатов

1. Занесите результаты химического анализа вытяжек в таблицу 26 по приведенной ниже форме.

2. Сделайте выводы об экологическом состоянии почвы по результатам определения степени засоленности.

Таблица 26 – Результаты исследования засоленности почвы

Показатель	Содержание соли и соответствующий тип засоленности почвы		
	хлориды	сульфаты	карбонаты
Результаты			
Тип засоления	Хлоридное, хлоридно-сульфатное, содовое, смешанное (нужное отметить)		
Степень засоленности	Незасоленная, слабозасоленная, средnezасоленная, солончак (нужное отметить)		

**Задание 4.** Обнаружение соединений тяжелых металлов (меди, железа, свинца) в почве.

**Материалы и оборудование:** 1) пробирки; 2) штатив для пробирок; 3) раствор хлорида железа (III); 4) раствор железисто-синеродистого калия; 5) раствор роданида калия или аммония; 6) раствор сульфата железа (II); 7) раствор железисто-синеродистого калия; 8) раствор ацетата свинца; 9) раствор хлорида натрия; 10) раствор иодида калия; 11) раствор хромата калия; 12) раствор сульфата меди; 13) 10 %-й раствор аммиака; 14) раствор железисто-синеродистого калия (желтой кровяной соли) (приложение 2, 3).

К тяжелым металлам, которые обладают высокой токсичностью, можно отнести свинец, ртуть, никель, медь, кадмий, цинк, олово, марганец, хром, мышьяк, алюминий, железо, селен, кремний и другие. Эти вещества широко используются в производстве, вследствие чего в огромных количествах накапливаются в окружающей среде и легко попадают в организм человека как с продуктами питания и водой, так и при вдыхании воздуха. Загрязнение водоемов, почвы и продуктов питания тяжелыми металлами представляет серьезную угрозу для здоровья людей [7].

*Кобальт.* Малая концентрация кобальта в организме приводит к анемии, эндемическому зобу, недостаточному синтезу или отсутствию витамина В<sub>12</sub>. При высокой концентрации угнетается выработка витамина В<sub>12</sub>.

*Медь.* При малых концентрациях возможны анемия и заболевания костной системы, а избыток меди поражает печень, вызывая желтуху.

*Цинк* стимулирует деление клеток и заживление пораженных тканей, но в то же время способствует и образованию раковых клеток.

*Кадмий.* В организме человека кадмий накапливается в почках, при его избытке развивается болезнь «итай-итай». Это искривление и деформация костей, сопровождающиеся сильными болями, необычайной хрупкостью и ломкостью костей. Кадмий повышает кровяное давление и обладает канцерогенными свойствами. В течение жизни его содержание в почках может увеличиваться в 100–1000 раз. Особенно быстро к критическому порогу приходят курильщики. Курение приводит к нарушению функций почек, болезням легких и костей. К несчастью, растения табака жадно аккумулируют кадмий из почвы. Одна сигарета содержит 1,2–2,5 мкг кадмия, в организм с ней попадает 0,1–0,2 мкг.

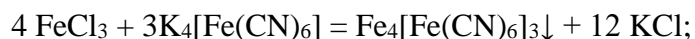
*Ртуть.* При вдыхании паров ртути она концентрируется в мозге. Возникают нервно-психические нарушения, головокружение и постоянные головные боли, а также снижается память, расстраивается речь, возникает скованность, общая заторможенность.

#### 1. Обнаружение ионов железа

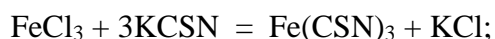
##### Содержание работы:

1) осуществите качественные реакции на ионы Fe<sup>3+</sup> и Fe<sup>2+</sup>:

а) в пробирку налейте 3–4 мл раствора хлорида железа (III), добавьте 1 мл раствора железисто-синеродистого калия. Выпадает темно-синий осадок берлинской лазури:

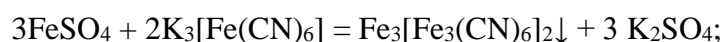


б) в пробирку налейте 3–4 мл раствора хлорида железа (III), добавьте 1 мл роданида калия или аммония:



крово-красный цвет

в) в пробирку налейте 3–4 мл раствора сульфата железа (II), добавьте 1 мл раствора железисто-синеродистого калия. Выпадает синий осадок турнбулевой сини:



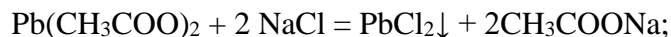
2) проведите исследование почвенной вытяжки на содержание ионов железа, используя качественные реакции.

## 2. Обнаружение ионов свинца

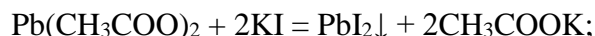
### Содержание работы:

1) осуществите качественные реакции на ионы  $Pb^{2+}$ :

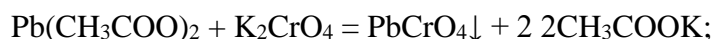
а) в пробирку налейте 3–4 мл раствора ацетата свинца, добавьте 1 мл раствора хлорида натрия. Выпадает белый осадок:



б) в пробирку налейте 3–4 мл раствора ацетата свинца, добавьте 1 мл раствора иодида калия. Выпадает желтый осадок:



в) в пробирку налейте 3–4 мл раствора ацетата свинца, добавьте 1 мл раствора хромата калия. Выпадает желтый осадок:



2) проведите исследование почвенной вытяжки на содержание ионов свинца, используя качественные реакции.

## 3. Обнаружение ионов меди

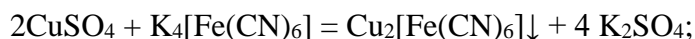
### Содержание работы:

1) осуществите качественные реакции на ионы  $Cu^{2+}$ :

а) в пробирку налейте 3–4 мл раствора сульфата меди, добавьте в нее 2–3 мл (избыток) 10 %-го раствора аммиака, перемешайте содержимое пробирки. Образующийся вначале осадок растворяется, и раствор приобретает характерную интенсивную лазурно-синюю окраску:



б) в пробирку налейте 3–4 мл раствора сульфата меди, добавьте 1 мл раствора железисто-синеродистого калия (желтой кровяной соли). Выпадает красно-бурый осадок:



2) проведите исследование почвенной вытяжки на содержание ионов свинца, используя качественные реакции.

### Оформление результатов

1. По результатам выполнения задания 1 приготовить почвенные вытяжки для последующего определения в них ионов.

2. По результатам выполнения задания 2 заполнить таблицу 25.

3. По результатам выполнения задания 3 заполнить таблицу 26 и сделать вывод о степени засоленности образца почвы.

4. По результатам выполнения задания 4 сделать вывод о присутствии в образце почвы ионов тяжелых металлов.

5. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### **Вопросы для собеседования**

1. Какие классификации химических соединений по степени растворимости используются в почвоведении?
2. Какое влияние оказывает засоленность на физические и химические свойства почвы?
3. Какие экологические факторы определяют условия жизнедеятельности почвенных организмов?
4. Какой прием используют для снижения кислотности почв?

**Рекомендуемая литература** – [2; 3; 6; 11; 13; 14].

### **Лабораторная работа 8. Органическое вещество почв**

*Цель* – изучить состав органического вещества почвенных образцов.

*Гумусом* называют сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков. Гумус является основным фактором плодородия почв. Однако его влияние на жизнедеятельность растений является непрямым: растения, будучи автотрофами, не усваивают органические вещества почвы. В качестве фактора плодородия гумус выполняет две основные функции [5]:

- обеспечивает оструктуренность почв, которая, в свою очередь, необходима для нормализации их воздушно-водного режима;
- снабжает элементами питания почвенную микрофлору, которая минерализует химические элементы, делая их доступными для растений, выступает в качестве симбионтов и т.п.

Общее содержание гумуса в различных почвах варьируется в широких пределах.

Органическое вещество почв по своему составу разнообразно и сложно. Главные продукты гумификации, от которых непосредственно зависит формирование разных свойств почв и типов почвообразования, представлены тремя классами соединений [6; 9]:

- *гуминовые кислоты* – высокомолекулярные фенольные соединения темно-коричневого и черного цвета, растворимые в воде;
- *фульвокислоты* – высокомолекулярные азотсодержащие фенольные соединения желтого цвета, растворимые в щелочах;
- *гумин* – негидролизуемый остаток органического вещества, не растворимый в воде и щелочах.



**Задание 1.** Выполнить опыты по качественному определению составных частей гумуса в почве.

**Материалы и оборудование:** 1) образцы почв; 2) набор сит с диаметром отверстия 1,0 мм и 0,25 мм; 3) лупы; 4) стеклянные палочки; 5) фарфоровые ступки; 6) резиновые пестики; 7) конические колбы (100 мл); 8) химические стаканы или колбы; 9) бюретки; 10) воронки; 11) электроплитки; 12) технические и аналитические весы; 13) раствор 50 %-й серной кислоты; 14) 0,1 н. раствор марганцевокислого калия (KMnO<sub>4</sub>); 15) 1 н. раствор едкого натра; 16) раствор 10 %-й соляной кислоты.

**Содержание работы:**

- 1) отвесить на технических весах 25 г почвы и поместить в колбу;
- 2) добавить в колбу 50 мл дистиллированной воды;
- 3) взболтать содержимое колбы в течение 5 мин;
- 4) отстоять содержимое колбы 3-4 мин;
- 5) отстоявшийся раствор профильтровать в колбу емкостью 100 мл;
- 6) к 10 мл фильтрата (водная вытяжка из почвы, содержащая водорастворимые соединения) добавить 0,5 мл 50 %-й серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>);
- 7) к 10 мл дистиллированной воды добавить 0,1 мл 50 %-й серной кислоты (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>);
- 8) в колбу с дистиллированной водой добавить 0,1 н. раствор марганцевокислого калия (KMnO<sub>4</sub>) до появления отчетливо розового окрашивания и замерить количество израсходованного раствора перманганата калия;
- 9) в колбу с водной вытяжкой прибавить из бюретки раствор перманганата калия.

Реакция:



Первые порции перманганата калия расходуются на окисление водорастворимого органического вещества. Реакция окисления требует некоторого времени. Для ее ускорения колбу с водной вытяжкой нагревают на электрической плитке или газовой горелке. Раствор перманганата калия добавляют в водную вытяжку до полного растворения органического вещества, что проявляется в устойчивом розовом окрашивании раствора как в колбе с дистиллированной водой. Замерить количество израсходованного раствора перманганата калия;

10) сделать вывод о содержании водорастворимых форм почвенного гумуса – фульвокислот (разность перманганата калия, затраченного до появления отчетливой розовой окраски одинаковых объемов водной вытяжки из почвы и дистиллированной воды);

- 11) приготовить щелочную вытяжку из почвы. В колбу с остатком от водной вытяжки добавить 50 мл 1 н. раствора едкого натра;
- 12) колбу несколько раз взболтать и поставить отстаиваться на 20 мин;
- 13) отстоявшийся темно-бурый раствор отфильтровать в колбу емкостью 100 мл;

14) 3 мл фильтрата (щелочной вытяжки) перенести в пробирку, куда затем добавить 2–3 мл 10 %-й соляной кислоты. Растворимые в щелочи гуминовые кислоты через некоторое время коагулируют и в виде бурых хлопьев выпадают на дно пробирки. По количеству хлопьев судят о количестве гуминовых кислот в образце почвы;

15) сделайте вывод об оставшейся на фильтре и в колбе черной массе (гумин), нерастворимой в воде и в щелочи.

### **Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 сделать вывод о содержании водорастворимых и нерастворимых форм почвенного гумуса.

2. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### **Вопросы для собеседования**

1. Какие основные источники органического вещества в почве Вам известны?

2. Каково значение «гумуса» и гумификации в плодородии почвы?

3. Какие известны Вам отличия гуминовых кислот от фульвокислот?

4. В чем проявляется влияние гумуса на свойства почвы и ее плодородие?

**Рекомендуемая литература** – [3; 4; 5; 11; 13; 14; 16].

## **Лабораторная работа 9. Выделение коллоидов серы из почвы**

*Цель* – выделение коллоидов из почвы, изучение их свойств.

**Задание 1.** Получение коллоидного раствора минеральных частиц и гумуса.

**Материалы и оборудование:** 1) образец гумусового горизонта чернозема или другой почвы; 2) технические весы; 3) воронка; 4) штатив с кольцом; 5) стеклянные стаканы на 500 мл – 1 шт., на 200 мл – 3 шт.; 6) стеклянная палочка; 7) горелка; 8) пробирки 3–4 шт.; 9) дистиллированная вода; 10) колба для хранения коллоидного раствора; 11) NaCl 1 н. раствор (58,45 г NaCl в дистиллированной воде, объем доводится до 1 л); 12) 50–100 мл насыщенного раствора щавелевокислого аммония  $[(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 - 45 \text{ г в 1 л водного раствора при } 20 \text{ }^\circ\text{C или } 32 \text{ г при } 10^\circ\text{C}]$  (приложение 2, 3).

### **Содержание работы:**

1) стеклянную воронку диаметром 5–9 см с фильтром установить в штатив. Фильтр смочить дистиллированной водой. Под воронку поставить стеклянный стакан;

2) образец гумусированной почвы весом 5 г перенести на фильтр и промыть 1 н. раствором NaCl.

После того как на промывание будет израсходовано 0,5 л NaCl 1 н. раствора, из-под воронки взять в пробирку пробу и прилить в нее немного насыщенного раствора щавелевокислого аммония. Содержимое пробирки подогреть. Появление белого осадка или мути укажет на присутствие в фильтрате кальция. В этом случае промывание образца почвы следует продолжить.

После того как в пробах фильтрата не окажется следов кальция (фильтрат при добавлении щавелевокислого аммония и подогревании не мутнеет), стакан с фильтратом отставляют от воронки и ставят новый, пустой;

3) почву в воронке промывают дистиллированной водой. После 3–4 добавлений воды в воронку внимательно следят за трубкой воронки. Как только в ней появится темноокрашенная жидкость, подставить чистый стакан и продолжить промывание дистиллированной водой. В подставленный стакан собирать 60–80 см<sup>3</sup> окрашенного фильтрата. Промывание прекратить, а фильтрат перелить в колбу. Он представляет собой коллоидный раствор минеральных частиц и гумуса.

## **Задание 2. Изучение пептизации почвенных коллоидов**

**Материалы и оборудование:** 1) 16 цилиндров на 250 мл; 2) восковой карандаш; 3) штатив с пробирками; 4) мелкозем чернозема и солонца; 5) растворы в колбах на 500 мл: NaCl, NaOH, CaCl<sub>2</sub>; 6) дистиллированная вода; 7) коллоидный раствор; 8) 0,1 н. растворы в колбах на 100 мл: CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, HCl, NaCl, NH<sub>4</sub>Cl (приложение 2, 3).

### **Содержание работы:**

1) для изучения пептизации почвенных коллоидов в 4 цилиндра на 250 мл отдельно прилить по 100 мл: в первый – H<sub>2</sub>O, во второй – 0,1 н. NaOH, в третий – 0,1 н. NaCl, в четвертый – 0,1 н. CaCl<sub>2</sub>. В каждый цилиндр насыпать по одной мерке растертого чернозема (горизонт А). Объем жидкости довести теми же растворами до 250 мл и взболтать так, чтобы мелкозем почвы распределился во всем слое жидкости. Суспензию в цилиндрах оставить на 40 мин;

2) в другие 4 цилиндра, наполненные так же, насыпать по одной мерке растертого солонца (горизонт В<sub>i</sub>), довести объем жидкости до 250 мл, взболтать и оставить на 40 мин. Цилиндры пометить восковым карандашом;

3) работа проводится бригадным методом. Одна бригада учащихся изучает чернозем, другая – солонец. Результаты наблюдений сопоставить и записать в таблицу 27.

Таблица 27 – Сравнительная характеристика степени пептизации чернозема и солонцов

Вариант	Степень пептизации *		С чем связано явление пептизации
	в черноземе	в солонце	
H <sub>2</sub> O			
NaOH			
NaCl			
CaCl <sub>2</sub>			
*Степень пептизации: сильная (++) ; слабая (+); отсутствует (–)			

### **Задание 3.** Изучение коагуляции коллоидов.

Коагуляция коллоидов происходит при высушивании и промораживании почвы, а также от действия электролитов. Коагулирующее действие ионов тем выше, чем больше валентность катионов, а у ионов одинаковой валентности тем сильнее, чем больше атомная масса. Исключением из этого правила являются ионы  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ , вызывающие коагуляцию при очень малых концентрациях. Большие дозы электролитов могут перезарядить коллоиды, при этом коагуляция не происходит.

#### **Содержание работы:**

1) взять 6 пробирок, протарировать их восковым карандашом: первая метка (примерно 1/2 пробирки) – уровень раствора коллоидов, вторая – уровень раствора электролита (примерно 3/4). Метки на всех пробирках должны быть на одном уровне, чтобы объем растворов был одинаковым, иначе результаты будут несопоставимы;

2) прилить во все пробирки до уровня первой метки раствор коллоидов;

3) затем, по возможности одновременно, прилить одинаковое количество растворов электролитов (до уровня второй метки). В первую пробирку –  $\text{CaCl}_2$ , во вторую –  $\text{MgCl}_2$ , в третью –  $\text{FeCl}_3$ , в четвертую –  $\text{HCl}$ , в пятую –  $\text{NaCl}$ , в шестую –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Быстро взболтать и следить за скоростью коагуляции.

### **Задание 4.** Установление скорости коагуляции катионов

Почвы существенно различаются между собой составом обменных катионов. Эти различия обусловлены типом почвообразования, спецификой почвообразующих пород, водным и солевым режимами почв. Заметно влияют на этот показатель химические мелиорации [3; 10].

Содержание обменных катионов в почве выражается как в абсолютных величинах (мг. экв/100 г почвы), так и в относительных (% от емкости обмена).

Основные обменные катионы в почве:

$\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ .

Основные обменные анионы в почве:

$\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ .

Практически все почвы в составе обменных катионов содержат кальций и магний, причем в большинстве случаев  $\text{Ca}^{2+}$  преобладает над  $\text{Mg}^{2+}$ . Так же среди обменных катионов всегда содержатся  $\text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$ , но их доля в ППК не велика. Так, количество обменного калия чаще всего не превышает 2–5 % от емкости обмена, содержание аммония еще меньше.

В географическом аспекте содержание обменных катионов почв варьирует в широких пределах и подчиняется определенным закономерностям.

Примерный состав обменных катионов в почвах:

– подзолистые –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ;

– серые лесные –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ;

– чернозем обыкновенный, южный –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ;

- чернозем выщелоченный, оподзоленный –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ;
- солонец –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ;
- каштановые –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ;
- почвы полярной зоны -  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ .

Отдельные поглощенные катионы неравнозначны по результативной сущности в многообразных явлениях природы почв. Об экологической значимости отдельных обменных катионов дает представление следующая информация.

$\text{Ca}^{2+}$  – считается катионом хранителем плодородия в связи с его многогранной значимостью. Он присутствует во всех без исключения почвах, но в разных количествах и в разных соотношениях с другими катионами. Оптимум его содержания – 80–90 % от ЕКО. Это величина характерна для черноземов. Присутствие кальция в таких количествах обеспечивает 99,9 %-ную коагуляцию коллоидных систем, а, следовательно, создается необходимая предпосылка для высокого структурообразования при активной деятельности корневых систем травянистой растительности и достаточного содержания гумусовых веществ.

Однако, повышенные количества кальция в почвах, содержащих монтмориллонит и другие, набухающие интенсивно глинистые минералы, могут вызвать слитогенетические явления, противоположные зернистому и комковатому структурообразованию даже при оптимальном содержании ионов кальция.

Кальций способен к ионообменному поглощению корнями растений. Однако этот способ питания растений, как правило, не принимается во внимание, так как кальций всегда присутствует в почвенных растворах и не является в биосфере дефицитным.

$\text{Mg}^{2+}$  – магний всегда сопровождает кальций. Типичное соотношение  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+} = 5 : 1$ . В таких количествах его действие аналогично действию кальция. Экологическая дисгармония почвенной среды может возникать в щелочных почвах при повышении количества магния в ППК за счет снижения содержания  $\text{Ca}^{2+}$ , то есть при изменении соотношения  $\text{Ca} : \text{Mg}$  в сторону магния. В этом случае сам магний вызывает повышение щелочности в связи с присутствием в почвенной среде карбонатов и бикарбонатов магния. Присутствие магния в ППК поддерживает свойства солонцеватости почв и даже приводит в отдельных случаях к образованию особых почв – магниевых солонцов.

При высоком содержании обменного магния возрастает растворимость гумусовых веществ и ухудшается структура почвы, снижается водопроницаемость, что отрицательно сказывается на водном режиме. При повышенном содержании обменного магния усиливается отрицательное действие обменного натрия при невысоком содержании последнего в почве.

$\text{Na}^+$  – натрий в количествах менее 3 % от ЕКО – необходимым компонент оптимального для биоценозов функционирования почвенной системы. В этом случае натрий обеспечивает дисперсность коллоидов на уровне около 0,1 %, что важно для

подвижности, динамичности и первоочередной резервности для минерализации гумусовых веществ и обеспечения почвенных растворов биологически необходимыми компонентами. Однако следует признать, что эта роль натрия в почвоведении и агрохимии изучена недостаточно.

Натрий как обменный катион является активным пептизатором коллоидов при концентрации его в почвенном растворе ниже порога коагуляции. При этом в состоянии золя переходят все коллоидные системы, почва приобретает свойства солонцеватости, становясь текучей, вязкой, бесструктурной. В растворах появляются щелочные соли, рН может достигать 9,5–10,0. Образуются особые соли – солонцы.

$K^+$  – в питании растений – основной источник доступного калия. Отмечена тенденция необменного поглощения калия из слоя компенсирующих противоионов в кристаллическую решетку минералов. Избыток калия может вызвать солонцеватость почв.

$NH_4^+$  – ион аммония: единственная возможная аккумуляция доступного растениям азота. Поглощается коллоидами в процессе аммонификации. Легко используется корневыми системами растений. Не накапливается в количествах, превышающих 3 % от ЕКО. Физическая и физико-химическая значимость не изучена. Повышенное содержание свидетельствует о недостатке азота.

$H^+$  – обменный водород – источник почвенной кислотности. Его присутствие фиксируется всегда в бескарбонатных почвах, т. е. в почвах, не содержащих  $CaCO_3$ .

В нейтральных почвах при рН от 6,5 до 7,2 водород присутствует в ППК в количествах менее 5 % от ЕКО. В этих условиях обменный водород экологически нейтрален. В количествах более 5 % от ЕКО начинают проявляться кислотные свойства почв. При этом кислотные свойства проявляются сильнее при повышении количества  $H^+$  в коллоидно-поглощенном состоянии.

Максимум кислотности почвенной среды наступает когда среди обменных катионов водорода становится более 40–50 %, рН почвы при этом становится кислой и сильнокислой (рН 3–5). Максимальное количество водорода в ППК может достигать 80 % от ЕКО.

$Al^{3+}$  – алюминий в обменном состоянии – интенсивный коагулятор коллоидов. Является объектом пристального внимания в кислых почвах. При переходе в почвенный раствор образует гидролитически кислые соли, способствующие повышенной пептизации  $Al^{3+}$  в почвенной среде, поэтому учитывается при определении кислотности почв, наравне с ионом водорода. Алюминий изучается как физиологически токсичный катион.

$Fe^{3+}$  – интенсивный коагулятор коллоидов, как и алюминий во влажных тропических почвах. Участвует в создании структурных микроагрегатов.

Обменные катионы играют огромную роль в жизни растений, поэтому неоднократно предпринимались попытки обосновать их оптимальное содержание в почве. Так, Байер (1945) предложил модель почвы с «идеальным» соотношением обменных катионов:  $Ca^{2+}$  – 65 %,  $Mg^{2+}$  – 10 %,  $K^+$  – 5 %,  $H^+$  – 20 %.

Такие модели, несомненно, представляют интерес, но следует учитывать, что оптимальный состав обменных катионов может существенно меняться в зависимости от различных факторов – требований культуры, минералогического и гранулометрического составов почв и т. д.

В почвах со слабокислой, нейтральной и слабощелочной реакцией среды состав обменных катионов, как правило, благоприятен для большинства сельскохозяйственных культур. При высоком содержании в почвах обменных  $H^+$  и  $Al^{3+}$  или  $Mg^{2+}$  и  $Na^+$  состав обменных катионов регулируют с помощью химической мелиорации.

Показатели, оценивающие поглотительную способность почв. Количественно поглотительную способность почвы характеризуют следующие показатели.

Емкость катионного обмена (ЕКО, мг•экв на 100 г почвы) – общее количество катионов, удерживаемых почвой в обменном состоянии и способных к замещению на катионы раствора, взаимодействующего с почвой; выражают в мг•экв на 100 г почвы. Величина ЕКО зависит от гранулометрического и минералогического составов почвы, содержания и качественного состава органического вещества, реакции среды.

ЕКО равна сумме всех катионов, способных к обмену, в т. ч. водорода и алюминия.

Вклад того или иного компонента в ЕКО почвы зависит от его содержания и характера взаимодействия с другими веществами. Часто это взаимодействие сопровождается снижением величины ЕКО, свойственной индивидуальным компонентам. Например, ЕКО гумуса почвы в целом намного меньше, чем собственно гуминовых или фульвокислот. Это связано с тем, что часть функциональных групп гумусовых веществ взаимодействует с поверхностью глинистых минералов и не принимает участия в реакциях обмена.

Тесная взаимосвязь наблюдается между ЕКО и размером почвенных частиц. Крупные фракции механических элементов, состоящие в основном из первичных минералов, практически не участвуют в обменных реакциях. С уменьшением размера механических элементов и увеличением в их составе количества глинистых минералов ЕКО существенно возрастает. В то же время необходимо учитывать, что тонкодисперсные частицы, особенно в гумусовых горизонтах, всегда обогащены органическим веществом, имеющим высокую ЕКО.

На величину ЕКО почвы существенно влияет реакция среды. С увеличением рН возрастает ионизация функциональных групп глинистых минералов, в реакции обмена помимо карбоксильных групп гумусовых веществ дополнительно включаются их спиртовые и фенольные гидроксилы. В щелочной среде происходит перезарядка амфотерных коллоидов, и они приобретают способность к обменному поглощению катионов. Все это способствует увеличению ЕКО почвы по мере возрастания рН.

### Содержание работы:

1) изучить скорость коагуляции почвенных электролитов;

2) установить, в каком порядке по скорости коагуляции действуют катионы.

Следует учесть, что один из них вызывает почти мгновенную коагуляцию, другие действуют медленно. Построить лиотропный ряд катионов по убывающей силе коагуляции. Результаты записать в таблицу 28.

Таблица 28 – Исследование скорости коагуляции почвенных электролитов

Электролит	Порядковый номер по скорости коагуляции	Интервал времени до момента появления хлопьев
CaCl <sub>2</sub>		
MgCl <sub>2</sub>		
FeCl <sub>3</sub>		
HCl		
NaCl		
NH <sub>4</sub> Cl		

### Оформление результатов

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 27.

2. По результатам выполнения задания 4 заполнить таблицу 28.

3. Ответить письменно на вопросы для собеседования.

### Вопросы для собеседования

1. От каких свойств катионов зависит их коагулирующая способность?

2. Как действует H<sup>+</sup> по сравнению с другими катионами и в чем его особенность?

3. Объясните, почему электролиты вызывают коагуляцию коллоидов.

4. Как связаны свойства коллоидов с почвенным плодородием?

5. Почему в воде коллоиды солонца сильно пептизированы, а чернозема – очень слабо или совсем не пептизированы?

6. С чем связано пептизирующее влияние NaOH в черноземе, солонце?

7. Почему кальциевая соль вызвала коагуляцию?

8. Почему NaCl может способствовать коагуляции, а NaOH вызывает пептизацию коллоидов?

9. Чем объясняется различие влияния на почвенные коллоиды воды и NaCl в солонце?

**Рекомендуемая литература** – [11; 13; 15].



## Лабораторная работа 10. Поглощательная способность почвы

*Цель* – определить поглощательную способность почв, познакомиться с методикой ее определения

*Поглощательной способностью* почв называется ее свойство обменно или необменно поглощать твердые, жидкие или газообразные вещества или увеличивать их концентрацию у поверхности коллоидных частиц [3; 12].

К.К. Гедройц выделил 5 видов поглощательной способности: механическую, физическую, физико-химическую, химическую и биологическую [3].

*Механическая* – это свойство почвы поглощать твердые частицы, поступающие с водой или воздухом, размеры которых не превышают размеры почвенных пор.

*Физическая* – это свойство почвы изменять концентрацию молекул различных веществ на поверхности твердых частиц за счет физического взаимодействия молекул. При этом изменяется величина поверхности и поверхностная энергия. Вследствие стремления дисперсной системы к уменьшению поверхностной энергии происходит укрупнение частиц твердой фазы путем адсорбции на поверхности частиц некоторых веществ. Такими веществами являются органические кислоты, многие высокомолекулярные органические соединения. Они притягиваются к поверхности тонкодисперсных частиц, испытывая положительную физическую адсорбцию.

Многие минеральные кислоты, соли (нитраты, хлориды), щелочи отталкиваются от твердых частиц и испытывают отрицательную физическую адсорбцию. Они слабо удерживаются в почве и легко вымываются из профиля.

Физической адсорбции подвергаются пары и газы, особенно  $N_2$  и  $CO_2$ .

*Химическая* поглощательная способность (хемосорбция) обусловлена образованием труднорастворимых соединений в почве с кислой реакцией. Сорбция фосфатов на поверхности гидроксидов Fe и Al в почве с нейтральной и щелочной реакцией. Образование труднорастворимых  $CaPH_4$ , образование Al-Fe-гумусовых комплексов, глинисто-гумусовых комплексов.

*Биологическая* – обусловлена поглощением элементов питания и  $O_2$  корнями растений, микроорганизмами. Характеризуется большой избирательностью.

*Физико-химическая* обусловлена наличием ППК, представленного почвенными коллоидами. ППК обладает способностью поглощать и обменивать  $kt^+$  и  $an^-$  поверхностной части коллоидов на эквивалентное количество ионов почвенного раствора. Физико-химическая поглощательная способность обуславливает физико-химические свойства почв, такие как кислотность, буферная способность.

**Задание 1.** Определить поглощательную способность почвы: механическую, физическую, химическую, физико-химическую.

**Материалы и оборудование:** 1) образцы почв различного гранулометрического состава; 2) штатив с пробирками; 3) колбы; 4) стаканы; 5) воронки; 6) фильтры; 7) марля; 8) фарфоровые чашки; 9) 5 %-й раствор кислого фосфорнокислого калия и натрия; 10) раствор хлорида калия; 11) оксалат аммония; 12) раствор метиленовой сини

или фиолетовые чернила; 13) технические весы с разновесами; 14) эксикатор; 15) электроплитка; 16) песчаная баня (приложения 2, 3).

#### 1. Механическое поглощение

##### Содержание работы:

- 1) взять колбу, воронку с марлей;
- 2) насыпать в воронку с марлей почву (суглинистую и супесчаную в двух опытах);
- 3) пропустить через слой почвы в воронке почвенную суспензию другой почвы;
- 4) сделать вывод о причине очищения фильтра и какая из почв в двух опытах лучше очищает воду.

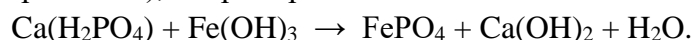
#### 2. Физическое поглощение

##### Содержание работы:

- 1) взять колбу, воронку с марлей и почвой;
- 2) пропустить через почву воду, подкрашенную метиленовой синью;
- 3) сделать вывод об адсорбировании молекул красящего вещества.

#### 3. Химическое поглощение

Основано на том, что в результате химических реакций вещества хорошо растворимые до реакции, становятся малорастворимыми или нерастворимыми после (недоступными для растений), например:



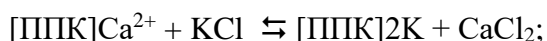
##### Содержание работы:

- 1) в колбу объемом 250 мл налить 20 мл 5 %-го раствора гидрофосфата калия  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  или натрия  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и насыпать 20 г почвы;
- 2) смесь взболтать в течение 30 мин., дать отстояться и отфильтровать;
- 3) налить 10 мл фильтрата в формовочную чашку (предварительно ее взвесив) и выпарить на песочной или водяной бане досуха. Определить массу минерального осадка;
- 4) рассчитать поглощательную способность почвы исходя из того, что в 20 мл раствора гидрофосфата калия содержался 1 г соли. Тогда в 10 мл фильтрата должно быть 0,5 г кислого фосфорнокислого калия, если бы почва его поглотила. Если, например, масса минерального осадка 0,2 г, то 10 г почвы поглотили 0,3 г гидрофосфата калия. Следовательно, 20 г поглотят 0,6 г соли, что составляет 60 %. Это и есть показатель химической поглощательной способности почвы данного образца.

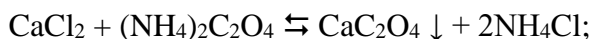
#### 4. Физико-химическое поглощение (обменное поглощение)

##### Содержание работы:

1) взять почву и обработать ее в воронке хлоридом калия. При этом катионы кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ), находящиеся во внешнем слое почвенных коллоидов, будут вытесняться катионами калия и переходить в фильтрат. Обменная реакция будет идти по схеме:



2) установить наличие кальция в фильтрате, прилив к нему раствор оксалата аммония, в присутствии которого образуется белый осадок:



3) для сравнения обработать почву дистиллированной водой. Сделать вывод о реакции с оксалатом аммония в опыте с почвой, обработанной хлоридом калия, и в почве, обработанной дистиллированной водой.

### **Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 сделать вывод о поглотительной способности исследованных образцов почвы.

2. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### **Вопросы для собеседования**

1. Каковы причины различной величины поглощения в двух первых опытах?
2. В чем состоит сущность физического поглощения?
3. Какова сущность химического поглощения?
4. Почему обменная поглотительная способность называется еще физико-химической?

**Рекомендуемая литература** – [1; 5; 11; 13; 17].

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1. Используя данные таблиц 29 и 30, представить результаты фракционно-группового состава гумуса графически.

2. На графиках выделить аккумулятивную, элювиальную и иллювиальную части гумусового профиля, объяснить особенности дифференциации почвенного профиля по фракционно-групповому составу гумуса.

3. Используя данные таблиц для каждого почвенного образца рассчитать отношение  $S_{гк} : S_{фк}$  и определить тип гумусовых веществ, рассчитать степень гумификации органического вещества ( $S_{гк} \backslash \text{Собщ.} \times 100 \%$ ), содержание «свободных», связанных с Са, и прочно связанных гуминовых кислот в (% к сумме ГК).

4. Результаты работы представить в виде таблицы 31. Используя градации показателей гумусного состояния почв (по Л.А. Гришиной и Д.С. Орлову), оценить особенности гумусного состояния рассматриваемых почв. Дать качественную оценку содержанию гумуса в верхнем горизонте и его запасам по слоям 0–20 см, 0–50 см, 0–100 см, оценить особенности его профильного распределения в почвенной толще.

5. Сопоставить полученные данные по разрезам, отметить общие черты и различия в гумусном состоянии изучаемых почв, дать им соответствующую интерпретацию.

Таблица 29 – Фракционно-групповой состав гумуса лесной почвы (разрез 1), % к Сгум.

Гори- зонт	Глубина, см	Сгум, %	Фракции гуминовых кислот				Фракции фульвокислот					Сумма фрак- ций	Негидр. остаток	ГК/ФК
			1	2	3	Сумма	1а	1	2	3	Сумма			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A0	0–3	39,30	4,8	1,5	5,3	11,6	1,9	9,5	0,9	3,2	15,5	27,1	72,9	0,75
A1	3–9	3,77	5,3	3,1	5,4	13,8	3,8	7,2	1,0	1,6	13,6	27,4	72,6	1,02
A1A2	9–15	1,51	6,0	12,2	4,9	23,1	7,1	7,9	1,2	2,6	18,8	41,9	58,1	1,23
A1A2	15–27	0,43	2,6	4,0	6,6	13,2	14,5	5,2	10,6	1,3	31,6	44,8	55,2	0,42
B1	27–40	0,23	1,5	3,4	2,4	7,3	17,1	0,9	18,6	2,2	38,8	46,1	53,9	0,19
B1	50–60	0,38	1,1	1,7	2,8	5,6	11,3	3,1	9,6	2,8	26,8	32,4	67,6	0,21
B2	80–90	0,28	1,5	2,1	3,8	7,4	7,7	0,4	19,5	11,9	39,5	46,9	53,1	0,19

Таблица 30 – Фракционно-групповой состав гумуса разных агрофонов, % к Сгум.

Горизонт	Глубина, см	Сгум, %	Фракции гуминовых кислот				Фракции фульвокислот					Сумма фракций	Негидр. остаток	ГК/ФК
			1	2	3	Сумма	1a	1	2	3	Сумма			
Разрез 3, освоенный агрофон														
Апах.	0–5	1,59	6,7	32,1	8,5	47,3	6,4	4,2	12,4	6,7	29,7	77,7	23,0	1,59
	5–10	1,53	6,7	31,5	7,5	45,7	5,5	5,6	11,2	5,4	27,3	73,4	26,6	1,64
	10–15	1,69	5,8	31,4	7,2	44,4	6,6	5,6	7,4	3,9	23,5	67,9	32,1	1,89
	15–20	1,58	6,9	21,2	9,1	47,1	7,1	4,8	13,1	4,2	29,2	76,3	23,7	1,67
	20–28	1,47	8,2	26,1	8,2	42,4	7,1	6,1	12,8	4,4	30,4	72,8	27,2	1,39
B1	28–40	0,68	1,7	16,8	5,5	24,0	16,3	0,7	13,6	8,2	38,8	62,8	37,2	0,62
	40–50	0,61	1,6	3,3	1,6	6,5	11,5	3,3	1,6	4,9	21,3	32,8	67,2	0,54
	50–62	0,48	2,1	8,3	4,2	14,6	12,5	0,0	10,4	10,4	29,2	43,8	56,2	0,50
B2 62–70	62–70	0,38	2,7	8,1	2,6	18,4	15,8	2,6	15,8	5,2	39,4	57,8	42,2	0,47
	70–80	0,37	2,8	8,3	8,1	18,9	10,8	2,7	21,6	2,7	37,8	56,7	43,3	0,50
	80–90	0,36	2,8	8,3	8,4	19,4	8,3	2,8	16,6	2,8	30,5	49,9	50,1	0,64
	90–100	0,36	7,9	7,9	5,6	16,7	2,8	5,6	8,3	5,6	22,3	39,0	60,0	0,74
Разрез 2, плодородный агрофон														
Апах.	0–5	1,60	6,2	32,6	9,8	2,22	4,6	3,6	8,4	2,1	18,7	63,6	36,4	2,40
	5–10	11,1	22,5	11,3	44,9	2,31	5,0	4,9	6,7	0,9	17,8	65,5	34,5	2,74
	10–15	9,7	24,2	14,1	48,0	2,20	5,2	4,3	6,9	2,2	18,6	60,9	39,1	2,27
	15–22	7,6	25,1	9,6	42,8	2,28	5,0	4,9	8,0	1,2	19,1	56,9	43,1	1,98
	22–30	7,3	20,7	9,8	37,8	48,6	6,9	3,7	9,7	0,5	20,8	69,4	30,6	2,34
B1	30–40	0,46	2,4	1,1	4,3	7,8	11,2	3,3	15,0	3,7	33,2	41,0	59,0	0,23
	40–50	0,38	3,7	0,6	3,4	7,7	12,1	2,0	21,5	2,4	38	45,7	54,3	0,20
B1B2	50–70	0,34	2,6	1,2	3,0	6,8	11,7	1,2	19,2	4,6	36,7	43,3	56,7	0,18
		0,34	2,6	7,5	4,5	14,6	11,7	1,9	12,9	1,6	28,1	42,7	57,3	0,52
B2	70–80	0,40	2,2	4,3	3,9	10,4	10,1	1,7	19,3	4,7	35,8	46,2	53,8	0,29
	80–90	0,40	2,7	3,7	3,8	10,2	10,0	0,4	20,3	4,6	35,3	45,5	54,5	0,29
	90–103	0,42	1,6	6,6	4,9	13,1	9,6	0,3	15,5	3,2	28,6	41,7	58,3	0,46

Таблица 31 – Соотношение отдельных фракций гумусовых веществ в почве

Горизонт	Глубина, см	% фракций ГК к их сумме			ГК-2/ ГК-1	ГК/ ГМ	ГК-1/ ФК-1	ГК-2/ ФК-2	ГК-3/ ФК-3	ФК-1a/ ФК
		1	2	3						

## Раздел 4. БОНИТИРОВКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ

*Бонитировка почв* – сравнительная оценка качества почв, их потенциального плодородия и производительной способности. Это установление относительной доброкачественности и ценности почв при использовании их в сельскохозяйственном производстве. *Бонитет почв* – показатель их качества, выраженный в баллах, по отношению к почве с наиболее высоким потенциальным плодородием, балл которой принимается, обычно, равным 100 %. Материалы бонитировки используются в земельном кадастре, составлении бизнес-планов производства сельскохозяйственной продукции, при экономической оценке земель (для определения ставок земельного налога и нормативной цены земли), при агропроизводственной группировке почв и др.

Бонитировку почв проводят по свойствам, коррелирующим с урожайностью сельскохозяйственных культур. При этом качественная оценка плодородия почв производится именно с учетом урожайности разных культур (так называемой «нормальной» урожайности). Кроме того, существует методика бонитировки почв на основе почвенно-экологических индексов.

### Лабораторная работа 11. Качественная оценка плодородия почв хозяйства

*Цель* – ознакомиться с методикой качественной оценки почв.

Качественная оценка почв выполняется по всем видам сельскохозяйственных угодий: пашен, сенокосов, пастбищ, выгонов и многолетних насаждений. Система качественной оценки почв выполняется в двух аспектах: *частном* – по эффективности возделывания отдельных сельскохозяйственных культур и *общем* – по совокупной эффективности видов сельскохозяйственных угодий.

Предметом оценки является плодородие почв по отношению к сельскохозяйственным культурам, угодьям и их местоположению.

Качественная оценка почв выполняется в такой последовательности:

- сбор исходной информации и ее первичная обработка;
- корреляционно-регрессионный анализ исходной информации с целью получения моделей урожайности;
- расчет сопоставимой нормальной урожайности и пересчет ее в баллы бонитета.

Урожайность культур при оценке земель рассматривается как функция почвенной и экономической информации. Почвенная информация представлена средневзвешенными показателями, медленно изменяющимися свойствами почв, каждой почвенной разновидности и оценочной группы почв. Свойства почв выражены

как в натуральных величинах, так и в баллах. При этом за 100 баллов приняты следующие показатели:

- мощность гумусового слоя равна 85 см и более для зерновых культур, многолетних и однолетних трав и 95 см и более для сахарной свеклы и кукурузы;
- запасы гумуса в гумусовом слое в 600 т/га и более;
- сумма поглощенных оснований в пахотном слое 37 и более ммоль на 100 г почвы;
- содержание физической глины 65–70 % для зерновых культур, однолетних и многолетних трав, 60 % для сахарной свеклы и кукурузы.

Экономическая информация включает следующие данные:

- применение удобрений (ц. д. в. на 1 га пашни);
- обеспеченность активными основными фондами (стоимость силовых и рабочих машин на 1 га культивируемой площади (пашня, сенокосы, многолетние насаждения));
- трудообеспеченность в растениеводстве (количество работников растениеводства на 100 га культивируемой площади).

Основным показателем качественной оценки почв является *сопоставимая нормальная урожайность* сельскохозяйственных культур. Это такая расчетная урожайность, которая была бы получена за оцениваемый период при среднем уровне интенсивности земледелия. Ее величина зависит от качества почв. Сопоставимая «нормальная» урожайность рассчитывается по моделям урожайности.

Сопоставимая «нормальная» урожайность относится к оцениваемому периоду, поэтому она устарела на момент ее расчета, но соотношение между ней по хозяйствам, районам сохраняется. Поэтому она пересчитывается в относительный показатель качественной оценки почв – балл бонитета.

Для проведения бонитировки почв определяют свойства почв и урожайность различных сельскохозяйственных культур, которые подвергают математической обработке и используют для построения бонитировочной шкалы почв. В основе современной качественной оценки почв лежит докучаевский метод оценки почв по их свойствам, но при этом имеется несколько подходов к расчету оценочных баллов.

Наивысший балл почвы принимают за 100 баллов; все оценочные баллы других почв выражают в долях от ста. Так образуется бонитировочная шкала почв, в которой 100 баллов имеет лучшая почва. Оценочную шкалу по свойствам почв проверяют по шкале, построенной по показателям урожайности.

При одинаковых принципах построения оценочной шкалы количество оценочных признаков и сами признаки различны. Для примера в таблице 32 приведена сравнительная оценка почв по сумме признаков.



Таблица 32 – Сравнительная оценка почв по сумме признаков [14]

Почвы	По свойствам почв	По урожаю зерна			Средний балл
		яровой пшеницы в опытах	по зонам		
			всех зерновых	озимой ржи	
Черноземы выщелоченные	100	100	100	100	100
Темно-серые	109	95	98	92	99
Серые	81	83	74	75	78
Светло-серые	79	61	67	60	67
Дерново-подзолистые	49	48	62	49	52
Подзолистые	33	–	43	–	38

Дополнительно к основной шкале, построенной применительно к наиболее типичным почвам области, введены поправочные коэффициенты на гранулометрический состав, мощность, заболоченность и окультуренность почв.

Иной подход расчета оценочного балла почв заключается в оценке почв по разработанному статистическим или другим моделям нормальной урожайности какой-либо культуры. Такой метод был применен при создании единых принципов бонитировки почв в нашей стране.

Сущность метода заключается в том, что на основе изучения в системе почва – растение – климат была разработана модель урожайности, зависящая от почвенных и метеорологических факторов (функции нелинейного произведения). Ранг урожайности рассчитывается по формуле (12):

$$У = ГТК1 \cdot ГТК2 \cdot (М(А+В) \cdot рНвод \cdot (Г \cdot К_2О \cdot (Nв \cdot NO_3 \cdot (Pв \cdot P_2O_5))))), \quad (12)$$

где ГТК1 – ранг урожайности по гидротермическому коэффициенту мая – июня;

ГТК2 – ранг урожайности по гидротермическому коэффициенту всего вегетационного периода;

М – ранг урожайности по мощности гумусового горизонта;

рНвод. – ранг урожайности по рН водной суспензии;

Г – ранг урожайности по валовому гумусу;

К<sub>2</sub>О – ранг урожайности по подвижному калию;

Nв – ранг урожайности по валовому азоту;

NO<sub>3</sub> – ранг урожайности по азоту нитратов;

Pв – ранг урожайности по валовому фосфору;

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – ранг урожайности по подвижному фосфору.

Решение уравнения по почвенным показателям определяет почвенный балл (БП), а при включении в уравнение свойств почв и показателей климата – почвенно-климатический бонитировочный балл (БПК).

Лучшей почвой, принятой за 100 баллов (БПК100), была принята почва с ранговым почвенно-климатическим баллом 5,88, который характеризует плодородие черноземов луговой степи.

В соответствии с рангами урожайности выделяют шесть категорий оценок почв (табл. 33)

Таблица 33 – Оценка почв по рангам урожайности

Категория	БПК100	БПК (ранговый)	Урожайность, т/га
I	95	5,56	1,8
II	78–94	4,56–5,55	1,5–1,79
III	61–77	3,56–4,55	1,2–1,49
IV	44–60	2,56–3,55	0,9–1,19
V	27–43	1,56–2,55	0,6–0,89
VI	26	1,55	0,59

**Задание 1.** Изучить методы качественной оценки почв и освоить методику расчета почвенного и почвенно-климатического балла по почвенным и метеорологическим факторам.

**Содержание работы:**

1) опираясь на приложение 4 и данные таблиц 32-33 рассчитать почвенные и почвенно-климатические баллы и заполнить таблицу 34.

Таблица 34 – Расчет почвенного и почвенно-климатического балла

Ранг	Чернозем выщелочный	
	2	3
<i>I</i>		
M(A+AB), см		
pHвод., мг – экв/100 г		
Гв, %		
K <sub>2</sub> O (0–20 см), мг/100 г		

1	2	3
N <sub>B</sub> , (0–20 см), %		
NO <sub>3</sub> (0–40 см), мг/кг		
P <sub>B</sub> (0–20 см), %		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (0–20 см), мг/100 г		
ГТК1 (V–VI)		
ГТК2 (V–VIII)		
БП		
БПК		

Формулы для определения почвенного (БП) и почвенно-климатического (БПК) балла оценки почвы.

1.  $A = K_2O + (N_B + NO_3)/2 + (P_B + P_2O_5)/2$
2.  $B = Г_B + A/3$
3.  $C = M(A + AB) + p_{Hвод.} + B/2$
4.  $БП = C/3$
5.  $БПК = (ГТК1 + ГТК2 + 2 БП)/3$

### Оформление результатов

1. По результатам выполнения задания 1 рассчитать почвенный и почвенно-климатический балл, используя формулы. На основании полученных результатов заполнить таблицу 34. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### Вопросы для собеседования

1. Для характеристики каких свойств почв используют методику расчета почвенного и почвенно-климатического балла по почвенным и метеорологическим факторам?
2. По каким видам сельскохозяйственных угодий выполняется качественная оценка почв?
3. В чем заключается суть «модели урожайности»?

**Рекомендуемая литература** – [9; 10].

## **Лабораторная работа 12. Агрономическая характеристика почв**

*Цель* – формирование умений составления агрономической группировки почв.

**Задание 1.** Пользуясь комплектом почвенно-картографических материалов, дать агрономическую характеристику почв сельскохозяйственных угодий.

**Материалы и оборудование:** 1) почвенные карты с пояснительной запиской; 2) картограммы содержания в почвах подвижных форм  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ; 3) картограммы кислотности, эродированности, солонцеватости.

### **Содержание работы:**

1) обобщить почвенно-картографические материалы в соответствии с методическими указаниями на основании анализа общезональных и зональных свойств конкретных почв хозяйства;

2) обосновать их агрономическую оценку с учетом специализации хозяйства и требований к почвам основных возделываемых культур.

**Задание 2.** Провести агропроизводственную группировку почв хозяйства, обосновать выделение групп и описать их важнейшие особенности.

**Материалы и оборудование:** 1) почвенные карты; 2) набор агрохимических картограмм.

### **Содержание работы:**

1) во время работы с почвенной картой и картограммами необходимо разделить все почвы на несколько групп по уровню их плодородия и степени пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур. Пользуясь учебником почвоведения, лекциями и материалами практических занятий, распределите все почвы на несколько групп. Число агрогрупп всегда меньше числа почв, выделенных на почвенных картах. Почвы можно группировать в определенной последовательности. Прежде всего, их разделяют на две группы:

– почвы с потенциально высоким плодородием (I группа), не требующие специального регулирования водного режима и мелиораций, позволяющие возделывать типичные для зоны сельскохозяйственные культуры при нормальной зональной агротехнике. В данную группу, как правило, входят автоморфные (зональные, с оптимальным увлажнением) почвы с обеспеченным поверхностным и внутрипочвенным стоком;

– почвы с потенциально низким плодородием (II группа), требующие специальных агро-мелиоративных мероприятий в связи с особенностями их строения (например: каменистость, эродированность, заболоченность, засоленность, солонцеватость и т. п.);

2) распределите почвы указанные в легенде почвенной карты на две группы в соответствии с выше указанными параметрами;

3) покажите количество гектаров (га), занимаемое каждой почвой и ее процентную долю (%) от площади, занимаемой всеми почвами. Занесите информацию в таблицу по форме (табл. 35);

Таблица 35 – Группировка почв

Почвы с потенциально высоким плодородием (I группа)	га	%	Почвы с потенциально низким плодородием (II группа)	га	%
1			1		
2			2		
...			...		
ИТОГО:			ИТОГО:		

4) далее почвы первой группы разделите по гранулометрическому составу на подгруппы: 1) глинистые и суглинистые; 2) супесчаные и песчаные. С гранулометрическим составом связаны различия в агрономических и технологических свойствах почв.

Почвы данной группы также разделяют по зональным особенностям, степени окультуренности, мощности генетических горизонтов и т. д.

Почвы второй группы разделите в зависимости от интенсивности мероприятий на 4 подгруппы:

– улучшаемые специальной агротехникой (глубокое рыхление пахотного слоя, гребневые посевы, бороздование, внесение органических или минеральных удобрений, в том числе комплексное и т. д.);

– улучшаемые легкими мелиорациями (гипсование, известкование);

– улучшаемые тяжелыми мелиорациями (осушение, орошение, промывка, дренаж);

– практически не поддающиеся мелиорации (по причинам маломощности, щебнистости, избыточной засоленности и тяжелого гранулометрического состава).

Разделение в пределах этих подгрупп проводят по направленности и характеру мелиоративных мероприятий с учетом свойств почв.

Для почв, объединенных в одну агрогруппу, намечают одинаковое направление их использования и комплекс агротехнических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур;

5) в итоговой таблице (табл. 36) объедините все почвы в агропроизводственные группы, дайте их качественную оценку и определите наиболее целесообразный характер их использования. Укажите непригодные для сельскохозяйственного использования участки. Предложите агротехнические и мелиоративные мероприятия по повышению плодородия почв хозяйства и их охране. Работа защищается у преподавателя.

Таблица 36 – Агропроизводственная группировка почв

Агрогруппа	Название почв, входящих в агрогруппу, и рекомендуемое использование	Индекс почв, входящих в агрогруппу	Общая площадь, га	Мероприятия по улучшению почв	
				агротехнические	мелиоративные
1. Дерново-подзолистые песчаные почвы	1) дерново-средне-подзолистая «2» песчаная почва на песках;	$\frac{\Pi_2^d}{\Pi}$	550	Внесение органических и минеральных удобрений, окультуривание пахотного слоя	Известкование различными дозами, фитомелиорации
	2) дерново-слабо-подзолистая «1» песчаная почва на песках	$\frac{\Pi_1^d}{\Pi}$	445		
2. Оподзоленные лесостепные тяжелосуглинистые почвы на лессе	1) чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый на лессе; 2) ... и т. д. пригодны под пашню (под полевые севообороты)	$\frac{\text{Ч}_2^{\text{оп.}}}{\text{Л}}$	200	Возможно использование безотвальной обработки почвы, внесение расчетных доз минеральных удобрений	Не нуждаются

**Задание 3.** Провести сравнительный анализ почвенного покрова полей севооборотов.

**Содержание работы:**

- 1) сопоставить почвы в каждом поле севооборота с точки зрения их генетических и агрономических особенностей (близость или контрастность почв по свойствам);
- 2) указать поля севооборота, наиболее благоприятные в отношении однородности почвы, и поля, отличающиеся большой пестротой по свойствам почв;
- 3) выделить участки, пригодные под овощные культуры, сады и виноградные плантации;
- 4) назвать почвы и выделить конкретные участки землепользования, подлежащие трансформации в другие уголья;
- 5) указать места возможных заготовок местных удобрений (торф, известь);
- 6) разработать мероприятия по повышению плодородия почв хозяйства:
  - определить рациональную глубину основной вспашки и наметить приемы углубления пахотного горизонта с учетом мощности гумусового слоя и свойств подгумусового горизонта;
  - определить потребность почв в известковании (гипсовании), подсчитать площадь почв, требующих химических мелиораций и необходимое количество извести (гипса);

- дать рекомендации по применению органических и минеральных удобрений, указать особенности применения удобрений с учетом данных агрономических картограмм;
- наметить мелиоративные (осушение, орошение) и противоэрозионные мероприятия.

**Задание 4.** Провести сравнительный анализ агрономических свойств почв.

**Содержание работы:**

1) почвы, представленные в перечне почв мира (приложение 5), расставьте по степени убывания агрономических свойств (по уровню плодородия).

**Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 дать агрономическую характеристику почв сельскохозяйственных угодий.

2. По результатам выполнения задания 2 описать важнейшие особенности агропроизводственных групп почв хозяйства.

3. По результатам выполнения задания 3 составить анализ почвенного покрова полей севооборотов и мероприятия по повышению плодородия почв хозяйства.

4. По результатам выполнения задания 4 составить убывающий ряд типов почв по уровню их плодородия.

5. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

**Вопросы для собеседования**

1. Что называется почвенной картой?
2. Каковы масштабы почвенных карт, для каких целей они составляются?
3. Для чего необходимо использовать карты и агрономические картограммы при проведении землеустройства?
4. Каковы сущность и значение агропроизводственной группировки почв и земель?

**Рекомендуемая литература** – [7; 9; 12].

**Лабораторная работа 13. Расчет бонитировочного балла почвы по методу А.С. Фатьянова**

Метод Фатьянова используется для бонитировки почв центральных районов Нечерноземной зоны. В основу бонитировки по методу Фатьянова положены следующие показатели пахотного горизонта почв, коррелирующие с многолетней урожайностью зерновых культур: содержание гумуса, емкость поглощения катионов, рНКСl, содержание физической глины.

Оценка почв проводится по замкнутой 100-балльной шкале, где эталоном служат лучшие почвы края – черноземы выщелоченные, оподзоленные или лугово-черноземные, характеризующиеся следующими показателями для пахотного горизонта: содержание гумуса  $\geq 8\%$ , ЕКО  $\geq 40$  мг-экв на 100 г почвы, рНКСl  $\geq 6$ , содержание физической глины  $\geq 50\%$ .

Балл рассчитывают по каждому оценочному показателю по формуле (13).

$$B = \frac{3\phi \cdot 100}{3_m}, \quad (13)$$

где B – балл почв;

3φ – значение показателя бонитируемой почвы;

3<sub>м</sub> – значение этого же показателя, принятого за 100 баллов.

Далее находят сумму баллов по всем показателям и рассчитывают средний балл. Для получения окончательного балла средний балл по свойствам умножают последовательно на коэффициенты эродированности, заболоченности, каменистости (приложение 6).

В результате получают итоговый балл бонитета почвы и оценивают по шкале (приложение 7).

**Задание 1.** Расчет оценочных баллов для различных почв.

**Содержание работы:**

1) рассчитать оценочные баллы для всех почв, представленных в приложении 8, и оформить в таблице 37.

Таблица 37 – Бонитировка пахотных почв хозяйства

Данные	Почва		
	%	гумус	Оценочные показатели пахотного слоя
	балл		
	pH	pHКСI	
	балл		
	мг-экв	ЕКО	
	балл		
	%	содержание частиц < 0,01мм	
	балл		
	сумма баллов по четырем показателям		
	средний балл по свойствам почвы		
	на эрозию	Средний балл с учетом поправочных коэффициентов	
	на заболоченность		
	на каменистость		
	Итоговый бонитировочный балл		



**Задание 2.** Определение класса бонитета почв*Цель* – овладеть методами расчета оценки почв.**Содержание работы:**

1) результаты оценки почв в баллах обобщить в группы по классам бонитета, в соответствии с приложением 8 и представить в форме таблицы 38. По полученным результатам сделать выводы.

Таблица 38 – Группировка пахотных почв хозяйства по классам бонитета

Качественная характеристика	Общая площадь, га	Площадь почв бонитета								Характер использования почв
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Пример										
Лучшие почвы	234	70	90	74	–	–	–	–	–	Под все полевые культуры при зональной агротехнике
...										

**Задание 3.** Расчет средневзвешенного балла бонитета земель.*Цель* – овладеть методами расчета бонитета.**Содержание работы:**

1) рассчитать средневзвешенный балл бонитета земель по формуле (14), оформить результаты по форме таблицы 39.

Таблица 39 – Расчет средневзвешенного балла бонитета земель

Почвы	Итоговый балл	Площадь, га	Итоговый балл/площадь
Сумма			
Б.ср.вз = сумма / общая площадь всех контуров			

$$B = \frac{B_1 \cdot П_1 + B_2 \cdot П_2 + \dots + B_n \cdot П_n}{П_1 + П_2 + \dots + П_n}, \quad (14)$$

где  $B_1, B_2, B_n$  – баллы бонитета почв;

$П_1, П_2, П_n$  – площади почв, слагающих земельный участок.

### **Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 заполнить таблицу 37.
2. По результатам выполнения задания 2 заполнить таблицу 38.
3. По результатам выполнения задания 3 заполнить таблицу 39.
4. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

### **Вопросы для собеседования**

1. Какие почвы имеют максимальный балл бонитета и за счет каких показателей он достигается?
2. Какие классы бонитета выделены?
3. Какие местные условия определяют снижение балла бонитета?
4. В каких почвах и за счет каких показателей происходит снижение балла бонитета?
5. О чем говорит рассчитанный средневзвешенный балл для вашей исследуемой территории?

**Рекомендуемая литература – [9; 18].**

### **Лабораторная работа 14. Методика полевых почвенных исследований**

*Цель* – выработка навыка проведения полевых исследований почв.

*Расположение и техника заложения почвенных разрезов.* При выборе мест расположения разрезов следят за тем, чтобы рельеф, напочвенный покров и состав насаждений вокруг были более или менее одинаковыми. Намечаемый разрез должен быть типичным для данного участка. В сомнительных случаях перед тем как заложить полный разрез делают несколько прикопок, чтобы убедиться в однородности почвенного покрова данного участка. Разрезы закладывают не ближе 20 м от дороги, просеки, визира, прогалин, на границе крон деревьев, где почвы сочетают свои свойства между деревьями и под ними. В лесных питомниках и культурах разрез закладывают поперек рядов.

Положение разреза намечают так: его ширина должна быть равна 60–80 см, длина – глубине, одна из узких сторон после выкопки должна освещаться солнцем – это будущая передняя стенка разреза, по которой описывают почву на всю глубину. Около передней стенки нельзя ходить, бросать на нее землю, нужно сохранить напочвенный покров, подстилку и сложение почвы в естественном виде. При выкопке верхние почвенные горизонты следует выбрасывать в одну сторону, а нижние – в другую. В разрезе напротив передней стенки делают ступеньки высотой 20–25 см (на штык лопаты). Полную глубину имеет лишь передняя стенка. При описании разреза и особенно при выделении почвенных горизонтов нужно осмотреть все его стенки,

провести средние линии границ почвенных горизонтов, а затем описать каждый из них, используя качественные реакции на некоторые физические и химические свойства почв (определение закисных форм железа, карбонатов, водорастворимых солей).

Из каждого генетического горизонта лесной подстилки, верхней части гумусового горизонта и середины всех последующих горизонтов берут образцы, отмечая в бланке почвенного описания глубину их взятия. Каждый образец весом не менее 0,5 кг завертывают в бумагу, куда вкладывают этикетку с указанием лесхоза, лесничества, № квартала, разреза, генетического индекса горизонта, глубины его взятия, даты. Из всех разрезов и 10 % полуразрезов берут образцы на просмотр и отбор для анализа. Число разрезов, из которых берут образцы на учебной практике, указывает преподаватель. В конце работы дают полное название почвы, а разрез привязывают к постоянным ориентирам или пикетажным столбикам. Полное название почвы и привязку записывают в соответствующие графы бланка почвенного описания. На чистой копии планшета обозначают разрезы, индекс почвенного названия и привязку в метрах. После окончания работ разрезы закапывают.

В полевых условиях изучают и определяют почвы и дают им название по внешним, так называемым морфологическим признакам, которые отражают внутренние процессы, проходящие в почвах, их происхождение (генезис) и историю развития.

Н.М. Сибирцев считал, что по морфологическим (внешним) признакам можно определить почву подобно тому, как мы определяем минерал, растение или животное. Поэтому в полевых условиях особенно важно правильно описать почву, отметить все ее признаки.

Для описания почв, изучения их морфологических признаков, установления границ между различными почвами, отбора образцов для анализов закладывают специальные ямы, которые называются *почвенными разрезами*. Они бывают трех типов: полные (основные) разрезы, полуямы и прикопки.

Прежде всего необходимо самым тщательным образом осмотреть местность, определить характер рельефа и растительности для правильного выбора места заложения почвенного разреза.

Разрез необходимо закладывать в наиболее характерном месте обследуемой территории. Почвенные разрезы не должны закладываться вблизи дорог, рядом с канавами, на нетипичных для данной территории элементах микрорельефа (понижения, кочки).

На выбранном участке местности копают почвенный разрез так, чтобы три стенки его были отвесными, а четвертая спускалась ступеньками (рис. 11).

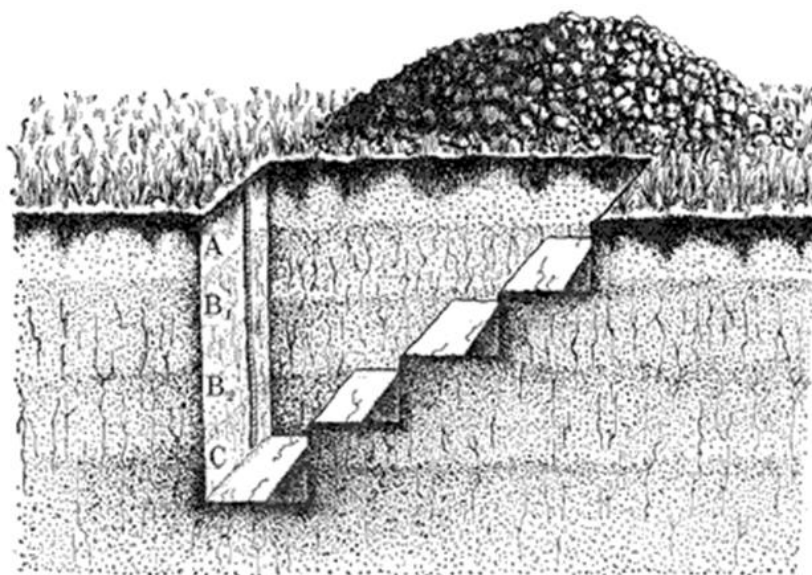


Рисунок 11 – Почвенный разрез [9]

Передняя, лицевая, стенка разреза, предназначенная для описания, должна быть обращена к солнцу.

При рытье разреза почву необходимо выбрасывать только на боковые стороны и ни в коем случае не на лицевую стенку, что может привести к ее загрязнению, разрушению верхних горизонтов, изменению их мощности и т. д.

Полные, или основные, разрезы закладывают до такой глубины, чтобы вскрыть верхние горизонты неизменной материнской породы. Обычно эта глубина колеблется от 1,5 м до 5 м в зависимости от мощности почв и целей исследования. Такие разрезы служат для специального детального изучения морфологических свойств почв и взятия образцов для физических и химических анализов.

Полуямы, или контрольные разрезы, закладываются на меньшую глубину – от 75 см до 125 см (до начала материнской породы). Они служат для изучения мощности гумусовых горизонтов, глубины вскипания от соляной кислоты и залегания солей, степени выщелоченности, оподзоленности, солонцеватости и других признаков, а также для определения площади распространения почв, охарактеризованных полными разрезами. Если при описании полуям обнаружались новые признаки, не отмеченные ранее, то на этом месте необходимо закладывать полный разрез.

Прикопки, или мелкие поверхностные разрезы, глубиной менее 75 см, служат прежде всего для определения границ почвенных группировок, выявленных основными разрезами и полуямами. Обычно они закладываются в местах предположительной смены одной почвы другой.

Описания почвенных разрезов, полуям и прикопок заносятся в дневник (рис. 12), в котором кроме этого должны быть записаны сведения о рельефе, растительности, грунтовых водах, результатах полевых исследований физических, химических и других

свойствах почвы. Примерная форма полевого почвенного дневника приводится ниже. На эти признаки надо обращать особое внимание и изучать их наиболее тщательно.

Основные морфологические признаки, по которым определяется почва в поле:

- строение почвенного профиля,
- окраска (цвет) почвы,
- степень увлажнения (а также уровень грунтовых вод или верховодки),
- механический состав,
- структура,
- сложение,
- новообразования.

Описание морфологического строения почвы (рис. 13) в полевом журнале дополняется рисунком его профиля. Рисунок выполняют цветными карандашами или влажными мазками почвы.

Чтобы дать почве полное название, необходимо обозначить ее тип, подтип, род, вид, разновидность и разряд.

#### **Дневник описания почвенного разреза**

\_\_\_\_\_ месяц \_\_\_\_\_ г

1. Разрез № \_\_\_\_\_

2. Область \_\_\_\_\_

Район \_\_\_\_\_

3. Населенный пункт \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Общий рельеф \_\_\_\_\_

6. Микрорельеф \_\_\_\_\_

7. Положение разреза относительно рельефа и экспозиция \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. Растительный покров \_\_\_\_\_

9. Угодье и его культурное состояние \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10. Признаки заболоченности, засоленности и другие характерные особенности \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. Глубина и характер вскипания от HCl \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

12. Уровень почвенно-грунтовых вод \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

13. Материнская и подстилающая порода \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

14. Название почвы \_\_\_\_\_

Рисунок 12 – Образец оформления дневника для описания почвенного разреза

Схема чертежа почвенного разреза	Горизонт и мощность, см.	Описание разреза: механический состав, влажность, горизонт и мощность окраска, структура, плотность, сложение, новообразование, включение, характер вскипания, характер солонцеватости, глубина взятых образцов в см перехода горизонтов, признаки, заболоченности, засоленности и прочие особенности	Глубина взятых образцов, см

Рисунок 13 – Образец описания профиля почвенного разреза

Например, чернозем (*тип*) обыкновенный (*подтип*) солонцеватый (*род*), средне-гумусный среднемощный (*видовые термины*) легкосуглинистый (*разновидность*) на лёссовидном суглинке (*разряд*). Дать полное название почвы непросто. В практике допускается краткое название почвы с обозначением типа почвы и ее механического состава: чернозем легкосуглинистый, серая песчаная супесчаная и т. д.

После зарисовки и описания почвенного разреза отбирают *почвенные образцы* для лабораторных анализов. Почвенным ножом в направлении снизу вверх с середины каждого генетического горизонта вырезают кусок массой около 0,5–1,0 кг. В каждый образец вкладывают этикетку с обозначением места закладки разреза, его номера, индекса горизонта, глубины взятия образца, даты, фамилии исследователя.

Кроме индивидуальных, берут смешанные образцы. Их отбирают при изучении агрохимических особенностей пахотных земель. Смешанный образец составляют из отдельных проб (5–15), взятых с разных мест участка, однородного по рельефу, почве, культуре, которая выращивается. Масса почвы смешанного образца (после тщательного перемешивания проб и крестообразного деления) должна составлять 300–400 г.

Подготовка почвенных образцов к анализу простая. Распределив тонким слоем (около 2 см) на оберточной бумаге, их высушивают (в лаборатории) до воздушно-сухого состояния. Измельчают в фарфоровой ступке, просеивают через сито с диаметром ячеек 1 мм. Просеянную почву помещают в картонную коробку или бумажный пакет, сюда же кладут этикетку – и образец готов для агрохимических анализов.

Одним из этапов полевого исследования почв является взятие *почвенного монолита*. Это образец почвы с ненарушенной структурой. Берется или по всему вертикальному профилю почвы, или по верхней его части, охватывая основные горизонты. Объем монолита обычно имеет следующие размеры: 100 см × 20 см × 10 см. Монолитные образцы могут пополнить информацию полевых исследований почв. Их можно использовать в качестве наглядного пособия.

Чтобы взять почвенный монолит, полный почвенный разрез немного расширяют и углубляют. На вертикальной стенке вырезают прямоугольный образец почвы по размеру деревянного ящика (100 см × 20 см × 10 см). Сняв с ящика крышку и дно,

надевают раму на образец почвы. Затем привинчивают крышку и осторожно вместе с ящиком отделяют образец от стенки. Очистив его обратную сторону, привинчивают дно.

Существует много *систем выделения почвенных горизонтов* и их буквенных обозначений. Однако наиболее распространенным в нашей стране является использование следующих символов генетических горизонтов почв:

Горизонт А0 – самая верхняя часть почвенного профиля – лесная подстилка или степной войлок, представляющая собой опад растений на различных стадиях разложения – от свежего до полностью разложившегося.

Горизонт А – гумусовый, наиболее темноокрашенный в почвенном профиле, в котором происходит накопление органического вещества в форме гумуса, тесно связанного с минеральной частью почвы. Цвет этого горизонта варьируется от черного, бурого, коричневого до светло-серого, что обусловлено составом и количеством гумуса. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 1,5 м и более.

Поверхностный органогенный горизонт с содержанием органического вещества от 30 % до 70 %, состоящий из разложенных органических остатков (степень разложения – больше 50 %) и гумуса с примесью минеральных компонентов, называют перегнойным горизонтом.

Органогенные горизонты различной степени разложения органических остатков образуют переходные горизонты – торфянисто-перегнойные, перегнойно-гумусовые.

Горизонт А1 – минеральный гумусово-аккумулятивный, содержащий наибольшее количество органического вещества. В почвах, где происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органоминеральных веществ, – верхний, темноокрашенный горизонт.

Горизонт А2 – подзолистый или осолоделый, элювиальный, формирующийся под влиянием кислотного или щелочного разрушения минеральной части. Это сильно осветленный, бесструктурный или слоистый рыхлый горизонт, обедненный гумусом и другими соединениями, а также илистыми частицами за счет вымывания их в нижележащие слои и относительно обогащенный остаточным кремнеземом.

Горизонт Ап или Апах. – пахотный, измененный продолжительной обработкой, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину вспашки.

Горизонт В – располагающийся под элювиальным горизонтом, имеет иллювиальный характер. Это бурый, охристо-бурый, красновато-бурый, уплотненный и утяжеленный, хорошо оструктуренный горизонт, характеризующийся накоплением глины, окислов железа, алюминия и других коллоидных веществ за счет вымывания их из вышележащих горизонтов. В почвах, где не наблюдается существенных перемещений веществ в почвенной толще, горизонт В является переходным слоем к почвообразующей породе, характеризуется постепенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса, разложения первичных минералов и может подразделяться

на В1 – горизонт с преобладанием гумусовой окраски, В2 – подгоризонт более слабой и неравномерной гумусовой окраски и В3 – подгоризонт окончания гумусовых затеков.

Горизонт Вк – горизонт максимальной аккумуляции карбонатов, обычно располагается в средней или нижней части профиля и характеризуется видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, псевдомицелия, белоглазки, редких конкреций.

Горизонт G – глеевый, характерен для почв с постоянно избыточным увлажнением, которое вызывает восстановительные процессы в почве и придает горизонту характерные черты: сизую, серовато-голубую или грязно-зеленую окраску, наличие ржавых и охристых пятен, слитость, вязкость и т. д.

Горизонт С – материнская (почвообразующая) горная порода, из которой сформировалась данная почва, не затронутая специфическими процессами почвообразования (аккумуляцией гумуса, элювиированием и т. д.).

Горизонт Д – подстилающая горная порода, залегающая ниже материнской (почвообразующей) и отличающаяся от нее по своим свойствам (главным образом по литологии).

Кроме указанных горизонтов выделяются переходные горизонты, для которых применяются двойные обозначения, например: А1А2 – горизонт, прокрашенный гумусом и имеющий признаки оподзоленности; А2В – горизонт, имеющий черты подзолистого горизонта (А2) и иллювиального (В); А1С – переходный горизонт от гумусового к материнской породе и т. д. Второстепенные признаки обозначаются индексом с дополнительной малой буквой, например А2g – подзолистый горизонт с признаками оглеения, Вg – иллювиальный горизонт с пятнами оглеения, Вt – метаморфический горизонт, характеризующийся аккумуляцией глины без заметных следов ее перемещения, Ск – карбонатная почвообразующая порода и др. Иногда применяются и дополнительные индексы: Т – торфяной горизонт (содержание органического вещества – более 70 % со степенью разложения менее 50 %), At – торфянистый горизонт, Ad – дерновый горизонт, Вh – иллювиально-гумусовый, Вf – иллювиально-железистый горизонт и т. д.

Иными словами, индексы при обозначении генетических горизонтов ставятся в зависимости от степени выраженности того или иного процесса, протекающего в данном горизонте. Они складываются из заглавных букв русской системы символов генетических горизонтов и малых букв, обозначающих сопутствующий процесс.

Независимо от выбранной системы обозначения почвенных горизонтов почвовед должен также использовать и словесные названия: гумусовый, подзолистый, глеевый, торфянистый, солонцовый, иллювиально-гумусовый, погребенный и т. д., которые широко распространены в почвенных исследованиях.

При резком изменении мощности горизонта, трудно различимой границе между горизонтами или других неясных признаках, характеризующих почвенный горизонт, следует изучить и боковые стенки почвенного разреза.



Для описания почвы прежде всего необходимо на хорошо отпрепарированной стенке разреза закрепить клеенчатый сантиметр так, чтобы верхний его край точно совпадал с верхней границей почвы, и ножом отметить границы почвенных горизонтов. Для этого острым концом почвенного ножа проводят вертикальную черту сверху донизу почвенного разреза, выявляя плотность и сложение почвы. Учет плотности почв значительно облегчает выделение горизонтов и установление их границ. Затем по совокупности всех признаков (цвет, структура, сложение, плотность и др.) устанавливают границы почвенных горизонтов и подгоризонтов и все данные, полученные при изучении почвенного профиля, заносят в почвенный дневник.

При описании морфологических признаков очень важно указывать характер перехода одного горизонта в другой. Для этого можно пользоваться следующими градациями переходов:

- резкий переход – смена одного горизонта другим происходит на протяжении 2–3 см;
- ясный переход – смена горизонтов происходит на протяжении 5 см;
- постепенный переход – очень постепенная смена горизонтов на протяжении более 5 см.

*Окраска (цвет) почвы.* Цвет почвы – одно из важных внешних свойств ее, наиболее доступных для наблюдения и широко используемых в почвоведении для присвоения названий почвам (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и др.).

Окраска почв находится в прямой зависимости от ее химического состава, условий почвообразования, влажности.

Окраска горизонта зависит от наличия в почве того или иного количества красящих веществ. Верхние горизонты окрашены гумусом в темные цвета (серые и коричневые). Чем большее количество гумуса содержит почва, тем темнее окрашен горизонт. Наличие железа и марганца придает почве бурые, охристые, красные тона. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почв), осолодения, засоления, окарбонирования, т. е. присутствие в почве кремнезема, каолина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей.

Почвы редко бывают окрашены в какой-либо один чистый цвет. Обычно окраска почв довольно сложная и состоит из нескольких цветов (например, серо-бурая, белесовато-сизая, красновато-коричневая и т. д.), причем название преобладающего цвета ставится на последнем месте.

Таким образом, для определения окраски почвенного горизонта необходимо:

- установить преобладающий цвет;
- определить насыщенность этого цвета (темно-, светлоокрашенная);
- отметить оттенки основного цвета (например, буровато-светло-серый, коричневатобурый, светлый, серовато-палевый и т. д.).

При описании почвы необходимо указывать и степень однородности окраски. Например, буровато-сизый, неоднородный, на сизом фоне бурые и ржавые пятна и примазки. Такое описание помогает полнее охарактеризовать почву и оценить ее в генетическом отношении.

При определении окраски почвы в полевых условиях необходимо учитывать влажность почвы и степень освещенности почвенного разреза. Влажная почва имеет более темную окраску, чем воздушно-сухая, поэтому очень важно указывать при описании почвы степень ее увлажнения. Это облегчает дальнейшую камеральную обработку полевых материалов.

Многое также зависит и от освещения почвы солнцем. Освещение должно быть равномерным по всему профилю почвы, так как в тени почва выглядит темнее и можно легко ошибиться при определении ее цвета. Лучше определять окраску почвы при высоком стоянии солнца, чем рано утром или вечером.

Желательно проверять окраску почвы в образцах, доведенных до воздушно-сухого состояния, т. е. хорошо высушенных в сухом помещении или на воздухе (но не на солнце). Для достижения единообразия при определении окраски почв можно составить цветовую шкалу из образцов почв, распространенных в исследуемом районе, и пользоваться ею как эталоном при описании почвенного разреза.

*Влажность* не является устойчивым признаком какой-либо почвы или почвенного горизонта. Она зависит от многих факторов: метеорологических условий, уровня грунтовых вод, механического состава почвы, характера растительности и т. д. Например, при одинаковом содержании влаги в почве песчаные (легкие) горизонты будут казаться влажнее глинистых (тяжелых).

Степень влажности влияет на выраженность других морфологических признаков почвы, что необходимо учитывать при описании почвенного разреза. Например, влажная почва имеет более темный цвет, чем сухая. Кроме того, степень влажности оказывает влияние на сложение, структуру почвы и т. д.

При полевых исследованиях следует различать пять степеней влажности почв:

1) *сухая* почва пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку; влажность почвы близка к гигроскопической (влажность в воздушно-сухом состоянии);

2) *влажноватая* почва холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;

3) *влажная* почва – на ощупь явно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой;

4) *сырая* почва при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами;

5) *мокрая* почва – при сжимании в руке из почвы выделяется вода, которая сочится между пальцами; почвенная масса обнаруживает текучесть.

*Механический состав* почвы является важной характеристикой, необходимой для определения производственной ценности почвы, ее плодородия, способов обработки и т. д. От механического состава почвы зависят почти все физические и физико-механические свойства почвы: влагоемкость, водопроницаемость, порозность, воздушный и тепловой режим, водоподъемная сила и др. В полевых условиях при определенных навыках механический состав можно определить и без специального оборудования, так как почвы различного механического состава отличаются некоторыми механическими свойствами, которые нетрудно определить в поле.

Существует сухой и мокрый способ приблизительного определения механического состава в поле. Показатели мокрого способа определения механического состава приведены в лабораторном практикуме, тема «Гранулометрический состав почв». Общее название почвы по механическому составу дается по данным механического анализа верхнего горизонта (0–25 см). Например, чернозем выщелоченный, супесчаный или чернозем южный, глинистый и т. д. Если наблюдается резкое различие механического состава верхнего и нижнего горизонтов, то это обстоятельство должно отразиться и в названии почвы. Например, дерново-луговая, тяжелосуглинистая почва на песчаных отложениях и т. д.

Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту свойственны определенные *типы почвенных структур*. Для гумусовых горизонтов, например, характерна зернистая, комковато-зернистая, порошисто-комковатая структура; для элювиальных горизонтов – плитчатая, листоватая, чешуйчатая, пластинчатая; для иллювиальных – столбчатая, призматическая, ореховатая, глыбистая и т. д.

В поле, у разреза, определяют структуру почв следующим образом. На передней стенке из исследуемого горизонта ножом вырезается небольшой образец грунта и подбрасывается несколько раз на ладони (или лопате) до тех пор, пока он не распадется на структурные отдельные элементы. Рассматривая эти структурные элементы, определяют степень их однородности, размер, форму, характер поверхности. Данные наблюдений заносят в почвенный дневник.

Если структура неоднородна, то для ее характеристики пользуются двойными названиями (комковато-зернистая, ореховато-призматическая и т. д.), последним словом указывая преобладающий вид структуры.

При изменении характера распределения структурных элементов внутри горизонта в почвенном дневнике обязательно отмечается это различие.

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет *водопрочность* ее структуры, т. е. образование прочных, неразмываемых в воде отдельных элементов. Такая структура образуется в результате скрепления механических элементов органоминеральными коллоидами, скоагулированными необратимо. Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим, хорошие механические свойства и т. д. Почвы, не имеющие

водопрочной структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы. Водопрочность структуры (в почвах, насыщенных водой) должна отражаться в почвенном дневнике.

*Под сложением почвы* понимают внешнее выражение степени и характера ее плотности и порозности.

При внимательном рассмотрении почвенных горизонтов можно заметить сеть трещин, пор, ячеек, пустот и т. д., различных по форме и размерам. По величине и форме воздушных пор и полостей различают следующие типы сложения почв:

1. Полости, расположенные внутри структурных отдельностей:

– тонкопористые – диаметр пор, пронизывающих почву, до 1 мм; характерны для лёссов и образовавшихся из них почв;

– пористые – диаметр пор – 3 мм, характерны для лёссовидных пород и соответствующих почв, сероземов, дерново-подзолистых почв;

– губчатые – почва пронизана порами диаметром 3–5 мм, характерны для некоторых подзолистых горизонтов;

– ноздреватые или дырчатые – диаметр пор 5–10 мм, характерны для сероземов и обусловлены работой землероющих животных;

– ячеистые – диаметр пустот 1 мм, характерны для субтропических и тропических почв;

– трубчатые – пронизаны каналами, прорытыми крупными землероями.

2. Полости, расположенные между структурными отдельностями:

– тонкотрещиноватые – воздушные полости, обычно вертикального направления, менее 3 мм;

– трещиноватые – размер трещин 3–10 мм, характерны для горизонтов с призматической и столбчатой структурой;

– щелеватые – вертикальные полости размером более 10 мм, свойственны столбчатым горизонтам некоторых солонцеватых почв.

Воздушные полости почвенных горизонтов хорошо видны в сухое время года. Во влажном состоянии вследствие разбухания почвенной массы размер пор уменьшается.

Различают следующие *степени плотности почв* в сухом состоянии:

– очень плотное или слитое сложение – почва не поддается действию лопаты (входит в почву не более 1 см) – характерно для слитых черноземов, для столбчатых горизонтов солонцов;

– плотное сложение – лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4–5 см, и почва с трудом разламывается руками; такое сложение наблюдается в тяжелых глинистых некультуренных почвах и для горизонта В солонцеватых почв;

– рыхлое сложение – лопата или нож легко входят в почву, почва хорошо оструктурена, но структурные агрегаты сравнительно мало сцементированы между

собой; таковы супесчаные почвы и верхние, хорошо оструктуренные горизонты суглинистых почв;

– рассыпчатое сложение – почва обладает сыпучестью, отдельные частицы не сцементированы между собой; свойственно супесчаным и бесструктурным, распыленным пахотным горизонтам почв.

Сложение почвы зависит от ее механического и химического состава, а также от влажности. Это свойство почвы имеет большое практическое значение в сельском хозяйстве и характеризует ее с точки зрения трудности обработки.

Под *новообразованиями* в почвах подразумеваются локальные обособления веществ, ясно отличающиеся по своей морфологии и вещественному составу от вмещающей их почвенной массы. Почвенные новообразования – это прямой результат почвообразовательных процессов, которые часто служат важными диагностическими признаками для классификации почв.

По С.А. Захарову, новообразования химического и биологического происхождения можно разбить по химическому составу на группы, а по морфологической выраженности – на формы.

*Группа легкорастворимых солей* (хлориды натрия, кальция, магния и сульфаты натрия) характерна для засоленных почв и образует белые тонкие налеты и выцветы на поверхности почвы и на подсохшей стенке разреза, белые уплотненные корочки с поверхности, белые прожилки и крапинки и тонкие игольчатые кристаллы в виде инея или густых щеточек. Форма новообразований зависит от степени соленасыщенности почвенного профиля.

Выделения *гипса* также характеризуют южные засоленные почвы и представляют собой светлые налеты, выцветы, крапинки и жилки, заполненные кристаллическим веществом, натечные образования на нижней поверхности щебня и гальки, одиночные и сросшиеся крупные кристаллы (ласточкин хвост, гипсовые розы), пористые, ноздреватые корки и прослойки на поверхности почвы (гажи).

*Карбонатные выделения* – очень распространенный вид новообразований во многих почвах с многообразным морфологическим проявлением. Они встречаются в виде налетов и выцветов (плесень) на поверхности структурных отдельностей или в виде частой сети переплетающихся жилок, корневых пустот, заполненных известью (карбонатный псевдомицелий или лжегрибница), а также образуют форму округлых белых мягких пятен и стяжений (белоглазка) или твердых, плотных, причудливой формы образований (дутики, журавчики, погремки). Прочные конкреции извести грязно-белого цвета размером 10–20 см называют желваками, а натечные формы – бородавками. Возможна полная пропитка почвенных горизонтов карбонатными растворами, которая проявляется в мучнистой присыпке высохшей стенки почвенного разреза.

Широко распространены новообразования, формирующиеся из *окислов железа, алюминия и марганца*, в образовании которых большое участие принимают подвижные гумусовые вещества. Это могут быть налеты и выцветы, пленки и корочки охристого, желтого, бурого, темно-бурого цвета на поверхности структурных отдельностей, по трещинам и корневым ходам; примазки, пятна, разводы и языки ржавого, охристого, красноватого и черного цвета на стенке почвенного разреза; плотные округлые образования черно-бурого цвета – бобовины, зерна, дробины, а также темно-бурые, коричневые, ржавые и охристые плотные стяжения – ортштейны, жерства, рудяк и т. д.

Соединения *закиси железа*, как и предыдущая группа новообразований, широко распространены в переувлажненных почвах любой почвенной зоны и образуют голубоватые, сизые и зеленоватые пятна, разводы, пленки и примазки, буреющие на воздухе, а иногда белые, синеющие при доступе кислорода жилки вивианита (в болотных почвах).

Очень характерны для элювиального процесса выделения *кремнезема*, представляющие собой налет (присыпку) на структурных отдельностях, белые и белесые пятна и языки на стенке разреза, тонкие прожилки, пронизывающие почву и натеки на камнях. Отличие их от карбонатных новообразований заключается в том, что последние вскипают под действием слабого раствора соляной кислоты, тогда как кремнеземистые образования на нее не реагируют.

Новообразования *гумуса* в подзолистых почвах – гумусовые пленки, тонкие корочки и потеки по граням структурных элементов иллювиальных горизонтов. Для степных почв характерны темные пленки, корочки, дендриты, в солонцеватом горизонте – лаковые пленки по граням призматических и столбчатых отдельностей. В болотных почвах встречаются гумусовые слои ортштейна в виде округлых конкреций и прослойки ортзанда. Кроме этого гумусовыми веществами пропитаны новообразования типа капролитов, кротовин и т. д.

Изучение почвенных новообразований имеет большое значение как для понимания генезиса отдельных горизонтов почвы, так и для суждения о генезисе почвы и ее плодородии в целом. Детальное исследование новообразований дает возможность выявить ряд важных явлений, происходящих в почве.

Под *включениями* понимают предметы, механически включенные в массу почвы и не связанные с ней генетически. В число включений входят обломки горных пород, не связанных с материнской породой, раковины наземных и морских моллюсков, кости современных и вымерших животных, остатки золы, углей, древесины, остатки материальной культуры человека (обломки кирпича, посуды и археологические находки).

Включения различного характера часто помогают судить о происхождении почвообразующей породы и возрасте почв.

**Задание 1.** Изучение методики подготовки почвенного разреза.

*Цель* – формирование навыка отбора проб и определения почвенных горизонтов в полевых исследованиях.

**Содержание работы:**

1) составить краткий конспект по методике подготовки почвенного разреза.

**Задание 2.** Проведение описания почвенных горизонтов в полевых условиях.

*Цель* – изучить основные почвенные горизонты по выделенным признакам на территории парка «Никольская роща».

**Содержание работы:**

1) провести описание профиля почвенного разреза в парке «Никольская роща» согласно рисунку 12. Данные занести в дневник описания почвенного разреза (форма дневника на рис. 11).

**Оформление результатов**

1. По результатам выполнения задания 1 составить конспект теоретического материала.

2. По результатам выполнения задания 2 провести описание профиля почвенного разреза в парке «Никольская роща» согласно рисунку 12. Данные занести в дневник описания почвенного разреза (рис. 11).

3. Ответить на вопросы для собеседования по теме занятия.

**Вопросы для собеседования**

1. Какие степени влажности почв используют в полевых исследованиях?

2. С помощью каких параметров описывают производственную ценность почвы?

3. Какие выделяют степени плотности почв в сухом состоянии?

4. По каким признакам определяются почвенные новообразования химического происхождения?

5. Какие системы выделения почвенных горизонтов и их буквенных обозначений используются в отечественной науке?

**Рекомендуемая литература** – [2; 3; 4; 5; 8; 15; 16; 18].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии представлены материалы для организации и проведения аудиторных лабораторных работ, полевой практики, а также самостоятельной работы по дисциплине «Почвоведение».

Каждое занятие начинается с определения его цели, далее приводится теоретическое введение, обеспечивающее возможность предварительной подготовки к занятию, являющееся основой для выполнения работы, которая также требует проведения определенного литературного поиска, анализа источников информации, что методически важно при подготовке квалифицированного эколога. В конце каждой работы приведены вопросы по теоретической и практической части занятия, по каждой главе представлены материалы для самостоятельной работы студентов. Описание каждой лабораторной работы содержит перечень необходимых материалов и оборудования.

Задания, предложенные для выполнения в ходе работ, позволяют активизировать самостоятельную работу студентов бакалавриата для более качественного осмысления материала и развития профессиональных качеств будущих экологов-природопользователей.

Обобщению материала также способствует включение в пособие словаря основных понятий.

Учебное пособие может быть использовано на занятиях по профилю подготовки магистратуры «Естественно-географическое образование» для дополнительной подготовки при изучении ряда дисциплин, и учителями для организации внеурочной работы обучающихся.

Авторы будут благодарны читателям за замечания и предложения по улучшению содержания учебного пособия и формы изложения материала.



## СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

**Автоморфные почвы** – формируются на ровных склонах в условиях свободного стока поверхностных вод, при глубоком залегании грунтовых вод (глубже 6 м).

**Агрохимия** – это наука, изучающая химические процессы в почве и растениях, питание растений, применение удобрений и средств химической мелиорации почв в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

**Активная кислотность почвы** – кислотность, обуславливаемая наличием в почвенном растворе свободных неорганических и органических кислот.

**Аллювий** – отложения постоянно действующих водотоков, хорошо отсортированные; могут быть различными по механическому составу. Минералогический состав резко отличается от подстилающей породы, отложения слоистые.

**Анионы обменные** – находящиеся в почвенном поглощающем комплексе анионы, способные эквивалентно обмениваться на анионы взаимодействующего с почвой (твердой фазой) раствора. Основная часть обменных анионов находится в почвах на поверхности гидроксидов железа и алюминия, которые в условиях кислой реакции имеют положительный заряд. Интенсивно поглощаются анионы органическими почвами и горизонтами. В обменной форме в почве могут присутствовать анионы  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{HMoO}_4^-$ . Обменные фосфат-, арсенат- и сульфат-анионы могут содержаться в почвах в небольших количествах, так как эти анионы прочно поглощаются некоторыми компонентами твердых фаз почвы и не вытесняются в раствор при воздействии других анионов. Поглощение анионов почвами в неблагоприятных условиях может приводить к накоплению ряда токсичных веществ.

**Бонитировка почв** (от лат. bonitos – добротность) – сравнительная оценка качества почвы как средства производства в сельском и лесном хозяйстве, выраженная в количественных показателях и основанная на учете свойств почвы и уровня урожайности.

**Буферная зона (система) почвы** – на основе показателя рН водной суспензии почвы условно выделяют 5 буферных систем или зон, в пределах которых происходит потребление протонов: 1) карбонатная ( $6,2 < \text{pH} < 8,6$ ) – переход карбонатов в бикарбонаты с высвобождением в почвенный раствор Са; 2) силикатная ( $5,0 < \text{pH} < 6,2$ ) – выветривание силикатов с высвобождением в почвенный раствор катионов I–III групп; 3) катионообменная ( $4,2 < \text{pH} < 5,0$ ) – внедрение кислых катионов в ППК с вытеснением в почвенный раствор обменных оснований; 4) алюминиевая ( $3,0 < \text{pH} < 4,2$ ) – растворение алюмо-содержащих минералов с высвобождением в почвенный раствор мономерного  $\text{Al}^{3+}$ ; 5) железная ( $2,5 < \text{pH} < 3,0$ ) – растворение полуторных окислов с образованием ионов  $\text{Fe}^{3+}$ . Компоненты буферных систем (за исключением карбонатов) присутствуют в той или иной степени в каждом виде почв, однако в различных интервалах значений рН одна из зон получает ведущую роль.

Кислотные осадки, поступая в почву, нейтрализуются в течение времени, определяемого буферной емкостью действующей зоны (Ulrich, 1980).

**Буферность почв** – способность почв противостоять изменению значений pH при воздействии кислот или щелочей.

**Буферность почв по отношению к загрязняющим почву элементам** – способность поддерживать концентрацию элементов в почвенном растворе на постоянном уровне. Считается, что при извлечении металлов из почвенного раствора растениями или нисходящим водным потоком потери их восполняются из запаса элементов в составе твердых фаз. При избыточном поступлении элемента в почву в растворенном состоянии он может из почвенного раствора переходить в состав твердых фаз, повышая запас подвижных соединений элемента.

**Влагоемкость** – способность почвы удерживать определенное количество воды.

Виды влагоемкости:

1) **максимально-молекулярная влагоемкость** – это наибольшее содержание рыхлосвязанной воды, удерживаемое в почве силами молекулярного притяжения.

2) **капиллярная влагоемкость** – это наибольшее количество капиллярно-подпертой влаги, удерживаемое над уровнем грунтовых вод капиллярными силами.

3) **наименьшая, или предельная полевая, влагоемкость** – это наибольшее количество воды, которое остается в почве после полного увлажнения и стекания гравитационной воды;

4) **полная влагоемкость** – это наибольшее количество воды, которое содержится в почве при заполнении всех пор водой. Полное насыщение водой характерно для болотных почв.

**Водный режим почвы** – это совокупность всех явлений, определяющих поступление, передвижение, расход и использование растениями почвенной влаги.

**Водопроницаемость** – способность почвы пропускать через себя определенное количество воды.

**Воздухопроницаемость** – способность почвы пропускать через себя воздух.

**Воздухоемкость** – способность почвы содержать определенное количество воздуха.

**Воздушный режим почв** включает в себя все процессы поступления воздуха в почву, передвижения, изменения состава и газообмена почвенного воздуха с атмосферой.

**Генезис почв** – происхождение, образование и развитие почв и всех присущих им особенностей (строение, состав, свойства и современные режимы).

**Генетические почвенные горизонты** – это однородные, обычно параллельные поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам.

**Гидролитическая кислотность почвы.** Обусловливается ионами водорода, прочно связанными в почвенном поглощающем комплексе и вытесняемыми из почвенного поглощающего комплекса при взаимодействии почвы с растворами щелочей или солей, гидролизующихся с образованием гидроксид-ионов (например, 1 н раствор ацетата натрия).

**Гидроморфные почвы** – формируются в условиях длительного поверхностного застоя вод или при залегании грунтовых вод на глубине менее 3 м (капиллярная кайма может достигать поверхности почвы).

**Гипергенез (выветривание)** – процесс приспособления к условиям биосферы минералов и горных пород, образовавшихся в глубинных условиях. Происходит в результате изменения физико-химической обстановки, в которой формировались эти породы, минералы при их попадании в зону выветривания (гипергенеза). Постоянный приток солнечной энергии к земной поверхности определяет большое разнообразие гипергенных процессов, их сложность, неравновесность, богатство энергией. Поэтому, несмотря на низкие температуры и давление, химические элементы в зоне гипергенеза мигрируют очень энергично; здесь достигается высокая дифференциация вещества и большие концентрации отдельных элементов, не известные в гипогенных условиях. Условно выветривание разделяют на физическое, химическое и биологическое. С химической точки зрения выветривание может быть описано как совокупность процессов растворения, гидратации, гидролиза, окисления, восстановления и карбонатизации: 1) растворение – минералы растворяются в водной фазе; 2) гидратация – в минералах возрастает содержание воды; 3) гидролиз – реакция минералов с водой, дающая новые ионы и/или нерастворимые компоненты; 4) окисление – вхождение кислорода в химические соединения или повышение валентности элементов; 5) восстановление – реакции, обратные окислению; 6) карбонатизация – превращение соединений в карбонаты, вызванное поглощением  $\text{CO}_2$ . Химическое выветривание приводит к разрушению исходных минералов и переходу элементов из этих минералов в растворы и взвеси.

**Гипергенез биологический** – это механическое разрушение и химическое изменение горных пород и минералов в результате жизнедеятельности живых организмов.

**Гипергенез физический** – размельчение горной породы, без изменения ее минералогического и химического состава.

**Гипергенез химический** – разрушение горных пород, связанное с изменением минералогического и химического состава.

**Гипсование** – основной прием химической мелиорации для коренного улучшения солонцов и солонцеватых почв.

**Глеевая обстановка** – восстановительная бессероводородная среда, показателем которой является содержание (концентрация) углеводов, растворенных органических соединений,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}_2$  (А.И. Перельман, 1989). Горные породы и почвы в глеевой обстановке принимают белую, сизую, серую и зеленую окраску. При переходе

в окислительную обстановку (т. е. при доступе свободного кислорода) окраска изменяется на бурюю в основном за счет перехода  $Fe^{2+}$  в  $Fe^{3+}$ .

**Горные породы** – это естественное скопление минералов, возникшее в земной коре в результате кристаллизации природных силикатных расплавов, перерождения осадков в осадочных породах и преобразования ранее существующих.

**Гравитационная вода** – свободная форма воды в почве, передвигающаяся под действием сил тяжести.

**Гранулометрический состав почвы** – относительное содержание в почве твердых частиц (механических элементов) разной величины.

**Гуминовые кислоты** – кислоты, основными структурными единицами молекулы которых являются сконденсированная центральная часть (ядро), боковые цепи и периферические функциональные группы: карбоксильные, фенолгидроксильные, метоксильные, карбонильные, хиноидные, аминогруппы. Ядро состоит из сконденсированных ароматических и гетероциклических кольцевых соединений, боковые цепи – из углеводных, аминокислотных и других групп. В составе гуминовых кислот содержание углерода колеблется от 40 % до 60 %, азота – от 3,5 % до 6 %. Реакционная способность гуминовых кислот связана с карбоксильными и фенолгидроксильными группами, водород которых может замещаться другими катионами. В почве обычно присутствуют не свободные гуминовые кислоты, а их соли: гуматы кальция, магния и др. Гуминовые кислоты не растворяются в воде, но хорошо растворимы в щелочных растворах. Содержание гуминовых кислот в поверхностных водах обычно составляет десятки и сотни микрограммов в 1 дм<sup>3</sup> по углероду, достигая нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup> в природных водах лесных и болотистых местностей, придавая им характерный бурый цвет. В воде многих рек гуминовые кислоты не обнаруживаются. Концентрация металлов в гуминовых кислотах не только значительно выше их концентрации в почвах, но также выше средней концентрации в растительности.

**Гумификация** – совокупность биохимических и физико-химических процессов превращения органических остатков и специфические гумусовые вещества – гумус.

**Гумус почв.** Основными компонентами являются гуминовые и фульвокислоты, их соли, а также гумин – своеобразный комплекс гумусовых кислот, связанных с высокодисперсными минеральными частицами. Гумус почв играет двоякую роль. С одной стороны, он выступает как источник азота и других элементов, приоритетно необходимых для высших растений и освобождающихся из органического вещества в результате микробиологической деятельности. С другой стороны, гумусовые кислоты и их производные благодаря особенностям молекулярного строения активно влияют на миграцию и аккумуляцию химических элементов в педосфере. По этой причине гумусовые вещества являются важной частью механизма регулирования миграционных потоков в педосфере.

**Гумусовые кислоты** – гуминовые и фульвокислоты, объединяемые под названием гумусовые кислоты, нередко составляют значительную долю органического вещества природных вод и представляют собой сложные смеси биохимически устойчивых высокомолекулярных соединений. Главным источником поступления гумусовых кислот в природные воды являются почвы и торфяники, из которых они вымываются дождевыми и болотными водами. Значительная часть гумусовых кислот вносится в водоемы вместе с пылью или образуется непосредственно в водоеме в процессе трансформации «живого органического вещества». Гумусовые кислоты в поверхностных водах находятся в растворенном, взвешенном и коллоидном состояниях, соотношения между которыми определяются химическим составом вод, рН, биологической ситуацией в водоеме и другими факторами. Наличие в структуре фульво- и гуминовых кислот карбоксильных и фенолгидроксильных групп, аминокрупп способствует образованию прочных комплексных соединений гумусовых кислот с металлами. Некоторая часть гумусовых кислот находится в виде малодиссоциированных солей – гуматов и фульватов. В кислых водах возможно существование свободных форм гуминовых и фульвокислот. Гумусовые кислоты в значительной степени влияют на органолептические свойства воды, создавая неприятный вкус и запах, затрудняют дезинфекцию и получение особо чистой воды, ускоряют коррозию металлов. Они оказывают влияние также на состояние и устойчивость карбонатной системы, ионные и фазовые равновесия и распределение миграционных форм микроэлементов. Повышенное содержание гумусовых кислот может оказывать отрицательное влияние на развитие водных растительных и животных организмов в результате резкого снижения концентрации растворенного кислорода в водоеме, идущего на их окисление, и их разрушающего влияния на устойчивость витаминов. В то же время при разложении гумусовых кислот образуется значительное количество ценных для водных организмов продуктов, а их органоминеральные комплексы представляют наиболее легко усваиваемую форму питания растений микроэлементами. Почвенные кислоты – гуминовые (в щелочной среде) и особенно хорошо растворимые фульвокислоты – играют наибольшую роль в миграции тяжелых металлов.

**Делювий** – это продукты разрушения горных пород, которые смываются морозящими дождями и откладываются у подножья склонов, хорошо сортированы, имеют тяжелый механический состав, в них хорошо выражена слоистость, их минералогический состав может заметно отличаться от исходных горных пород, имеют широкое распространение.

**Дендриты** (узоры корней) – отпечатки тонких и средних по величине корней на поверхностях структурных отдельностей.

**Дерновый процесс** – накопление гумуса и приобретение почвой комковато-зернистой структуры под воздействием травянистой растительности.

**Диагностика почв** – совокупность признаков почв, по которым они могут быть выделены и отнесены к тому или иному классификационному подразделению.

**Земледелие** – эта наука о наиболее эффективном использовании земли и повышении плодородия почвы.

**Земная кора** – самый верхний твердый слой планеты, от нижележащих геосфер отделена поверхностью Мох.

**Известкование** – внесение в почву известковых удобрений с целью устранения избыточной кислотности.

**Испаряющая способность** – потеря почвой влаги в результате физического испарения.

**Катионы обменные** – находящиеся в почвенном поглощающем комплексе катионы (катионы твердой фазы), способные к эквивалентному обмену на катионы раствора. Обменные катионы находятся на обменных позициях глинистых минералов и органического вещества, их состав сильно различается в почвах разных природно-климатических зон. В гумидных областях и тундровых, подзолистых, бурых лесных почвах, краснозёмах и желтоземах среди этих катионов преобладают ионы  $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)^{2+}$ , и  $H^+$ . В аридных почвах – черноземах, каштановых, сероземах – обменные катионы представлены преимущественно  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ , а в засоленных почвах – также  $Na^+$ . Во всех почвах среди обменных катионов всегда есть небольшое количество  $K^+$ . Некоторые тяжелые металлы ( $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и др.) могут присутствовать в почвах в качестве обменных катионов (К.К. Гедройц).

**Классификация почв** – объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

**Коагуляция** – это процесс агрегации коллоидов с образованием аморфного осадка.

**Компосты** – смесь различных материалов – органических и органо-минеральных, в которой во время хранения протекают биологические процессы, способствующие повышению доступности для растений питательных элементов, содержащихся в органических и минеральных компонентах.

**Кора выветривания** – профиль, состоящий из горизонтов постепенного изменения гипогенных силикатов в гипергенные глинистые минералы, находящийся вне сферы почвенных процессов. По А.И. Перельману, это рыхлые продукты изменения горных пород, образующихся под почвой за счёт поступающих из нее растворов. Для коры выветривания характерны широкое развитие процессов окисления и гидратации при отсутствии биогенной аккумуляции элементов под влиянием растений (А.И. Перельман, 1989). По содержанию элементов, наиболее влияющих на биологический круговорот, выделяют 4 группы почвообразующих пород (кор выветривания): 1) породы преимущественно легкого состава с резко пониженным геохимическим фоном биологически важных элементов (аллювиальные и флювиогляциальные пески и супеси в гумидных зонах, кварциты и др.); 2) породы с околочларковыми содержаниями элементов – лессовидные покровные отложения, силикатные кислые, средние, основные породы и др.; 3) породы с повышенными содержаниями металлов, например

ультраосновные; 4) породы с резко аномальными содержаниями элементов в районах месторождений. Различают природные и техногенные коры выветривания (В.В. Добровольский).

**Корневины** – полости в почве, оставшиеся после разложения относительно крупных корней; обычно они сориентированы сверху вниз, имеют гладкие стенки.

**Копролиты** – экскременты червей в виде водопрочных комочков с гладкой поверхностью, часто склеенных между собой в «узелки» или «клубочки».

**Кротовины** – пустые или заполненные ходы землероев (сусликов, сурков, кротов).

**Лессиваж (иллимеризация)** – почвообразовательный процесс перемещения глинистых частиц без их разрушения под действием нисходящих вертикальных и боковых токов влаги.

**Лессы, лессовидные суглинки** – сортированные пористые карбонатные породы с однородным пылевато-суглинистым составом с преобладанием частиц размером 0,01–0,05 мм.

**Липкость почв** – свойство влажной почвы прилипать к другим телам.

**Механические элементы почвы** – это разнообразные по величине обломки минералов и горных пород, органические вещества и органо-минеральные соединения.

**Минерализация** – окисление органического вещества до конечных продуктов разложения –  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и простых минеральных солей.

**Минералы** (лат. – руда) – процесс превращения сложных органических соединений в простые химические вещества при участии различных групп микроорганизмов.

**Минералы породообразующие** – минералы, которые имеют в природе массовое распространение (75–80 % – силикатов и алюмосиликатов, 17 % оксидов, гидроксидов).

**Морены** (ледниковые отложения) – это продукты разрушения горных пород, которые перенесены ледниками, материал не сортирован, отсутствует слоистость, минералогический состав не связан с подстилающими породами.

**Морфологические признаки почвы** – это внешние признаки почвы, по которым ее можно отличить от горной породы или одну почву от другой, а также приблизительно судить о направлении и степени выраженности почвообразовательного процесса. Главные морфологические признаки: строение почвенного профиля, мощность почвы и ее отдельных горизонтов, окраска, структура, гранулометрический состав, сложение, новообразования и включения.

**Морфология почв** – это раздел почвоведения, изучающий внешние признаки почв, т. е. внешнее проявление вещественного состава почвы, отражение процессов, протекающих в ней.

**Мощность почвенного горизонта** – это толщина горизонта от поверхности почвы или вышележащего горизонта до нижележащего горизонта.

**Мощность почвы** – это толщина ее от поверхности вглубь до слабо затронутой почвообразовательными процессами материнской породы. У разных типов почв мощность неодинакова, от 45–50 см до 150–200 см и более.

**Набухание почвы** – увеличение объема почвы при увлажнении.

**Навоз** – это полное органическое удобрение, содержащее азот, фосфор, калий, кальций и другие элементы.

**Навозная жижа** – это ценное быстродействующее азотно-калийное удобрение.

**Наименьшая или полевая влагоемкость (НВ)** – максимально возможное количество влаги в почве, которое остается в ней после оттока гравитационной воды.

**Новообразования почвы** – скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы в результате почвообразовательных процессов.

**Номенклатура почв** – перечень, совокупность наименований и терминов в соответствии с их классификационным положением и свойствами.

**Обменная кислотность почвы** – обуславливается ионами водорода и алюминия, связанными с почвенным поглощающим комплексом (ППК). Эта форма кислотности определяется по взаимодействию ППК с нейтральными солями (например, 1 н раствор KCl).

**Обработка почвы** – это механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий, обеспечивающими создание наилучших условий для возделываемых культур.

**Оглеение** – процесс образования глинистых материалов, содержащих закисное железо, а также простых закисных солей железа и марганца.

**Оглинивание** – процесс образования вторичных глинистых минералов типа каолинита, аллофана и других, составляющих илистую фракцию почв.

**Органическое вещество почвы** – различают три главные группы форм: 1) грубый гумус – не разложившиеся или слабо разложившиеся остатки преимущественно растительного происхождения; 2) модер – остатки, образующие рыхлое черное вещество из измельченных и сильно измененных растительных остатков; 3) собственно гумус – аморфные скопления от хорошо прозрачных светло-желтых до плохо прозрачных темно-бурых. Перечисленные формы – наиболее устойчивые компоненты в почвах, образуются в условиях хорошей аэрации. Тяжелые металлы способны образовывать сложные комплексные соединения с органическим веществом почвы, поэтому в почвах с высоким содержанием гумуса они менее доступны для поглощения растениями. Органическое вещество может действовать как важный регулятор подвижности тяжелых металлов в почвах. Однако в большинстве минеральных почв



органическое вещество не превышает 2 % общего веса почвы, поэтому оно не может быть наиболее важным контролирующим фактором в поведении металлов в почвах.

**Пептизация** – это процесс обратный коагуляции (коллоиды переходят из состояния геля в состояние золя).

**Первичное почвообразование** – это развитие почвообразовательного процесса на обнаженной горной породе.

**Пластичность почвы** – способность почвы менять свою форму под действием внешних сил и сохранять полученную форму после прекращения механического воздействия.

**Плодородие почв** – способность почв удовлетворять потребности растений в элементах питания, воде, обеспечить их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла и благоприятной физико-химической средой для нормального роста и развития.

**Поглотительная способность почвы** – это свойство ее компонентов (твердой, жидкой, газообразной и биологической фаз) обменно или необменно поглощать из окружающей среды различные твердые, жидкие и газообразные вещества, отдельные молекулы, катионы и анионы.

**Подпочва** – часть коры выветривания, на которой залегает почва.

**Подстилающие породы** – геологические образования, на которых залегают материнские породы и подпочвы.

**Покровные суглинки** – это буро-желтые сортированные породы, сложенные пылеватыми суглинками однородного состава

**Полная влагоемкость** – это влажность, при которой все поры почвы заполнены водой, т. е. полная водовместимость почвы.

**Полугироморфные почвы** – формируются при кратковременном застое поверхностных вод или при залегании грунтовых вод на глубине 3–6 м (капиллярная кайма может достигать поверхности почвы).

**Порозность почвы** – это сумма всех пустот в почве.

**Поры** – пустоты в почве, распространяющиеся в произвольных направлениях и меняющие свой диаметр.

**Почва** – верхний рыхлый слой суши земного шара, возникший в результате изменения горных пород под воздействием организмов, солнечного тепла и атмосферных осадков и обладающий плодородием.

**Почвенная катена** – сочетание почв приблизительно одного геологического возраста, образовавшихся на сходных материнских породах и в сходных климатических условиях, но имеющих разные характеристики в связи с различиями в рельефе и условиях естественного дренажа

**Почвенно-географическое районирование** – это метод анализа и выявления главных особенностей почвенного покрова путем выделения территорий, однородных по его зонально-провинциальным особенностям и структурам и возможностям сельскохозяйственного использования.

**Почвенные коллоиды** – совокупность тонкодисперсионных частиц размером 0,0001–0,02 нм.

**Почвенный воздух адсорбированный** – газы и летучие органические соединения, адсорбированные почвенными частицами на их поверхности.

**Почвенный воздух замещенный** – воздух, находящийся в порах, со всех сторон изолированный водными пробками.

**Почвенный воздух растворенный** – газы, растворенные в почвенной воде.

**Почвенный воздух свободный** – это смесь газов и летучих органических соединений, свободно перемещающихся по системам почвенных поровых пространств, сообщающихся с воздухом атмосферы.

**Почвенный поглощающий комплекс (ППК)** – совокупность всех органических и минеральных коллоидов, участвующих в процессе поглощения.

**Почвенный профиль** – определенная вертикальная последовательность генетических горизонтов почвы. Почвенный профиль специфичен для каждого типа почвообразования.

**Почвоведение** – наука о почве, ее строении, составе, свойствах и географическом распространении, закономерностях ее происхождения, развития, функционирования и роли в природе и обществе, путях и методах ее мелиорации, охраны и рационального использования в хозяйственной деятельности человека.

**Почвообразующая (или материнская) порода** – это та часть коры выветривания, из которой образовалась почва.

**Пролувий** – это отложения, которые образуются под действием бурных потоков и слагают днища оврагов, ущелий, конусы выносов, материал очень плохо отсортирован, но в них выражена слоистость.

**Ротация в севообороте** – это период, в течение которого культуры и пар проходят через каждое поле в последовательности, установленной схемой севооборота.

**Связность почвы** – способность почвы сопротивляться внешнему усилию, стремящемуся разъединить почвенные частицы.

**Севооборот** – это научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и размещении на полях.

**Система земледелия** – комплекс агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленных на эффективное использование земли, сохранение и повышение плодородия почвы, на получение высокой и устойчивой урожайности сельскохозяйственных культур.

**Сложение почвы** – взаимное расположение в пространстве механических элементов, структурных отдельностей и связанных с ними пор в почве.

**Солончаковый процесс** – это накопление легкорастворимых в воде солей в верхней части профиля почвы.

**Структура почвы** – взаимное расположение структурных отдельностей (агрегатов) определенной формы и размеров.

**Твердость почвы** – сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела.

**Тепловой режим почв** – совокупность явлений, переноса, аккумуляции и отдачи тепла.

**Теплоемкость** – это свойство почвы поглощать определенное количество тепла.

**Теплопроводность** – это способность почвы проводить тепло.

**Тип почвы** – ключевая таксономическая единица, фундамент всей классификации, объединяет почвы, развивающиеся в однотипных биологических, климатических и гидрологических условиях.

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

**Трещиноватость** – это пустоты в почве, распространяющиеся в двух направлениях и имеющие параллельные стенки.

**Удельное сопротивление почвы** – усилие, затраченное на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность.

**Удобрения** – вещества, используемые для питания растений и повышения плодородия почв.

**Удобрения азотные** – это минеральные вещества, содержащие азот и используемые как источник азотного питания растений.

**Удобрения комплексные** – это удобрения, содержащие не менее двух главных питательных элементов.

**Удобрения минеральные** – удобрения, содержащие макро- и микроэлементы в неорганической форме

**Удобрения органические** – удобрения, содержащие питательные вещества в виде органических соединений (навоз, торф, компосты, навозная жижа, птичий помет, зеленое удобрение, отходы сахарного, кожевенного, рыбного производства, городской мусор).

**Удобрения фосфорные** – это минеральные вещества, содержащие фосфор и используемые как источник фосфорного питания растений.

**Усадка почвы** – сокращение объема почвы при высыхании.

**Физическая спелость** – состояние почвы, при котором она наиболее пригодна для обработки, т. е. когда связность мала и почва не прилипает к орудиям, а легко крошится.

**Флювиогляциальные** (вводно-ледниковые) отложения – это продукты разрушения морены тальми водами ледников, хорошо отсортированные, имеют песчаный механический состав, косую слоистость, минералогический состав не связан с подстилающей поверхностью.

**Фульвокислоты** – основными структурными единицами молекулы являются сконденсированная центральная часть (ядро), боковые цепи и периферические функциональные группы: карбоксильные, фенолгидроксильные, метоксилильные, карбонильные, хиноидные. Ядро состоит из сконденсированных ароматических и гетероциклических кольцевых соединений, однако боковые цепи преобладают над ядром. Содержание карбоксильных и фенолгидроксильных групп больше, чем у гуминовых кислот. Фульвокислоты представляют соединения типа оксикарбоновых кислот с меньшим относительным содержанием углерода и более выраженными кислотными свойствами. В составе фульвокислот содержание углерода колеблется от 35 % до 50 %, азота – от 3 % до 4,5 %. Фульвокислоты растворяются в воде, растворы имеют сильно-кислую реакцию ( $\text{pH} = 2,6\text{--}2,8$ ). Хорошая растворимость фульвокислот по сравнению с гуминовыми кислотами является причиной их более высоких концентраций и распространения в поверхностных водах. Содержание фульвокислот, как правило, превышает содержание гуминовых кислот в 10 раз и более. Растворяющая способность фульвокислот усиливается их склонностью к хелатированию. Комплексные соединения фульвокислот могут активно мигрировать в природных водах в таких физико-химических условиях, в которых свободные катионы металлов выпадают в осадок.

**Червороины** – извилистые ходы червей, распространяющиеся в различных направлениях.

**Чистый пар** – это паровое поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение вегетационного периода.

**Элювий** – это продукты разрушения горных пород, которые остаются на месте их разрушения, они несортированные, их минералогический состав соответствует подстилающим горным породам, не обладают слоистостью, занимают водоразделы и плавневые участки.

**Эоловые отложения** – это отложения, распространенные по долинам крупных рек, в пустынях (дюны, барханы), на побережье морей. Они представляют собой песчаный материал с косой слоистостью и различным минералогическим составом.

**Эрозия** – процесс разрушения почв под воздействием текучей воды.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Аношко, В.С. История и методология почвоведения: учебное пособие / В.С. Аношко. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 271 с.
2. География почв: учебное пособие для обучающихся по направлению 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение». – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра Первого, 2017. – 242 с.
3. Герасимова, М.И. География почв России: учебник / М.И. Герасимова. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2006. – 312 с.
4. Глазовская, М.А. Общее почвоведение и география почв / М.А. Глазовская. – Москва: Высшая школа, 1983. – 400 с.
5. Добровольский, Г.В. География почв: учебник / Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2006. – 460 с.

### Дополнительная литература

6. Агрохимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия: учебное пособие / А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Л.С. Горбатко [и др.]. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. – 352 с.
7. Архипова, Т.В. Практические занятия по почвоведению, рекультивации и мелиорации ландшафта: учебное пособие / Т.В. Архипова, И.М. Ващенко, В.С. Конищев. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2018. – 56 с.
8. Васильченко, А.В. Деградация и охрана почв: практикум / А.В. Васильченко. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 114 с.
9. Васильченко, А.В. Почвенно-экологический мониторинг: учебное пособие / А.В. Васильченко. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 282 с.
10. Гарицкая, М.Ю. Мониторинг почв: практикум / М.Ю. Гарицкая, А.А. Шайхутдинова, Т.Ф. Тарасова. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 139 с.
11. География почв с основами почвоведения: учеб. пособие для студ. пед. вузов / В.П. Белобров, И.В. Замотаев, С.В. Овечкин; под ред. В.П. Белоброва. – Москва: Академия, 2004. – 352 с.

12. Гогмачадзе, Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации: монография / Г.Д. Гогмачадзе. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2010. – 592 с.
13. Дегтярева, Т.В. Почвоведение и инженерная геология: учебное пособие / Т.В. Дегтярева. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. – 165 с.
14. Дедов, А.В. Воспроизводство органического вещества почв ЦЧР: учебное пособие / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, А.А. Дедов. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра Первого, 2016. – 228 с.
15. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – Санкт-Петербург: Квадро, 2016. – 680 с.
16. Куликов, Я.К. Почвенные ресурсы: учебное пособие / Я.К. Куликов. – Минск: Вышэйшая школа, 2013. – 320 с.
17. Наумов, В.Д. География почв: терминологический словарь / В.Д. Наумов. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 775 с.
18. Хлебосолова, О.А. Почвоведение: учебный практикум / О.А. Хлебосолова, А.Н. Гусейнов. – Москва: Научный консультант, 2017. – 36 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрехимическое обследование и мониторинг почвенного плодородия: учебное пособие / А.Н. Есаулко, В.В. Агеев, Л.С. Горбатко [и др.]. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2013. – 352 с.

2. Архипова, Т.В. Практические занятия по почвоведению, рекультивации и мелиорации ландшафта: учебное пособие / Т.В. Архипова, И.М. Ващенко, В.С. Кони-чев. – Москва: Московский педагогический государственный университет, 2018. – 56 с.

3. Ващенко, И.М. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии: учебное пособие / И.М. Ващенко, К.А. Миронычев, В.С. Кони-чев. – Москва: Прометей, 2013. – 174 с.

5. Герасимова, М.И. География почв России: учебник / М.И. Герасимова. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2006. – 312 с.

6. Глазовская, М.А. Общее почвоведение и география почв / М.А. Глазовская. – Москва: Высшая школа, 1983. – 400 с.

7. Гогмачадзе, Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации: монография / Г.Д. Гогмачадзе. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2010. – 592 с.

8. Гузеева, С.А. Почвоведение: учебное пособие / С.А. Гузеева, Л.Н. Скипин. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. – 147 с.

9. Добровольский, Г.В. География почв: учебник / Г.В. Добровольский, И.С. Урусевская. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2006. – 460 с.

10. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – Санкт-Петербург: Квадро, 2016. – 680 с.

11. Курс лекций по географии почв с основами почвоведения: учебное пособие / сост. – А.Б. Гынинова, Л.Д. Балсанова, В.М. Корсунов; М-во образования Рос. Федерации, Бурятский государственный университет, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2004. – 157 с.

12. Наумов, В.Д. География почв: терминологический словарь / В.Д. Наумов. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 775 с.

13. Рагимов, А.О. Почвоведение: лаб. практикум / А.О. Рагимов, М.А. Мазиров, Е.М. Шентерова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. – 120 с.

14. Самофалова, И.А. Почвоведение: лабораторный практикум / И.А. Самофалова, Е.С. Лобанова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: Прокрость, 2021. – 139 с. – ISBN 978-5-94279-512-2.

15. Хлебосолова, О.А. Почвоведение: учебный практикум / О.А. Хлебосолова, А.Н. Гусейнов. – Москва: Научный консультант, 2017. – 36 с.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### Пример бланка описания образца почвы (укороченный вариант)

Ф. И. О. студента \_\_\_\_\_ Почвенный ящик № \_\_\_\_\_

Таблица 1.1 – Бланк описания образца почвы

Почвенный горизонт (подгоризонт)	Мазок	Морфологические признаки почвенного горизонта (подгоризонта)
		окраска и ее пятнистость: механический состав: особенности химико-минералогического состава: структура: новообразования: включения: характер вскипания от 10 % раствора HCl: pH:
		окраска и ее пятнистость: механический состав: особенности химико-минералогического состава: структура: новообразования: включения: характер вскипания от 10 % раствора HCl: pH:

Название почвы (с указанием типа, разновидности и состава почвообразующей породы С): \_\_\_\_\_

## Перечень оборудования для лабораторных работ

Таблица 2.1 – Перечень оборудования

I. Химическая посуда		
Наименование	Объем	Кол-во
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Колбы конические емкостью, см <sup>3</sup>	2000	15
	500	15
	300	15
	200	15
	100	45
Колбы круглые плоскодонные емкостью, см <sup>3</sup>	1000	5
	500	5
	300	5
	200	5
Стеклянные воронки диаметром, см	8	50
	5	30
	4	15
Стаканы стеклянные емкостью, см <sup>3</sup>	1000	10
	500	15
	250	15
Пробирки емкостью, см <sup>3</sup>	20–30	100
Кристаллизаторы диаметром, см	15–20	30
Фарфоровые чашки диаметром, см	15	30
	8	10
	5–6	30
Фарфоровые бюксы емкостью, см <sup>3</sup>	25–50	20
Фарфоровые тигли диаметром, см	5	30
Фарфоровые пестики и ступки диаметром, см	10–12	15
Банки и флаконы стеклянные с полиэтиленовыми крышками диаметром, см	0,5–20	5
Бутыли для дистиллированной воды, см <sup>3</sup>	10, 20	3
Стеклянные трубки диаметром, см	2–3	15
Алюминиевые бюксы		20
Фарфоровые стаканы, л	2	3

Продолжение табл. 2.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<b>II. Измерительная посуда</b>		
Мерные цилиндры емкостью, см <sup>3</sup>	500	3
	250	5
	100	15
	50	15
Мензурки емкостью, см <sup>3</sup>	250	5
Мерные колбы емкостью, см <sup>3</sup>	500	2
	250	10
	100	40
Пипетки градуированные емкостью, см <sup>3</sup>	5, 10, 25	15
Бюретки, см <sup>3</sup>	50	5
	25	5
Пузырьки для индикаторов, см <sup>3</sup>	25–50	10
<b>III. Измерительное оборудование</b>		
Технические весы с разновесами		10
Аптекарские весы с разновесами		5
Тарелочные весы с разновесами		1
Аналитические весы с разновесами		1
Секундомер		10
<b>IV. Аналитические приборы</b>		
Набор для определения pH почвенных вытяжек по методу Алямовского		4
Лабораторный pH-метр		1
Фотометр типа ФМ		
<b>V. Нагревательные приборы и устройства</b>		
Электрические плитки		10
Термостат универсальный		2
Термостат облегченного типа		2
Муфельная печь		2
Водяная баня		4
Дистиллятор		2

Окончание табл. 2.1

1	2	3
<b>VI. Прочее оборудование и мелкие лабораторные принадлежности</b>		
Эксикатор		2
Железные штативы Бунзена с зажимами и кольцами		6
Штативы для пробирок		15
Стандартный набор сит для гранулометрического анализа		10
Металлические бюксы или цилиндры со съемными крышками		80
Асбестовые сетки		10
Тигельные щипцы		5
Ерши для мытья посуды		10
Резиновые баллоны для сифона		3
Резиновые пробки, стеклянные палочки, предметные стекла, резиновые штанги разных диаметров, изоляционная лента и др.		
Карандаши восковые		10
Ведра пластмассовые, л	7	2
<b>VII. Полевое оборудование</b>		
Полевая почвенная лаборатория (со всем набором приборов, оборудования, реактивов)		1

## Основные реактивы для лабораторных работ

Таблица 3.1 – Перечень реактивов

Название реактива и его химическая формула	Состояние реактива	Использование
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Азотная кислота $\text{HNO}_3$	концентрированная уд. плотность 1,4	Исходный реактив. Определение хлоридов. Выделение фракции частиц менее 0,001 мм
Аммоний щавелевокислый (оксалат раствор аммония) $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	– кристаллический, – 4 %-й раствор	Исходный реактив. Количественное определение кальция
Бария оксида гидратат $\text{Ba}(\text{OH})_2$ кристаллический	0,1-нормальный раствор	Определение дыхания почвы
Барий хлористый $\text{BaCl}_2$	кристаллический 2,5 %-й раствор	Качественное определение сульфатов
Бура $\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7$	– кристаллический, – водный раствор	Буферный раствор для потенциометра
Индикатор универсальный	– в порошке, – раствор в спирте	Определение pH
Калий двуххромовокислый (хромпик) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	– кристаллический, – раствор «хромовой смеси»	Определение гумуса по методу Тюрина
Едкое кали $\text{KOH}$	кристаллический	Выделение гуматов. Определение «дыхания» почвы. Определение гидролитической кислотности
Калий железосинеродистый (красная кровяная соль) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	кристаллический	Качественное определение закисного железа
Калий марганцевокислый $\text{KMnO}_4$	кристаллический	Качественное определение фульватов
Калий роданистый $\text{KCNS}$	кристаллический	Качественное определение окисного железа
Калий хлористый $\text{KCl}$	кристаллический	Раствор для «солевой вытяжки». Качественное определение обменной способности
Едкий натр $\text{NaOH}$	кристаллический	Выделение гуматов. Определение суммы поглощенных оснований и гидролитической кислотности
Натрий уксуснокислый $\text{CH}_3\text{COONa}$	кристаллический	Определение гидролитической способности
Серебро азотнокислое $\text{AgNO}_3$	кристаллический	Определение хлоридов
Серная кислота $\text{H}_2\text{SO}_3$	концентрированная, плотность 1,84	Качественное определение фульватов

Окончание табл. 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Сода $\text{Na}_2\text{CO}_3$	кристаллическая	Приготовление раствора финилантраниловой кислоты. Определение гумуса
Соляная кислота $\text{HCl}$	концентрированная	Раствор для солянокислой вытяжки. Определение суммы поглощенных оснований
Соль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	кристаллическая	Определение гумуса по Тюрину
Фенилантраниловая кислота	в порошке	Определение гумуса по Тюрину
Фенолфталеин	в порошке	Определение гидролитической кислотности
Этиловый спирт	96 %-й раствор	Приготовление универсального индикатора и раствора фенолфталеина

### Порядок проведения расчетов качественного плодородия почв

Таблица 4.1 – Показатели для расчетов почвенных баллов

Показатель	Значение
Мощность гумусового горизонта М(А+АВ), см	50
Содержание валового гумуса (в пахатном горизонте) Гв, %	5,4
Кислотность водной суспензии рНвод, мг-экв/100 г	8,2
Содержание валового азота Nв, (0–20 см), %	0,36
Содержание валового фосфора Рв (0–20 см), %	0,20
Содержание нитратного азота NO <sub>3</sub> (0–40 см), мг/ кг	16
Фосфор перед посевом (подвижная форма) Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> (0–20 см), мг/100 г	17
Подвижной калий перед посевом (обменная форма) К <sub>2</sub> О (0–20 см), мг/100 г	15
Средне-многолетние гидротермические коэффициенты ГТК1 (V–VI) и ГТК2 (V–VIII)	1,9 1,0

Таблица 4.2 – Схема расчета почвенных и почвенно-климатических баллов

Ранг	Чернозем выщелочный	
	2	3
1		
М(А + АВ), см	50	50 : 4 = 12,5
рНвод., мг-экв/100 г	8,2	8,2 : 1 = 8,2
Гв, %	5,4	5,4 : 5 = 1,08
К <sub>2</sub> О (0–20 см), мг/100 г	15	15 : 6 = 2,5
Nв, (0–20 см), %	0,36	0,36 : 6 = 0,06
NO <sub>3</sub> (0–40 см), мг/ кг	16	16 : 6 = 2,6
Рв (0–20 см), %	0,20	0,20 : 5 = 0,04

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (0–20 см), мг/100 г	17	17 : 4 = 4,25
ГТК1 (V–VI)	1,9	1,9 : 5 = 0,38
ГТК2 (V–VIII)	1,0	1,0 : 5 = 0,2
БП		8,967
БПК		6,142

## Расчет по исходным данным

$$1. A = 2,5 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 5,975$$

$$2. B = 1,08 + 5,975/3 = 3,071$$

$$3. C = 12,5 + 8,2 + 3,071/2 = 22,2355$$

$$4. \text{БП} = 22,2355/3 = 7,41$$

$$5. \text{БПК} = (0,38 + 0,2 + 14,82)/3 = 5,13$$

## Измерение исходных данных

При K<sub>2</sub>O (0–20 см) = 10 мг/100 г:

$$1. A = 10 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 13,475$$

$$2. B = 1,08 + 13,475/3 = 5,571$$

$$3. C = 12,5 + 8,2 + 5,571/2 = 23,4855$$

$$4. \text{БП} = 23,4855/3 = 7,8285$$

$$5. \text{БПК} = (0,38 + 0,2 + 2*7,8285)/3 = 5,412$$

При K<sub>2</sub>O (0–20 см) = 20 мг/100 г:

$$1. A = 20 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 23,475$$

$$2. B = 1,08 + 23,475/3 = 8,905$$

$$3. C = 12,5 + 8,2 + 8,905/2 = 25,1525$$



$$4. \text{БП} = 25,1525/3 = 8,384$$

$$5. \text{БПК} = (0,38 + 0,2 + 16,768)/3 = 5,782$$

При  $\text{K}_2\text{O}$  (0–20 см) = 30 мг/100 г:

$$1. \text{А} = 30 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 33,475$$

$$2. \text{Б} = 1,08 + 33,475/3 = 12,238$$

$$3. \text{С} = 12,5 + 8,2 + 12,238/2 = 26,819$$

$$4. \text{БП} = 26,819/3 = 8,939$$

$$5. \text{БПК} = (0,38 + 0,2 + 17,878)/3 = 6,152$$

При  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0–20 см) = 10 мг/100 г

$$1. \text{А} = 2,5 + 1,33 + (0,04 + 10)/2 = 8,85$$

$$2. \text{Б} = 1,8 + 2,95 = 4,03$$

$$3. \text{С} = 12,5 + 8,2 + 2,015 = 22,715$$

$$4. \text{БП} = 22,715/3 = 7,571$$

$$5. \text{БПК} = (0,38 + 0,2 + 15,142)/3 = 5,240$$

При  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0–20 см) = 20 мг/100 г

$$1. \text{А} = 2,5 + 1,33 + (0,04 + 20)/2 = 13,85$$

$$2. \text{Б} = 1,08 + 4,616 = 5,696$$

$$3. \text{С} = 12,5 + 8,2 + 2,848 = 23,548$$

$$4. \text{БП} = 23,548/3 = 7,849$$

$$5. \text{БПК} = (0,38 + 0,2 + 15,698)/3 = 5,426$$

При  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0–20 см) = 30 мг/100 г

$$1. \text{А} = 2,5 + 1,33 + (0,04 + 30)/2 = 18,85$$

2.  $B = 1,08 + 6,283 = 7,363$

3.  $C = 12,5 + 8,2 + 3,6815 = 24,381$

4.  $BP = 8,127$

5.  $BPK = (0,38 + 0,2 + 16,254)/3 = 5,611$

При  $\Gamma_B = 10\%$

1.  $A = 2,5 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 5,975$

2.  $B = 10 + 1,991 = 11,991$

3.  $C = 12,5 + 8,2 + 5,995 = 26,695$

4.  $BP = 26,695/3 = 8,898$

5.  $BPK = (0,38 + 0,2 + 17,796)/3 = 6,125$

При  $\Gamma_B = 20\%$

1.  $A = 2,5 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 5,975$

2.  $B = 20 + 1,991 = 21,991$

3.  $C = 12,5 + 8,2 + 10,995 = 31,695$

4.  $BP = 31,695/3 = 10,565$

5.  $BPK = (0,38 + 0,2 + 21,3)/3 = 7,236$

При  $\Gamma_B = 30\%$

1.  $A = 2,5 + (0,06 + 2,6)/2 + (0,04 + 4,25)/2 = 5,975$

2.  $B = 30 + 1,991 = 31,991$

3.  $C = 12,5 + 8,2 + 15,995 = 36,695$

4.  $BP = 36,695/3 = 12,231$

5.  $BPK = (0,38 + 0,2 + 24,462)/3 = 8,347$

## Справочные материалы к лабораторным работам [11]

**ПОЧВЫ МИРА****АРКТИЧЕСКИЕ****ПОЛЯРНЫЙ (ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС****ЕВРАЗИАТСКАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.1 – А1 Арктическая зона арктических и тундровых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Арктическая ландшафтно-географическая зона
Климат	Полярный, холодный, сухой. Осадки 5–200 мм, $t^{\circ}$ июля $< 5^{\circ}$ . Среднегодовая $t^{\circ}$ от $-14$ до $-18^{\circ}\text{C}$
Растительность	Водорослево-лишайниковая пленка, подушки мхов и цветковых растений. Проективное покрытие высших растений $< 25\%$ . Растительность приурочена к морозобойным трещинам и другим микродепрессиям
Рельеф	Равнинный
П/о порода	Щебнистая, скелетная, многолетнемерзлая
Профиль	A – C
pH	6,4–6,8. Вниз по профилю увеличивается до слабощелочной
ЕКО	12–15 мг-экв/100 г почвы
СНО	96–99 %
Гумус, %	1–4 %
Сгк/Сфк	0,4–0,5 1
Процессы	Физическое выветривание, криогенное подтягивание железа в верхнюю часть профиля
Карбонаты	Встречаются в карбонатных родах
Соли	Встречаются в засоленных родах
Гипс	–
Ил	–
Мин. состав ила	–
Дифференциация профиля	Слабо выражена, аккумуляция железа в верхней части профиля
Почва	<i>Арктические ARIDI-LEPTIC CRYOSOLS</i>

**ТУНДРОВО-ГЛЕЕВАЯ**  
**ПОЛЯРНЫЙ (ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС**  
**ЕВРАЗИАТСКАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.2 – А2 Субарктическая зона тундровых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Тундровая ландшафтно-географическая зона
Климат	Короткий, холодный вегетационный период, Кувл. > 1, t°июля < 10°. Среднегодовая t° от –4 до –14 °С.
Растительность	Кустарниково-кустарничково-мохово-лишайниковая
Рельеф	Равнинный
П/о порода	Многолетнемерзлые, суглинистые, морские, темноцветные
Профиль	O(T) – (A) – (Bg) – G
pH	5–7
ЕКО	25–35 мг-экв/100 г почвы
СНО	85–95 %
Гумус, %	2–4 %, грубый
Сгк/Сфк	0,1–0,6
Процессы	Пятнообразование, пучение, трещинообразование, оглеение, нисходящая миграция, криогенное подтягивание веществ из минерального горизонта
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Слабодифференцирован по илу, преобладают крупнопылеватые и мелкопесчаные фракции
Мин. состав ила	Гидрослоды
Дифференциация профиля	Слабо выражена
Почва	<i>Тундрово-глеевая (Глееземы) GLEYSOLS</i>

## ПОДЗОЛ

*БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС*

### ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТАЕЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ

Таежно-лесные области не являются таксономической единицей почвенно-географического районирования. Этим названием объединены обширные территории, на которых распространены подзолистые, серые лесные почвы, альфегумусовые почвы.

Таблица 5.3 – В1 Северотаежная подзона глеево-подзолистых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Северная тайга бореального пояса или субтропические и тропические лиственные леса
Климат	Среднегодовые $t^{\circ}$ от +4 до -10 °С. $\Sigma$ ос. 400–600 мм, Кувл. > 1
Растительность	Хвойные леса с моховым покровом
Рельеф	Песчаные террасы с глубоким стоянием грунтовых вод, склоны гор
П/о порода	Кварцевые пески
Профиль	О – Е – Bh, f, al – С
рН	3–3,5
ЕКО	5–10 мг-экв/100 г почвы
СНО	60–80 %
Гумус, %	0,5, в А0 3 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Кислотный гидролиз
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Низкое содержание
Мин. состав ила	–
Дифференциация профиля	Четкая дифференциация по валу
Почва	<i>Подзол</i>

**ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ**  
**БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС**  
**ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТАЕЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.4 – В2 Среднетаежная подзона подзолистых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Средняя тайга бореального и суббореального пояса
Климат	Среднегодовые t°от +4 до –10 °С. Σос.400–600 мм, Кувл. > 1
Растительность	Хвойно-лиственные и лиственные вторичные леса с моховым и травянистым покровом
Рельеф	Равнинный
П/о порода	Голоценовые суглинистые и глинистые гляциальные или флювиогляциальные отложения
Профиль	О – А – Е – Вt, f, al – С
рН	3–4
ЕКО	10–15 мг-экв/100 г почвы
СНО	< 50 %
Гумус, %	2–3 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Кислотный гидролиз, лессиваж
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Аккумуляция в средней части профиля
Мин. состав ила	Сиаллитные: гидрослюды, смектиты
Дифференциация профиля	Четкая дифференциация по валу
Почва	<b><i>Подзолистая ALBELUVISOLS</i></b>

**ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫЕ ПОЧВЫ**  
**БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС**  
**ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТАЕЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.5 – В3 Южнотаежная подзона дерново-подзолистых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Южная тайга бореального и суббореального пояса
Климат	Среднегодовые $t^{\circ}$ от +4 до -5 °С. $\Sigma$ ос.450–600 мм, Кувл. > 1
Растительность	Хвойно-широколиственные и лиственные вторичные леса с моховым и травянистым покровом
Рельеф	Равнинный
П/о порода	Голоценовые суглинистые и глинистые гляциальные или флювиогляциальные отложения
Профиль	О – А0А1 – А – Е – ЕgВ – В(f) – ВС – С
pH	4–5
ЕКО	10–25 мг-экв/100 г почвы
СНО	~ 50 %
Гумус, %	~ 3 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Гумусообразование, кислотный гидролиз, лессиваж
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Аккумуляция в средней части профиля
Мин. состав ила	Сиаллитные: гидрослюды, смектиты
Дифференциация профиля	Четкая дифференциация по валу
Почва	<i>Дерново-подзолистая ALBELUVISOLS</i>

**СЕРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ**  
**БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС**  
**ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТАЕЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.6 – В4 Лиственнично-лесная зона серых лесных почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Лесостепная зона
Климат	Суббореальный с периодически промывным водным режимом
Растительность	Смешанные дубравы, березовые леса, чередующиеся со степными участками
Рельеф	Платообразный, слабовыпуклый, изрезан оврагами и балками
П/о порода	Лессовидные суглинки
Профиль	О – А – АЕ – ЕВ – Вt1 – Вt2 – ВС – С
рН	4,3–5,2
ЕКО	20–25 мг-экв/100 г почвы
СНО	59–63 %
Гумус, %	2–6 %
Сгк/Сфк	1
Процессы	Гумусообразование, лессиваж
Карбонаты	В гор. В, если почва формируется на карбонатных породах
Гипс	–
Соли	–
Ил	Максимум в средней части профиля
Мин. состав ила	Гидролюды, монтмориллонит
Дифференциация профиля	Дифференциация грансостава, валового состава по элювиально-иллювиальному типу
Почва	<i>Серая лесная ALBIC LUVISOLS</i>

**ПОДБУР (горные мерзлотно-таежные, горные лесные кислые неоподзоленные, горные мерзлотно-таежные поверхностно-ожелезненные)**

**БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС**

**В – ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТАЕЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ**

в2 Уральская провинция горных лесных кислых неоподзоленных и др. почв



## Г – ВОСТОЧНО-СИБИРСКАЯ МЕРЗЛОТНО-ТАЕЖНАЯ ОБЛАСТЬ

г1 Колымская провинция горных мерзлотно-таежных и др. почв

г2 Верхне-Амурско-Буреинская провинция горных кислых слабогумусированных, горно-мерзлотно-таежных и др. почв

г3 Забайкальская провинция горных кислых неоподзоленных и др. почв

г4 Приалданская провинция горно-мерзлотно-таежных, горных мерзлотно-таежных кислых и др. почв

г5 Северо-Прибайкальская провинция горных мерзлотно-таежных, горных мерзлотно-таежных поверхностно-ожелезненных и др. почв

г7 Приенисейская провинция мерзлотно-таежных с иллювиально-гумусовым горизонтом, горных мерзлотно-таежных, кислых неоподзоленных и др. почв

## Д – ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ТАЕЖНО-ЛУГОВО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.7 – Д2 Охотская провинция мерзлотных кислых неоподзоленных и др. почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Равнинные и горные территории северной и средней тайги в Забайкалье, Якутии, Колыме и Чукотке
Климат	Холодный, гумидный
Растительность	Тундровая или северо-таежная
Рельеф	Равнинный и горный
П/о порода	Массивно-кристаллическая, песчаная и щебнистая
Профиль	O – Vf – Bh, f – C
pH	3,5–5
ЕКО	5–19 мг-экв/100 г почвы
СНО	50 %
Гумус, %	< 5 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Криогенного коагулирования, трещинообразования, вымораживания, кислое окислительное элювиирование, сиаллитизация
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Незначительное количество
Мин. состав ила	–
Дифференциация профиля	Слабо выражена
Почва	<i>Подбур</i>

**МЕРЗЛОТНО-ТАЕЖНАЯ***БОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННО ХОЛОДНЫЙ) ПОЯС***Г – ВОСТОЧНО-СИБИРСКАЯ МЕРЗЛОТНО-ТАЕЖНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.8 – Г1 Северотаежная подзона глеево-мерзлотно-таежных почв.

Г2 Среднетаежная подзона мерзлотно-таежных и палевых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Равнинные и горные территории северной и средней тайги Забайкалья, Якутии, Колымы и Чукотки
Климат	Холодный. Осадки 5–200 мм. Среднегодовая $t^{\circ}$ от $-4$ до $-16^{\circ}\text{C}$ . В теплый период $t^{\circ}$ почв $< t^{\circ}$ воздуха. $\Sigma$ ос. 200–600 мм
Растительность	Лиственничная, светлохвойная тайга
Рельеф	Бугорковый микрорельеф. Почва формируется на бугорках, в понижениях почва болотная
П/о порода	Многолетнемерзлотные, суглинистые
Профиль	О – ОА(А, ОВ, Vf) – Вg – С(Сg)
рН	3,8–5,1
ЕКО	12–15 мг-экв/100 г почвы
СНО	50 %
Гумус, %	2–4,5 %
Сгк/Сфк	0,3–0,6
Процессы	Подстилкообразование, аккумуляция грубого гумуса, гумусовая мобилизация подвижного железа, морозобойное растрескивание, пучение, тиксотропное течение, криогенное оструктуривание
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Низкое содержание, равномерное распределение
Мин. состав ила	–
Дифференциация профиля	Слабая
Почва	<i>Мерзлотно-таежная</i>

## БУРОЗЕМ

### СУББОРЕАЛЬНЫЙ УМЕРЕННЫЙ ПОЯС

#### Е – ЗАПАДНАЯ БУРОЗЕМНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ

#### З – ВОСТОЧНАЯ БУРОЗЕМНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ.

Таблица 5.9 – Е1 Широколиственно-лесная зона оподзоленных и типичных бурых лесных почв. З1 Хвойно-широколиственно-лесная зона бурых лесных и дерново-подзолистых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Горные или высокоравнинные широколиственные иногда хвойно-широколиственные леса
Климат	Бореальный $\Sigma$ ос.600–800 мм, Кувл. > 1
Растительность	Суббореальные широколиственные леса, иногда хвойно-широколиственные или хвойные
Рельеф	Горные территории и хорошо дренированные высокие равнины
П/о порода	Лессовидные суглинки, элюво-делювий магматических и осадочных пород
Профиль	О – ОА – А – АВ – Вm – ВС – С
рН	< 7
ЕКО	20–25 мг-экв/100 г почвы
СНО	70–80 %
Гумус, %	3–12 %
Сгк/Сфк	0,7–0,8. Среди ГК преобладает БГК
Процессы	Гумусообразование, оглинивание
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Максимум оглинивания в средней части профиля
Мин. состав ила	Монтмориллонит, иллит, каолинит
Дифференциация профиля	Иногда дифференцирован
Почва	<b>Бурозем</b>

## ЧЕРНОЗЕМ

### СУББОРЕАЛЬНЫЙ УМЕРЕННЫЙ ПОЯС

#### Ж – ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЛЕСОСТЕПНАЯ И СТЕПНАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.10 – Ж1 Лесостепная зона оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов. Ж2 Степная зона обыкновенных и южных черноземов

Показатель	Описание
Ландшафт	Степной или лесостепной
Климат	Суббореальный, слабоаридный с сезонной контрастностью
Растительность	Травянистые формации
Рельеф	Платформенные равнины, межгорные впадины
П/о порода	Карбонатные, пористые лессы и лессовидные суглинки
Профиль	О – А – АВ – В – С
рН	~ 7
ЕКО	До 50 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	10–12 %
Сгк/Сфк	> 1
Процессы	Гумусообразование, дерновый
Карбонаты	В нижней части горизонта В аккумуляции карбонатов
Соли	–
Гипс	–
Ил	Иногда максимум оглинивания в средней части профиля
Мин. состав ила	Гидрослюды (30–40 %), смектиты (30–40 %), каолинит (10 %)
Дифференциация профиля	Отсутствие дифференциации по валу
Почва	<b>Чернозем</b>

**КАШТАНОВАЯ***СУББОРЕАЛЬНЫЙ УМЕРЕННЫЙ ПОЯС***Ж – ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЛЕСОСТЕПНАЯ И СТЕПНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.11 – ЖЗ Сухостепная зона темно-каштановых и каштановых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Сухие суббореальные степи
Климат	Субаридный (семиаридный) с теплым засушливым летом, $t^{\circ}$ июля 20–25 °С, и холодной зимой, $t^{\circ}$ января от –5 до –25 °С. $\Sigma$ ос.200–400 мм, Кувл. 0,25–0,45. Осадки выпадают зимой и ранней весной
Растительность	Изреженный низкорослый комплексный травянистый покров. Типчаково-ковыльный, полынно-типчаковый, типчаково-полынный. Проективное покрытие 50–70 %
Рельеф	Равнинный или слабоволнистый, связанный с древними волноаккумулятивными низменностями
П/о порода	Лессовидные карбонатные суглинки, засоленные морские породы, элюво-делювий различных коренных пород – засоленных и незасоленных, карбонатных и некарбонатных
Профиль	A – AB1 – AB2 – Bca – Bcs – C
pH	> 7
ЕКО	25–30 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	3–4 %
Сгк/Сфк	> 1 в верхнем горизонте, < 1 в подгумусовом
Процессы	Образование корки и подкоркового горизонта
Карбонаты	Всегда карбонатны
Соли	Возможно образование самостоятельного горизонта на контакте с п/о породой
Гипс	Возможно образование самостоятельного горизонта на границе с почвообразующей породой
Ил	20–25 %
Мин. состав ила	Гидроглины, смектиты
Дифференциация профиля	По илу слабо дифференцирован
Почва	<b><i>Каштановая</i></b>

**БУРАЯ ПОЛУПУСТЫННАЯ**  
**СУББОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННЫЙ) ПОЯС**  
**И – ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.12 – И1 Пустынно-степная зона светло-каштановых и бурых полупустынных почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Суббореальные полупустыни
Климат	Сухой, континентальный. $\Sigma_{ос}$ 100–250 мм, Кувл. 0,2. $t^{\circ}$ июля 21–27 °С, $t^{\circ}$ января от –10 до –15 °С
Растительность	Ксерофиты (типчак, биюргун, кок-пек, полыни, солянки и др). Водоросли, лишайники, эфемеры. Надземн. : подземн. = 1 : 9
Рельеф	Равнинный, холмисто-увалистый, низкогорный
П/о порода	Лессовидные суглинки, морские, озерные, аллювиальные от тяжелых глин до песков, часто засолены. Элюво-делювий коренных пород
Профиль	А – АВ – Вса – Вsc – Csa
pH	7–8,5
ЕКО	Мах в гор АВ. В составе Са, Mg 99–86 %, Na 1–14 %
СНО	100 %
Гумус, %	1–2,5 % подвижен, легко иллювируется
Сгк/Сфк	0,7 ФК связаны с R2O3. ГК и ФК имеют упрощенное строение
Процессы	Дерновый, рассоление, осолонцевание-осолодение, коркообразование
Карбонаты	С поверхности, с тах в гор. Вса
Соли	Возможно в нижней части профиля (в зависимости от п/о породы)
Гипс	Возможно в нижней части профиля (в зависимости от п/о породы)
Ил	Мах в гор. АВ
Мин. состав ила	Гидроslюды, смектиты
Дифференциация профиля	Текстурно слабо дифференцирован
Почва	<b><i>Бурая полупустынная</i></b>

## СОЛОНЧАК

СУББОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННЫЙ) ПОЯС

### И – ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.13 – И1 Пустынно-степная зона светло-каштановых и бурых полупустынных почв с солонцовыми комплексами и пятнами солончаков

Показатель	Описание
Ландшафт	Пустыни и полупустыни суббореального и бореального поясов
Климат	Кувл. $\ll 1$ до 0,05
Растительность	Изреженная. Солянки: сведа, петросимония, солерос
Рельеф	Низкие равнины, депрессии
П/о порода	Рыхлые мелкозернистые
Профиль	Asa – ACsa – Csa или Asa – Csa
pH	7–10
ЕКО	10–20 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	< 1 %
Сгк/Сфк	
Процессы	Образование и накопление солей
Карбонаты	> 0,6 % $\text{Na}_2\text{CO}_3$
Соли	> 1 % хлоридов, при испарении поступает до 500 т/га/год
Гипс	> 2 % $\text{Ca}_2\text{SO}_4$ и др. сульфаты
Ил	Не дифференцирован
Мин. состав ила	
Дифференциация профиля	Не дифференцирован
Почва	Солончак

## СОЛОНЕЦ

СУББОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННЫЙ) ПОЯС

### И – ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.14 – И1 Пустынно-степная зона светло-каштановых и бурых полупустынных почв с солонцовыми комплексами и пятнами солончаков

Показатель	Описание
Ландшафт	Степи, полупустыни
Климат	Кувл. 0,2–0,9
Растительность	Изрежена. Растения с глубокой корневой системой: полынь, кохия, камфоросма, ромашник, кермек
Рельеф	Равнинные, пониженные участки
П/о порода	Рыхлые мелкозернистые отложения
Профиль	A – E – B <sub>na</sub> – B <sub>ca</sub> – B <sub>cs</sub> – B <sub>sa</sub> – C
pH	> 7
ЕКО	> 15 % от ЕКО. Представл. Na <sup>+</sup> в гор В или > 40 % Mg <sup>++</sup>
СНО	100 %
Гумус, %	1,5–3 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Внедрение Na в ППК, поступления Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> в почвенный раствор, элювиально-глеевый процесс, накопление солей, гипса, карбонатов
Карбонаты	В подсолонцовом горизонте B <sub>sa</sub> и в BC
Соли	Наличие солей под иллювиальным горизонтом: сульфаты, хлориды, сода
Гипс	В подсолонцовом горизонте B <sub>sa</sub> и в горизонте BC
Ил	Аккумуляция в горизонте В
Мин. состав ила	Смешаннослойные минералы с высоким содержанием монтмориллонита
Дифференциация профиля	Не дифференцирован
Почва	<i>Солонец</i>



## СОЛОДЬ

СУББОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННЫЙ) ПОЯС

### И – ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.15 – И1 Пустынно-степная зона светло-каштановых и бурых полупустынных почв с солонцовыми комплексами и пятнами солончаков

Показатель	Описание
Ландшафт	Западинные осинники, березовые колки, осоковые ивняки, луга в зоне степей, лесостепей и полупустынь
Климат	Субгумидный или субаридный суббореального и субтропического поясов в условиях избыточного поверхностного увлажнения
Растительность	Гидрофильные сообщества в зоне лесостепей, степей, полупустынь
Рельеф	Низменные равнины, мезо- и микропонижения рельефа
П/о порода	Отложения тяжелого гранулометрического состава
Профиль	A(о,д) (Т) – Eg – Bt,g – Bca, g – Bcs, g – Bsa, g – Cg (G)
pH	< 7, горизонт B > или = 7
ЕКО	Ca, Mg, Na (Na в Bt до 10 %)
СНО	100 %
Гумус, %	2–3 % (может быть до 10 %)
Сгк/Сфк	> 1 в гумусовом горизонте, в нижележащем до 0,2 %
Процессы	Элювиально-глеевый
Карбонаты	На глубине 1 м CaCO <sub>3</sub> и MnCO <sub>3</sub>
Соли	Могут быть ниже 1 м
Гипс	–
Ил	Аккумуляция в горизонте B
Мин. состав ила	Смешаннослойные смектит-гидроslюдистые минералы
Дифференциация профиля	Резко дифференцирован по валу
Почва	<b>Солодь</b>

**СЕРО-БУРАЯ ПУСТЫННАЯ**  
**СУББОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННЫЙ) ПОЯС**  
**И – ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ**  
**Н – СУБТРОПИЧЕСКАЯ УМЕРЕННО ТЕПЛАЯ ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ**  
**И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.16 – И2 Пустынная зона серо-бурых почв. Н1 Пустынная зона южных серо-бурых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Суббореальные и субтропические пустыни
Климат	Сухой, резко континентальный. $\Sigma$ ос. 80–100 мм, Кувл. 0,1. Осадки выпадают зимой и ранней весной
Растительность	Изрежена. Ксерофиты и галофиты, корочки водорослей и лишайников, эфемеры и эфемероиды. Надземн. : подземн. = 1 : 33
Рельеф	Равнины древнего возраста
П/о порода	Элюво-делювий глин, песчаников, мергелей, известняков, магматических пород, часто перекрытых лессовидными суглинками
Профиль	К – Е – Вса – ВСsa
pH	> 7
ЕКО	10 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	0,5 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Образование корки и подкоркового горизонта
Карбонаты	С поверхности, 7–10 %. Вниз по профилю убывают
Соли	–
Гипс	Образует самостоятельный горизонт на границе с почвообразующей породой
Ил	Мало. Преобладают первичные минералы
Мин. состав ила	Гидролюды, смектиты
Дифференциация профиля	Текстурно слабо дифференцирован
Почва	<b><i>Серо-бурая пустынная</i></b>

## СЕРОЗЕМ

СУББОРЕАЛЬНЫЙ (УМЕРЕННЫЙ) ПОЯС

### И – ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ

ИЗ – Предгорно-пустынно-степная зона малокарбонатных сероземов

### Н – СУБТРОПИЧЕСКАЯ УМЕРЕННО ТЕПЛАЯ ПУСТЫННО-СТЕПНАЯ И ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.17 – Н1 Западно-Тянь-Шанская провинция горных сероземов и др. почв. Н2 Бадахшано-Гиссарская провинция горных сероземов и др. почв. Н3 Копетдагская провинция горных сероземов и др. почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Субтропические полусаванны
Климат	Сухой. $\Sigma$ ос. 100–500 мм, Кувл. 0,1–0,3. Летом ксеротермическая пауза
Растительность	Низкотравные саванны с господством эфемеров и эфемероидов. Надземн. : подземн. = 1 : 8
Рельеф	Расчлененные долины, наклонные горные равнины, холмистые предгорья, склоны гор, столовые плато. Н 200–1600 м над у. м.
П/о порода	Лессы, лессовидные суглинки пролювиального, делювиального и аллювиального генезиса. Редко глины аллювиально-делювиального происхождения
Профиль	А – АВ – Вса – ВС
рН	7,5–8,5
ЕКО	816 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	2–2,5 %
Сгк/Сфк	0,7–0,9
Процессы	Перерывание фауной
Карбонаты	С поверхности, 7–0 %. В горизонте В максимум
Соли	–
Гипс	–
Ил	Невысокое содержание
Мин. состав ила	Гидролюды
Дифференциация профиля	Текстурно слабо дифференцирован
Почва	<b>Серозем</b>

**СЕРО-КОРИЧНЕВАЯ***СУБТРОПИЧЕСКИЙ УМЕРЕННО ТЕПЛЫЙ ПОЯС***М – СУБТРОПИЧЕСКАЯ УМЕРЕННО ТЕПЛАЯ КСЕРОФИТНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.18 – М1 Зона коричневых и серо-коричневых почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Сухие, кустарниково-субтропические степи
Климат	t° янв. 0–20 °С, t° июля 20–25 °С. Σос. 250–520 мм, Кувл. 0,4–0,6
Растительность	Полынно-эфемерово-злаковые ассоциации с зарослями колючих кустарников
Рельеф	Равнины, предгорья, низкогорья
П/о порода	Проллювиальные, аллювиальные, элювиально-делювиальные отложения
Профиль	Аса – Вm, са – Вса, m – ВСса
рН	7–8
ЕКО	35–40 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	1,5–5 %
Сгк/Сфк	~1
Процессы	Гумусообразование, минерализация гумуса, выветривание и накопление глин, гидрооксида железа и карбонатов
Карбонаты	С поверхности, в горизонтах максимального накопления содержание достигает 20–30 %
Соли	Иногда в нижней части профиля
Гипс	Иногда в нижней части профиля
Ил	30–40 %, аккумуляция в средней части профиля
Мин. состав ила	Монтмориллонит, гидрослюды
Дифференциация профиля	Дифференцирован по содержанию ила
Почва	<i>Серо-коричневая</i>

## КОРИЧНЕВАЯ

### СУБТРОПИЧЕСКИЙ УМЕРЕННО ТЕПЛЫЙ ПОЯС

## М – СУБТРОПИЧЕСКАЯ УМЕРЕННО ТЕПЛАЯ КСЕРОФИТНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.19 – М1 Зона коричневых и серо-коричневых почв. М1 Восточно-Закавказская провинция горных коричневых и др. почв. М2 Южно-Закавказская провинция горных коричневых и др. почв

Показатель	Описание
Ландшафт	Горные субтропические сухие леса и кустарники
Климат	Субаридный «средиземноморский». $t^{\circ}$ июля 20–24 $^{\circ}$ С, $t^{\circ}$ января от +10 до –3 $^{\circ}$ С. $\Sigma$ ос. 400–800 мм, Кувл. 0,1
Растительность	Ксерофильные низкорослые жестколистные леса и кустарники субтропического и тропического поясов
Рельеф	Горные территории и подгорные равнины
П/о порода	Лессовидные суглинки, элюво-делювий магматических и осадочных пород
Профиль	A – Bm – Bca – C
pH	7–8
ЕКО	25–40 мг-экв/100 г почвы
СНО	100 %
Гумус, %	5–10 %
Сгк/Сфк	0,7–2,0
Процессы	Гумусообразование, оглинивание
Карбонаты	Образуется карбонатно-аккумулятивный горизонт
Соли	–
Гипс	–
Ил	Максимум оглинивания в средней части профиля
Мин. состав ила	Гидрофлюиды, смектиты
Дифференциация профиля	Отсутствие дифференциации по валу
Почва	<b>Коричневая</b>

**ПОДЗОЛИСТО-ЖЕЛТОЗЕМНАЯ***СУБТРОПИЧЕСКИЙ УМЕРЕННО ТЕПЛЫЙ ПОЯС***Л – СУБТРОПИЧЕСКАЯ УМЕРЕННО ТЕПЛАЯ ВЛАЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ**

Таблица 5.20 – Л1 Зона влажных лесов с желтоземами, красноземами и подзолисто-желтоземными почвами

Показатель	Описание
Ландшафт	Равнинный лесной
Климат	Пульсирующий ОВ-режим
Растительность	Вечнозеленые полулистопадные леса
Рельеф	Древние плоские морские или речные террасы
П/о порода	Элюво-делювий горных пород, аллювиальные и морские равнины
Профиль	AE – E – EB – Vf – VfC
pH	4–5,5
ЕКО	5–8 мг-экв/100 г почвы
СНО	60–80 %
Гумус, %	6 %, в гор. E – 2 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Грунтовый боковой привнос Fe и осаждение в соответствующих геохимических условиях
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	По илу дифференцирован на элювиальную и иллювиальную части
Мин. состав ила	Сиаллитный, каолиново-полутораоксидный состав
Дифференциация профиля	Четкая дифференциация по валу, гранулометрическому и химическому составам
Почва	<i>Подзолисто-желтоземная</i>

## ЖЕЛТОЗЕМ

### СУБТРОПИЧЕСКИЙ УМЕРЕННО ТЕПЛЫЙ ПОЯС

### Л – СУБТРОПИЧЕСКАЯ УМЕРЕННО ТЕПЛАЯ ВЛАЖНО-ЛЕСНАЯ ОБЛАСТЬ

Таблица 5.21 – Л1 Зона влажных лесов с желтоземами, красноземами и подзолисто-желтоземными почвами

Показатель	Описание
Ландшафт	Геохимически элювиально-транзитные ландшафты субтропического и тропического поясов
Климат	Постоянно влажный субтропический или тропический, Кувл. > 1
Растительность	Вечнозеленые полулистопадные леса высокой продуктивности
Рельеф	Расчлененные склоны холмистых предгорий
П/о порода	На песчаниках, сланцах, известняках, гранитах, гнейсах, четвертичных гравийных отложениях и глинах
Профиль	A – ABt – Bt,f – BC – C или A – E – Bt – Bt, f – BC – C
pH	3–4
ЕКО	5–8 мг-экв/100 г почвы
СНО	60–80 %
Гумус, %	6 %, в гор. E – 2 %
Сгк/Сфк	< 1
Процессы	Грунтовый боковой привнос Fe и осаждение в соответствующих геохимических условиях
Карбонаты	–
Соли	–
Гипс	–
Ил	Накопление в гор. Bt, высокая оглиненность и вязкость
Мин. состав ила	Сиаллитный, каолиново-полутораоксидный состав, $SiO_2/Al_2O_3 = 3$
Дифференциация профиля	Четкая дифференциация по валу, гранулометрическому и химическому составам
Почва	<i>Желтозем</i>

**Поправочные коэффициенты**

Таблица 6.1 – Поправочные коэффициенты на заболоченность минеральных пахотных почв (А.И. Горбылева, В.Б. Воробьев, М.И. Иванова, Б.А. Калько, Е.И. Петровский, 2000) [14]

Степень увлажнения	Гранулометрический состав и строение								
	Глинистые и тяжело-суглинистые	Средне- и легко-суглинистые			Супесчаные			Песчаные	
		мощные	с прослойкой песка	подстилаемые ближе 1 м песком	подстилаемые ближе 1 м водоупорной породой	подстилаемые водоупорной породой с прослойкой песка	подстилаемые ближе 1 м песком	подстилаемые ближе 1 м водоупорной породой	подстилаемые ближе 1 м песком
<b>Тип дерновые и дерновокарбонатные</b>									
а) временно избыточно увлажненные	0,91	0,97	0,98	0,99	0,99 <sup>x</sup>	1,00	1,02	1,00	1,06
б) глееватые	0,61	0,64	0,70	0,74	0,72	0,73	0,81	0,70	0,93
в) глеевые	0,45	0,48	0,52	0,59	0,52	0,57	0,63	0,57	0,68
<b>Тип дерново-подзолистые</b>									
а) временно избыточно увлажненные	0,89	0,97	0,98	0,98	0,99 <sup>x</sup>	1,00	1,02	1,00	1,06
б) глееватые	0,58	0,62	0,63	0,68	0,65	0,59	0,80	0,72	0,94
в) глеевые	0,43	0,45	0,48	0,56	0,51	0,56	0,62	0,58	0,68
<b>Тип пойменные дерновые</b>									
а) временно избыточно увлажненные	0,94	–	0,98	–	–	1,00	–	–	1,00
б) глееватые	0,58	–	0,70	–	–	0,76	–	–	0,85
в) глеевые	0,53	–	0,50	–	–	0,60	–	–	0,05



Таблица 6.2 – Поправочные коэффициенты на эродированность  
(И.И. Карманов, Д.С. Булгаков, С.А. Шувалов) [14]

Степень эродированности	Дерново-подзолистые	Серые лесные	Черноземы оподзоленные и выщелоченные
несмытые	1,00	1,00	1,00
слабосмытые	0,80	0,82	0,85
среднесмытые	0,65	0,85	0,70
сильносмытые	0,45	0,45	0,48

Таблица 6.3 – Поправочные коэффициенты на каменистость  
(В.А. Семенов) [14]

Степень каменистости	Количество камней, м <sup>3</sup> /га	Поправочный коэффициент
слабая	25	–
средняя	25–50	0,9
сильная	50–100	0,8
очень сильная	> 100	0,6

**Шкала оценки почв по А.С. Фатьянову**

Таблица 7.1 – Бонитет и характеристика почв [14]

Класс бонитета	Балл бонитета	Качественная характеристика почв
I	100–90	лучшие
II	89–80	
III	79–70	
IV	69–60	средние
V	59–50	
VI	49–40	
VII	39–30	посредственные
VIII	29–20	

Данные исследуемых почв [14]

Таблица 8.1 – Численные данные исследуемых почв

Почвы	Гори- зонт	Мош- ность, см	Пло- щадь, га	pH	Гумус, %	ЕКО, мг-экв/ 100 г	K <sub>2</sub> O, мг/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	Физ. глина, %
П <sup>а</sup> ТП 1	Апах.	20	6	5,4	2,65	35,6	32	12,5	48,1
	Апах.	18	10	2,7	3,15	34,9	30,5	12,5	43,3
П <sup>а</sup> СП 1	Апах.	22	6	5,2	2,5	34,9	75,3	18,5	34,8
	Апах.	19	12	5,3	2,9	35,6	72	19,9	39,1
П <sup>а</sup> САД 1	Апах.	23	5	5,0	2,95	20,9	37,5	44	31,8
	Апах.	22	8	5,3	3,2	20,9	37,2	44,4	35,6
П <sup>а</sup> ТП 2	Апах.	22	15	4,6	2,3	32,9	15	38	44,0
	Апах.	20	9	4,8	1,9	32,5	18	39,1	42,9
П <sup>а</sup> ТП↓ 2	Апах.	23	6	5,2	0,9	32,1	102	39,1	48,3
	Апах.	16	4	5,2	1,1	32,2	108,5	37,7	46,5
П <sup>а</sup> САД↓ 2	Апах.	24	9	4,7	2,7	37,8	96	69	37,2
	Апах.	16	6	4,6	2,1	31,1	95	69,2	32,5
П <sup>а</sup> СП 2	Апах.	18	20	4,8	2,3	25,5	111	40	34,8
	Апах.	19	16	5,0	2	26,6	119,5	42,2	36,7
П <sup>а</sup> ТП 3	Апах.	24	18	4,4	2,15	18,7	40	37,5	45,3
	Апах.	21	12	4,4	2,71	19,2	42,9	40	47,8
П <sup>а</sup> САД 3	Апах.	19	6	4,4	2,2	26,4	100	25	36,8
	Апах.	22	3	4,4	2	26,3	102,9	30,5	35,2
ДкГЭ5о	Апах.	19	9	6,2	4,51	43,9	16,3	12,6	66,8
	Апах.	20	7	6,5	4,18	44,2	16,5	14,5	70,1
А <sup>а</sup> н1СА	Апах.	17	5	6,1	2,7	12,2	2,9	8,1	39,2
	Апах.	13	8	6,2	2,6	11,7	2,3	7,6	38,6

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	3
<b>Раздел 1. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОЧВ</b>	5
Лабораторная работа 1. Определение окраски почвы и почвообразующей породы	5
Лабораторная работа 2. Гранулометрический состав почвы	9
Лабораторная работа 3. Агрегатный (структурный) анализ почвы	14
Лабораторная работа 4. Морфология почвы	19
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	24
<b>Раздел 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ</b>	30
Лабораторная работа 5. Почвенная влага и водные свойства почвы	30
Лабораторная работа 6. Общие физические свойства почвы	34
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	36
<b>Раздел 3. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ</b>	39
Лабораторная работа 7. Химический анализ почвенной вытяжки	39
Лабораторная работа 8. Органическое вещество почв	47
Лабораторная работа 9. Выделение коллоидов серы из почвы	49
Лабораторная работа 10. Поглощительная способность почвы	56
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	58
<b>Раздел 4. БОНИТИРОВКА И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ</b>	62
Лабораторная работа 11. Качественная оценка плодородия почв хозяйства	62
Лабораторная работа 12. Агрономическая характеристика почв	67
Лабораторная работа 13. Бонитировка почв и экономическая оценка земель	70
Лабораторная работа 14. Методика полевых почвенных исследований	73
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	87
<b>СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ</b>	88
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b>	100
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b>	102

<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	104
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Пример бланка описания образца почвы (укороченный вариант)	104
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Перечень оборудования для лабораторных работ	105
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Основные реактивы для лабораторных работ	108
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Порядок проведения расчетов качественного плодородия почв	110
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. Справочные материалы к лабораторным работам	114
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. Поправочные коэффициенты	135
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Шкала оценки почв по А.С. Фатьянову	137
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Данные исследуемых почв	138

*Учебное издание*

Сима Гершивна Левина  
Ирина Николаевна Лиходумова  
Алексей Иванович Агапов

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ**

Учебное пособие

**ISBN 978-5-907790-97-1**

Работа рекомендована РИС ЮУрГГПУ  
Протокол № 29, пункт 28 от 2023 г.

Редактор О.В. Боярская  
Технический редактор О.М. Нежиренко

Издательство ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69

---

Подписано в печать 13.05.2024 г.

Объем 5,79 уч.-изд. л. (16,39 усл. п. л.)

Тираж 75 экз.

Бумага офсетная

Формат 60x84 1/8

Заказ № \_\_\_\_\_

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии ЮУрГГПУ  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69