

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. О. РАГИМОВ    М. А. МАЗИРОВ  
Е. М. ШЕНТЕРОВА

# ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум



Владимир 2017

УДК 631.4  
ББК 40.3  
Р14

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук  
профессор кафедры земледелия и методики опытного дела  
Российского государственного аграрного университета  
Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева  
*А. И. Беленков*

Доктор сельскохозяйственных наук  
профессор кафедры биологии и экологии  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
*С. И. Зинченко*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**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.  
ISBN 978-5-9984-0763-5

Представлены лабораторные работы, которые знакомят студентов с основными физико-химическими методами анализа свойств почв на первичном этапе исследования.

Предназначен для проведения лабораторно-практических занятий для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.02 – Почвоведение и 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 10. Ил. 16. Библиогр.: 21 назв.

УДК 631.4  
ББК 40.3

ISBN 978-5-9984-0763-5

© ВлГУ, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ</b> .....	6
Методы исследований в почвоведении .....	6
Заложение почвенного разреза .....	8
Почвенный профиль и почвенные горизонты .....	12
Отбор почвенных образцов и подготовка к анализу .....	33
З а щ и т а м о д у л я «О с н о в ы и с с л е д о в а н и я п о ч в ы» ...	34
<b>МОДУЛЬ 2. ОКРАСКА ПОЧВЫ</b> .....	38
<i>Лабораторная работа № 1. Определение окраски почвы</i> .....	38
З а щ и т а м о д у л я «О к р а с к а п о ч в ы» .....	42
<b>МОДУЛЬ 3. СЛОЖЕНИЕ ПОЧВЫ</b> .....	44
<i>Лабораторная работа № 2. Определение удельного веса почвы пикнометрическим способом</i> .....	44
<i>Лабораторная работа № 3. Определение плотности почвы нарушенного сложения</i> .....	45
<i>Лабораторная работа № 4. Определение плотности почвы ненарушенного сложения</i> .....	46
<i>Лабораторная работа № 5. Определение сложения и плотности пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах</i> .....	46
<i>Лабораторная работа № 6. Определение порозности почвы</i> .....	49
<i>Лабораторная работа № 7. Определение гигроскопичности почвы</i> .....	51
З а щ и т а м о д у л я «С л о ж е н и е п о ч в ы» .....	52
<b>МОДУЛЬ 4. СТРУКТУРА ПОЧВЫ</b> .....	57
<i>Лабораторная работа № 8. Определение структуры почвы</i> .....	57
<i>Лабораторная работа № 9. Агрегатный анализ почв по методу Н. И. Саввинова</i> .....	62
<i>Лабораторная работа № 10. Определение водопрочности структуры почвы по методу П. И. Андрианова</i> .....	64
З а щ и т а м о д у л я «С т р у к т у р а п о ч в ы» .....	67

<b>МОДУЛЬ 5. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ .....</b>	<b>69</b>
<i>Лабораторная работа № 11. Определение гранулометрического состава почвы методом пипетки .....</i>	<i>69</i>
<i>Лабораторная работа № 12. Определение гранулометрического состава почвы по методу М. М. Филатова.....</i>	<i>71</i>
<i>Лабораторная работа № 13. Определение гранулометрического состава почв .....</i>	<i>74</i>
<i>Лабораторная работа № 14. Методика анализа таблиц гранулометрического состава почвы.....</i>	<i>79</i>
<i>Лабораторная работа № 15. Полевое исследование гранулометрического состава почвы.....</i>	<i>86</i>
<b>З а щ и т а м о д у л я « Г р а н у л о м е т р и ч е с к и й с о с т а в п о ч в ы » .....</b>	<b>91</b>
<b>МОДУЛЬ 6. ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ, КИСЛОТНОСТЬ, ЩЕЛОЧНОСТЬ ПОЧВ И ППК .....</b>	<b>95</b>
<i>Лабораторная работа № 16. Электрометрические (потенциометрические) измерения рН.....</i>	<i>95</i>
<i>Лабораторная работа № 17. Анализ водной вытяжки.....</i>	<i>96</i>
<b>З а щ и т а м о д у л я « П о г л о т и т е л ь н а я с п о с о б н о с т ь , к и с л о т н о с т ь , щ е л о ч н о с т ь п о ч в и П П К » .....</b>	<b>98</b>
<b>МОДУЛЬ 7. НОВООБРАЗОВАНИЯ И ВКЛЮЧЕНИЯ В ПОЧВЕ.....</b>	<b>99</b>
<i>Лабораторная работа № 18. Определение новообразований в почве.....</i>	<i>99</i>
<b>З а щ и т а м о д у л я « Н о в о о б р а з о в а н и я и в к л ю ч е н и я в п о ч в е » .....</b>	<b>101</b>
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА.....</b>	<b>104</b>
<b>ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ .....</b>	<b>104</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>106</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>107</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>109</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Почва – самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия (ГОСТ 27593-88 «Почвы. Термины и определения»).

Для характеристики процессов почвообразования, антропогенных нарушений свойств почв на первичном этапе важно скрупулезное исследование всех физико-химических свойств. Знание свойств всех почвенных компонентов позволяет исследователю разумно подходить к вопросам сохранения плодородия почв, определять пути рационального использования почв и выявлять нарастающие деградационные процессы в них.

Цель практикума – сформировать у студентов представления об исследованиях физико-химических свойств почв, научить их пользоваться специализированной техникой и на основании полученных результатов делать научно обоснованные выводы.

В ходе лабораторных работ студенты изучают некоторые основные морфологические признаки почвы, такие как окраска, гранулометрический состав, структура, новообразования и включения, кислотность, строение профиля и так далее, по образцам, отобранным ими с земельных участков или выданным преподавателем.

## Модуль 1. ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ

### Методы исследований в почвоведении

В почвоведении используется широкий спектр методов исследования почвы, адекватных ее специфике как природного тела.

*Профильный метод*, разработанный В. В. Докучаевым, лежит в основе всех почвенных исследований. Метод требует изучения почвы на всю глубину начиная с поверхности и до материнской породы последовательно по генетическим горизонтам и сопоставления изучаемых свойств или параметров почвенного профиля. Он отражает природные закономерности вертикальной пространственной неоднородности почвы, закономерности развития почвообразовательного процесса и почвенных режимов.

*Морфологический метод* изучения строения почвенного профиля является базисным при проведении полевых почвенных исследований и составляет основу полевой диагностики почв. В почвоведении широко используют все три вида морфологического анализа: 1) макроморфологический (при изучении почвы невооруженным глазом); 2) мезоморфологический (с применением лупы и бинокля); 3) микроморфологический (с помощью микроскопов, в том числе электронных). Морфологический анализ почвы – начальный этап всех почвенных исследований.

*Сравнительно-географический метод* основан на сопоставлении почв и соответствующих факторов почвообразования в их историческом развитии и пространственном распространении и позволяет делать обоснованные заключения о генезисе почв и закономерностях их географии.

*Сравнительно-исторический метод* дает возможность исследовать прошлое почв и почвенного покрова на основе изучения современной ситуации, детально изучать погребенные почвы и почвенные горизонты, реликтовые признаки почв и сопоставлять их с современными процессами.

*Метод почвенных ключей* основан на детальном генетико-географическом анализе небольших репрезентативных участков – ключей и интерполяции полученных таким путем данных на крупные территории с однотипной структурой почвенного покрова.

*Метод почвенных монолитов* базируется на принципе физического моделирования почвенных процессов на почвенных колонках (монолитах) ненарушенного строения, взятых особым образом из почвенного разреза.

*Метод почвенных лизиметров* широко используется для изучения процессов вертикальной миграции веществ в природных почвах. При этом почвенный монолит, погруженный в водонепроницаемую оболочку, помещается на свое место в природную почву, а исследованию подвергаются вытекающие из его нижней части растворы.

*Метод почвенно-режимных наблюдений* применяется для исследования кинетики современного почвообразования путем измерения различных параметров в одной и той же почве в течение длительного времени через заданные временные промежутки.

*Балансовый метод* служит для изучения кинетики почвообразования. В его основе лежит тот факт, что наблюдаемый в данный момент времени в почве запас какого-то вещества или энергии является результатом изменения его исходного запаса за счет прихода и расхода в единице объема почвы за определенный промежуток времени.

*Метод почвенных вытяжек* основан на том, что каждый растворитель экстрагирует из почвы при контролируемых условиях взаимодействия какую-то определенную группу соединений интересующего исследователя элемента.

*Аэрокосмические методы* включают в себя, с одной стороны, инструментальное или визуальное изучение фотографий земной поверхности, полученных в разных диапазонах спектра и с разной высоты, а с другой стороны – прямое исследование с самолетов и космических аппаратов спектральной отражательной или поглотительной способности почвы в разных областях спектра.

*Радиоизотопные методы* применяют для определения возраста почв и изучения процессов миграции элементов и их соединений в почвах и в экосистемах на основе меченых атомов (радиоактивных изотопов).

*Биогеоценотический метод* основан на проведении сопряженного и одновременного изучения всех компонентов биогеоценоза:

почвы, растений, животных, микроорганизмов, атмосферы, природных вод – в определенных условиях географической среды.

*Полевые почвенные исследования* – экспедиционные и стационарные методы изучения почв: рекогносцировочные почвенные обследования; картирование почвенного покрова; многолетние режимные наблюдения; определение свойств почв в ненарушенном состоянии.

*Системный методический подход* позволяет рассмотреть почву и как целостную систему, состоящую из множества взаимодействующих подсистем-блоков, и как подсистему в экосистемах биосферы.

### Заложение почвенного разреза

**Почвенный разрез** – вертикальная стенка почвенной ямы, по которой описывают почву, исследуют почвенные горизонты; из нее берут пробы для анализов.

Выбор места разреза имеет непосредственное отношение к изучению морфологии почвы. Глубина разреза определяется мощностью исследуемой почвы, особенностями почвообразующих и подстилающих пород, наличием грунтовых вод, целью исследования, физическими возможностями и вооруженностью исследователя.

**!** *Глубина разреза должна быть такой, чтобы обнажилась почвообразующая, или материнская, порода.*

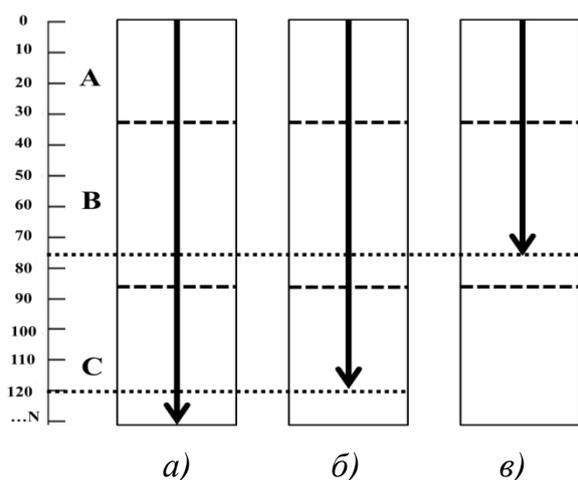


Рис. 1. Схематичное отображение типов почвенных разрезов: *а* – полный почвенный разрез; *б* – полуяма, или контрольный разрез; *в* – прикопка

По назначению разрезы бывают: 1) основными; 2) полуямами, или контрольными; 3) прикопками (рис. 1).

*Полные, или основные, разрезы* закладывают так, чтобы были видны все почвенные горизонты и частично верхняя часть неизменной или малоизмененной материнской породы. Их закладывают в наиболее типичных, характерных местах, так как они служат для детального изучения морфолого-генетических признаков почв и отбора образцов по генетическим горизонтам.

Глубина основных разрезов варьируется в зависимости от

мощности почв и цели исследований, но в большинстве случаев они закладываются на глубину 1,5 – 2 м.

*Полуямы, или контрольные разрезы,* закладывают на меньшую глубину – от 75 до 125 см, обычно до начала материнской породы. Они служат для контрольного изучения основной части почвенного профиля: мощности гумусовых и других горизонтов, глубины вскипания, степени выщелоченности, оподзоленности и др.

*Прикопки, или мелкие поверхностные разрезы,* закладывают на глубину менее 75 см, и они служат для уточнения почвенных границ, выявленных полными разрезами и полуямами.

Для разреза необходимо наметить прямоугольник длиной 120 – 150 см и шириной 60 – 80 см. Короткая сторона разреза служит лицевой стороной, по которой описывают почву, и она должна быть лучше освещена, т. е. обращена к солнцу. Данную стенку почвенного разреза, а также две его боковые стороны необходимо сделать совершенно отвесными. С четвертой стороны делают ступени для спуска исследователя в разрез (рис. 2).

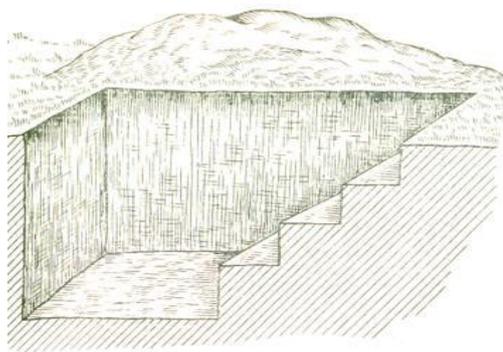


Рис. 2. Схема заложения почвенного разреза

Почву при копке выбрасывают налево и направо от лицевой стенки. На одну сторону отбрасывают массу верхнего гумусового горизонта, на другую – массу более глубоких горизонтов. Лицевую сторону разреза недопустимо забрасывать почвой или затаптывать. После окончания работы разрез закапывают, причем массу глубоких горизонтов укладывают вниз, а массу гумусового горизонта – сверху.

После заложения разреза его местоположение наносят на топографическую основу. Основные разрезы обозначают крестиками в *кружках*, полуямы – *кружками*, прикопки – *точками* с обязательным указанием номера. В дневнике ведут порядковую нумерацию всех видов разрезов. Для привязки разреза и точного нанесения его местоположения на топографическую основу необходимо ориентироваться на местности по карте, при помощи компаса и GPS-навигатора. Карту располагают по компасу таким образом, чтобы северный конец стрелки компаса совпал с буквой «С» по стрелке на карте. В дальнейшем при

помощи компаса фиксируют направление на разрез, используя какой-либо хорошо заметный ориентир (пересечение дорог, угол поля севооборота, постройки), определяют расстояние между ними (глазомерно – шагами, установив предварительно цену шага (величину его в сантиметрах)) и по измерительной линейке откладывают его на карте в

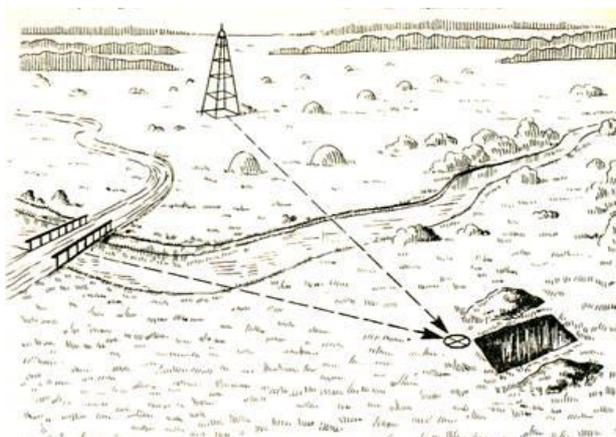


Рис. 3. Привязка почвенного разреза к местности

соответствующем направлении.

Можно пользоваться методом засечек (рис. 3). На небольшом листе ставят произвольную точку и от нее через визирную масштабную линейку проводят линии к двум ориентирам. Затем накладывают этот лист на топографическую основу так, чтобы каждое из этих направлений прошло через соответствующий знак ориентира. Точка пересечения

направлений является точкой местоположения разреза, и в дальнейшем ее перекладывают на карту. В полевом дневнике и на карте ставят номер разреза и описывают его, точно указывая элемент рельефа и микрорельефа, на котором заложен разрез, подробно описывая состав, густоту, высоту и состояние растительности, а также тип сельскохозяйственного угодья; материнскую и подстилающую породы (гранулометрический состав, наличие валунов, карбонатной щебенки, легкорастворимых солей). Отмечают уровень почвенно-грунтовых вод, их качество и характер заболачивания или оглеения – поверхностное или грунтовое; степень эродированности почвы; для пашни описывают характер ее поверхности (выровненность, глыбистость, трещиноватость, каменистость). Вычерчивают профиль участка и крестиком показывают местоположение разреза. Если разрез заложен на склоне, нужно указать экспозицию и крутизну склона, измерив ее в градусах. Склон считается *очень пологим* при крутизне менее  $1^\circ$ , *пологим* – при крутизне  $1 - 3^\circ$ , *покатым* – при крутизне  $3 - 5^\circ$ , *сильнопокатым* – при крутизне  $5 - 10^\circ$ , *крутым* – при крутизне  $10 - 20^\circ$ , *очень крутым* – при крутизне  $20 - 45^\circ$ , *обрывистым* – при крутизне более  $45^\circ$ .

Лицевую сторону разреза препарируют ножом или лопаткой так, чтобы получить ее естественный излом. По характеру морфологических

признаков выделяют генетические горизонты и ножом прочерчивают границы между ними. Далее матерчатым метром по стенке разреза измеряют мощность каждого горизонта и глубину всего профиля так, чтобы нулевое деление его совпадало с верхним уровнем почвы. Зарисовывают профиль цветными карандашами, отмечая глубину проникновения и характер развития корневой системы, новообразования, после чего исследуют вскипание и оглеение. Пробу на карбонаты проводят по всей глубине через каждые 10 – 20 см, для этого смачивают кусочки почвы несколькими каплями 5 – 10%-го раствора HCl и наблюдают выделение пузырьков CO<sub>2</sub>. Устанавливают глубину вскипания образца с точностью до 10 – 20 см, затем уточняют ее, отбирая пробы через каждые 2 – 3 см вверх от первоначально найденной глубины. Для определения оглеения в *вынутых из разреза* образцах почвы используют пробы с красной кровяной солью. Посинение свидетельствует о наличии закисных форм железа. Затем приступают к морфологическому описанию каждого горизонта: цвет, влажность, механический состав, характер корневой системы, структура, сложение, новообразования, включения, характер перехода одного горизонта в другой.

 *Морфологическое описание необходимо выполнить очень тщательно и полно. Зарисовку профиля можно делать мазками влажной почвы из соответствующих генетических горизонтов.*

После морфологического описания определяют тип, подтип и разновидность почвы и отмечают полное ее название. Географическая привязка точек опробования позволит в дальнейшем составить карту почв исследуемой территории.

Пример записи в полевом журнале (прил. 1):

- |  |   |
|--|---|
| 1) дата;   | 7) описание древесной растительности;                   |
| 2) адрес работ;  | 8) описание растений напочвенного покрова;              |
| 3) номер точки;  | 9) место закладки почвенного разреза (элемент рельефа); |
| 4) категория землепользования;                                   | 10) морфологические признаки почвы;                     |
| 5) координаты по GPS;  | 11) характеристика отобранных образцов.                 |
| 6) описание окружающей территории, прилегающих строений и дорог; |   |

## Почвенный профиль и почвенные горизонты

Профиль почвы образуется в результате дифференциации исходной почвообразующей породы на генетические горизонты под влиянием почвообразования. Приведем некоторые определения почвенного профиля.

**Почвенный профиль** – это сочетание генетических горизонтов, характерное для каждого природного типа почвообразования.

 *Профиль почвы – это не плоская стенка почвенного разреза, а реальное трехмерное тело природы, т. е. прежде всего почвенный индивидуум – **педон**.*

Почвенный профиль – это определенное сочетание генетических горизонтов в пределах почвенного тела, специфическое для каждого типа почвообразования во всех особенностях его проявления.

**Генетические почвенные горизонты** – это формирующиеся в процессе почвообразования однородные параллельные земной поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам, составу и свойствам.

 *Генетическими горизонтами называются потому, что образуются в процессе генезиса почв.*

Различают следующие типы строения почвенного профиля.

### 1. Простой профиль:

- примитивный;
- неполноразвитый;
- нормальный;
- слабодифференцированный;
- нарушенный (эродированный).

### 2. Сложный профиль:

- реликтовый;
- многочленный;
- полициклический;
- нарушенный (перевернутый);
- мозаичный.

Рассмотрим типы строения почвенного профиля.

### *Простой почвенный профиль*

*Примитивный почвенный профиль* формируется на первых стадиях образования, когда почвообразованием затронута незначительная поверхностная часть почвообразующей породы. Профиль слабо диф-

ференцирован на горизонты. Выделяют лишь поверхностный горизонт А (А/С), лежащий на материнской породе. Мощность почвы составляет всего несколько сантиметров (рис. 4).

*Неполноразвитый почвенный профиль* формируется на плотных массивно-кристаллических породах либо на крутых склонах. Имеется полный набор горизонтов, но все они маломощные и укороченные. Мощность почвы небольшая, всего несколько десятков сантиметров (рис. 5).

*Нормальный почвенный профиль* – наиболее распространенный тип почвенного профиля. Имеется полный набор горизонтов нормальной мощности, характерных для типа почвообразования (рис. 6).

*Слабодифференцированный почвенный профиль* – профиль растянутый, монотонный, малорасчленяющийся на горизонты, с постепенным переходом от маломощного слаборазвитого поверхностного гумусового горизонта к не затронутой почвообразованием, бедной легковыветривающимися минералами породе (рис. 7).

*Нарушенный (эродированный) почвенный профиль* имеют почвы, подвергающиеся в разной степени водной, ветровой и пахотной эрозии (рис. 8).

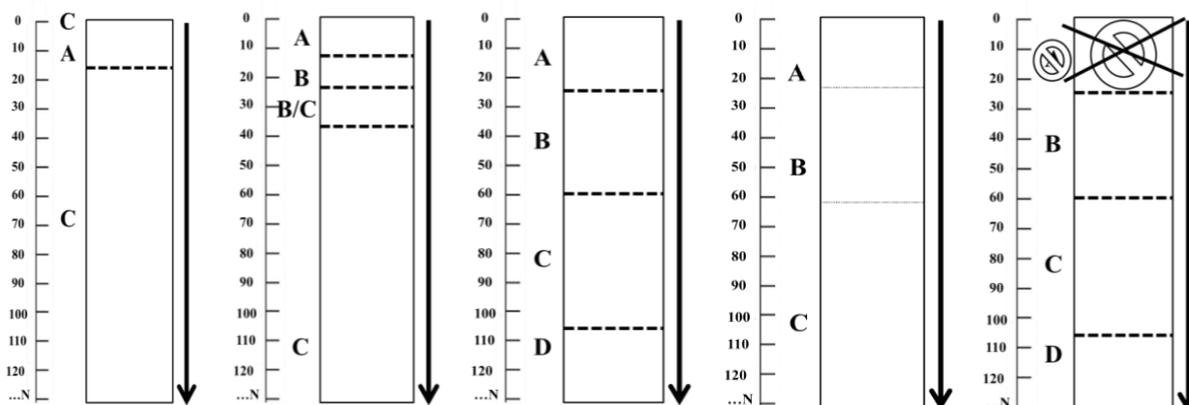


Рис. 4.  
Примитивный  
профиль

Рис. 5.  
Неполно-  
развитый  
профиль

Рис. 6.  
Нормальный  
профиль

Рис. 7.  
Слабодифферен-  
цированный  
профиль

Рис. 8.  
Нарушенный  
профиль

### ***Сложный почвенный профиль***

*Реликтовый почвенный профиль* может иметь разные варианты строения. В почве могут определяться два самостоятельных профиля,

наложенных один на другой, где нижний является погребенным реликтовым, а верхний – современным. Таких циклов погребения целых профилей и отдельных горизонтов может быть несколько, однако это не меняет общей схемы строения.

*Многочленный почвенный профиль* формируется на многочисленных почвообразующих породах, его выделяют, когда смена породы происходит в пределах почвенного профиля (обычно в пределах 100 см от поверхности).

*Полициклический почвенный профиль* характерен для почв, формирующихся в условиях периодического отложения почвообразующего материала, когда имеются крупные многолетние циклы отложения. Почвообразование не прерывается, как в случае погребения, но цикличность отложения материала приводит к литологической неоднородности в пределах генетических горизонтов.

*Нарушенный (перевернутый) почвенный профиль* имеют почвы, в которых нижележащий горизонт искусственно перемещен на поверхность и перекрывает природный поверхностный горизонт.

*Мозаичный почвенный профиль* состоит обычно из изометрических или вытянутых по вертикали горизонтов, наибольший размер горизонтов варьирует от нескольких единиц до десятков сантиметров, и весь профиль выглядит как пятнистый, пестрый, мозаичный.

### ***Группы генетических типов профилей***

*Недифференцированный (примитивный) почвенный профиль* характеризует первые стадии почвообразования, когда возраст почвы еще не слишком большой для формирования полностью дифференцированного на горизонты профиля. Обычно такой профиль имеет строение (A)C или AC либо зачатки иных почвенных горизонтов, с трудом отличающиеся от почвообразующей породы.

*Изогумусовый почвенный профиль* характерен для почв, имеющих сильно выраженную дифференциацию веществ, но не имеющих дифференциации по более стабильным компонентам. Содержание веществ постепенно уменьшается с глубиной.

*Метаморфический почвенный профиль* характерен для слабо или сильно дифференцированных по глине почв, характеризующихся процессом *оглинения* во всем профиле или в какой-то его части без перемещения продуктов выветривания по профилю.

*Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль* характерен для почв с четко выраженными элювиальным и соответствующим ему иллювиальным горизонтами.

*Гидрогенно-дифференцированный почвенный профиль* характерен для почв, сформировавшихся в условиях современного или древнего гидроморфизма и характеризующихся гидрогенной аккумуляцией веществ в какой-либо части.

*Криогенно-дифференцированный почвенный профиль* характерен для почв, фактором дифференциации которых служит присутствующая на небольшой глубине постоянная льдистая мерзлота.

### ***Характер переходов в профиле***

 *Характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, форма границ и степень их отчетливости служат важными морфологическими признаками почвы, так как это одни из критериев определения интенсивности и общей направленности почвообразования.*

По форме выделяют следующие основные типы границ между почвенными горизонтами:

1) *ровная граница* – характерна для большинства почв и встречается при постепенности переходов между горизонтами, но может характеризовать и резкий переход;

2) *волнистая граница* – характеризует низ гумусового горизонта в лесных почвах или переходы между подгоризонтами одного и того же горизонта. В зависимости от условий может быть мелковолнистой (длина волны менее 5 см); средневолнистой (длина волны 5 – 10 см); крупноволнистой (длина волны более 10 см);

3) *карманная граница* – характерна для нижней части гумусового горизонта степных почв, выделяется при отношении глубины к ширине затеков от 0,5 до 2 см;

4) *языковатая граница* – характерна для нижней части элювиального горизонта, но встречается и в нижней части гумусового горизонта степных почв. Может быть мелкоязыковатой (глубина языков до 5 см); глубокоязыковатой (глубина языков более 10 см);

5) *затечная граница* – характеризует почвы с потечным характером гумуса либо почвы, подвергающиеся растрескиванию;

6) *размытая граница* – характерна для почв с сильно выраженным элювиальным процессом, извилистой границей, лежащей в пределах одного переходного горизонта;

7) *пильчатая граница* – встречается на подзолистых почвах и обычно принимается за волнистую границу;

8) *полисадная граница* – встречается между осолоделым и столбчатым горизонтами в солонцах.

По степени выраженности выделяют следующие переходы:

1) *ясный* – граница между соседними горизонтами прослеживается четко и может быть выделена на стенке профиля с неопределенностью в 1 – 3 см;

2) *заметный* – граница прослеживается с неопределенностью в 3 – 5 см;

3) *постепенный* – граница может быть выделена с неопределенностью более 5 см.

Границу в профиле выделяют по ряду морфологических признаков: окраске, плотности, структуре, гранулометрическому составу и т. д.

### ***Мощность почвенного профиля***



*Понятие мощности профиля весьма относительное.*

**Мощность почвы** – суммарная мощность всех входящих в ее профиль горизонтов вплоть до подпочвы, т. е. до горизонта С или D. Условно почвы делят по мощности профиля на *маломощные* (менее 50 см); *среднемощные* (50 – 100 см); *мощные* (100 – 150 см); *сверхмощные* (150 – 200 см).

### ***Почвенный горизонт***

**Почвенные горизонты** – это горизонтальные слои, которые составляют почвенный профиль и различаются между собой по морфологическим признакам, составу, свойствам.



*Почвенные горизонты образуются в результате почвообразования, поэтому их называют генетическими.*

На заре развития почвоведения В. В. Докучаев выделил в почве всего три генетических горизонта: А – поверхностный гумусово-аккумулятивный; В – переходный к материнской породе; С – материнская горная порода, подпочва.

Рассмотрим основные почвенные горизонты.

### ***Органогенные горизонты***

**Т о р ф я н ы й г о р и з о н т (Т)** формируется на поверхности, но встречается иногда и в толще профиля при полициклическом почвооб-

разовании и характеризуется специфической консервацией органического вещества растительных остатков без превращения его в гумус. Торф, сформировавшийся в этом горизонте, может быть: древесным, травяным (тростниковым, осоковым), моховым (зеленомоховым, сфагновым), листовым, лишайниковым, переходным. Содержание органического вещества в торфе составляет свыше 70 % с колебаниями от 98 % в верховом сфагновом до 70 % в низинном торфе.

**Т о р ф я н ы й н е р а з л о ж е н н ы й г о р и з о н т (Т<sub>1</sub>)** – это горизонт, в котором растительные остатки не разложены или слабо разложены и почти полностью сохранили свою исходную форму.

**Т о р ф я н ы й с р е д н е р а з л о ж е н н ы й г о р и з о н т (Т<sub>2</sub>)** – это горизонт, в котором растительные остатки лишь частично сохранили свою исходную форму в виде обрывков тканей.

**Т о р ф я н ы й р а з л о ж е н н ы й г о р и з о н т (Т<sub>3</sub>)** представляет собой сплошную органическую мажущуюся массу без видимых следов растительных остатков.

**С у х о т о р ф я н ы й г о р и з о н т (Т<sub>4</sub>)** формируется на поверхности почв в сухом холодном климате и характеризуется накоплением сухого неразложенного торфа, в котором растительные остатки полностью сохранили свою форму.

**О ч е с (Т<sub>5</sub>)** – подгоризонт торфа, более половины объема которого составляют живые части растений.

**Т о р ф я н ы й м и н е р а л и з о в а н н ы й г о р и з о н т (Т<sub>А</sub>)** – это пахотный торфяной горизонт, измененный осушением и обработкой.

**П о д с т и л к а (А<sub>0</sub>, или О, или АО)** – маломощный (до 15 см) поверхностный слой разлагающегося органического вещества, частично (особенно в нижней части) перемешанного с минеральными компонентами (преимущественно механически).

**С т е п н о й в о й л о к (А<sub>0</sub>, или О, или АО)** – вид подстилки, формирующейся в целинных степях, состоящей преимущественно из неразложенных растительных остатков, густо переплетенных живыми частями растений и механически смешанных с минеральными компонентами.

**Л е с н а я п о д с т и л к а (А<sub>0</sub>, или О, или АО)** – вид подстилки, сплошным ковром покрывающей поверхность почвы под пологом леса, обычно имеющей слоистое строение.

*Различают слои:* свежий, или слаборазложившийся, опад (L) ( $A_0'$ ,  $AO'$ ,  $O_1$ ); слой ферментации, или разложения (F) ( $A_0''$ ,  $AO''$ ,  $O_2$ ), в котором еще преобладают растительные остатки с сохранившейся исходной формой; слой гумификации (H) ( $A_0'''$ ,  $AO'''$ ,  $O_3$ ), в котором преобладают сильноразложившиеся растительные остатки без видимой исходной формы и имеется большая механическая примесь минеральных компонентов.

Выделяют следующие виды подстилок и соответствующие им типы гумуса (по Ф. Дюшофуру).

*Кальциевый мюллер* – горизонт AO почти не существует, разложение опада очень быстрое, сильная биологическая трансформация под влиянием дождевых червей и бактерий с полным включением органической части в минеральную и образованием глинисто-гумусовых комплексов. Выделяют карбонатный мюллер рендзин, кальциевый степной мюллер, кальциевый мюллер-модер.

*Лесной мюллер* – горизонт AO выражен слабо, разложение опада относительно быстрое, сильная биологическая трансформация под влиянием дождевых червей и бактерий с полным включением органической части в минеральную и образованием глинисто-гумусовых комплексов. Выделяют эуτροφный мюллер, криптомюллер, олиготрофный, или кислый, мюллер (мюллер-модер), гидромюллер.

*Модер* – маломощный горизонт  $A_0$  с неясной границей к  $A_1$ , неполным смешением органической и минеральной частей и сильной биологической трансформацией. Выделяют лесной модер (олиготрофный), гидроморфный модер (гидромодер), альпийский модер, субальпийский модер, кальциевый модер.

*Мор* – мощный горизонт  $A_0$  с резкой нижней границей и подразделением на слои L, F, H; слабая трансформация опада, производимая главным образом грибами, особенно миксомицетами; ничтожное или слабое смешивание органической части с минеральной (грубый гумус). Выделяют ксеромор (сухой мор), гидромор (мягкий мор), кальциевый мор.

*Анмоор* – мощный горизонт  $A_0$ , формирующийся при сильной биохимической трансформации под влиянием перемежающегося воздействия аэробных и анаэробных организмов, при интенсивной гумификации со сплошным или заметным включением органического вещества в минеральное до глубины 10 – 20 см. Выделяют кислый анмоор, кальциевый анмоор.

*Торф* как вид подстилок подразделяют на олиготрофный и мезотрофный.

*Водорослевая корочка* ( $A_{al}$ ) – поверхностная, хорошо отслаивающаяся от нижележащей толщи почвы корочка водорослей, черная в сухом состоянии, с большой примесью минеральных частиц в нижней части и почти чистая в верхней, зеленеющая при увлажнении, мощностью в несколько миллиметров; характерна для сухостепных, полупустынных и пустынных почв.

*Перегнивый горизонт* ( $A_h$ ) – поверхностный органо-генный горизонт черного цвета с содержанием органического вещества 30–70 %, состоящий из хорошо разложенных органических остатков и гумуса с примесью минеральных компонентов, бесструктурный, мажущийся, очень мягкий на ощупь, в сухом состоянии растрескивающийся на глыбистые отдельности; образует переходные формы в виде торфяно-перегнивого и перегниво-гумусового горизонтов.

*Дернина* ( $A_d$ ) – минеральный гумусово-аккумулятивный поверхностный горизонт почв, формирующийся под травянистой растительностью, особенно луговой, и состоящий по крайней мере наполовину из живых корней растений.

*Гумусовый горизонт* ( $A_1$ , или  $A$ , или  $A1$ ) – минеральный гумусово-аккумулятивный горизонт, наиболее темноокрашенный в профиле и характеризующийся наибольшим (до 30 %) содержанием органического вещества, тесно связанного с минеральной частью, обычно расположенный в верхней части профиля.

*Пахотный горизонт* ( $A_p$ , или  $A_{пах}$ ) – измененный продолжительной обработкой поверхностный горизонт пахотных почв, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину постоянной обработки; в зависимости от типа исходной почвы, возраста пашни и интенсивности земледелия выделяют разные его варианты по степени окультуренности; от нижележащих горизонтов он всегда отделяется ясной ровной границей.

### *Элювиальные горизонты*

*Подзолистый горизонт* ( $E_1$ , или  $A_2$ , или  $A2$ ) – осветленный, обычно белесый горизонт в верхней части профиля, залегающий под торфяным горизонтом, подстилкой, гумусовым или пахотным горизонтом, а в случае полициклических профилей и под любым гори-

зонтом вышележащего профиля, формирующийся под влиянием оподзоливания, представляющего собой кислотное разложение минеральной части при участии органического вещества до аморфных продуктов, которые выносятся из этого горизонта.

**О п о д з о л е н н ы й г о р и з о н т (A<sub>e</sub>)** – седой, серый, белесоватый горизонт комковатой, комковато-ореховатой или ореховатой структуры с обильной или небольшой кремнеземистой присыпкой, характеризующий слабую степень оподзоленности почвы.

**Л е с с и в и р о в а н н ы й г о р и з о н т (E<sub>2</sub>)** – осветленный, обычно палевый горизонт в верхней части профиля, залегающий под подстилкой, гумусовым или пахотным горизонтом, а в случае полициклических профилей и под любым горизонтом вышележащего профиля, формирующийся под влиянием лессивирования, представляющего собой вынос илистых частиц без их предварительного разрушения и отмыывания от окисных пленок первичных минеральных зерен невыветрелых минералов.

**О с о л о д е л ы й г о р и з о н т (E<sub>3</sub>)** – осветленный, обычно белесый горизонт в верхней части профиля, залегающий на поверхности либо под гумусовым горизонтом и формирующийся под влиянием осолодения, представляющего собой щелочное разложение минеральной части в результате внедрения и последующего удаления из поглощающего комплекса обменного натрия и выноса вниз ила и аморфных продуктов разложения минералов.

**Э л ю в и а л ь н о - г л е е в ы й г о р и з о н т (E<sub>4</sub>)** – осветленный, обычно белесый горизонт в верхней или средней части профиля, формирующийся под влиянием оглеения в условиях частично промывного режима, при котором происходит кислотный восстановительный гидролиз минеральной части с выносом продуктов разрушения из этого горизонта.

**С е г р е г и р о в а н н ы й г о р и з о н т (E<sub>5</sub>)** – осветленный, ярко-белесый горизонт в любой части профиля, формирующийся в результате отмыывания окисных пленок с зерен первичных минералов и сегрегации продуктов отмывки в плотные сгустки или шлакообразные конкреции, случайно разбросанные в пределах этого же горизонта, с частичным выносом продуктов отмывки за его пределы.

**К о р к о в ы й г о р и з о н т (E<sub>6</sub>)** – хрупкая ячеистая корочка на поверхности сухостепных, полупустынных и пустынных почв мощно-

стью не более нескольких сантиметров, лишенная солей, относительно обогащенная кремнеземом, причем кварцевые зерна и зерна других первичных минералов лишены окисных пленок и не соединяются цементирующими мостиками, за исключением случайных карбонатных.

 *В некоторых типах почв элювиальный горизонт может совмещаться с поверхностным гумусовым горизонтом, образуя единый гумусово-элювиальный горизонт.*

Все элювиальные горизонты, независимо от их генезиса, характеризуются близкими морфологией, составом и свойствами:

- 1) относительно высокое содержание кремнезема;
- 2) малое содержание полуторных окислов и оснований;
- 3) белесая окраска;
- 4) обилие светлых зерен кварца и других первичных минералов без окисных пленок;
- 5) пластинчатая до чешуйчатой структура либо бесструктурные;
- 6) низкая насыщенность основаниями при малой емкости катионного обмена;
- 7) кислая реакция среды;
- 8) низкая гумусированность;
- 9) низкое содержание илистых частиц.

#### *Иллювиальные горизонты*

**И л л ю в и а л ь н о - а к к у м у л я т и в н ы й г о р и з о н т (В)** – уплотненный и утяжеленный горизонт, располагающийся под элювиальным горизонтом в средней части профиля и характеризующийся иллювиальным накоплением глины и аморфных продуктов почвообразования.

**И л л ю в и а л ь н о - г л и н и с т ы й г о р и з о н т (В<sub>1</sub>)** – уплотненный и утяжеленный горизонт, располагающийся под элювиальным горизонтом в средней части профиля и характеризующийся иллювиальным накоплением глины.

**И л л ю в и а л ь н о - г у м у с о в ы й г о р и з о н т (В<sub>h</sub>)** – располагающийся под элювиальным в средней части профиля горизонт аккумуляции гумуса темно-коричневого или буро-красно-коричневого цвета, имеющий гляцевитые темные потеки по граням структурных отдельностей и бурые хлопьевидные гумусовые сгустки, хорошо различимые под микроскопом.

**И л л ю в и а л ь н о - ж е л е з и с т ы й г о р и з о н т (В<sub>f</sub>)** – располагающийся под элювиальным в средней части профиля горизонт

аккумуляции железа яркого желтого, красного или буро-желтого цвета, имеющий вид сплошного горизонта или серии извилистых уплотненных прослоек; под микроскопом ясно различаются охристые мостики окислов железа между отдельными зернами, растрескивающиеся пленки на зернах, хлопьевидные сгустки окислов железа, железистые микроконкреции.

**Иллювиально-Аl-Fe-гумусовый горизонт ( $V_{fh}$ )** – располагающийся под элювиальным в средней части профиля горизонт аккумуляции гумуса и полуторных окислов темно-бурого, красно-бурого цвета, имеющий темные глянцевитые натеки на гранях структурных отдельностей; под микроскопом обнаруживаются обильные сгустки аморфного гумуса и гидроокислов, иногда микроконкреции.

**Солонцовый горизонт ( $V_{Na}$ )** – сильно уплотненный и утяжеленный горизонт в средней части профиля, располагающийся под элювиальным или гумусово-элювиальным горизонтом, имеющий обычно наиболее темную окраску в профиле, столбчатую или призматическую структуру, обильные глянцевые корочки и пленки по граням структурных отдельностей, содержащий значительное количество обменного натрия в поглощающем комплексе.

**Солонцеватый горизонт ( $V_{na}$ )** – уплотненный и утяжеленный горизонт в средней части профиля, располагающийся под гумусовым горизонтом, имеющий обычно наиболее темную окраску в профиле, ореховатую или призматическую структуру, глянцевые корочки и пленки по граням структурных отдельностей, содержащий небольшое количество натрия в поглощающем комплексе.

**Надмерзлотно-иллювиальный горизонт ( $V_{я}$ )** – бесструктурный, творожистый или икряный горизонт иллювиальной аккумуляции гумуса и полуторных окислов в слое непосредственно над постоянной мерзлотой, имеющий темную бурую и буро-красную окраску, содержащий мелкие мягкие железистые конкреции, ретинизированный гумус.

**Подпужный горизонт ( $V_p$ )** – горизонт, формирующийся непосредственно под пахотным горизонтом длительно обрабатываемых почв и характеризующийся уплотнением, утяжелением гранулометрического состава и потемнением окраски в результате вмывания глины и органического вещества; обычно имеющий темные глинисто-гумусовые потеки по граням структурных отдельностей.

Иллювиально-метаморфический горизонт ( $B_{mh}$ ) – горизонт вулканических почв, формирующийся непосредственно под органомным горизонтом и характеризующийся низким объемным весом, иллювиальным накоплением гумуса, большим содержанием аморфных веществ и аллофанов, наличием вулканического стекла, высокой порозностью и рыхлостью, непрочной комковатой структурой.

### *Метаморфические горизонты*

Силлитно-метаморфический горизонт ( $B_m$ ) – горизонт внутрипочвенного оглинивания почвообразующей породы, располагающийся в средней части профиля между гумусовым горизонтом и подпочвой и характеризующийся аккумуляцией глины без заметных следов ее перемещения, обычно наиболее тяжелый и плотный в профиле, имеющий наиболее красноватые тона окраски и относительно большой резерв выветривающихся первичных минералов (может иметь следы выноса карбонатов, если исходная порода была карбонатной).

Ферраллитно-метаморфический горизонт ( $B_{ox}$ ) – горизонт внутрипочвенного глубокого разложения минералов почвообразующей породы и остаточного накопления каолинита и полуторных окислов, располагающийся в средней части профиля между гумусовым горизонтом и подпочвой, имеющий яркую или тусклую желтую или красную окраску, призматическую или глыбистую структуру, низкую емкость катионного обмена.

Слитой горизонт ( $V$ ) – очень вязкий и набухающий во влажном состоянии и очень твердый и сжимающийся, сильно трещиноватый в сухом состоянии горизонт, располагающийся обычно в верхней части профиля, формирующийся в результате периодического сильного увлажнения и интенсивного просыхания монтмориллонитово-глинистого материала; может быть совмещен как с гумусовым поверхностным, так и с другими горизонтами профиля; характерны поверхности скольжения; структура глыбистая или тумбовидная.

Фраджипэн ( $F$ ) – очень твердый и хрупкий глинистый горизонт с резкой верхней и диффузной нижней границами, разделяющийся на неправильные полигоны белесыми прожилками, при увлажнении не размягчающийся, как обычная глина, а сразу распадающийся на мелкие отдельные части; обычно формирующийся в нижней части иллювиального горизонта некоторых типов почв бореального пояса.

### *Аккумулятивные (водородно-аккумулятивные) горизонты*

**А г р о и р р и г а ц и о н н ы й г о р и з о н т (A<sub>1</sub>)** – созданный в результате длительного орошения поверхностный слой почвы мощностью 0,4 – 2 м, состоящий из смеси первоначальной почвы, ирригационного наилка, органических и глинистых удобрений, обычно содержащий включения черепков, кирпича, костей, угля, однородный и сильно пористый, интенсивно переработанный почвенной фауной, хорошо макро- и микроагрегированный, сероватой окраски, обычно тяжелее по гранулометрическому составу подстилающей почвы; в верхней его части располагается пахотный горизонт современной обработки.

**С о л е в о й г о р и з о н т (S<sub>s</sub>)** формируется в любой части профиля в зависимости от стадии и степени засоления (рассоления) и может совмещаться в профиле с любым другим горизонтом (например, с гумусовым или метаморфическим); характеризуется видимыми скоплениями водно-растворимых солей в форме налета, прожилок, псевдомицелия, гнезд.

**Г и п с о в ы й г о р и з о н т (S<sub>u</sub>)** расположен обычно в нижней части профиля, содержит видимые скопления гипса в виде отдельно разбросанных кристаллов разной величины или друз; может совмещаться с другими горизонтами.

**К а р б о н а т н ы й г о р и з о н т (S<sub>c</sub>)** – горизонт максимальной вторичной аккумуляции карбонатов, обычно располагающийся в средней или нижней части профиля и характеризующийся видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, псевдомицелия, белоглазки, редких конкреций.

**О ж е л е з н е н н ы й г о р и з о н т (S<sub>f</sub>)** – горизонт максимального накопления окислов железа, располагающийся в разных частях профиля и формирующийся либо в результате водородной аккумуляции железа из грунтовых вод (например, ожелезненные горизонты в торфяных болотах), либо в результате процесса рубефикации.

**О к р е м н е л ы й г о р и з о н т (S<sub>si</sub>)** – хрупкий и плотный горизонт максимального водородного накопления аморфного кремнезема в профиле, имеющий максимум содержания SiO<sub>2</sub>; под микроскопом обнаруживаются обильные опаловые или халцедоновые мостики между зернами первичных минералов и крупные скопления аморфного кремнезема.

### *Конкреционные горизонты*

**К а р б о н а т н о - к о н к р е ц и о н н ы й г о р и з о н т**, или **к а н к а р** ( $S_{kc}$ ), – горизонт максимального скопления округлых, неправильной формы карбонатных конкреций диаметром 0,5 – 5 см, рыхло располагающихся в мелкоземке или непрочно сцементированных между собой карбонатным или кремнеземисто-карбонатным цементом и занимающих по крайней мере половину объема горизонта.

**Ж е л е з и с т о - к о н к р е ц и о н н ы й г о р и з о н т**, или **о р т ш т е й н** ( $S_{kf}$ ), – горизонт максимального скопления округлых или шлакообразных, неправильной формы железистых конкреций диаметром 0,5 – 3 см, рыхло располагающихся в мелкоземке или непрочно сцементированных между собой железистым или гумусово-железистым цементом и занимающих по крайней мере половину объема горизонта.

### *Коровые горизонты*

**П у с т ы н н ы й п а н ц и р ь** ( $K_r$ ) – очень твердая и хрупкая корка до 10 – 15 мм толщиной, состоящая преимущественно из окислов железа и марганца с примесью других веществ, образующаяся на поверхности каменистого щебня в холодных или жарких пустынях, называемая «пустынный загар».

**С о л е в а я к о р а** ( $K_s$ ) – цементированный водно-растворимыми солями плотный и хрупкий горизонт, формирующийся обычно на поверхности, но встречающийся и в других частях профиля, имеющий различную мощность, часто состоящий из крупных плотных глыб; сухие фрагменты его полностью распадаются в воде.

**Г и п с о в а я к о р а** ( $K_u$ ) – цементированный гипсом плотный и хрупкий горизонт, формирующийся обычно в нижней части профиля; встречается как в крупнокристаллической (либо это крупные кристаллы, цементированные между собой и с мелкоземом гипсово-карбонатным цементом, либо это сплошные прослойки крупных кристаллов гипса), так и в мелкокристаллической формах (мучнистый горизонт так называемого «шестоватого» гипса, «гажа» – в Закавказье); отдельные сухие фрагменты не распадаются в воде, но полностью распадаются в соляной кислоте.

**К а р б о н а т н а я к о р а** ( $K_c$ ) – сплошной карбонатный горизонт с содержанием  $CaCO_3$  по крайней мере 75 %, формирующийся обычно в нижней части профиля в разных формах: рыхлый мучнистый горизонт – калише; прочно цементированный конкреционный горизонт;

сплошная мелкокристаллическая плита; отдельные сухие фрагменты этого горизонта не распадаются в воде, но полностью распадаются в соляной кислоте.

**К р е м н ё в а я к о р а** ( $K_{si}$ ) – сплошной, сцементированный аморфным кремнеземом (опал, халцедон) горизонт, хрупкий и очень твердый, различной мощности, иногда встречающийся на поверхности разрушенных эрозией почв в виде отдельных фрагментов; сухие фрагменты его не распадаются ни в воде, ни в соляной кислоте, но распадаются в растворе щелочи.

**П л и н т и т** ( $K_1$ ) – внутрипочвенный уплотненный, но свободно режущийся лопатой горизонт, имеющий ферраллитную (каолинитовую) основу, вторично гидрогенно обогащенную окислами железа, пеструю окраску (чередование белесовато-желтых и красных пятен); иногда в нем в обилии присутствуют железистые конкреции диаметром 0,5 – 1,0 см; при выходе на поверхность и воздействии атмосферы необратимо отвердевает и превращается в латерит.

**Л а т е р и т** ( $L$ ) – очень твердый сплошной железистый горизонт (панцирь) ячеистого (вермикулярный латерит) или конкреционного (пизолитный, или гороховый, латерит) строения, состоящий преимущественно из окислов железа и алюминия с примесью кварца и каолинита; образуется за счет необратимой дегидратации и кристаллизации окислов железа при механическом разрушении и выносе каолинитового наполнителя из железистой матрицы в процессе формирования из плинтита под воздействием атмосферных агентов либо путем аллохтонного накопления железа из грунтовых вод при их боковом перемещении.

### *Глеевые горизонты*

**В и в и а н и т о в о - г л е е в ы й г о р и з о н т** ( $G_1$ ), или **б о л о т н ы й г л е й** (о р т о г л е й), – сплошной или пестрый, бесструктурный мажущийся минеральный горизонт болотных почв, окрашенный сплошь или пятнами (не менее 75 % площади среза) в ярко-синие, синие и голубые тона, причем при воздействии атмосферы горизонт из синего становится бурым и из массивного творожистым; формируется в условиях обильного накопления органического вещества при постоянном перенасыщении водой в торфяных болотах.

**Г л а у к о н и т о в о - г л е е в ы й г о р и з о н т** ( $G_2$ ), или **м а р ш е в ы й г л е й**, – сплошной или пестрый, бесструктурный и мажущийся или оструктуренный (при дренировании) минеральный горизонт пой-

менных, дельтовых, плавневых и маршевых почв, окрашенный сплошь или пятнами (не менее 75 % площади среза) в оливковые, зеленые, серовато-зеленоватые тона, причем цвет горизонта не меняется или слабо меняется при атмосферном воздействии.

**Г р у н т о в о - г л е е в ы й г о р и з о н т (G<sub>3</sub>), или г л е й,** – сплошной или пестрый, бесструктурный и мажущийся либо глыбистый минеральный горизонт, окрашенный сплошь или пятнами (не менее 50 % площади среза) в голубоватые, сизые и серовато-сизые тона с ржавыми пятнами или крапинками, не меняющий окраску при воздействии атмосферы и формирующийся в условиях грунтового заболачивания почв.

**С у л ь ф и д н о - г л е е в ы й г о р и з о н т (G<sub>4</sub>), или с е р н ы й г л е й,** – сплошной или пестрый, бесструктурный и мажущийся минеральный горизонт, окрашенный в естественном подводном состоянии сплошь в темные серые, серо-сизые и оливково-серые тона и обладающий сильным запахом сероводорода, а после дренирования и окисления приобретающий пеструю окраску с ярко-желтыми или соломенно-желтыми пятнами ярозита (сульфата калия и железа); это так называемая «кошачья глина».

**Н а д м е р з л о т н о - г л е е в ы й г о р и з о н т (G<sub>5</sub>), или м е р з л о т н ы й г л е й,** – глеевый горизонт почв, имеющих постоянную мерзлоту в профиле, формирующийся сразу над льдисто-мерзлым слоем, характеризующийся четким разделением на два слоя, из которых нижний – восстановленный, сплошной, сизый, а верхний – ржаво-бурый, окисленный.

**В н у т р и п о ч в е н н ы й г л е й (G<sub>6</sub>), или п с е в д о г л е й,** – пестрый, мраморовидный внутрипочвенный горизонт, бесструктурный или плитчато-глыбистый, часто с рассеянными марганцево-железистыми конкрециями диаметром от 1 до 10 мм, окрашенный в сизовато-белесый цвет с ржавыми пятнами и прожилками, формирующийся при наличии в профиле сильно уплотненного водонепроницаемого горизонта в процессе периодического переувлажнения почвы над ним; различают:

- п е р в и ч н ы й п с е в д о г л е й (G<sub>61</sub>) – формируется в почвах на двучленных породах при контакте верхнего легкого наноса с более плотным и тяжелым нижним, являющимся относительным водоупором;
- в т о р и ч н ы й п с е в д о г л е й (G<sub>62</sub>) – формируется на месте элювиального горизонта в сильнодифференцированных почвах, когда

в результате почвообразования иллювиальный горизонт становится настолько плотным и водонепроницаемым, что начинает играть роль водоупора для периодически накапливающихся сезонных вод.

А т м о с ф е р н ы й г л е й ( $G_7$ ), или с т а г н о г л е й, – сплошной или пестрый поверхностный минеральный горизонт, лежащий под лесной подстилкой, окрашенный в сизые или белесовато-сизые и серо-сизые тона, обычно совмещающийся с гумусовым и (или) элювиальным горизонтами и образующийся в результате атмосферного поверхностного переувлажнения почвы при большом количестве атмосферных осадков, малом испарении с поверхности, плохой водопроницаемости почвы и большой влагоемкости подстилки.

С к л о н о в ы й г л е й (в и с я ч и й г л е й) ( $G_8$ ), или а м ф и г л е й, – сплошной или пестрый внутрипочвенный горизонт голубоватой или сизой окраски с яркими ржавыми пятнами, формирующийся в почвах склонов в местах выходов верховодки или грунтовых вод при проточном их режиме.

Р и с о в ы й г л е й ( $G_9$ ) – своеобразный поверхностный глеевый горизонт почв рисовников, формирующийся в результате длительного освоения культуры риса при затоплении и имеющий довольно разнообразную морфологию и свойства в зависимости от того, какая исходная почва использована для культуры риса; общим для всех почв рисовых полей является четкое разделение этого горизонта на две части: поверхностную охристую окисленную пленку толщиной в несколько миллиметров и лежащую под ней темную восстановленную массу белесо-сизого, темного серо-сизого или черно-сизого цвета с многочисленными мелкими охристыми пятнышками и прожилками преимущественно по ходам корней.

Г л е е в а т ы й г о р и з о н т ( $g$ ) – любой горизонт профиля, в котором имеются отдельные сизые или сизоватые пятна, иногда чередующиеся с ржавыми пятнами и прожилками.

Оглеение подчеркивается:

– грунтовое оглеение снизу –  $\underline{G}$ ;

– поверхностное оглеение сверху –  $\overline{G}$ .

Глееватые горизонты имеют в дополнение к основному символу малый индекс  $g$ , например  $A_g$ ,  $B_g$ ,  $C_g$ , когда степень оглеения недостаточна для выделения самостоятельного глеевого горизонта.

### *Турбационные (динамоморфные) горизонты*

С а м о м у л ь ч и р у ю щ и й с я г о р и з о н т (x) – поверхностный рыхлый комковато-глыбистый или мелкоглыбистый горизонт мощностью несколько сантиметров, формирующийся в верхней части слитого гумусового горизонта при сильном высыхании и растрескивании.

Т и к с о т р о п н ы й г о р и з о н т (y) – горизонт, постоянно или периодически насыщенный водой, обычно сильно оглеенный, песчаный или суглинистый, бесструктурный, обнаруживающий *тиксотропность*, т. е. способность к спонтанному перемещению какой-либо части почвенной массы по отношению к другой.

К р и о т у р б а ц и о н н ы й г о р и з о н т (z) – внутрипочвенный горизонт, формирующийся в условиях многолетней мерзлоты, характеризующийся наличием льдистых включений, имеющий характерную криотурбационную спутанно-слоистую структуру; может совмещаться с любым из горизонтов профиля в зависимости от глубины залегания многолетней мерзлоты.

П е р е р ы т ы й г о р и з о н т (j) – горизонт, сильно переработанный почвенной фауной и характеризующийся обилием следов ее жизнедеятельности, интенсивным перемешиванием почвенной массы, часто между разными горизонтами; может совмещаться с любым из горизонтов почвенного профиля.

### *Подпочвенные горизонты*

М а т е р и н с к а я (п о ч в о о б р а з у ю щ а я) п о р о д а (C) – горная порода, из которой сформировалась данная почва; выделяется как наиболее глубокий горизонт почвенного профиля, не имеющий свойств органогенных, элювиальных, иллювиальных или метаморфических горизонтов, но обладающий в некоторых случаях теми или иными свойствами аккумулятивных, коровых, глеевых или динамоморфных горизонтов, поскольку процессы образования последних могут развиваться не только в почве, но и во всей почвенно-грунтовой толще и не являются специфическими почвенными процессами.

П о д с т и л а ю щ а я п о р о д а (D) – горная порода, которая залегает ниже материнской и отличается от нее в литологическом отношении.

П л о т н а я (м а с с и в н о - к р и с т а л л и ч е с к а я) п о р о д а (R) – почвообразующая или подстилающая порода.

В случае выделения в пределах генетического горизонта их обозначают по порядку сверху вниз дополнительными индексами, причем для горизонтов T, AT, A и A<sub>p</sub> используют штрихи, например T<sub>1</sub><sup>'</sup>, T<sub>1</sub><sup>''</sup> или A', A'', A''', а для других горизонтов – цифровой индекс, например B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> и т. д. Каждый из генетических горизонтов может быть разделен на подгоризонты в зависимости от степени выраженности его свойств и проявления ведущего процесса, такие подгоризонты при их индексации в любой из систем символов нумеруют в простой вертикальной последовательности *сверху вниз*, например B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> и т. п. Кроме того, при постепенной смене горизонтов или при наличии резко выраженных языковатых границ выделяют переходные горизонты, обладающие признаками как верхнего, так и нижнего горизонта. Такие переходные горизонты есть почти во всех почвах в связи с обычной постепенной сменой свойств в профиле и трудностью установления четких границ. Кроме генетических горизонтов, составляющих профиль почвы, в момент описания профиля обязательно выделяют в случае их присутствия горизонт грунтовой воды или постоянной мерзлоты.

*Переходные горизонты*, обладающие свойствами как вышележащего, так и нижележащего горизонта, при постепенной смене одним другим обозначают смешанными символами, например AE, AB, EB, BC и т. п.

*Смешанные горизонты*, включающие в себя морфологически оформленные участки вышележащего и нижележащего горизонтов, также получают комбинированные символы, но обозначаемые иначе: A/E, A/B, E/B, B/C.

*Погребенные горизонты* выделяют квадратными скобками, например [A] – погребенный гумусовый горизонт.

В случае *литологической смены* в пределах почвенного профиля соответствующие слои обозначают сверху вниз римскими цифрами, например IA, IIА, IIIВ, IIIС.

При обозначении генетических горизонтов совместно с основными символами используют дополнительные обозначения – строчные (малые) буквы латинского алфавита, которые пишут справа от основного символа горизонта для подчеркивания его специфики:

- ag** – устойчивое присутствие воды;
- b** – погребенный горизонт;
- cap** – со щебнем карбонатных пород при карбонатном мелкозем;е;
- cs** – аккумуляция гипса (в этом случае не отмечается наличия карбонатов);

**d** – признаки динамических явлений перемещения почвенной массы;

**f** – наличие признаков аккумуляции железа (В. А. Ковда, 1988);

**f** – частично разложившийся органический материал (Б. Г. Розанов, 2004);

**fa** – ферраллитизированные горизонты;

**fe** – иллювиальная аккумуляция железа (ферраллитные горизонты);

**g** – присутствие признаков оглеения (глееватость);

**h** – вторые гумусовые горизонты черно-серых тонов (или иллювиально-гумусовые горизонты, или наличие иллювиированного гумуса, или хорошо разложившееся гумифицированное органическое вещество);

**m** – метаморфические горизонты (или сиаллитная метаморфизация, или сильная цементация, или уплотнение);

**n** – присутствие конкреций;

**na** – насыщенность натрием;

**r** – слой конкреций или гравия;

**s** – солевые горизонты;

**sa** – солевой горизонт (присутствие легкорастворимых солей; в этом случае не отмечается наличия ни гипса, ни карбонатов);

**si** – солонцовые и солонцеватые горизонты;

**su** – аккумуляция сульфидов;

**t** – иллювиальная аккумуляция глины (или иллювиально-глинистый горизонт, или присутствие иллювиированной глины);

**v** – признаки слитости (или аккумуляция глины *in situ* (на месте), или горизонты, состоящие более чем на 50 % из живых частей растений);

**ve** – слитые горизонты;

**z** – существенная перерытость почвенной фауной (обильные следы жизнедеятельности почвенной фауны);

**a** – антропогенный, хорошо разложившийся органический материал в гидроморфных условиях;

**e** – наличие признаков элювиирования;

**o** – слабо разложившийся органический материал в гидроморфных условиях;

**ox** – ферраллитная метаморфизация;

**na** – присутствие солончатости;

**p** – присутствие камней (каменистые, камни крупнее 1 см составляют более 10 % объема);

**p (пах)** – пахотный горизонт;  
**pca** – со щебнем карбонатных пород при бескарбонатном мелко-  
земе;

**ca** – карбонатные горизонты (аккумуляция карбоната кальция);

**cr** – признаки криотурбаций;

**cn** – конкреционный горизонт аккумуляции  $R_2O_3$  (общая формула оксидов для элементов третьей группы периодической системы);

**y** – признаки тиксотропности;

**x** – признаки самомульчирования (В. А. Ковда, 1988);

**x** – фраджипэн (Б. Г. Розанов, 2004).

Особым значком впереди символа горизонта обозначают наличие мерзлоты в почве: знак « $\perp$ » обозначает мерзлые, водоупорные, цементированные льдом горизонты (льдистая мерзлота); знак « $\downarrow$ » используют для обозначения неводоупорных мерзлых горизонтов (сухая мерзлота).

### ***Задания***

1. Отобразите все типы строения почвенных профилей (схематично).

2. Отобразите все типы распределения веществ в почвенном профиле (схематично).

3. Приведите примеры почв и опишите их строение с учетом распределения веществ.

4. В выданных преподавателем вариантах почвенных профилей дайте полную характеристику всем почвенным горизонтам.

5. Заполните таблицы.

Тип профиля	Характеристика	Для каких почв характерно

Тип распределения веществ в почвенном профиле	Характеристика	Для каких почв характерно

Граница между почвенными горизонтами	Характеристика	Для каких почв характерны

## Отбор почвенных образцов и подготовка к анализу

**!** *Отбор почвенных образцов для характеристики свойств почвы – главная задача из всей совокупности программ исследований, поэтому очень важно правильно взять образец из почвы в поле и правильно подготовить его к анализу.*

Для характеристики общих свойств почвы образцы берут из каждого генетического горизонта. При этом используют метод «сплошной» колонки (рис. 9): пробы отбирают снизу вверх, начиная с горизонта С, вырезают в средней части каждого горизонта прямоугольник длиной ребра около 10 см. *Техника взятия образца из генетического горизонта* такова: находят середину каждого выделенного при описании почвы горизонта, отступают от этой линии вверх и вниз на 5 см, наносят границы слоя, из которого отбирают образец. Если мощность горизонта менее 10 см, то образец берут на всю толщю горизонта, слегка отступив от его верхней и нижней границы. При большой мощности того или иного горизонта (более 50 см) желательно взять из него не один, а несколько образцов слоем по 10 см, не захватывая при этом границы перехода между горизонтами. Из *пахотного горизонта* ( $A_{\text{пах}}$ ) берут один образец на всю его мощность. Из *целинных почв* при большой мощности *гумусового горизонта* (А) следует брать два образца: один из самой верхней части этого горизонта (предварительно зачищают слой дернины или слой лесной подстилки), второй из нижней части или середины. Если мощность дернины велика, то следует взять образец дернины, а затем образец верхней части поверхностного горизонта, расположенного глубже  $A_{\text{д}}$ . Образцы из *иллювиальных горизонтов* берут не из середины, а из наиболее уплотненной части. При почвенных исследованиях, выполняемых в научных целях, нередко образцы берут по всей толщю профиля послойно (0 – 10, 10 – 20 и т. д.) с учетом генетических горизонтов. Каждый образец помещают на лист плотной бумаги или переносят в матерчатый мешочек с этикеткой, на которой записаны номер разреза, генетический горизонт, глубина взятия образца, дата, адрес взятия образца и фамилия исследователя.

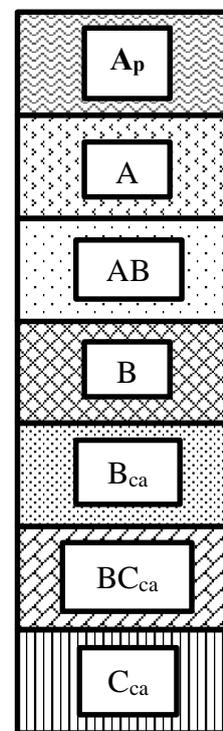


Рис. 9. Точки отбора почвенных проб

**!** Для агрохимической характеристики образцов из пахотного и подпахотного слоев отбирают пробы одинаковой массы в разных местах: в четырех направлениях на расстоянии 10 – 12 м друг от друга. Если пробы берут тростевым буром, то смешанный образец составляют из 10 – 20 индивидуальных проб, а при отборе лопатой – из 5 – 10. В посевах одну половину проб берут из рядков или гребней, другую – из междурядий.

Образцы почвы можно отбирать на протяжении всего лета, но в опытах лучшее время отбора – осень, после уборки урожая. Нельзя отбирать образцы сразу после внесения удобрений, на границе полей севооборота, в местах расположения скирд соломы, сена, навоза, торфа и т. д. Масса образца – от 0,5 до 1,0 кг. Доставленная в лабораторию почва должна быть доведена до воздушно-сухого состояния, для этого ее рассыпают тонким слоем на большом листе бумаги, удаляют корни, растительные остатки и оставляют на 2 – 3 дня в сухом помещении, не содержащем в воздухе паров кислот и газов, избегая попадания прямых солнечных лучей.

### ***Хранение и подготовка почвенных образцов***

Воздушно-сухая почва хранится в коробках или банках с притертой пробкой. Часть почвы оставляют в неизменном состоянии, а другую растирают в ступке фарфоровым пестиком, отобрав из разных мест пробы 45 – 50 г почвы. Растертую пробу просеивают через сито с размером ячеек 1 мм. Почву, не прошедшую через сито, вновь измельчают в ступке и просеивают через то же сито. Растирание и просеивание продолжается до тех пор, пока на сите не останутся каменистые частички крупнее 1 мм (почвенный скелет). Их взвешивают и вычисляют массу в процентах от общей массы почвы. Просеянную почву (мелкозем) помещают в коробку или банку с притертой пробкой отдельно от нерастертой или заворачивают в бумагу и помещают в ту же банку или коробку. Отдельно хранят скелет, который необходим при изучении гранулометрического состава почвы.

### **Защита модуля «Основы исследования почвы»**

1. Что называется почвенным профилем?
2. Что называется почвенным горизонтом?
3. Какие условия необходимы для заложения почвенного профиля?

4. Назовите основные средства полевого исследования почвы.
5. Когда нельзя проводить отбор проб и почему?
6. В результате чего образуются почвенные профили?
7. Дайте понятие мощности почвенного профиля.
8. Дайте характеристику градации по глубине языков в языковой границе перехода в почвенном горизонте.
9. Дайте характеристику градации по длине волны в волнистой границе перехода в почвенном горизонте.
10. Дайте характеристику гумусу типа модер и его свойствам.
11. Дайте характеристику гумусу типа мор и его свойствам.
12. Дайте характеристику гумусу типа мюль и его свойствам.
13. Дайте характеристику многочленному почвенному профилю.
14. Дайте характеристику мозаичному почвенному профилю.
15. Дайте характеристику нарушенному почвенному профилю.
16. Дайте характеристику неполноразвитому почвенному профилю.
17. Дайте характеристику нормальному почвенному профилю.
18. Дайте характеристику переходным горизонтам.
19. Дайте характеристику погребенным горизонтам.
20. Дайте характеристику полициклическому почвенному профилю.
21. Дайте характеристику простому почвенному профилю.
22. Дайте характеристику реликтовому почвенному профилю.
23. Дайте характеристику слабодифференцированному почвенному профилю.
24. Дайте характеристику сложному почвенному профилю.
25. Дайте характеристику смешанным горизонтам.
26. Дайте характеристику степени выраженности перехода между горизонтами, имеющими ясный переход.
27. Дайте характеристику степени выраженности перехода между горизонтами, имеющими заметный переход.
28. Дайте характеристику степени выраженности перехода между горизонтами, имеющими постепенный переход.
29. Как обозначаются горизонты в пределах почвенного профиля в случае литологической смены?
30. Как условно можно разделить профиль почвы по мощности?
31. Какие генетические горизонты выделял В. В. Докучаев? Дайте им характеристику.

32. Какими свойствами отличаются все элювиальные горизонты независимо от их генезиса от остальных почвенных горизонтов?
33. Охарактеризуйте гидрогенно-дифференцированный почвенный профиль.
34. Охарактеризуйте изогумусовый почвенный профиль.
35. Охарактеризуйте криогенно-дифференцированный почвенный профиль.
36. Охарактеризуйте метаморфический почвенный профиль.
37. Охарактеризуйте недифференцированный (примитивный) почвенный профиль.
38. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем ровную границу.
39. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем волнистую границу.
40. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем карманную границу.
41. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем языковатую границу.
42. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем затечную границу.
43. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем размытую границу.
44. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем пильчатую границу.
45. Опишите характер переходов между горизонтами в почвенном профиле, имеющем полисадную границу.
46. Охарактеризуйте элювиально-иллювиально-дифференцированный почвенный профиль.
47. Перечислите основные аккумулятивные (гидрогенно-аккумулятивные) горизонты.
48. Перечислите основные глеевые горизонты.
49. Перечислите основные динамоморфные (турбационные) горизонты.
50. Перечислите основные иллювиальные горизонты.

51. Перечислите основные коровые горизонты.
52. Перечислите основные метаморфические горизонты.
53. Перечислите основные органогенные горизонты.
54. Перечислите основные подпочвенные горизонты.
55. Перечислите основные элювиальные горизонты.
56. По каким факторам выделяют границу в профиле?
57. Как называется профиль почв, фактором дифференциации которых служит присутствующая на небольшой глубине постоянная льдистая мерзлота?
58. Что такое «кошачья глина»?
59. Что такое «пустынный загар»?
60. Что такое генетический почвенный горизонт?
61. Что такое почвенный индивидуум, или педон?
62. В чем сущность профильного метода исследования почв?
63. В чем сущность морфологического метода исследования почв?
64. В чем сущность сравнительно-географического метода исследования почв?
65. В чем сущность сравнительно-исторического метода исследования почв?
66. В чем сущность метода почвенных ключей?
67. В чем сущность метода почвенных монолитов?
68. В чем сущность метода почвенных лизиметров?
69. В чем сущность метода почвенно-режимных наблюдений?
70. В чем сущность балансового метода изучения почв?
71. В чем сущность метода почвенных вытяжек?
72. В чем сущность аэрокосмических методов исследования почв?
73. В чем сущность радиоизотопных методов исследования почв?
74. В чем сущность биогеоценологических методов исследования почв?
75. В чем сущность полевых методов исследования почв?
76. В чем сущность системного методического подхода к исследованию почв?
77. Что такое почвенный разрез?
78. Какие бывают почвенные разрезы?

79. Опишите последовательность заложения почвенного разреза.
80. Что такое полный, или основной, почвенный разрез?
81. Что такое полуяма, или контрольный разрез?
82. Что такое прикопки?
83. Что обязательно нужно отображать в полевом журнале при закладке почвенного разреза?
84. В чем сущность метода «сплошной» колонки?
85. Опишите различия в отборе почвенных образцов из разных горизонтов почвы.
86. Как правильно подготавливать и хранить почву для анализа?
87. В чем сущность отбора проб?
88. При какой погоде можно отбирать пробы?
89. Опишите механизм отбора проб.
90. Опишите строение тростевого бура.
91. Зачем почву доводят до воздушно-сухого состояния?

## **Модуль 2. ОКРАСКА ПОЧВЫ**

### *Лабораторная работа № 1*

#### **Определение окраски почвы**

**Цель работы:** научить студентов определять окраску почвы как в полевых, так и в лабораторных условиях; проводить исследование морфологических и диагностических признаков почвы; по окраске почвы определять сущность происходящих в ней процессов.

#### *Материалы и оборудование*

Образец почвы; бланк описания образца почвы (прил. 1, 2); фарфоровая ступка и пестик; мензурка или колба с водой; влажные салфетки для рук.

#### *Ход работы*

1. Небольшое количество (половину чайной ложки) почвенного материала, взятого из горизонта непосредственно в полевых условиях или из ранее отобранного образца почвы, очистить от посторонних предметов.

2. Аккуратно растереть пестиком в фарфоровой ступке до однородной рассыпчатой массы и смочить водой из мензурки (колбы) до слегка жидкотекучей консистенции.

3. Часть этой почвенной массы аккуратно нанести указательным пальцем (вращательным движением) 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.*

4. По высохшему мазку определить окраску образца почвенной массы.

 *Название окраски, которая представляет собой сочетание различных цветов и их оттенков, должно включать в себя как основной (доминирующий) цвет (оттенок), так и дополнительный цвет (в качестве дополнительного обычно указывают только цвет, так как выделить оттенок дополнительного цвета затруднительно).*

Доминирующий цвет (оттенок) ставится в названии на последнее место, например окраска коричнево-темно-серая (основной оттенок – темно-серый, дополнительный цвет – коричневый); окраска серо-коричневая, коричнево-бурая, палево-светло-коричневая и т. д. Если и дополнительные цвета выделить проблематично, то необходимо указать только основной цвет (оттенок): окраска темно-коричневая, светло-серая и т. д.

5. По результатам определения окраски необходимо установить для каждого генетического горизонта (подгоризонта) образца почвы особенности химического и минералогического состава (табл. 1).

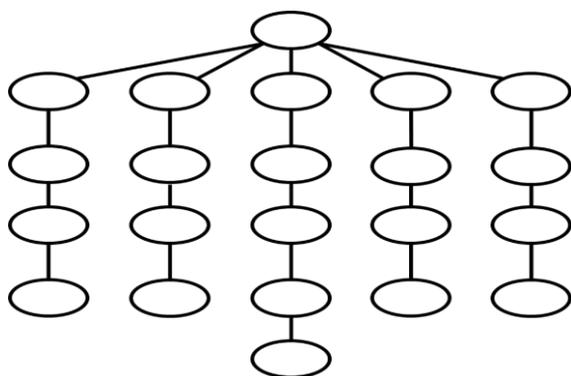
6. По образцу почвы, помещенной в ящик, необходимо проанализировать характер пятнистости окраски почвенной массы: ее контрастность, количество и окраску пятен.

## Окраска почвы, химический и минералогический состав

Окраска почвы	Химический и минералогический состав
Голубоватая, голубовато-серая (сизая), зеленовато-голубоватая и т. д.	Захиси железа (II)
Белесая	Тонкие зерна кварца (кремнезем); каолинит
Черные пятна (вкрапления) и прослойки на красновато-буrom 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
Белая, желтовато-белая, палево-белая и т. д.	Хлориды натрия, магния, кальция; сульфаты натрия и магния, гипс; карбонаты кальция и магния
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)

## Задание 1

1. Составьте схему и зарисуйте при помощи красок (рис. 10).



Черная; темно-коричневая; темно-бурая; темно-оливковая; темно-серая; темно-сизая; коричневая; бурая; оливковая; серая; сизая; светло-коричневая; светло-бурая; светло-оливковая; светло-серая; светло-сизая; красная; оранжевая; белесая; синяя; белая

Рис. 10. Распределение цветовой окраски почвы

2. Соотнесите названия окраски с каждым из кружков (см. рис. 10): белая, белесая, бурая, желтая, коричневая, красная, оливковая, оранжевая, светло-бурая, светло-коричневая, светло-оливковая, светло-серая, светло-сизая, серая, сизая, синяя, темно-бурая, темно-коричневая, темно-оливковая, темно-серая, темно-сизая, черная.

3. Объясните механизм перехода каждого из цветов.
4. Объясните влияние влажности почвы на ее окраску.
5. Сделайте почвенный мазок.
6. Охарактеризуйте окраску почвенного мазка.
7. Какой химический и минералогический состав вы можете предположить, исходя из окраски почвенного мазка?
8. Сделайте обобщенный вывод об окраске почвенного мазка и подробный вывод о химическом, минералогическом составе почвы.

### *Задание 2*

К каждому из предложенных далее элементарных почвенных процессов (ЭПП) подпишите основную окраску, свидетельствующую о развитии данного почвообразовательного процесса, распределите ЭПП по группам (биогеохимические, гидрогенно-аккумулятивные, метаморфические, иллювиально-аккумулятивные, педотурбационные, деструктивные, элювиальные) и дайте им характеристику.

Группа ЭПП	Название ЭПП	Окраска ЭПП	Характеристика ЭПП

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fe-гумусовый</li> <li>2. Al-Fe-гумусоиллювиальный</li> <li>3. Агротурбация</li> <li>4. Аллофанизация</li> <li>5. Альфегумусовый</li> <li>6. Алюмогумусоиллювиальный</li> <li>7. Биотурбация</li> <li>8. Брюнификация</li> <li>9. Выщелачивание</li> <li>10. Гильгаиобразование<br/>(вертисолизация)</li> <li>11. Глинисто-иллювиальный</li> <li>12. Гумусоиллювиальный</li> <li>13. Гумусообразование</li> <li>14. Гумуссиаллитизация</li> <li>15. Дерновый</li> <li>16. Десиликация</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>17. Дефляция</li> <li>18. Железисто-гумусоиллювиальный</li> <li>19. Железисто-иллювиальный</li> <li>20. Загипсовывание</li> <li>21. Засоление</li> <li>22. Карбонатно-иллювиальный</li> <li>23. Кольматаж</li> <li>24. Коркообразование</li> <li>25. Криотурбация</li> <li>26. Латеритизация</li> <li>27. Лессивирование</li> <li>28. Лессовирование</li> <li>29. Монтмориллонитизация</li> <li>30. Мраморизация</li> <li>31. Оглеение</li> <li>32. Ожелезнение</li> </ol> |
|---|---|

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 33. Окарбоначивание<br>(обызвестковывание) | 47. Псевдооподзоливание        |
| 34. Окремнение                             | 48. Пучение                    |
| 35. Оливизация                             | 49. Растрескивание             |
| 36. Олуговение                             | 50. Рубефикация (ферритизация) |
| 37. Оподзоливание                          | 51. Самомульчирование          |
| 38. Оруднение                              | 52. Сегрегация                 |
| 39. Осолодение                             | 53. Сиаллитизация              |
| 40. Оструктуривание                        | 54. Слитизация                 |
| 41. Отбеливание                            | 55. Солонцово-иллювиальный     |
| 42. Отвердевание<br>(корообразование)      | 56. Стаскивание                |
| 43. Плинтификация                          | 57. Тирсификация               |
| 44. Подзолисто-иллювиальный                | 58. Торфонакопление            |
| 45. Подстилкообразование                   | 59. Торфообразование           |
| 46. Псевдооглеение                         | 60. Ферраллитизация            |
|  | 61. Ферролиз                   |
|  | 62. Ферсиаллитизация           |

### **Защита модуля «Окраска почвы»**

1. Что такое визуальное определение окраски?
2. Вследствие чего проявляется окраска почвы?
3. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы по контрастности пятен.
4. Охарактеризуйте градацию почвы по обилию пятен.
5. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы по размеру пятен.
6. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы по резкости границ пятен.
7. Охарактеризуйте градацию пятнистости почвы с учетом цвета, оттенка, интенсивности окраски.
8. Чем обусловлена крапчатая окраска почвы?
9. Чем обусловлена мраморовидная окраска почвы?
10. Охарактеризуйте неоднородную окраску почвы.
11. Охарактеризуйте неравномерную однородную окраску почвы.
12. Охарактеризуйте однородную окраску почвы.
13. Какова связь окраски почвы с увлажнением?
14. От чего наследуется окраска почвы?
15. Чем обусловлена полосчатая окраска почвы?

16. Охарактеризуйте пятнистую окраску почвы.
17. Какова связь окраски почв и их состава?
18. Какова связь окраски с составом почв и почвообразованием?
19. Охарактеризуйте спектрофотометрический метод определения окраски.
20. Охарактеризуйте способ определения окраски с помощью системы Максвелла.
21. Какие существуют способы определения и оценки почвенной окраски?
22. Перечислите и охарактеризуйте типы распределения окраски почвы.
23. В чем сущность треугольника почвенных красок С. А. Захарова?
24. Назовите характеристические процессы образования той или иной окраски почв?
25. Чем обусловлена белая окраска почвы?
26. Чем обусловлена бурая окраска почвы?
27. Чем обусловлена желтая окраска почвы?
28. Чем обусловлена зеленая окраска почвы?
29. Чем обусловлена красная окраска почвы?
30. Чем обусловлена пурпурная окраска почвы?
31. Чем обусловлена синяя окраска почвы?
32. Чем обусловлена черная окраска почвы?
33. Что такое окраска почвы?
34. Что важно при характеристике неоднородной окраски почвы?
35. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают белую или белесую окраску почвы?
36. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают бурую окраску почвы?
37. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают красную или желтую окраску почвы?
38. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают пеструю и мраморовидную окраску почвы?
39. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают синюю, сизую, зеленоватую, оливковую окраску почвы?
40. Какие элементарные почвенные процессы обуславливают черную или серую окраску почвы?

## Модуль 3. СЛОЖЕНИЕ ПОЧВЫ

### Лабораторная работа № 2

#### Определение удельного веса почвы пикнометрическим способом

**Цель работы:** ознакомить студентов с методом определения плотности твердого тела (почвы) с помощью пикнометров.

#### Материалы и оборудование

Пикнометр или мерная колба вместимостью 100 мл; аналитические весы; электрическая плитка или песчаная баня.

#### Ход работы

1. В пикнометр (мерную колбу) объемом **100 мл (!)** налить до метки заранее прокипяченную и охлажденную дистиллированную воду, взвесить на аналитических весах.
2. На аналитических весах взвесить 10 г почвы.
3. Воду из пикнометра вылить в стакан, а в пикнометр через сухую воронку высыпать навеску почвы.
4. Оставшиеся на воронке и стенках пикнометра частицы почвы смыть дистиллированной водой в пикнометр и **наполнить его до половины.**
5. Почву с водой в пикнометре перемешать (аккуратно взбалтывая).
6. Прокипятить **15 – 30 мин с момента закипания** для удаления воздуха. Не допускать выбросов воды с почвой из пикнометра.
7. После кипячения пикнометр с содержимым охладить до комнатной температуры.
8. Долить дистиллированную воду в пикнометр до метки, вытереть его снаружи фильтровальной бумагой и взвесить на аналитических весах.
9. Нужно следить, чтобы температура пикнометра с полученным почвенным раствором была одинаковой с первоначальной температурой почвенного раствора.
10. Результаты записать в таблицу.

Масса пикнометра с водой, г	Масса пикнометра с водой и почвой, г	Навеска почвы, г	Плотность твердой фазы почвы $d$ , г/см <sup>3</sup>

11. Плотность твердой фазы ( $\text{г/см}^3$ ) вычисляют по формуле

$$d = C/(A + C - B),$$

где  $d$  – плотность твердой фазы почвы (ПТФ),  $\text{г/см}^3$ ;  $A$  – масса пикнометра с водой, г;  $B$  – масса пикнометра с водой и почвой, г;  $C$  – навеска почвы, г.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое плотность твердой фазы?
2. Какова оптимальная плотность твердой фазы для разных типов почв?
3. Для чего необходимо знать плотность твердой фазы?

### ***Лабораторная работа № 3***

#### **Определение плотности почвы нарушенного сложения**

***Цель работы:*** научить студентов определять в лабораторных условиях плотность почвенного образца, отобранного в полевых условиях, когда почвенная масса изменила свое естественное сложение.

#### ***Материалы и оборудование***

Мерные цилиндры или стаканчики с метками; технические весы.

#### ***Ход работы***

1. Взвесить стеклянный мерный цилиндр.
2. Насыпать в него почву из нерастертого образца, уплотняя ее по мере заполнения цилиндра (постукивая дном стаканчика о ладонь).
3. Почву насыпать до определенной метки – 50 или 100  $\text{см}^3$ .
4. Стаканчик с почвой взвесить.
5. Плотность почвы рассчитать по формуле  $d = m/V$ , где  $d$  – плотность,  $\text{г/см}^3$ ;  $m$  – масса сухой почвы, г;  $V$  – объем почвы,  $\text{см}^3$ .

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое плотность почвы?
2. Для чего необходимо знать плотность почвы?

## **Лабораторная работа № 4**

### **Определение плотности почвы ненарушенного сложения**

**Цель работы:** научить студентов определять плотность сухой почвы естественного сложения с помощью стального кольца (бурика) известного объема.

#### **Материалы и оборудование**

Металлический цилиндр; теххимические весы.

#### **Ход работы**

1. Вычислить объем металлического цилиндра по формуле

$$V = \pi R^2 h,$$

где  $V$  – объем цилиндра,  $\text{см}^3$ ;  $\pi$  – 3,14;  $R$  – радиус цилиндра,  $\text{см}$ ;  $h$  – высота цилиндра,  $\text{см}$ .

2. Взвесить цилиндр на теххимических весах.

3. В цилиндр насыпать почву до краев, уплотняя ее по мере насыпания (постукивая цилиндром о ладонь).

4. Взвесить цилиндр с почвой на тех же весах.

5. Плотность почвы вычислить по формуле  $d_v = (C/V)K_r$ , где  $d_v$  – плотность почвы,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;  $C$  – масса почвы,  $\text{г}$ ,  $C = B - A$ , где  $B$  – масса цилиндра с почвой,  $\text{г}$ ;  $A$  – масса пустого цилиндра,  $\text{г}$ ;  $V$  – объем цилиндра,  $\text{см}^3$ ;  $K_r$  – коэффициент гигроскопичности.

6. Вычислить массу почвенного горизонта (слоя) площадью 1 га по формуле  $M = Vd_v = Shd_v$ , где  $M$  – масса слоя почвы площадью 1 га,  $\text{т}/\text{га}$ ;  $V$  – объем пахотного слоя,  $\text{м}^3$ ,  $V = Sh$ , где  $S$  – площадь 1 га,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – мощность слоя (горизонта),  $\text{м}$ ;  $d_v$  – плотность почвы,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое плотность почвы?
2. В чем различия между нарушенным и ненарушенным сложением почвы?

## **Лабораторная работа № 5**

### **Определение сложения и плотности пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах**

**Цель работы:** научить студентов определять сложение пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах, научить их расчи-

тивать объемную массу и влажность пахотного слоя, соотношение твердой фазы почвы с капиллярной и некапиллярной пористостью.

### *Материалы и оборудование*

Данные полевых исследований или варианты заданий, представленные в прил. 3.

### *Ход работы*

Пример расчета сложения пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах приведен ниже (табл. 2).

*Таблица 2*

Пример расчета строения (сложения) почвы и заполнения итоговой таблицы

№ п/п	Показатель	Значения для слоя почвы 0 – 10 см
1	Номер цилиндра	122
2	Масса пустого цилиндра $B$ , г	595,0
3	Глубина погружения цилиндра $H$ , см	10
4	Диаметр режущей части цилиндра $D$ , см	8,4
5	Объем образца почвы в цилиндре $V$ , см <sup>3</sup>	554
6	Масса цилиндра с почвой до насыщения $B_1$ , г	1278
7	Масса цилиндра с почвой после насыщения $B_2$ , г	1495
8	Масса алюминиевого стаканчика $b_1$ , г	24,1
9	Масса стаканчика с пробой сырой почвы $b_2$ , г	42,8
10	Масса стаканчика с сухой почвой $b_3$ , г	37,7
11	Капиллярная влагоемкость $W_K$ , %	37,5
12	Масса абсолютно сухой почвы в цилиндре $B_3$ , г	654,5
13	Масса воды в образце почвы после насыщения $B_4$ , г	245,5
14	Плотность твердой фазы почвы $d$ , г/см <sup>3</sup>	2,65
15	Объем твердой фазы почвы $V_1$ , %	44,6
16	Пористость общая $V_2$ , %	55,4
17	Пористость капиллярная $V_3$ , %	44,3
18	Пористость некапиллярная $V_4$ , %	11,1
19	Плотность почвы $d_0$ , г/см <sup>3</sup>	1,18
20	Влажность почвы при взятии образца $B_0$ , %	4,4
21	Степень аэрации почвы $V_a$ , %	90,7
22	Степень насыщения почвы водой $V_b$ , %	9,3
23	Общий запас воды в изучаемом слое почвы $W_0$ , м <sup>3</sup> /га	52

### Пример расчета

1. Расчет объема ( $\text{см}^3$ ) образца почвы в цилиндре:

$$V = (\pi D^2/4)H = (3,14 \cdot 8,4^2/4) 10 = 554,0.$$

2. Расчет капиллярной влагоемкости почвы (влажности почвы после капиллярного насыщения):

$$W_K = ((b_2 - b_3)/(b_3 - b_1))100 \% = ((42,8 - 37,7)/(37,7 - 24,1))100 \% = 37,5 \%$$

3. Расчет массы (г) абсолютно сухой почвы:

$$B_3 = ((B_2 - B)(b_3 - b_1))/(b_2 - b_1) = ((1495 - 595)(37,7 - 24,1))/(42,8 - 24,1) = 654,5.$$

4. Расчет объема ( $\text{см}^3$ ) капиллярных пор, равного массе воды в почве после ее капиллярного насыщения ( $V_3 = B_4 = ((B_2 - B_3 - B)/V)100 \% = (245,5/554)100 \% = 44,3 \%$ ), так как масса  $1 \text{ см}^3$  воды при  $4^\circ\text{C}$  равна  $1 \text{ г}$ :

$$V_3 = B_4 = B_2 - B_3 - B = 1495 - 654,5 - 595 = 245,5.$$

5. Расчет объема ( $\text{см}^3$ ) твердой фазы почвы:

$$V_1 = B_3/d = 654,5/2,65 = 247,0.$$

Или в процентах к объему почвы

$$V_1 = ((B_3/d)/V)100 \% = (247,0/554,0)100 \% = 44,6 \%$$

6. Расчет общей пористости ( $\text{см}^3$ ):

$$V_2 = V - V_1 = 554,0 - 247,0 = 307,0.$$

Или в процентах к объему почвы

$$V_2 = ((V - V_1)/V)100 \% = (307,0/554,0)100 \% = 55,4 \%$$

Если известен процент твердой фазы почвы в общем объеме, то можно определить общую пористость путем вычитания из  $100 \%$  объема твердой фазы почвы:  $V_2 = 100 - V_1 = 100 - 44,6 = 55,4 \%$ .

7. Расчет некапиллярной пористости ( $\text{см}^3$ ):

$$V_4 = V_2 - V_3 = 307,0 - 245,5 = 61,5.$$

Или  $V_4 = V_2 - V_3 = 55,4 - 44,3 = 11,1 \%$ .

8. Расчет плотности почвы ( $\text{г}/\text{см}^3$ ):  $d_0 = B_3/V = 654,5/554,0 = 1,18$ .

9. Расчет влажности почвы при взятии образца:

$$B_0 = ((B_1 - B - B_3)/B_3)100 \% = ((1278 - 595 - 654,5)/654,5)100 \% = 4,4 \%$$

10. Расчет степени аэрации почвы:

$$V_a = ((V_2(\text{см}^3) - (B_1 - B - B_3))/V_2)100 \% = ((307 - (1278 - 595 - 654,5))/307)100 \% = 90,7 \%$$

11. Расчет степени насыщенности почвы водой:

$$V_b = ((B_1 - B - B_3)/V_2(\text{см}^3)) 100 \% = 9,3 \% \text{ или } V_b = 100 - V_a = 100 - 90,7 = 9,3 \%$$

12. Расчет общего запаса воды ( $\text{мм}/\text{га}$ ) в изучаемом образце, взятом из слоя почвы:

$$W_0 = (B_0 d_0 H/10) = (4,4 \cdot 1,18 \cdot 10/10) = 5,2 \text{ (или } 52 \text{ м}^3/\text{га}).$$

**Вывод:** в изучаемом образце почвы показатели плотности и пористости близки к оптимальным, однако в образце нет влаги, которая доступна растениям.

### ***Задание***

Согласно заданному варианту (прил. 3) рассчитать показатели строения (сложения) почвы для слоев 0–20, 20–40, 40–60, 60–80, 80–100. После проведенных расчетов дать развернутый вывод.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое строение пахотного слоя почвы?
2. Какие существуют оптимальные и критические значения строения пахотного слоя для основных групп культур Нечерноземной зоны?
3. Что такое оптимальная и равновесная плотность почвы?
4. Что такое объемная масса почвы?

## ***Лабораторная работа № 6***

### **Определение порозности почвы**

**Цель работы:** научить студентов рассчитывать величину порозности почвы и давать научно обоснованную характеристику результатам исследования.

### ***Материалы и оборудование***

Данные по плотности и ПТФ (см. лаб. работы № 2, 3).

### ***Ход работы***

Вычислить общую пористость  $P_{\text{общ}}$  по показателям плотности почвы и плотности твердой фазы почвы.

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

где 1 – единица объема почвы естественного сложения;  $d_v$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;  $d$  – плотность твердой фазы почвы, г/см<sup>3</sup>.

Для оценки общей пористости пахотного слоя суглинистых и глинистых почв используют шкалу Н. А. Качинского (прил. 4).

1. Рассчитать объем  $P_w$  пор, занятых водой, понимаемый как часть общей пористости почвы, заполненной воздухом, равный разно-

сти между объемом общей пористости и объемом воды ( $W$  – полевая влажность почвы, %), которая содержится в почве в момент определения пористости:

$$P_w = d_v W.$$

*Определение полевой влажности почвы весовым методом*

1. Взвесить алюминиевый стаканчик с точностью до 0,01 г.
2. Поместить в него до половины объема взятый образец почвы, закрыть стаканчик крышкой и вновь взвесить.
3. Поставить стаканчик в сушильный шкаф, предварительно сняв крышку и надев ее на дно стаканчика.
4. Высушивание почвы проводят при температуре 105 °С в течение шести часов с момента установления необходимой температуры.
5. Перенести после сушки закрытый стаканчик в эксикатор, охладить его и взвесить.
6. Поместить стаканчик в сушильный шкаф и высушить почву еще в течение двух часов. Масса стаканчика после повторного высушивания не должна быть больше чем на 0,01 г по сравнению с первоначальным высушиванием.

7. Вычислить полевую влажность почвы:

$$W = ((M_2 - M_3)/(M_3 - M_1))100 \%,$$

где  $W$  – полевая влажность почвы, %;  $M_1$  – масса пустого стаканчика, г;  $M_2$  – масса стаканчика с влажной почвой, г;  $M_3$  – масса стаканчика с абсолютно сухой почвой, г.

**!** *Перевод полевой влажности на сухую почву необходимо делать при условии, что в последующем будут выполняться анализы в образцах влажной почвы.*

$$T = 100W/100,$$

где  $T$  – влажность при переводе на сухую почву.

Для расчета необходимо использовать данные таблиц прил. 3.

2. Пористость аэрации вычислить по данным общей пористости, влажности и плотности и выразить в процентах к общей пористости:

$$P_{\text{аэр}} = P_{\text{общ}} - a d_v \text{ или } P_{\text{аэр}} = P_{\text{общ}} - P_w,$$

где  $P_{\text{аэр}}$  – пористость аэрации, %;  $P_{\text{общ}}$  – общая пористость, %;  $a$  – содержание влаги, %;  $d_v$  – плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.

В качестве оптимальных значений для минеральных почв можно указать значения пористости аэрации на уровне 20 – 25 % от объема почвы, а в условиях орошения – 30 %.

### *Пример расчета*

Плотность почвы ( $d_v$ ) составляет 1,22 г/см<sup>3</sup>, плотность твердой фазы ( $d$ ) – 2,50 г/см<sup>3</sup>, влажность почвы ( $W$ ) – 20,9 %.

$$P_{\text{общ}} = (1 - (1,22/2,50)) 100 \% = 51,2 \%$$

$$P_w = 1,22 \cdot 20,9 = 25,5 \%$$

$$P_{\text{аэр}} = 51,2 - 25,5 = 25,7 \%$$

$$P_{\text{аэр}} = P_{\text{общ}} - P_w, P_{\text{аэр}} = 51,2 - 25,5 = 25,7 \%$$

**Вывод:** пористость аэрации можно считать выше оптимальной.

### *Контрольные вопросы*

1. Что такое порозность почвы? От чего она зависит?
2. Для чего необходимо знать порозность почвы?
3. Для чего необходимо знать полевую влажность?

### *Лабораторная работа № 7*

#### **Определение гигроскопичности почвы**

**Цель работы:** ознакомить студентов с формами почвенной влаги и научить их определять влажность почвы в лабораторных условиях.

#### *Материалы и оборудование*

Алюминиевые бюксы; аналитические весы; сушильный шкаф; эксикатор.

#### *Ход работы*

1. Стекланный бюкс с притертой крышкой просушить до постоянной массы в сушильном шкафу при  $t = 100 \dots 105 \text{ }^\circ\text{C}$ .
2. Стекланный бюкс с притертой крышкой охладить в эксикаторе.
3. Взвесить на аналитических весах 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями 1 мм.
4. Почву в стаканчике с открытой крышкой просушить в сушильном шкафу пять часов, после чего стаканчик закрыть крышкой, охладить в эксикаторе и взвесить.
5. Затем просушить снова в течение двух часов; если масса стаканчика с почвой после второй сушки не изменилась, то просушивание закончить.
6. Допустимое расхождение в массе не должно превышать 0,003 г.

7. Результаты всех взвешиваний и расчеты представить в таблице.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>

*Примечание.* *A* – номер образца; *B* – масса бюкса, г; *C* – масса бюкса с исходной навеской, г; *D* – навеска почвы, г; *E* – результаты взвешивания после сушки, г; *F* – масса абсолютно сухой почвы, г; *G* – потеря массы почвой, г; *H* – содержание гигроскопической влаги, %.

8. Гигроскопическую влажность  $W$  вычислить по формуле

$$W = (M_{\text{исп}} / M_{\text{сух}}) 100 \%,$$

где  $M_{\text{исп}}$  – масса испарившейся влаги, г;  $M_{\text{сух}}$  – масса сухой почвы, г.

9. Коэффициент пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на абсолютно сухую вычислить по формуле

$$K_{\Gamma} = 100W + 100.$$

### ***Контрольные вопросы***

1. От чего зависит гигроскопичность почвы?
2. Назовите факторы гигроскопичности почвы.

### **Защита модуля «Сложение почвы»**

1. Охарактеризуйте аггломероплазмовую структуру в почвах.
2. Охарактеризуйте аргилласепическое сложение почвы.
3. Охарактеризуйте асепическое сложение почвы.
4. Охарактеризуйте асепическое сложение плазмы. Для каких горизонтов почвы оно характерно?
5. Что такое внутрипочвенные трещины?
6. Охарактеризуйте восепическое сложение почвы.
7. Что такое глобулярная и кристаллярная элементарные структуры. Для каких горизонтов почвы они характерны?
8. Охарактеризуйте глобулярную элементарную структуру почв.
9. Дайте характеристику градации пластичности почвы.
10. Дайте характеристику градации почв по степени трещиноватости.

11. Дайте характеристику градации почв по твердости или плотности почвы, определяемым в поле.
12. Дайте характеристику градации крупнотрещиноватых почв в соответствии с глубиной трещин.
13. Дайте характеристику градации крупнотрещиноватых почв в соответствии с шириной трещин.
14. Дайте характеристику градации липкости в почвах.
15. Дайте характеристику градации пор по геометрической форме (классификация Е. И. Парфеновой и Е. А. Яриловой).
16. Дайте характеристику градации почв в зависимости от диаметра пор почвы.
17. Дайте характеристику градации почв по количеству пор на 1 см<sup>2</sup>.
18. Дайте характеристику градации почв по размеру преобладающих пор (диаметр измеряется в миллиметрах).
19. Дайте характеристику градации твердости почвы.
20. Дайте характеристику градации трещин по геометрической форме (классификация Е. И. Парфеновой и Е. А. Яриловой).
21. Охарактеризуйте гроздьевидное распределение зерен скелета в S-матрице.
22. Что такое дырки с точки зрения почвенных пор?
23. Что такое дырчатая пористость S-матрицы по Брюэру?
24. Что такое дырчато-пористая пористость S-матрицы по Брюэру?
25. Охарактеризуйте зернистую структуру в почвах.
26. Охарактеризуйте изотическое сложение плазмы.
27. Охарактеризуйте инсепическое сложение плазмы.
28. Охарактеризуйте интертекстурную структуру в почвах.
29. Что такое камерная пористость S-матрицы по Брюэру?
30. Охарактеризуйте камерные поры.
31. Что такое камеры и каналы как поры почвы? Дайте им характеристику.
32. Что такое канальная пористость S-матрицы по Брюэру?
33. Какие существуют категории плотности почвы?
34. В чем заключается качественный подход к оценке порозности почвы?

35. В чем заключается количественный подход к оценке порозности почвы?
36. Охарактеризуйте кольцевое сложение плазмы.
37. Что такое консистенция почвы?
38. Охарактеризуйте концентрическое распределение зерен скелета в S-матрице.
39. Охарактеризуйте кристическое сложение плазмы и его свойства.
40. Что такое кутанная элементарная структура почв?
41. Охарактеризуйте латтисепическое сложение плазмы.
42. Что такое липкость почвы?
43. Охарактеризуйте масепическое сложение плазмы.
44. Что такое микрзональность сложения почв?
45. Охарактеризуйте микросложение почв типа «erde» (земля).
46. Охарактеризуйте микросложение почв типа «lehm» (суглинок).
47. Что такое микроструктура растрескивания?
48. Перечислите морфологические типы пор.
49. Охарактеризуйте мосепическое сложение плазмы.
50. Что такое натечное сложение плазмы?
51. Охарактеризуйте состояние «неагрегированная масса без пор и трещин».
52. Что такое нерегулярные поры?
53. Дайте общую характеристику почвенным порам.
54. Охарактеризуйте омнисепическое сложение плазмы.
55. От чего зависит почвенная порозность?
56. Охарактеризуйте параллельное сложение плазмы.
57. Что такое педотубульная элементарная структура почв?
58. Охарактеризуйте перекрестно-волокнистое сложение плазмы.
59. Охарактеризуйте песчаное (гранулярное) микросложение почв.
60. Охарактеризуйте песчано-плазменное (порфиридовидное) микросложение почв.
61. Охарактеризуйте песчано-пылеватое микросложение почв.
62. Охарактеризуйте плазменное микросложение почв.

63. Охарактеризуйте плазменно-песчаное (агломератное) микросложение почв.
64. Охарактеризуйте плазменно-пылеватое микросложение почв.
65. Что такое пластичность почвы?
66. Что такое плотность почвы?
67. Охарактеризуйте плотность сложения почвы в зависимости от влажности (полевой влагоемкости) и воздушно-сухого состояния почвы.
68. Опишите полосчатое распределение зерен скелета в S-матрице.
69. Охарактеризуйте пористый тип пористости S-матрицы по Брюэру.
70. Что такое поровая микроструктура?
71. Охарактеризуйте порозность в зависимости от степени агрегированности и определенной структуры.
72. Что такое порозность почвы?
73. Что такое порфироскелетная структура в почвах?
74. Охарактеризуйте прихотливую пористость S-матрицы по Брюэру.
75. Что такое прихотливые трещины?
76. Что такое простые упаковочные поры?
77. Что такое пузырьчатая пористость S-матрицы по Брюэру?
78. Что такое пузырьки?
79. Что такое пузырьковые поры?
80. Охарактеризуйте пылевато-плазменное микросложение почв.
81. В чем заключается природа сложения пористости почвы?
82. Что такое связанные трещины?
83. Что такое сепическое сложение плазмы?
84. Охарактеризуйте силасепическое сложение плазмы?
85. Что представляет собой сильнопористый тип пористости S-матрицы по Брюэру?
86. Что такое скелетные зерна почвенного материала?
87. Охарактеризуйте скелсепическое сложение плазмы.
88. Опишите случайное распределение зерен скелета в S-матрице.

89. Что такое соединительная пористость S-матрицы по Брюэру?
90. Охарактеризуйте спутанно-волокнутое, или спутанно-полосчатое, сложение плазмы.
91. Что такое субкутанная элементарная структура? Для чего она характерна?
92. Что такое твердость почвы?
93. Как меняется твердость почвы в зависимости от раздавливания почвенного материала в руке?
94. Опишите типы S-матрицы, или основной структуры, в почвах.
95. Опишите типы микросложения почв с учетом взаимного расположения скелета и плазмы в почвенном материале, а также размера скелетных зерен и состояния плазмы.
96. Опишите типы распределений зерен скелета в S-матрице.
97. Опишите типы сложения плазмы по классификации Т. Д. Морозовой.
98. Опишите типы сложения плазмы по Брюэру.
99. Опишите типы сложения почвы.
100. Опишите типы элементарной структуры почв.
101. Что такое трещины?
102. Что такое трубчатые поры?
103. Охарактеризуйте ундулическое сложение.
104. Что такое фекальная элементарная структура почв? Для чего она характерна?
105. Каковы формы пор по их генетической природе?
106. Охарактеризуйте формы микроструктур.
107. Что такое фрактурная пористость S-матрицы по Брюэру?
108. Дайте характеристику пористости S-матрицы по Брюэру.
109. Охарактеризуйте чешуйчатое сложение плазмы.
110. Что понимается под сложением почвы?
111. Что такое S-матрица?
112. Что такое микросложение почв?
113. Что такое плазма почвенного материала?
114. Что такое состав почвы?

## Модуль 4. СТРУКТУРА ПОЧВЫ

### Лабораторная работа № 8

#### Определение структуры почвы

**Цель работы:** научить студентов визуально определять принадлежность почвенного агрегата к определенному виду структурных элементов по морфологическим особенностям с применением миллиметровой бумаги и лупы.

#### Материалы и оборудование

Миллиметровая бумага; лупа.

#### Ход работы

1. Из каждого генетического горизонта почвы взять почвенный материал в объеме, уместяющемся на двух ладонях. При этом брать не первые попавшиеся или самые крупные структурные отдельности, а тот почвенный материал, который типичен (представителен) для данного горизонта.

2. Отобранный материал отсортировать по морфологическому признаку (рис. 11), причем сразу на уровне видов структурных элементов.



Рис. 11. Типы структуры почвы и их визуальное отображение

3. После сортировки почвенных отдельностей определить преобладающие по количеству (массе) основной (преобладающей) и допол-

нительные виды структурных элементов, так как почвенная структура чаще всего бывает смешанной.

4. По соотношению видов дать предварительное название структуре горизонта (подгоризонта), в котором основной (преобладающий) вид ставится на последнее место: призматически-ореховатая структура (ореховатый вид – основной), комковато-ореховато-призматическая структура (призматический вид – основной).

5. Далее проанализировать отсортированные по видам структурные отдельности по их средним размерам (рис. 12, 13). Предварительное название структуры уточнить с учетом размеров отдельностей (табл. 3, 4). Для детализации размеров отдельностей ввести в название дробные градации. Размерные диапазоны вида структурных элементов разбить на следующие поддиапазоны: мелкий, средний, крупный. Например:

– структура мелкоглыбистая (50 – 70 мм), среднеглыбистая (70 – 100 мм), крупноглыбистая (более 100 мм);

– структура мелкокомковатая (5 – 10 мм), среднекомковатая (10 – 30 мм), крупнокомковатая (30 – 50 мм);

– структура мелкоореховатая (5 – 7 мм), среднеореховатая (7 – 10 мм), крупноореховатая (10 – 30 мм и более);

– структура пороховидно-зернистая (0,5 – 1 мм), мелкозернистая (1 – 2 мм), среднезернистая (2 – 3 мм), крупнозернистая (3 – 5 мм);

– структура тонкопризматическая (менее 10 мм), мелкопризматическая (или короткопризматическая) (10 – 30 мм), среднепризматическая (30 – 50 мм), крупнопризматическая (50 – 100 мм и более);

– структура мелкостолбчатая (или короткостолбчатая) (менее 30 мм), среднестолбчатая (30 – 50 мм), крупнестолбчатая (50 – 100 мм и более).

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

6. Дать полное название структуре горизонта (подгоризонта) с учетом морфологии и размеров ее отдельностей.

*Пример полного названия:* структура крупноореховато-среднепризматическая, среднекрупнокомковатая и т. д.

7. 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 фиксировать в бланке описания как дополнительный элемент (указывать в скобках) в строке «Структура». Например: структура среднепризматическая (гладкая) или крупноореховато (шероховатая)-среднепризматическая (гладкая).

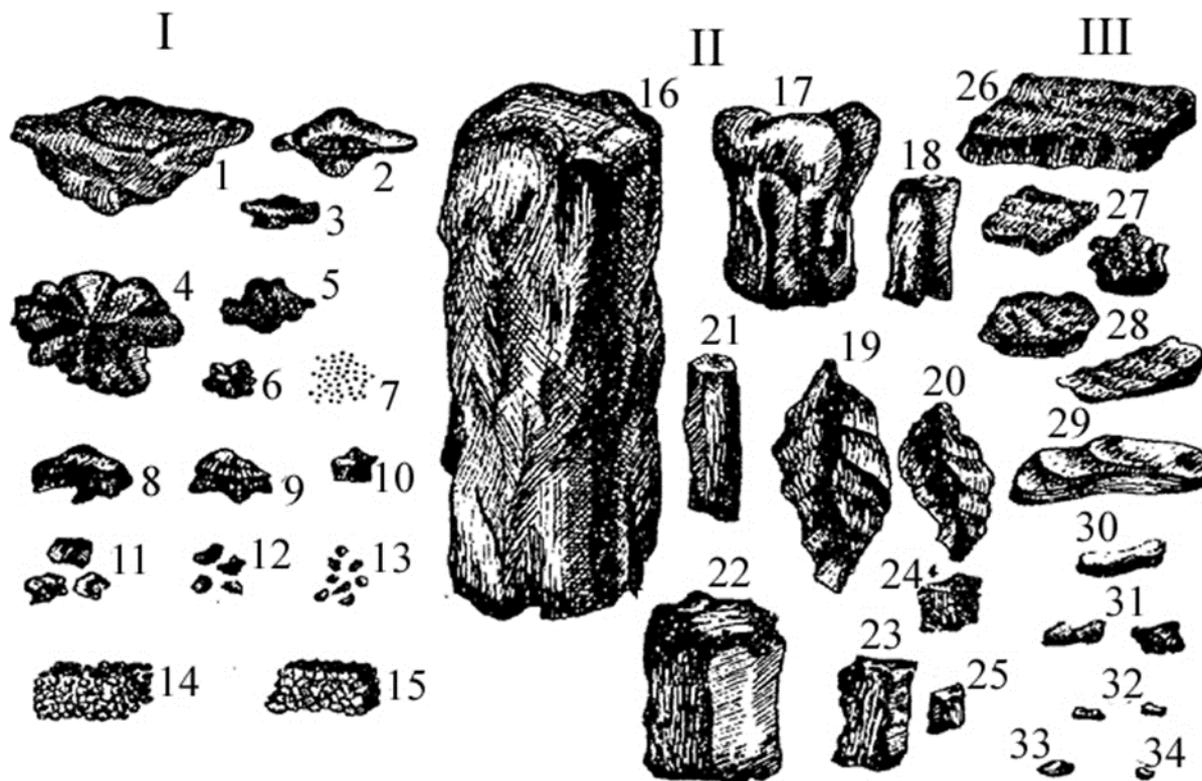


Рис. 12. Главные виды почвенной структуры (педов, структурных агрегатов) по С. А. Захарову (с дополнениями, Б. Г. Розанов, 2004):

**I тип:** 1 – крупноглыбистая; 2 – глыбистая; 3 – мелкоглыбистая; 4 – крупнокомковатая; 5 – комковатая; 6 – мелкокомковатая; 7 – пылеватая; 8 – крупноореховатая; 9 – ореховатая; 10 – мелкоореховатая; 11 – крупнозернистая (гороховатая); 12 – зернистая (крупитчатая); 13 – мелкозернистая (порошистая); 14 – конкреционная; 15 – икряная;

**II тип:** 16 – тумбовидная; 17 – крупностолбчатая; 18 – мелко-столбчатая; 19 – крупнопризматическая; 20 – мелкопризматическая; 21 – карандашная; 22 – крупнопризматическая; 23 – призматическая; 24 – мелкопризматическая; 25 – тонкопризматическая;

**III тип:** 26 – крупноплитчатая; 27 – плитчатая; 28 – пластинчатая; 29 – листоватая; 30 – скорлуповатая; 31 – грубо-чешуйчатая; 32 – мелкочешуйчатая; 33 – мелколинзовидная; 34 – чечевичная

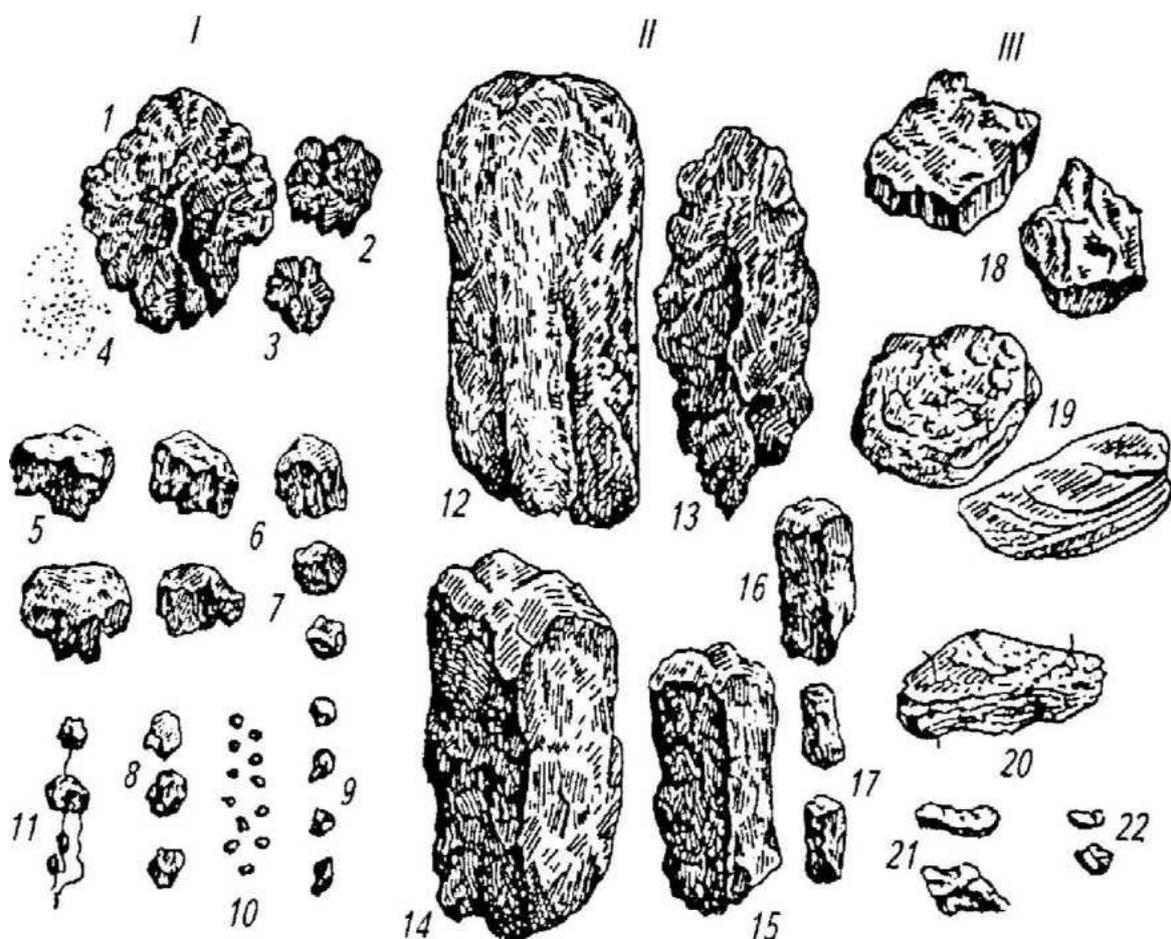


Рис. 13. Виды почвенных структур по С. А. Захарову:  
**I – кубовидная:** 1 – крупнокомковатая; 2 – среднекомковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая; 10 – порошистая; 11 – бусы из зёрен почвы;  
**II – призмовидная:** 12 – столбчатая; 13 – столбовидная; 14 – крупнопризматическая; 15 – призматическая; 16 – мелкопризматическая; 17 – тонкопризматическая;  
**III – плитовидная:** 18 – сланцевая; 19 – пластинчатая; 20 – листоватая; 21 – грубочешуйчатая; 22 – мелкочешуйчатая

Таблица 3

Классификация структурных элементов (педов) почвы

Тип	Вид	Морфологические особенности	Размер элементов, мм
Кубовидный	Глыбистый	Грани и ребра выражены плохо	более 50*
	Комковатый	Грани и ребра выражены плохо	5 – 50*
	Ореховатый	Грани и ребра выражены хорошо	5 – 30*
	Зернистый	Грани и ребра выражены хорошо	1 – 5*
	Пороховидный	Грани и ребра выражены хорошо	0,5 – 1*

Окончание табл. 3

Тип	Вид	Морфологические особенности	Размер элементов, мм
<b>Призмovidный</b>	Столбчатый	Гладкие боковые грани и ребра, округлая верхняя поверхность	10 – 50* и более
	Призматический	Сглаженные, часто глянцевитые границы и острые ребра, вершина не округлая	до 50** и более
<b>Плитовидный</b>	Сланцеватый	Отдельности представлены тонкими плиточками различной плотности и окраски	5** и более
	Плитчатый		3 – 5**
	Пластинчатый	Тонкие, не выдержанные по простиранию пластиночки, иногда утончающиеся к краям	1 – 3**
	Листоватый	Тонкие, не выдержанные по простиранию пластиночки, утончающиеся к краям	менее 1**
	Чешуйчатый	Небольшие, отчасти изогнутые горизонтальные скорлуповато-чешуйчатые плоскости спайности	0,5 – 3** и более

\* – поперечный размер отдельностей; \*\* – толщина (по вертикали) отдельностей.

Таблица 4

Классификация структурных отдельностей по родам и видам по С. А. Захарову

Род	Вид	Размер, мм
<b>Кубовидная структура</b>		
Глыбистая – неправильная форма и неровная поверхность	Крупноглыбистая	> 100
	Мелкоглыбистая	100 – 10
Комковатая – неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены	Крупнокомковатая	10 – 3
	Комковатая	3 – 1
	Мелкокомковатая	1,0 – 0,25
	Пылеватая	< 0,25
Ореховатая – более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые	Крупноореховатая	> 10
	Ореховатая	10 – 7
	Мелкоореховатая	7 – 5

*Окончание табл. 4*

Род	Вид	Размер, мм
<b><i>Кубовидная структура</i></b>		
Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая, с выраженными гранями, то шероховатыми матовыми, то гладкими и блестящими	Крупнозернистая	5 – 3
	Зернистая	3 – 1
	Мелкозернистая	1,0 – 0,25
<b><i>Призмовидная структура</i></b>		
Столбовидная – отдельные слабо оформлены, с неровными гранями и округленными ребрами	Крупностолбовидная	> 50
	Столбовидная	50 – 30
	Мелкостолбовидная	< 30
Столбчатая – правильной формы, с хорошо выраженными гладкими боковыми и вертикальными гранями, с округлым верхним («головкой») и плоским нижним основаниями	Крупностолбчатая	50 – 30
	Мелкостолбчатая	< 30
Призматическая – грани хорошо выражены, с ровной глянцевой поверхностью, с острыми ребрами	Крупнопризматическая	50 – 30
	Призматическая	30 – 10
	Мелкопризматическая	10 – 5
	Тонкопризматическая	< 5
	Карандашная	< 10
<b><i>Плитовидная структура</i></b>		
Плитчатая (слоеватая) – с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности	Сланцеватая	> 5
	Плитчатая	5 – 3
	Пластинчатая	3 – 1
	Листоватая	< 1
Чешуйчатая – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто с острыми гранями	Скорлуповатая	> 3
	Грубочешуйчатая	3 – 1
	Мелкочешуйчатая	< 1

***Контрольные вопросы***

1. Что такое структура почвы и структурность почвы?
2. Чем различаются структурная и бесструктурная почвы?
3. Какая структура называется агрономически ценной?

***Лабораторная работа № 9***

**Агрегатный анализ почв по методу Н. И. Саввинова**

***Цель работы:*** научить студентов определять структурный состав почвенного образца с применением процедуры просеивания через

специальный набор сит с различными по диаметру отверстиями и давать оценку структурному состоянию образца.

### **Материалы и оборудование**

Колонка сит; теххимические весы; калькулятор.

### **Ход работы**

Для определения общего количества агрегатов в почве применяют метод «сухого» агрегатного анализа.

1. Навеску нерастертой воздушно-сухой почвы 0,5 – 1 кг просеять через колонку сит с диаметром отверстий 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. На нижнем сите должен быть поддон (фракция менее 0,25 мм).

2. С каждого сита получить агрегаты и взвесить на теххимических весах: более 10; 10 – 7; 7 – 5; 5 – 3; 3 – 2; 2 – 1; 1 – 0,5; 0,5 – 0,25; менее 0,25 мм.

3. Содержание агрегатов после просеивания (г) каждой фракции рассчитать в процентах от взятой для анализа навески (принять ее за 100 %) согласно формуле

$$C = (M_a / M_n) 100 \%,$$

где С – содержание данной фракции почвенных агрегатов, %;  $M_a$  – масса агрегатов данного диаметра, г;  $M_n$  – масса пробы, взятой для анализа, г.

4. Результаты записать в следующую таблицу (заполнить две графы в процентах и граммах).

Вариант (горизонт)	Содержание агрегатов, %, при размере агрегатов, мм								
	> 10	10 – 7	7 – 5	5 – 3	3 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	< 0,25
	$B_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$	$A_7$	$A_8$	$B_2$

5. На основании полученных результатов провести расчет коэффициента структурности ( $K_{стр}$ ) согласно формуле

$$K_{стр} = A/B = (\sum 0,25 + 7(10)) / (\sum >10 + <0,25) = (\sum A_2 + \dots + A_8) / (\sum B_1 + B_2),$$

где А – количество (сумма) агрегатов размером от 0,25 до 7 (10) мм; В – количество (сумма) агрегатов размером менее 0,25 и более 10 мм.



*Чем больше  $K_{стр}$ , тем лучше оструктурена почва.*

$K_{стр} > 1,5$  – отличное агрегатное состояние;  $K_{стр} = 0,67 \dots 1,5$  – хорошее агрегатное состояние;  $K_{стр} < 0,67$  – удовлетворительное агрегатное состояние.

6. Провести расчет структурного состояния почвы:

$$\text{ССП} = (\sum A/P)100 \%,$$

где  $A_1 \dots A_n$  – масса агрегатов размером от 0,25 до 7 (10) мм, г;  $P$  – общая масса почвы, взятая для анализа, г.

Содержание агрегатов размером 0,25 – 10 мм в процентах от массы воздушно-сухой почвы (ССП, %): более 80 – отличное структурное состояние; 80 – 60 – хорошее структурное состояние; 60 – 40 – удовлетворительное структурное состояние; 40 – 20 – неудовлетворительное структурное состояние; менее 20 – плохое структурное состояние.

### ***Контрольные вопросы***

1. Зачем необходимо знать структурное состояние почвы?
2. Какие условия необходимо выполнять при проведении анализа структуры почвы?

### ***Лабораторная работа № 10***

#### **Определение водопрочности структуры почвы по методу П. И. Андрианова**

***Цель работы:*** ознакомить студентов с методикой определения водопрочности структуры почвы и научить оценивать структурное состояние образца с точки зрения устойчивости против воздействия антропогенных факторов.

#### ***Материалы и оборудование***

Часы; фарфоровые или алюминиевые чашки; чашки Петри; фильтровальная бумага.

#### ***Ход работы***

1. Через набор сит с диаметром отверстий 3; 2; 1; 0,5 и 0,25 мм провести просеивание воздушно-сухой почвы.
2. После просеивания проанализировать каждую из фракций и отобрать из них среднюю пробу.
3. На дно сухой чашки Петри поместить листок фильтровальной бумаги.
4. На листе фильтровальной бумаги правильными кругами разложить 50 или 100 комков почвы.

5. Прилить воду до момента полного увлажнения листа фильтровальной бумаги.

6. Через 3 мин долить воду комнатной температуры так, чтобы она покрыла агрегаты слоем 0,5 см.

7. В течение 10 мин каждую минуту подсчитывать полностью распавшиеся агрегаты (10 подсчетов).

Так как распад агрегатов в воде происходит за разное время, то для характеристики степени водопрочности структуры в расчеты ввести поправочный коэффициент Качинского:

Минута	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент (%)	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95

Водопрочность комков, не расплывшихся в течение 10 мин, принять за 100 %.

8. Определить устойчивость агрегатов к разрушающему действию воды по формуле

$$U = (P_1K_1 + P_2K_2 + \dots + P_{10}K_{10})/A,$$

где  $P_1 \dots P_{10}$  – количество агрегатов, распавшихся в соответствующую минуту;  $K_1 \dots K_{10}$  – поправочные коэффициенты для соответствующих минут;  $A$  – общее количество агрегатов, взятых для анализа.

9. Результаты «мокрого» просеивания почвы занести в таблицу.

Размер фракций, мм	Количество агрегатов, шт.	Распалось агрегатов, шт./мин										Содержание водопрочных агрегатов	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	шт.	%
10 – 7													
7 – 5													
5 – 3													
3 – 2													
2 – 1													
1 – 0,5													
0,5 – 0,25													
	<i>Всего</i>												

10. Оценить структурное состояние почвы (в/с – воздушно-сухие агрегаты; в/п – водопрочные агрегаты, %): более 80 в/с и более 70 в/п – отличное структурное состояние; 80 – 60 в/с и 70 – 55 в/п – хорошее структурное состояние; 60 – 40 в/с и 55 – 40 в/п – удовлетворительное структурное состояние; 40 – 20 в/с и 30 – 20 в/п – неудовлетворительное структурное состояние; менее 20 в/с и менее 20 в/п – плохое структурное состояние.

### *Задание*

Оцените водопрочность (%) разных фракций структурных агрегатов по методу П. И. Андрианова для разных культур в слое 0 – 40 см и дайте развернутый вывод о влиянии культуры на водопрочность структуры почвы (табл. 5).

*Таблица 5*

Величины водопрочности агрегатов в посевах различных сельскохозяйственных культур

Размер фракции, мм	>10	10 – 7	7 – 5	5 – 3	3 – 2	1	1 – 0,5
Культура							
Донник желтый	61,3	63,8	66,4	69,7	75,9	84,1	92
Донник желтый	97,7	95,3	90,3	88,7	87,3	98,8	88,7
Ковыль	96,9	99,1	98,14	98,95	99,4	99,9	100
Ковыль	95,06	91,94	97,36	94,02	96,08	94,78	93,88
Козлятник вост.	64,1	63,1	69,5	75,2	80,4	84,9	95,1
Козлятник вост.	89,6	89,3	91,04	85,58	88,02	92,2	90,4
Кострец безостый	87,1	86,2	98,4	99,6	99,2	99,4	100
Кострец безостый	98,32	96,44	96,36	95,12	98,26	98,5	97,22
Люцерна	67,1	74,9	81,5	87,3	98,8	97,6	100
Люцерна	91,08	92,74	90,5	88,94	89,94	91,32	94,52
Овсяница	99,1	95,4	99,7	98,1	100	100	99,7
Овсяница	99,8	98,275	98,34	97,975	97,12	97,08	98,66
Озимая рожь	13,1	17,1	22,9	36,23	34,9	49,95	54,9
Озимая рожь	98,8	99,7	100	84,8	88,2	87,5	86,1
Пырей ползучий	79,7	83,5	89,1	88,9	94,5	95,3	100
Пырей ползучий	97,34	94,82	95,16	97,18	93,8	93,44	94,82
Эспарцет	80,3	92,4	99,1	96,8	98,1	99,42	100
Эспарцет	95,62	94,44	92,2	89,3	92,66	92,18	89,26
Яровая пшеница	5,6	10,4	23,8	37,4	45,9	49,1	53,9
Яровая пшеница	84,02	83,16	81,06	78,48	82,52	81,42	80,96

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем сущность водопрочности агрегатов?
2. Зачем необходимо знать показатели водопрочности агрегатов?

### **Защита модуля «Структура почвы»**

1. Перечислите главные клеящие вещества почвы.
2. Охарактеризуйте глыбистую структуру, виды и размеры фракций.
3. Дайте характеристику градации качества структуры почвы.
4. Дайте характеристику градации структуры почвы по степени ее выраженности.
5. Дайте характеристику неясной и слабовыраженной структурам.
6. Дайте характеристику четко выраженной структуре.
7. Опишите динамические явления почвообразования.
8. Охарактеризуйте зернистую структуру, виды и размеры фракций.
9. Как изменяется с глубиной структурный состав почвы?
10. Какая структура присуща гумусово-аккумулятивным горизонтам?
11. Какая структура присуща иллювиальным горизонтам?
12. Какая структура присуща элювиальным горизонтам?
13. Какая структура называется агрономически ценной по размеру фракций и названию (род, вид)?
14. Какая структура присуща песчаным и супесчаным почвам?
15. Какая структура присуща суглинистым и глинистым почвам?
16. Какие силы действуют в процессах формирования адгезии (прилипания)?
17. Какими важными свойствами должна обладать структура почвы?
18. Охарактеризуйте комковатую структуру, виды и размеры фракций.
19. Назовите критерии выделения типов почвы по С. А. Захарову.
20. Охарактеризуйте кубовидную структуру, виды и размеры фракций.
21. Что такое неоднородная структура почвы?
22. Что такое однородная структура почвы?
23. Перечислите основные типы структур по С. А. Захарову.
24. Охарактеризуйте плитовидную структуру, виды и размеры фракций.
25. Охарактеризуйте плитчатую структуру, виды и размеры фракций.

26. Охарактеризуйте призматическую структуру, виды и размеры фракций.
27. Охарактеризуйте призмовидную структуру, виды и размеры фракций.
28. Опишите процесс образования структуры почвы.
29. Опишите процесс разрушения структуры почвы (деструктуризацию).
30. На чем основано разделение структуры почвы в зависимости от размера агрегатов?
31. Какова роль биологических факторов в образовании почвы?
32. Какова роль температурных факторов в образовании структуры почвы?
33. Назовите стадии образования почвенной структуры. Дайте им характеристику.
34. Охарактеризуйте столбовидную структуру, виды и размеры фракций.
35. Охарактеризуйте столбчатую структуру, виды и размеры фракций.
36. Опишите строение структурного агрегата.
37. Опишите структурные агрегаты первого порядка.
38. Опишите структурные агрегаты второго порядка.
39. Опишите структурные агрегаты третьего порядка.
40. Опишите структурные агрегаты четвертого порядка.
41. Какие бывают типы агрегатов с агрономической точки зрения?
42. Охарактеризуйте чешуйчатую структуру, виды и размеры фракций.
43. Что относится к бесструктурной массивной структуре почвы?
44. Что относится к бесструктурной раздельно-частичной структуре почвы?
45. Что такое агрегат (структурная отдельность)?
46. Что такое истинные агрегаты и каковы их свойства?
47. Что такое качество структуры?
48. Что такое комочки почвы? Какая фракция к ним относится?
49. Что такое ложные агрегаты и каковы их свойства?
50. Что такое почвенная структура?
51. Что такое структурность почвы?
52. Что такое структурный агрегат?
53. Что характерно для слитых горизонтов?
54. Что характерно для тиксотропных горизонтов?

## Модуль 5. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

### *Лабораторная работа № 11*

#### **Определение гранулометрического состава почвы методом пипетки**

**Цель работы:** научить студентов определять гранулометрический состав почвы методом пипетки, основанным на взятии пробы почвенной суспензии с определенной глубины через известные промежутки времени.

#### ***Материалы и оборудование***

Фарфоровая чашка; 4%-й раствор пирофосфата натрия; дистиллированная вода; цилиндр вместимостью 1000 мл; пипетка вместимостью 20 мл; песчаная или водяная баня; тигли.

#### ***Ход работы***

1. Навеску воздушно-сухой почвы 10 г поместить в фарфоровую чашку диаметром 10 – 12 см.

2. Прилить 4%-й раствор пирофосфата натрия из расчета на каждые 10 г почвы: для засоленных и загипсованных почв – 20 мл; для карбонатных, глинистых и тяжелосуглинистых почв – 10 мл; для незасоленных, некарбонатных почв легкого гранулометрического состава – 5 мл.

3. Навеску почвы смочить по каплям 4%-м раствором пирофосфата натрия до тестообразного состояния и осторожно, без нажима растереть в течение 10 мин пестиком с резиновым наконечником.

4. Добавить остаток раствора пирофосфата натрия и оставить на 30 мин.

5. Прилить дистиллированную воду и размешать тем же пестиком до состояния суспензии.

6. Суспензию слить через сито с отверстиями 0,25 мм в цилиндр вместимостью 1000 мл для анализа.

7. Объем суспензии в цилиндре довести дистиллированной водой до 1000 мл и анализировать методом пипетки.

Пробу взять специальной пипеткой (вместимостью 20 мл), смонтированной на штативе, нижнее отверстие пипетки запаяно, вместо него есть четыре боковых, что устраняет засасывание суспензии снизу. Вне боковых отверстий на пипетке нанесена метка на уровне, до которого нужно ее погружать. На верхнем конце пипетки имеются два отверстия, перекрывающиеся кранами.

К одному отверстию пипетки присоединены колбы, по которым суспензия всасывается из цилиндра в пипетку и сливается из пипетки в тигель. Ко второму отверстию пипетки присоединена колба с дистиллированной водой, которой промывается пипетка после сливания пробы. Пробу брать следующим образом: содержимое цилиндра взболтать мешалкой быстрыми движениями вверх в течение 1 мин.

8. За 30 с до истечения срока отстаивания цилиндр поставить на штатив под пипетку, пипетку осторожно опустить на заданную глубину.

9. Колбу аспиратора поставить вниз. За 10 с до истечения срока отстаивания открыть кран, соединяющий пипетку с аспиратором, и набирать в пипетку суспензию до метки. Кран нужно открывать постепенно и набирать пробу в пипетку в течение 20 – 30 с.

10. Пипетку осторожно вынуть из цилиндра.

11. Колбу аспиратора поставить наверх, а колбу для сливания – вниз.

12. Под пипетку подставить заранее взвешенный фарфоровый тигель, открыть кран, соединяющий пипетку с аспиратором, и слить суспензию, после чего кран закрыть.

13. Пипетку промыть дистиллированной водой. Для этого открыть кран, соединяющий пипетку с колбой с дистиллированной водой, промывные воды слить в тот же тигель.

14. Пробу выпарить на песчаной бане до полного высыхания, затем сушить в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105 °С.

15. Тигель с пробой остудить в эксикаторе и взвесить на аналитических весах.

16. Результаты взвешивания записать в таблицу.

Проба, г	Масса пустого тигля, г	Масса тигля с пробой, г	Масса пробы, г

Далее приступают к расчету процентного содержания физической глины и физического песка.

Количество физической глины в процентах вычисляют по формуле  $ФГ = (A \cdot V \cdot K_r \cdot 100) / (C \cdot b)$ ,

где  $A$  – масса пробы, г,  $A = M_{сп} - M_{пуст}$ , где  $M_{сп}$  – масса тигля с пробой, г;  $M_{пуст}$  – масса пустого тигля, г;  $V$  – объем суспензии в цилиндре, 1000 мл;  $K_r$  – коэффициент пересчета на сухую почву; 100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;  $C$  – масса почвы, г;  $b$  – объем взятой пробы, мл.

Количество физического песка в процентах вычисляют по формуле

$$\text{ФП} = 100 - \text{ФГ}.$$

### ***Контрольные вопросы***

1. Какая фракция относится к физической пыли?
2. Какая фракция относится к физическому песку?
3. Для чего необходим 4%-й раствор пиррофосфата натрия?

## ***Лабораторная работа № 12***

### **Определение гранулометрического состава почвы по методу М. М. Филатова**

***Цель работы:*** ознакомить студентов с методикой определения гранулометрического состава почвы, классификациями элементов почвы и классификацией почв по гранулометрическому составу.

### ***Материалы и оборудование***

Ступка; сито с отверстиями 1 мм; весы; мерный цилиндр (50 мл); раствор хлористого кальция.

### ***Ход работы***

1. Образец почвы растереть в ступке (или на специальной мельнице) и просеять через сито с отверстиями 1 мм.
2. Оставшиеся на сите частицы скелетной части почвы взвесить на весах.
3. Таким образом устанавливается количество крупных обломков.

### ***Определение глины***

1. В мерный цилиндр вместимостью 50 мл насыпать просеянную через сито почвенную массу, уплотняя ее легким постукиванием, пока объем ее не будет равен 5 мл.
2. После этого в цилиндр прилить 30 мл воды и 5 мл 1 н раствора хлористого кальция для коагуляции коллоидных частиц и тщательно размешать массу.
3. Затем долить воду до метки 50 мл и оставить на 30 мин для отстаивания. После отстаивания определить увеличение объема почвы

при помощи линейки, которую необходимо приложить к верхней метке мерного цилиндра. Результаты записать в таблицу.

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>

*Примечание.* *A* – объем почвы, взятой для определения гранулометрического состава, мл; *B* – объем почвы в цилиндре через 30 мин, мл; *C* – прирост объема почвы, мл; *D* – содержание глины в почве, %.

4. Пользуясь таблицей по приросту объема почвы (табл. 6), определить процентное содержание глины в почве.

*Таблица 6*

Содержание глины в почве по приросту объема почвы

Прирост (увеличение) объема почвы в пересчете на 1 см <sup>3</sup>	Содержание глины, %	Прирост (увеличение) объема почвы в пересчете на 1 см <sup>3</sup>	Содержание глины, %
4,00	90,70	1,75	39,68
3,75	85,03	1,50	34,00
3,50	79,36	1,25	28,34
3,25	73,67	1,00	22,67
3,00	68,01	0,75	17,00
2,75	62,35	0,50	11,33
2,50	56,68	0,25	5,66
2,25	51,01	0,12	2,72
2,00	45,35	0,06	1,35

*Определение песка*

1. В мерный цилиндр вместимостью 100 мл насыпать ту же почву, в которой определяли содержание глины, пока объем ее после уплотнения не будет равен 10 или 20 мл.

2. Прилить воду до отметки 100 мл, размешать почву стеклянной палочкой и дать отстояться в течение 90 с. За это время более крупные частицы песка оседают на дно цилиндра, а более мелкие и легкие частицы пыли и ила (глины) находятся во взвешенном состоянии в воде.

3. Мутную воду слить и к оставшемуся осадку снова прилить воду до отметки 100 мл, хорошо размешать и оставить отстаиваться 90 с, после чего мутную воду слить.

4. Все эти операции (доливание воды, размешивание и отстаивание в течение 90 с) повторять до тех пор, пока вода после очередного отстаивания не станет совершенно прозрачной.

5. Затем измерить объем оставшегося песка, считая каждый миллилитр равным 10 % объема песка. Полученные результаты записать в таблицу.

Объем почвы, взятой для определения песка, мл	Объем почвы после промывания и отстаивания, мл	Содержание песка в почве, % (1 мл = 10 %)

6. Содержание пыли в почве определить вычитанием из 100 суммы процентного содержания глины и песка (а также скелета).

7. По соотношению глины и песка определить гранулометрический состав и разновидность почвы, пользуясь табл. 7.

*Таблица 7*

Механический состав почвы по соотношению песка и глины

Содержание в почве, части		Разновидность почвы
глины	песка	
1	1 – 2	Глинистая
1	3	Тяжелосуглинистая
1	4	Среднесуглинистая
1	5 – 6	Легкосуглинистая
1	7 – 10	Супесчаная
1	>10	Песчаная

8. Окончательные результаты анализа записать в таблицу.

Образец почвы	Содержание, %			Разновидность почвы
	глины	песка	пыли	

*Определение ила*

1. Все фракции почвы принять за 100 %.

2. Илистую фракцию определить согласно формуле

$$X = 100 - (A + B),$$

где  $X$  – содержание илистой фракции, %;  $A$  – содержание физического песка, %;  $B$  – содержание физической глины, %.

## ***Контрольные вопросы***

1. Что такое песчаная фракция?
2. Что такое илистая фракция?
3. Какая фракция относится к пыли?

## ***Лабораторная работа № 13***

### **Определение гранулометрического состава почв**

**Цель работы:** получить представление о гранулометрическом составе почв, его классификации и методах лабораторного исследования; определить гранулометрический состав почвы, установить относительное содержание в почве частиц.

### ***Материалы и оборудование***

Четыре бюкса вместимостью более 25 мл; аналитические весы; большая и малая фарфоровые чашки; воронка диаметром 20 – 25 см; мешалка; пестик с резиновым наконечником; пипетка вместимостью 25 мл с метками 7, 10 и 25 см от «носика»; промывалка; сито с диаметром отверстий 0,25 мм; технические весы; цилиндр вместимостью 1 л.

### ***Ход работы***

1. Отобрать навеску почвы 20 г, взвесить на технических весах и поместить ее в фарфоровую чашку.
2. Взвесить на технических весах малую фарфоровую чашку, массу пустой чашки занести в таблицу.

Горизонт, глубина, см	Масса пустой чашки, г	Масса чашки с фракцией, г	Масса фракции, г	Содержание фракции, %

3. Взвесить на аналитических весах четыре бюкса.
4. К почве в фарфоровой чашке добавить малое количество воды, достаточное для доведения почвы до состояния крутой пасты.
5. В таком состоянии почву растереть пестиком с резиновым наконечником в течение 10 – 15 мин.

6. С помощью промывалки почву количественно перенести на сито с диаметром отверстий 0,25 мм, помещенное в воронку, вставленную в цилиндр вместимостью 1 л.

7. На сите почву тщательно промыть из промывалки, пока вода, проходящая сквозь сито, не станет чистой.

8. Фракцию, оставшуюся на сите, количественно перенести в малую фарфоровую чашку.

9. После просушки на водяной бане чашку с фракцией взвесить на технических весах.

10. Результат взвешивания записать в данную выше таблицу.

11. Объем суспензии в цилиндре довести до 1 л.

12. Провести взмучивание суспензии 60 энергичными ударами специальной мешалки.

13. После последнего удара мешалку вынуть из цилиндра и отметить время взмучивания по часам с секундной стрелкой.

14. Пипеткой вместимостью 25 мл (рис. 14) отобрать пробу суспензии, которую затем поместить во взвешенный бюкс.

15. Бюкс поставить в термостат для высушивания.

16. Всего пробы отобрать четыре раза. После взятия каждой пробы необходимо доводить объем суспензии в цилиндре до 1 л и вновь взбалтывать суспензию, отмечая время.

17. *Первую (суточную) пробу* отбирать с глубины 7 см (при температуре воздуха 20 °С) через 21 ч 45 мин после взмучивания. *Вторую (часовую) пробу* отбирать с глубины 10 см через 1 ч 15 мин после взмучивания. *Третью (минутную) пробу* отбирать с глубины 10 см через 18 мин 40 с после взмучивания. *Четвертую (секундную) пробу* отбирать с глубины 25 см через 1 мин 52 с после взмучивания. Порядок взятия проб произвольный. *Пробу пипеткой следует брать медленно. Добирать суспензию или выпускать ее из пипетки, если не удалось сразу взять ровно 25 мл, не допускается!*

18. Если объем суспензии в пипетке не равен 25 мл, определить объем набранной суспензии и это значение занести в графу «Объем суспензии» следующей таблицы.

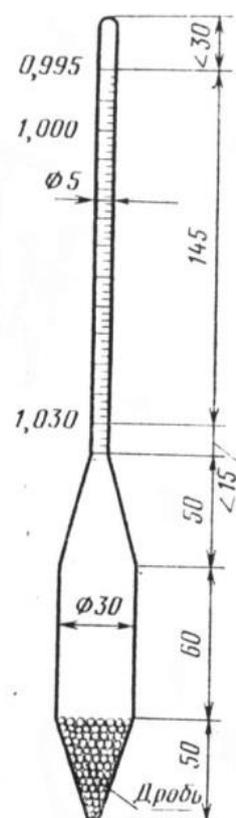


Рис. 14. Пипетка вместимостью 25 мл

Номер бюкса	Масса пустого бюкса, г	Масса бюкса с фракцией, г	Масса фракции, г	Объем суспензии, мл	Масса фракции в цилиндре, г	Содержание фракции, %
1						
2						
3						
4						

19. Высушенные бюксы с фракциями взвесить на аналитических весах, результаты записать в указанную выше таблицу. Далее провести расчет содержания фракций различных размеров, занести результаты в следующую таблицу.

Горизонт, глубина, см	Содержание фракции, %, при размере фракции, мм					
	0,25 – 1,0	0,05 – 0,25	0,01 – 0,05	0,005 – 0,01	0,001 – 0,005	<0,001

20. Назвать гранулометрический состав почвы по трехчленной классификации Н. А. Качинского (см. прил. 4).

#### *Порядок расчетов*

Прежде чем провести расчеты, необходимо *пересчитать массу взятой навески почвы на абсолютно сухую почву*. Данная процедура заключается в том, что все фракции взвешивают в абсолютно сухом виде после высушивания в термостате (почва, взятая для анализа, содержала гигроскопическую влагу). Пересчет массы навески на абсолютно сухую почву делают по следующей формуле:

$$m_{ad} = m \cdot 100 \% (100 \% + W)^{-1},$$

где  $m_{ad}$  – масса абсолютно сухой почвы, г;  $m$  – масса воздушно-сухой почвы, г;  $W$  – гигроскопическая влажность, %.

*Пример:* при гигроскопической влажности, равной 10 %, масса абсолютно сухой почвы  $m_{ad} = 20 \cdot 100 (100 + 10)^{-1} = 200/11 = 18,2$  г.

Для всех дальнейших расчетов используют массу абсолютно сухой почвы.

1. Массу фракции в чашке рассчитать как разность массы чашки с высушенной фракцией и массы пустой чашки. Чтобы определить

процентное содержание фракции  $F_1$ , оставшейся на сите, следует умножить массу фракции  $M_1$  на 100 % и разделить на массу всей навески  $m_{ad}$  (пересчитанную на абсолютно сухую почву):

$$F_1 = M_1 \cdot 100 \cdot m_{ad}^{-1}.$$

Это значение заносят в графу «0,25 – 1,0 мм».

2. Массы фракций в бюксах определить путем вычитания из массы бюкса с высушенной суспензией массы пустого бюкса. Чтобы рассчитать массу всей фракции в цилиндре  $M_n$ , следует разделить полученное значение  $m_n$  на объем суспензии в пипетке  $V_n$  и умножить на 1000 (объем всей суспензии в цилиндре):

$$M_n = m_n \cdot 1000 \cdot V_n^{-1}.$$

3. Для определения процентного содержания фракций, найденных пипеточным методом, массу всей фракции в цилиндре нужно умножить на 100 % и разделить на массу абсолютно сухой навески.

4. Процентное содержание фракции, отобранной в суточной пробе, занести в последнюю графу «< 0,001 мм» (илистая фракция).

5. Содержание тонкопылеватой фракции (0,001 – 0,005 мм) найти по разнице фракций, отобранных в часовой и суточной пробах.

6. Содержание средней пыли (0,005 – 0,01 мм) найти по разнице фракций, отобранных в минутной и часовой пробах.

7. Содержание крупной пыли (0,01 – 0,05 мм) найти по разнице фракций, отобранных в секундной и минутной пробах.

Подобная процедура обусловлена тем, что глубина и время отбора суспензии подобраны так, что суточной пробой отбирают только частицы менее 0,001 мм, а часовой – менее 0,005 мм. Чтобы найти фракцию от 0,001 до 0,005 мм, необходимо из результатов часовой пробы вычесть результаты суточной. Аналогично поступают с остальными фракциями.

8. Для определения содержания мелкого песка (0,05 – 0,25 мм) нужно вычесть из 100 % процентные содержания всех оставшихся фракций.

#### *Анализ карбонатной «вскипающей» почвы*

1. При анализе карбонатной «вскипающей» почвы навески ее поместить в фарфоровые чашки диаметром 10 см, смочить для разрушения карбонатов 0,2 н HCl до прекращения выделения пузырьков CO<sub>2</sub>.

2. Все операции с навесками (как с «вскипающей», так и с «невскипающей» почвой) провести совершенно одинаково.

3. При сильной карбонатности, чтобы устранить возможную нейтрализацию кислоты, первые порции раствора из чашек перенести на плотный фильтр (диаметр 9 – 11 см) воронки (причем пробу для определения потери от обработки помещают на заранее высушенный и взвешенный фильтр), оставшуюся в чашках почву снова обработать 0,2 н HCl.

4. После разрушения карбонатов и прекращения выделения CO<sub>2</sub>, на что идет около 200 мл 0,2 н HCl, залить почву 0,05 н HCl и затем вылить на соответствующие фильтры.

5. На фильтрах почву промыть 0,05 н HCl до исчезновения в последних каплях фильтрата реакции на Ca. Для этого «носик» воронки обмыть из промывалки дистиллированной водой.

6. Под воронку подставить пробирку, куда собрать около 5 – 10 мл фильтрата. Последний нейтрализовать в пробирке 10%-м раствором аммиака NH<sub>4</sub>OH, добавляя его до появления ясного запаха.

7. Затем фильтрат подкислить несколькими каплями 10%-й уксусной кислоты, добавить *в избытке* 4%-й раствор щавелевокислого аммония (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> и подогреть содержимое до кипения.

8. Отсутствие осадка и мути указывает на полноту вытеснения.

9. Когда весь кальций вытеснен, обе навески (с «вскипающей» и «невскипающей» почвой) на фильтрах отмыть от избытка HCl дистиллированной водой (около 100 мл) до исчезновения реакции на Cl.

10. Отсутствие белой мути укажет на конец промывания. В случае появления в «носике» воронки мути промывание прекратить даже при наличии реакции на Cl.

#### *Анализ бескарбонатных («невскипающих») почв*

При анализе бескарбонатных («невскипающих») почв обе навески сразу перенести на отдельные плотные фильтры воронок при помощи 0,05 н HCl и промыть, как было описано выше, до исчезновения реакции на Ca, а потом на Cl.

#### *Определение количества растворимых потерь*

1. По окончании промывания для определения количества растворимых веществ, потерянных при обработке навесок соляной кислотой, одну из навесок почвы на взвешенном фильтре перенести во взвешенный бюкс.

2. Высушить при температуре 105 °С в течение 4 – 5 ч, охладить в эксикаторе и взвесить.

3. Разность масс до и после обработки, отнесенная к первоначальной массе сухой навески и выраженная в процентах, отражает потери от обработки.

4. Потери при обработке вычислить по формуле

$$X = 100A/m,$$

где  $X$  – разность масс до и после обработки, отнесенная к первоначальной массе сухой навески, %;  $A$  – потеря от обработки, г;  $m$  – навеска, учитывающая потери и пересчитанная на абсолютно сухую почву по формуле

$$m = 100M / (100 + W_{\Gamma}),$$

где  $M$  – масса воздушно-сухой средней пробы, г;  $W_{\Gamma}$  – гигроскопическая влага, измеряется в процентах к массе сухой почвы.

Для расчетов необходимо использовать данные прил. 5.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается сущность методики определения гранулометрического состава почвы?

2. Что такое почвенная фракция?

## **Лабораторная работа № 14**

### **Методика анализа таблиц гранулометрического состава почвы**

**Цель работы:** научить студентов «читать» результаты исследования гранулометрического состава почвы и давать ему окончательное название.

### **Материалы и оборудование**

Результаты исследований лаб. работы № 13 и варианты индивидуальных заданий (см. прил. 5).

### **Ход работы**

Для анализа гранулометрического состава почвы воспользуемся следующей таблицей.

Горизонт, глубина, см	Потеря от обработки НСI, %	Содержание фракции, %, при размере фракции, мм						
		0,5 – 1,0	0,25 – 0,5	0,05 – 0,25	0,01 – 0,05	0,005 – 0,01	0,001 – 0,005	< 0,001

В первой графе таблицы указать генетический горизонт почвы, глубину верхней и нижней границ. Во второй графе отметить потерю от обработки HCl. В почвах, содержащих карбонаты, эта потеря может быть значительной. Поскольку неизвестно, в какие фракции по размерам входили карбонаты, в карбонатных почвах при расчете гранулометрического состава потерю от обработки HCl не учитывать. В случае же бескарбонатной почвы, где незначительная потеря от обработки соляной кислотой вызвана растворением коллоидных частиц, необходимо прибавить потерю от обработки к илистой фракции, поскольку частицы именно этой фракции растворились. Условно считать, что почва не содержит карбонатов, если потеря от обработки HCl не превышает 4 %. Чтобы дать основное название гранулометрического состава почвы, надо определить содержание физической глины: сложить процентное содержание всех частиц менее 0,01 мм (ила, мелкой и средней пыли). Чтобы дать название по трехчленной классификации (см. прил. 4), надо определить отдельно содержание песка (сумму крупнопесчаной, среднеспесчаной и мелкопесчаной фракций), пыли (сумму мелкопылеватой, среднepyлеватой и крупнопылеватой фракций) и ила. Затем по двум преобладающим фракциям называть гранулометрический состав, например иловато-пылеватый или пылевато-песчаный. При этом фракцию, которой больше всего в почве, поставить на второе место. Для рыхлых песков гранулометрический состав определить несколько иначе: разделить их на крупнозернистые, среднезернистые и тонкозернистые в зависимости от преобладания фракций крупного, среднего или мелкого песка.

Таким образом, алгоритм действий следующий.

1. Оценить карбонатность почвы; если потеря от обработки HCl превышает 4 %, то игнорировать ее, если нет, то прибавить к илистой фракции.

2. Найти содержание физической глины путем сложения фракций размером менее 0,001; 0,001 – 0,005 и 0,005 – 0,01 мм.

3. Найти отдельно содержание ила (фракции размером менее 0,001 мм), пыли (фракции размером 0,001 – 0,005; 0,005 – 0,01 и 0,01 – 0,05 мм) и песка (фракции размером 0,05 – 0,25; 0,25 – 0,5 и 0,5 – 1,0 мм). *Отбросить наименьшую фракцию.*

4. Назвать гранулометрический состав по двум преобладающим фракциям, поставив на второе место ту, которой больше всего.

Например, дана следующая таблица.

Горизонт, глубина, см	Потеря от обработки НСI, %	Содержание фракции, %, при размере фракции, мм						
		0,5– 1,0	0,25– 0,5	0,05– 0,25	0,01– 0,05	0,005– 0,01	0,001– 0,005	< 0,001
V <sub>1</sub> , 20	2,6	32,6	14,4	10,2	16,3	15,1	3,1	5,7

Потеря от обработки НСI составляет менее 4 %, почва бескарбонатная, поэтому прибавляем потерю к илистой фракции. Итоговое содержание ила составляет  $5,7 + 2,6 = 8,3$  %. Содержание физической глины:  $8,3 + 3,1 + 15,1 = 26,5$  %. Гранулометрический состав (по градации) – легкий суглинок. Содержание ила 8,3 %. Содержание пыли:  $3,1 + 15,1 + 16,3 = 34,5$  %. Содержание песка:  $32,6 + 14,4 + 10,2 = 57,2$  %. Ила меньше всего – он отбрасывается.

*Окончательное определение гранулометрического состава почвы: пылевато-песчаный легкий суглинок.*

### Задания

1. На основании заданий в прил. 5 проанализировать данные расчета гранулометрического состава при помощи треугольника Ферре (рис. 15).

По левой стороне треугольника отложено содержание ила (фракции размером не более 0,002 мм), по правой – содержание пыли (фракции размером 0,002 – 0,05 мм), а по основанию – содержание песка (фракции размером 0,05 – 2 мм). Чтобы определить классификационную принадлежность почвы, необходимо совместно анализировать три фракции. Для этого на левой стороне треугольника ( $\leq 0,002$  мм) найти точку – содержание ила. Из этой точки провести прямую, параллельную основанию (0,05 – 2 мм). Затем на правой стороне треугольника (0,002 – 0,05 мм) найти точку, соответствующую содержанию пыли в исследуемой

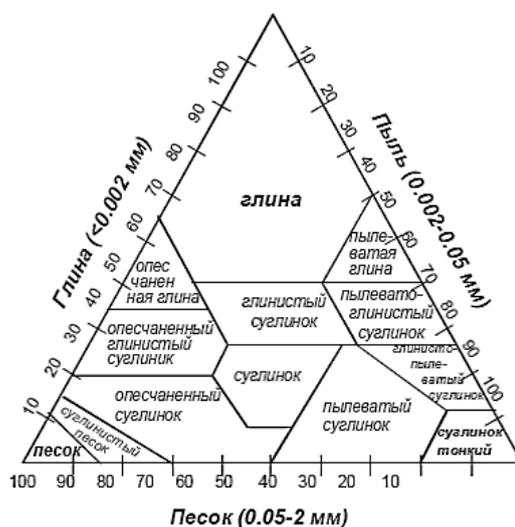


Рис. 15. Треугольник Ферре

почве; из нее провести линию, параллельную левой стороне, – параллельно оси ( $\leq 0,002$  мм). Две прямые линии пересекутся внутри треугольника в некоторой точке, в которую также попадает и третья линия, проведенная параллельно оси ( $0,002 - 0,05$  мм) из точки, соответствующей содержанию песка на основании треугольника. Эта точка пересечения трех линий треугольника обязательно окажется внутри какой-либо области, отвечающей за определенную классификационную группу почв.

2. Заполнить таблицу согласно данным прил. 5 и проанализировать ее.

Горизонт, глубина, см	Потеря от обработки НСI, %	Содержание фракции, %, при размере фракции, мм						
		0,5 – 1,0	0,25 – 0,5	0,05 – 0,25	0,01 – 0,05	0,005 – 0,01	0,001 – 0,005	< 0,001

3. Определить тип почвы и дать название с учетом данных гранулометрического анализа, предложенных в указанном варианте (табл. 8).

4. Сделать выводы.

Таблица 8

Горизонт	Содержание фракций, %, при размере частиц, мм					
<b>Вариант 1</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	7,4	19,8	44,9	10,8	8,9	13,2
A <sub>1</sub> B	9,1	21,3	40,1	10,5	8,4	11,9
A <sub>1</sub> B <sub>ca</sub>	8,5	22,4	38,7	10	8,8	11,8
B <sub>ca</sub>	7,1	24,9	35,9	12,3	7,9	12,9
C <sub>ca</sub>	5,9	21,8	36,4	13	8,9	13,1
<b>Вариант 2</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	6,8	19,1	44,9	11,9	9,6	13,1
A <sub>1</sub> B	10,2	22,4	41,4	9,9	8,7	11,9
A <sub>1</sub> B <sub>ca</sub>	9,4	21	38,9	10,4	8,1	14,8
B <sub>ca</sub>	8,6	24,9	35,7	13,7	7,4	13,3
C <sub>ca</sub>	6,5	23,4	36,9	13,9	8,9	11,7
<b>Вариант 3</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	7,5	19,1	44,1	11,8	9,2	13,1
A <sub>1</sub> B	8,4	21,9	40,1	9,9	8,4	12,9
B	8,5	19,9	38,9	10,1	7,9	15,1

Продолжение табл. 8

Горизонт	Содержание фракций, %, при размере частиц, мм					
BC <sub>ca</sub>	7,6	22,9	35,9	11,9	7,9	11,9
C <sub>ca</sub>	6,5	21,8	36,1	13,9	8,7	10,9
<b>Вариант 4</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	19,2	33,7	34,3	4,9	5,9	7,5
B <sub>sn</sub>	11,9	22,9	31,9	5,7	9,5	18,7
B <sub>ca</sub>	12,2	28,2	36,4	9,9	6,7	14,2
B <sub>cs</sub>	14,7	25,8	40,3	5,5	6,1	10,9
C <sub>cs</sub>	25,9	36,7	10,1	4,1	10,7	12,1
<b>Вариант 5</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	1,3	3,7	66,1	7,7	7,7	17,5
A <sub>1</sub> B	1,7	4,1	64,9	7,7	5,1	17,9
B <sub>t</sub>	0,2	2,2	61,1	6,6	5,9	25,6
BC <sub>t</sub>	0,3	0,9	61,7	5,9	4,1	25,6
C	0,6	2,1	58,7	6,9	7,9	23,9
<b>Вариант 6</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	0,3	2,3	63,7	12,3	11,7	10,1
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	0,2	3,2	63,8	13,9	5,8	12,8
A <sub>2</sub> B	0,1	0,4	55,4	9,6	8,7	25,8
B <sub>t</sub>	0,1	1,4	43,7	11,4	10,5	33,7
C	0,1	1,1	41,6	13,2	17,6	28,6
<b>Вариант 7</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	0,5	3,4	65,2	7,7	7,4	17,4
A <sub>1</sub> B	1,8	4,7	64,9	7,4	5,9	17,9
A <sub>2</sub> B	0,2	3,1	61,7	6,6	5,1	24,1
B <sub>t</sub>	0,3	0,7	61,1	6,1	4,9	26,9
C	0,7	2,4	59,9	6,9	7,8	22,6
<b>Вариант 8</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	10,7	18,9	53,7	5,6	5,4	7,4
B <sub>1m</sub>	10,2	12,4	52,3	2,8	4,3	17,9
B <sub>2m</sub>	10,3	23,3	40,1	3,1	11,1	11,8
BC <sub>m</sub>	6,1	12,7	67,4	4,9	4,8	6,3
C	5,9	11,8	68,4	4,5	4,4	6,7
<b>Вариант 9</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	5,7	38,1	30,4	5,4	6,4	13,7
A <sub>1</sub> B	9,1	40,9	24,6	4,3	7,9	13,2
B <sub>ca</sub>	9,9	36,2	24,3	4,9	7,6	17,9
B <sub>cs</sub>	6,8	46,3	21,1	6,9	8,4	11,4
C <sub>cs</sub>	10,3	30,6	30,9	11,1	10,9	7,3

Продолжение табл. 8

Горизонт	Содержание фракций, %, при размере частиц, мм					
<b>Вариант 10</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	46,4	37	5,3	5,9	3,1	2,3
A <sub>2</sub>	46,5	36,9	5,4	5,8	3,2	2,2
A <sub>2B</sub>	29,6	31,3	8,5	3,5	12,7	14,4
B <sub>t</sub>	19,5	11,9	9,5	12	17,3	29,8
C	20,7	30,5	11,2	12,3	13	12,3
<b>Вариант 11</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>2</sub>	44,5	36,2	5,7	5,4	3,7	2,7
A <sub>2II</sub>	31,76	31,4	8,3	3,6	12,1	14,6
B <sub>t</sub>	19,1	32,1	9,2	12,2	17,9	29,1
C	20,6	31,5	11,7	12,4	13,1	12,6
<b>Вариант 12</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	15,5	29,9	6,5	14,8	24,9	12,7
C <sub>g</sub>	19,1	21,9	7,9	13,9	24,8	12,6
CG	19,3	21,1	10,5	12,4	24,5	12,9
<b>Вариант 13</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
O <sub>s</sub>	31,4	39,1	5,4	5,5	5,7	12,6
A <sub>1s</sub>	23,1	41,3	9,9	5,1	7,9	12,1
A <sub>1C<sub>s</sub></sub>	23,7	42,9	9,5	5,3	7,4	12,9
C <sub>1s</sub>	23,7	43,7	6,7	7,7	8,4	12,7
C <sub>2s</sub>	22,6	42,2	7,3	7,9	8,3	13,8
<b>Вариант 14</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>2</sub>	46,5	38,9	5,4	4,8	2,2	2,2
B <sub>h</sub>	39,6	41,3	9,5	2,5	2,7	4,4
B <sub>hC</sub>	39,5	41,9	9,5	2	2,3	4,8
C	37,7	46,5	6,2	4,3	3	2,3
<b>Вариант 15</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>2</sub>	46,4	35,9	5,6	5,7	3,4	2,9
A <sub>2B</sub>	29,9	32,3	8,7	3,9	12,9	14,3
B <sub>t</sub>	19,1	13,9	10,5	12,4	17,6	28,8
C	20,3	32,5	10,2	12,1	13,4	13,3
<b>Вариант 16</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	7,5	21,9	43,9	11,8	6,2	12,9
A <sub>1B</sub>	9,6	21,7	39,1	12,5	7,9	12,1
B	7,5	22,4	39,9	10,4	7,1	12,8
B <sub>ca</sub>	7,9	23,9	36,7	11,3	8,9	12,6
C <sub>ca</sub>	7,6	23,9	37,8	12,1	8,4	13,8

Горизонт	Содержание фракций, %, при размере частиц, мм					
<b>Вариант 17</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
C <sub>g</sub>	24,9	19,9	5,5	13,8	25,2	12,1
CG	25,1	19,5	5,9	12,9	26,7	12,6
<b>Вариант 18</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	32,8	37,9	5,9	5,8	5,1	13,9
A <sub>1</sub> B	24,1	41,3	9,7	4,9	7,5	13,1
B <sub>ca</sub>	24,9	39,9	9,1	4,4	7,6	17,9
B <sub>cs</sub>	21,3	45,5	6,3	6,1	8,7	12,3
C <sub>cs</sub>	30,9	30,1	10,4	11,9	9,9	7,8
<b>Вариант 19</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub> B <sub>h</sub>	45,5	39,8	5,3	4,9	4,9	2,9
B <sub>h</sub>	38,6	41,1	9,7	2,2	4,1	2,1
B <sub>h</sub> C	39,9	43,1	9,6	2,7	4,5	2,8
C	37,1	47,8	6,1	4,4	3,7	2,6
<b>Вариант 20</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>2gh</sub>	46,6	37,9	4,4	5,9	3,9	3,2
A <sub>2</sub> B <sub>g</sub>	29,1	36,3	9,5	7,5	12,4	14,9
B <sub>t</sub>	19,9	12,9	10,8	12,7	17,6	28,8
C	21,7	39,5	11,4	12,9	13,4	14,3
<b>Вариант 21</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	5,9	20,9	48,4	11,8	9,7	11,2
A <sub>1</sub> B	8,2	24,3	41,5	10,5	9,9	11,4
B <sub>1ca</sub>	7,9	22,9	39,5	10,9	10,3	11,9
B <sub>2ca</sub>	7,1	26,5	35,2	12,1	9,4	11,5
C <sub>ca</sub>	6,7	29,9	36,2	13,7	9,1	11,2
<b>Вариант 22</b>	<b>1 – 0,25</b>	<b>0,25 – 0,05</b>	<b>0,05 – 0,01</b>	<b>0,01 – 0,005</b>	<b>0,005 – 0,001</b>	<b>&lt; 0,001</b>
A <sub>1</sub>	6,5	18,9	43,5	11,8	11,2	11,2
A <sub>1</sub> B	8,9	21,3	39,1	12,5	11,2	11,4
B <sub>1ca</sub>	7,1	21,1	39,2	10,9	11,9	11,8
B <sub>2ca</sub>	7,8	23,9	36,9	12,5	10,4	11,3
C <sub>ca</sub>	6,1	22,4	37,7	13,6	10,8	11,1

### *Контрольные вопросы*

1. Для чего необходимо правильно «читать» таблицы гранулометрического состава?
2. Опишите механизм работы с треугольником Ферре.

## Лабораторная работа № 15

### Полевое исследование гранулометрического состава почвы

**Цель работы:** научить студентов определять гранулометрический состав образца почвы полевыми методами.

#### Материалы и оборудование

Колбы; вода; нож.

#### Ход работы

##### Сухое растирание (метод «зеркала»)

1. Небольшой комочек воздушно-сухой почвы (размером с горошину) растереть пальцами и высыпать на сухую ладонь.

2. Почву втереть указательным пальцем в кожу, затем ладонь перевернуть и слегка встряхнуть. На ладони остается так называемое «зеркало» за счет оставшихся в бороздках и порах кожи наиболее мелких частиц (фракции физической глины).

3. По «зеркалу» определить гранулометрический состав почвы.

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

**!** *Методом сухого растирания хорошо определять гранулометрический состав лишь песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почв.* С его помощью можно дать и дополнительную характеристику гранулометрического состава.

*Пылеватые почвы и породы* при растирании дают ощущение мягкости или «бархатистости»; *песчанистые* – ощущение жесткости, шероховатости; *пылевато-песчанистые* – ощущение мягкости, но и явного присутствия песчинок (более трех).

##### Мокрое растирание

Небольшую щепотку почвы смочить водой и растереть на ладони. *Рыхлые пески* не оставляют почти никакого следа, *связные пески* слегка загрязняют ладонь; *супеси* загрязняют ладонь сильнее; *легкие* и

*средние суглинки* почти сплошь замазывают кожу, а *тяжелые суглинки* замазывают кожу сплошь; *глины* дают однородную мажущую массу.

#### *Скатывание шнура (по Н. А. Качинскому)*

1. Почву смочить и размять пальцами до консистенции теста.
2. Воду не отжимать (почва блестит и мажется).
3. Хорошо размятую почву раскатать между ладонями, получившийся шнур свернуть в колечко (толщина шнура – около 3 мм, диаметр кольца – около 3 см).

*Пески* не образуют шнура; *супеси* дают зачатки шнура; у *легких суглинков* шнур образуется, но распадается на дольки; *средние суглинки* дают сплошной шнур, но при свертывании в кольцо он разламывается на дольки; у *тяжелых суглинков* шнур образуется сплошной, но при свертывании в кольцо трескается; *глины* дают сплошной шнур, который свертывается в кольцо, не трескаясь (рис. 16). Сильнокарбонатные почвы следует смачивать не водой, а 8 – 10%-й соляной кислотой для разрушения почвенной микроструктуры.

#### *Скатывание шарика*

Из сырой или смоченной размятой почвы скатать шарик диаметром 2 – 3 см, который затем расплющить в тонкую лепешку. У *рыхлых песков* шарик не образуется; у *связных песков* – легко крошится; у *супесей* – имеет шероховатую поверхность и при расплющивании распадается на куски; у *суглинков* – имеет гладкую поверхность, при расплющивании глубоко растрескивается по краям; у *глинистых* почв – имеет блестящую поверхность, причем у *легкоглинистых* почв при расплющивании образуется лепешка с незначительными трещинами по краям, а у *средне- и тяжелоглинистых* почв – без трещин.

#### *Проба ножом*

Лезвием ножа проводят черту и делают срез почвы. Черта осыпается, поверхность среза шероховатая, под ножом слышен треск – *песчаная почва*; черта с разорванными краями от выпавших песчинок, поверхность среза шероховатая – *супесчаная почва*; черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная, матовая, под ножом треска не слышно – *суглинистая почва*; черта узкая, равна по ширине лезвию, срез гладкий, блестящий – *глинистая почва*.

Морфологические особенности образца при раскатывании		Группы и подгруппы механического состава	
Не скатывается в шарик		Песок	
Очень трудно скатывается в шарик, легко разваливается на механические элементы		Легкая супесь	Супесь
Скатывается только в шарик, который при раскатывании в шнур рассыпается, разваливается		Тяжелая супесь	
Скатывается в шарик и шнур, последний разваливается на отдельные сегменты до сворачивания в кольцо		Легкий суглинок	
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо дает трещины и разваливается на сегменты		Средний суглинок	Суглинок
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо не разваливается, но дает трещины различной глубины		Тяжелый суглинок	
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо не разваливается, но дает одну – три небольшие и неглубокие трещины		Легкая глина	Глина
Скатывается в шарик и шнур с утончающимися концами, который при сворачивании в кольцо не разваливается и не дает трещин		Тяжелая глина	

Рис. 16. Определение гранулометрического (механического) состава почвы и почвообразующей породы методом раскатывания

### Задание

Провести оценку почвенного образца с использованием методов полевого исследования и проанализировать при помощи табл. 9.

Таблица 9

## Определение гранулометрического состава почвы полевыми методами

Полевой метод	Сухое растирание, или «зеркало»	Мокрое растирание	Скатывание шнура	Скатывание шарика	Проба ножом	По структуре пашни
Состав почвы, содержание физической глины, %						
Рыхлый песок (0 – 5)	Не дает	Не оставляет почти никакого следа	Не образует	Не образует	Черта осыпается, поверхность среза шероховатая, слышен треск	Раздельно-частичная бесструктурная масса
Связный песок (5 – 10)	Слабое, редкое, но ясно заметное	Слегка загрязняет ладонь	То же	Легко крошится	То же	Отдельные комочки
Рыхлая супесь (10 – 15)	Ясно заметное, но прерывистое	Загрязняет сильнее	Дает зачатки	Шероховатая поверхность, при расплющивании распадается на куски	Черта с разорванными краями, срез шероховатый	Комки занимают до 30 % поверхности
Связная супесь (15 – 20)	То же	То же	То же	То же	То же	Комки на 50 % поверхности
Легкий суглинок (20 – 30)	Хорошее, почти сплошное	Почти сплошь замазывает ладонь	Шнур образуется, но раскалывается на дольки	Гладкая поверхность, при расплющивании глубоко рас- трескивается по краям	Черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная, матовая, нет треска	Комки на 75 % поверхности

Полевой метод Состав почвы, содержание физической глины, %	Сухое растирание, или «зеркало»	Мокрое растирание	Скатывание шнура	Скатывание шарика	Проба ножом	По структуре пашни
Средний суглинок (30 – 40)	Сплошное	Почти сплошь замазывает ладонь	Сплошной шнур, кольцо разламывается на дольки	Гладкая поверхность, при расплющивании глубоко рас­трескивается по краям	Черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная, матовая, нет треска	Вся поверхность в комках, комки размером от голубиного до куриного яйца
Тяжелый суглинок (40 – 50)	Трудно растирать пальцем в сухом состоянии	Густо замазывает ладонь, хотя и включает песчинки	Шнур сплошной, кольцо трескается	То же	То же	Вся поверхность в комках, среди них встречаются глыбы (до 10 см и более)
Легкая глина (50 – 65)	То же	Дает однородную ма­жущую массу	Сплошной шнур, кольцо не трескается	Блестящая поверхность шарика, лепешка с незначительными трещинами по краям	Черта узкая, срез гладкий, блестящий	То же
Средняя глина (65 – 80)	»	То же	То же	Без трещин	То же	»
Тяжелая глина (более 80)	»	»	»	То же	»	»

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего необходимо полевое исследование гранулометрического состава почв?
2. Для чего необходима проба ножом?
3. Для чего служит проба скатывания в шнур и шарик?
4. В чем сущность метода «зеркало»?

### **Защита модуля «Гранулометрический состав почвы»**

1. В какой границе находятся наиболее существенные различия в свойствах фракций?
2. В каком состоянии в почве находятся механические элементы?
3. Что такое гранулометрический состав почвы?
4. Дайте понятие мелкозема. Каково его участие в почвообразовании?
5. Дайте понятие скелета почвы. Каково его участие в почвообразовании?
6. Дайте характеристику классификации почв по степени каменистости.
7. Для каких районов характерен валунный тип каменистости?
8. Для чего необходимо знать гранулометрический состав почвы?
9. Каково значение гранулометрического состава почв?
10. К какой фракции согласно его размеру относят гравий в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
11. К какой фракции согласно его размеру относят ил грубый в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
12. К какой фракции согласно его размеру относят ил тонкий в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
13. К какой фракции согласно их размеру относят камни в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
14. К какой фракции согласно их размеру относят коллоиды в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
15. К какой фракции согласно его размеру относят песок крупный в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
16. К какой фракции согласно его размеру относят песок мелкий в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
17. К какой фракции согласно его размеру относят песок средний в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?

18. К какой фракции согласно ее размеру относят пыль крупную в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
19. К какой фракции согласно ее размеру относят пыль мелкую в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
20. К какой фракции согласно ее размеру относят пыль среднюю в соответствии с классификацией, предложенной Н. А. Качинским?
21. Частицы какой формы в диаметре не принимаются во внимание, а какие – наоборот? Почему?
22. Какие бывают механические элементы по своему происхождению?
23. Какие почвы называют легкими?
24. Какие почвы называют тяжелыми?
25. Какие свойства почвы учитывают при характеристике почвообразующих пород по механическому составу. Что лежит в основе их группировки?
26. Какие существуют варианты изменения гранулометрического состава по профилю почв?
27. Какие физические свойства зависят от гранулометрического состава?
28. Какие физические силы определяют существование и целостность механических элементов?
29. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для бурых лесных и дерново-карбонатных почв, формирующихся на элювии плотных осадочных или изверженных пород?
30. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для типичных и обыкновенных черноземов, темно-каштановых почв?
31. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для иллювиальных горизонтов в подзолистых, дерново-подзолистых и серых лесных почвах, для оподзоленных черноземов?
32. Какое распределение фракций гранулометрического состава характерно для иллювиальных горизонтов в солонцах, солодах и солончаках?
33. Какой может быть форма частиц в зависимости от степени однородности, генезиса и стадии выветривания материала?
34. Каков минералогический состав гранулометрических частиц?
35. На какие группы подразделяют почвы и почвообразующие породы по соотношению содержания частиц различной величины (главным образом по содержанию частиц менее 0,005 мм)?

36. Опишите органолептические признаки глины (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы).
37. Опишите органолептические признаки легкого суглинка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы).
38. Опишите органолептические признаки песка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы).
39. Опишите органолептические признаки среднего суглинка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы).
40. Опишите органолептические признаки супеси (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы).
41. Опишите органолептические признаки тяжелого суглинка (растирание на ладони, вид под лупой и без нее, состояние сухой почвы).
42. Назовите основные формы механических элементов (первичных почвенных частиц).
43. Назовите основные фракции гранулометрического состава почв, развитых на лёссах, лёссовидных и покровных суглинках, почвообразующих породах.
44. Назовите основные фракции гранулометрического состава почв, развитых на суглинистых моренных отложениях.
45. Назовите основные фракции гранулометрического состава почв, развитых на песчаных почвообразующих породах.
46. Назовите основные фракции гранулометрического состава почв, развитых (сформированных) на одинаковых почвообразующих породах.
47. От чего почвы наследуют гранулометрический состав?
48. Охарактеризуйте гравий.
49. Охарактеризуйте илистую фракцию.
50. Охарактеризуйте камни.
51. Охарактеризуйте негативные последствия каменистости почвы.
52. Охарактеризуйте песчаную фракцию почвы.
53. Охарактеризуйте песчаные и супесчаные почвы.
54. Охарактеризуйте скелетный механический состав.
55. Охарактеризуйте состав фракции песка.
56. Охарактеризуйте состав фракции гравия.
57. Охарактеризуйте состав фракции камней.
58. Охарактеризуйте состав фракции пыли.
59. Охарактеризуйте тяжелосуглинистые почвы.
60. Охарактеризуйте фракцию глины легкой согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типам почвообразования (удельная поверхность, содержание частиц размером менее 0,01 мм в процентах).

61. Охарактеризуйте фракцию глины средней согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типам почвообразования (удельная по-верхность, содержание частиц размером менее 0,01 мм в процентах).

62. Охарактеризуйте фракцию глины тяжелой согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типам почвообразования (удельная по-верхность, содержание частиц размером менее 0,01 мм в процентах).

63. Охарактеризуйте фракцию крупной пыли.

64. Охарактеризуйте фракцию мелкой пыли.

65. Охарактеризуйте фракцию песка рыхлого согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типам почвообразования (удельная по-верхность, содержание частиц размером менее 0,01 мм в процентах).

66. Охарактеризуйте фракцию песка связного согласно подзоли-стому, степному, солонцовому типам почвообразования (удельная по-верхность, содержание частиц размером менее 0,01 мм в процентах).

67. Охарактеризуйте фракцию средней пыли.

68. Охарактеризуйте фракцию легкого суглинка согласно подзо-листому, степному, солонцовому типам почвообразования (удельная поверхность, содержание частиц размером менее 0,01 мм в процентах).

69. Опишите почвообразование на плотных скальных породах.

70. Преобладание какой фракции гранулометрического состава обуславливает скелет почвы согласно дополнительной схеме Н. А. Качинского?

71. Преобладание какой фракции обуславливает мелкозем почвы согласно дополнительной схеме Н. А. Качинского?

72. Преобладание какой фракции обуславливает физический пе-сок почвы согласно дополнительной схеме Н. А. Качинского?

73. Преобладание какой фракции обуславливает физическую глину согласно дополнительной схеме Н. А. Качинского?

74. При каком содержании каменистого материала камни не ме-шают обработке?

75. С какими процессами связан гранулометрический состав рых-лых почвообразующих пород?

76. С какими процессами связан гранулометрический состав элю-виальных плотных пород?

77. Каковы свойства частиц размером более 0,001 мм?

78. Каковы свойства частиц размером менее 0,001 мм?

79. Каковы сущность, особенности и принцип классификации Н. А. Качинского?

80. Какова сущность треугольника Ферре? Опишите алгоритм определения гранулометрического состава почв по нему.
81. Охарактеризуйте фракцию физической глины. Что к ней относят?
82. Охарактеризуйте фракцию физического песка. Что к нему относят?
83. Дайте характеристику аллювиальным и эоловым отложениям.
84. Дайте характеристику гляциальным, флювиогляциальным и делювиальным наносам.
85. Чем представлена фракция песка размером 1 – 0,05 мм?
86. Чем представлены крупные частицы согласно гранулометрическому составу?
87. Чем представлены пылеватые частицы согласно гранулометрическому составу?
88. Чем представлены тонкодисперсные частицы согласно гранулометрическому составу?
89. Что зависит от механического состава почв и почвообразующих пород?
90. Что зависит от гранулометрического состава?
91. Что обуславливает фракция пыли согласно гранулометрическому составу в интервале 0,05 – 0,005 мм?
92. Что представляют собой механические элементы?
93. Что такое фракция почвы?
94. Что такое элементарные почвенные частицы (ЭПЧ)?

## **Модуль 6. ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ, КИСЛОТНОСТЬ, ЩЕЛОЧНОСТЬ ПОЧВ И ПКК**

### *Лабораторная работа № 16*

#### **Электрометрические (потенциометрические) измерения рН**

**Цель работы:** научить студентов определять величину почвенной кислотности путем извлечения обменных ионов водорода и алюминия из почвы с помощью раствора дистиллированной воды и хлористого калия и последующего потенциометрического измерения на рН-метре.

#### **Материалы и оборудование**

Буферные растворы; рН-метр; дистиллированная вода; 1,0 н раствор КСl.

## ***Ход работы***

1. В стеклянный стаканчик вместимостью 50 мл положить навеску почвы 10 г.

2. Прилить 25 мл дистиллированной воды (при определении актуальной реакции) или 1,0 н раствора KCl (при определении потенциальной реакции).

3. Поместить стаканчик на столик датчика рН-метра и опустить в него электроды, обмытые дистиллированной водой и обсушенные фильтровальной бумагой, на глубину 1,5 – 2,0 см.

4. Через минуту согласно шкале рН-метра определить и записать его показание.

5. Провести оценку почвенной кислотности по градациям, предложенным ниже.

### **Водная вытяжка (рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub>)**

Сильнокислые – 3,0 – 4,5

Кислые – 4,5 – 5,5

Слабокислые – 5,5 – 6,5

Нейтральные – 6,5 – 7,0

Слабощелочные – 7,0 – 7,5

Щелочные – 7,5 – 8,0

Сильнощелочные – более 8,5

### **Солевая вытяжка (рН<sub>KCl</sub>)**

Очень сильная – не более 4,0

Сильная – 4,1 – 4,5

Средняя – 4,6 – 5,0

Слабая – 5,1 – 5,5

Близкая к нейтральной – 5,6 – 6,0

Нейтральная – не менее 6,1

## ***Контрольные вопросы***

1. Что такое кислотность почвы?
2. Что такое щелочность почвы?
3. В чем состоит природа формирования кислотности и щелочности почвы?

## ***Лабораторная работа № 17***

### **Анализ водной вытяжки**

**Цель работы:** научить студентов оценивать важные генетико-агрономические особенности почв, содержание и состав аккумулялирующих в них веществ.

### ***Материалы и оборудование***

Технические весы; колба вместимостью 500 – 750 мл.

## Ход работы

### Приготовление водной вытяжки

1. Взвесить на технических весах 100 г почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм.

2. Навеску перенести в колбу вместимостью 500 – 750 мл и прилить 500 мл дистиллированной воды.

3. Взболтать содержимое колбы в течение 3 мин и отфильтровать вытяжку через плотный сухой складчатый фильтр. Чтобы фильтрат был прозрачным, на фильтр следует перенести часть почвы. Если первые порции фильтрата мутные, их нужно заново профильтровать (для анализа пригоден только прозрачный фильтрат).

4. Анализировать водную вытяжку тотчас после окончания фильтрации.

5. В водной вытяжке определить: сухой остаток, т. е. общую сумму водорастворимых веществ, дающую представление о концентрации почвенного раствора; прокаленный остаток, т. е. общую сумму минеральных водорастворимых веществ; щелочность и кислотность; содержание катионов ( $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ ) и анионов ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{NO}_3^-$ ).

Результаты анализа водных вытяжек представить в процентах, затем пересчитать в миллиграмм-эквиваленты на 100 г почвы.

### Определение сухого остатка

1. Взять пипеткой 50 мл фильтрата и перенести в заранее высушенную и взвешенную на аналитических весах фарфоровую чашку диаметром 7 см.

2. Выпарить на водяной бане досуха.

3. Протереть чашку снаружи и просушить в сушильном шкафу в течение 3 ч при температуре 105 °С.

4. Охладить чашку в эксикаторе и взвесить на аналитических весах.

5. Вычислить сухой остаток в процентах от массы почвы:

$$\text{Сух. ост.} = (A \cdot V_1 \cdot 100) / (V_2 \cdot C),$$

где  $A$  – масса сухого остатка, г;  $A = M_{\text{сп}} - M_{\text{пуст}}$ , где  $M_{\text{сп}}$  – масса чашки с пробой;  $M_{\text{пуст}}$  – масса пустой чашки;  $V_1$  – общее количество воды, взятой для приготовления водной вытяжки, мл; 100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;  $V_2$  – объем вытяжки, взятой для титрования, мл;  $C$  – навеска почвы, взятая для приготовления водной вытяжки, г.

### Контрольные вопросы

1. Что такое сухой остаток?

2. Для чего необходимо проводить анализ водной вытяжки почвы?

## Защита модуля «Поглотительная способность, кислотность, щелочность почв и ППК»

1. Что такое актуальная кислотность почвы? Чем она обусловлена?
2. Что такое амфолитоид?
3. Что такое ацидоид?
4. Что такое базоид?
5. Охарактеризуйте биологическую поглотительную способность.
6. Перечислите виды емкости катионного обмена (ЕКО) по Д. С. Орлову.
7. Какие существуют виды поглотительной способности почвы?
8. Опишите влияние обменных катионов на питательный режим.
9. Опишите влияние обменных катионов на физические и физико-механические свойства почвы.
10. Опишите влияние среды на сорбцию анионов.
11. Что такое гидролитическая кислотность почвы? Чем она обусловлена?
12. Что такое емкость катионного обмена?
13. Опишите механизм закрепления хлоридов и нитратов в автоморфных почвах.
14. Опишите значение поглотительной способности почвы.
15. Как влияет влажность почвы на скорость протекания обменных реакций?
16. Как влияет внесение в почву удобрений, мелиорантов и других веществ на скорость обменных реакций?
17. Что такое кислотность почв?
18. Каковы взаимосвязи в системе коллоиды – среда?
19. Опишите механизм процессов поглощения фосфат-ионов.
20. Охарактеризуйте механическую поглотительную способность.
21. Опишите механизм накопления сульфатных и карбонатных ионов в почвах.
22. Что такое необменно-поглощенные катионы (необменная сорбция)? Какие у них свойства?
23. Что такое обменная кислотность почвы? Чем она обусловлена?
24. Что такое обменные катионы? Каково их влияние на свойства почвы?
25. Опишите механизм поглощения почвами анионов.
26. Опишите механизм поглощения почвами катионов.
27. Перечислите показатели, характеризующие поглотительную способность почвы.

28. Что такое потенциальная кислотность почвы? Чем она обусловлена?
29. Что такое почвенные коллоиды?
30. Почему анионы фосфорной кислоты очень слабо мигрируют в почвенном профиле?
31. Что такое сорбционная емкость почвы?
32. Перечислите стадии протекания реакций обмена катионов раствора на катионы ППК.
33. Охарактеризуйте строение и заряд почвенных коллоидов.
34. Перечислите типы кислотности почв. Чем обусловлено их выделение?
35. Охарактеризуйте физико-химическую, или обменную, поглотительную способность (ионообменную сорбцию).
36. Охарактеризуйте физическую поглотительную способность.
37. Охарактеризуйте химическую поглотительную способность (хемосорбцию).
38. Что влияет на реакцию среды почвы?
39. Что называется поглотительной способностью почвы?
40. Что называется селективностью ионного обмена?
41. Опишите строение почвенной мицеллы.

## **Модуль 7. НОВООБРАЗОВАНИЯ И ВКЛЮЧЕНИЯ В ПОЧВЕ**

### *Лабораторная работа № 18*

#### **Определение новообразований в почве**

**Цель работы:** научить студентов определять новообразования и включения в образцах почвы.

#### *Материалы и оборудование*

Образец почвы в почвенном ящике; бланк описания образца почвы; увеличительное стекло (лупа); 10%-й раствор соляной кислоты HCl; пипетка; влажные салфетки для рук.

#### *Ход работы*

1. Из каждого генетического горизонта взять часть почвенного материала и высыпать на лист бумаги.

2. Почвенный материал тщательно исследовать, в том числе с использованием увеличительного стекла, на наличие новообразований, имеющих как экзогенное, так и эндогенное расположение по отношению к структурным отдельностям.

3. Если есть подозрение на наличие эндогенных новообразований, необходимо вскрыть (разломить на части) структурные отдельности и описать обнаруженные новообразования.

4. Все обнаруженные в горизонте новообразования охарактеризовать с точки зрения их состава (он определяется главным образом по окраске), морфологии, размеров и частоты встречаемости: единичные, очень редкие, редкие, частые, очень частые, господствующие (табл. 10).

*Таблица 10*

Новообразования биологического происхождения

Новообразование	Характеристика
Червоточины	Извилистые ходы червей, нематод
Копролиты	Образования в виде небольших клубочков, представленные экскрементами червей
Кротовины	Пустые или заполненные ходы роющих животных (слепышей, сусликов, кротов и др.)
Корневины	Сгнившие крупные корни растений
Дендриты	Узоры мелких корешков на поверхности отдельностей

5. Правильность визуального выделения новообразований можно проверить дополнительными способами, например карбонатные новообразования устанавливают не только по беловатой окраске, но и по вскипанию от воздействия на них 10%-го раствора соляной кислоты; гипсовые новообразования имеют также беловатую окраску, но не реагируют на соляную кислоту, однако обладают солоновато-горьковатым привкусом.

6. Почвенную массу всех горизонтов, не содержащую новообразований, прокапать 10%-м раствором соляной кислоты для проверки на содержание карбонатных солей (пропитка почвенной массы карбонатными солями). Отмечается различная степень вскипания от воздействия раствора соляной кислоты. Чем сильнее вскипание, тем больше концентрация карбонатных солей в образце почвенной массы.

7. Почвенный материал (при необходимости и тот, что остался в почвенном ящике) тщательно исследовать на наличие включений (их количество, размеры и морфологические особенности). Степень вскипания оценивается согласно представленной градации.

<b>Степень вскипания</b>	<b>Характер вскипания</b>
Не вскипает	Пузырьки $\text{CO}_2$ не выделяются
Слабое вскипание	Выделяются разрозненные пузырьки
Среднее вскипание	Пузырьки $\text{CO}_2$ образуют сплошной, в основном одноярусный слой на поверхности испытуемого образца почвы
Сильное вскипание	Пузырьки $\text{CO}_2$ образуют сплошной многоярусный слой на поверхности испытуемого образца почвы

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое вскипание почвы?
2. В чем сущность процесса вскипания?
3. Что такое новообразования и включения в почве?

### **Защита модуля «Новообразования и включения в почве»**

1. Что такое биогенные новообразования?
2. Что такое включения в почве?
3. Что такое вскипание? Какова градация вскипания?
4. Опишите механизм вскипания почвы.
5. Что такое гидрогенно-аккумулятивные новообразования?
6. Что такое глинистые и гумусно-глинистые новообразования?
7. Перечислите группы почвенных включений.
8. Дайте характеристику группам почвенных новообразований в соответствии с их происхождением.
9. Что такое диффузионные (сегрегационные) новообразования?
10. Что такое иллювиальные новообразования?
11. Какие выделяют новообразования по происхождению?
12. Какие новообразования преобладают в болотных и заболоченных почвах?
13. Что такое карбонатные новообразования?
14. Что такое метаморфические новообразования?
15. На каких критериях должна строиться систематика новообразований?
16. На чем строится генетическая систематика новообразований?
17. На чем строится морфологическая систематика новообразований?
18. Что такое настоящие педологические явления? Какие процессы их обуславливают?
19. Охарактеризуйте новообразования биологического происхождения по С. А. Захарову.

20. Охарактеризуйте новообразования гипса по С. А. Захарову.
21. Охарактеризуйте новообразования кремнезема.
22. Охарактеризуйте новообразования кремнекислоты по С. А. Захарову.
23. Охарактеризуйте новообразования легкорастворимых солей по С. А. Захарову.
24. Охарактеризуйте новообразования окислов железа и марганца.
25. Охарактеризуйте новообразования органического (перегнойного) вещества.
26. Охарактеризуйте новообразования полуторных окислов, соединений марганца и фосфорной кислоты по С. А. Захарову.
27. Охарактеризуйте новообразования соединений закиси железа по С. А. Захарову.
28. Охарактеризуйте новообразования углекислой извести по С. А. Захарову.
29. Охарактеризуйте прикорневые новообразования.
30. Охарактеризуйте реликтовые новообразования.
31. Охарактеризуйте стрессовые новообразования.
32. Перечислите типы педологических явлений в почве.
33. Охарактеризуйте унаследованные новообразования.
34. Охарактеризуйте унаследованные педологические явления. Какие процессы их обуславливают?
35. Перечислите формы карбонатных новообразований.
36. Дайте характеристику основным признакам корневой системы растений.
37. Охарактеризуйте химические новообразования. Каков механизм их образования?
38. Что такое глинистые пленки?
39. Что такое глобулы? Как их разделяют по сложению?
40. Охарактеризуйте новообразования в виде белоглазок.
41. Охарактеризуйте новообразования в виде болотной руды.
42. Охарактеризуйте новообразования в виде выцветов.
43. Охарактеризуйте новообразования в виде дендритов.
44. Охарактеризуйте новообразования в виде дутиков.
45. Охарактеризуйте новообразования в виде жевалок.
46. Охарактеризуйте новообразования в виде железисто-марганцевых конкреций.
47. Охарактеризуйте новообразования в виде железистых трубочек.
48. Охарактеризуйте новообразования в виде журавчиков.

49. Охарактеризуйте новообразования в виде карбонатного псевдомицелия.
50. Охарактеризуйте новообразования в виде копролитов.
51. Охарактеризуйте новообразования в виде кор.
52. Охарактеризуйте новообразования в виде корневин.
53. Охарактеризуйте новообразования в виде коры.
54. Охарактеризуйте новообразования в виде кротовин.
55. Охарактеризуйте новообразования в виде лёссовых кукол.
56. Охарактеризуйте новообразования в виде луговой извести.
57. Охарактеризуйте новообразования в виде налетов.
58. Охарактеризуйте новообразования в виде ортзандов.
59. Охарактеризуйте новообразования в виде панцирей.
60. Охарактеризуйте новообразования в виде плит.
61. Охарактеризуйте новообразования в виде погремков и орлянок.
62. Охарактеризуйте новообразования в виде примазок.
63. Охарактеризуйте новообразования в виде прослоев.
64. Охарактеризуйте новообразования в виде псевдофибр.
65. Охарактеризуйте новообразования в виде пятен.
66. Охарактеризуйте новообразования в виде слоев мергеля.
67. Охарактеризуйте новообразования в виде червороин.
68. Что такое глобулы? Каково их разделение по составу?
69. Что такое глобулы? Каково их разделение по форме?
70. Что такое глобулы? Охарактеризуйте простые глобулы. Каково их разделение?
71. Что такое кристаллярии? Каково их разделение?
72. Что такое кутаны? Охарактеризуйте генетические кутаны.
73. Что такое кутаны? Каково их разделение по минералогической природе?
74. Что такое кутаны? Каково их разделение по форме поверхностей?
75. Что такое новообразования почвы?
76. Что такое педологические явления в почве?
77. Что такое педотубулы? Каково их разделение по происхождению материала?
78. Что такое педотубулы? Охарактеризуйте сложные педотубулы.
79. Что такое стриан?
80. Что такое субкутаные явления? Каково их разделение по сложению?
81. Что такое фекальные таблетки?
82. Охарактеризуйте элювиальные новообразования.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Актуальность темы лабораторной работы.
4. Теоретическая часть: основные физические свойства (исходя из темы работы), или основные химические свойства (исходя из темы работы), или оптимальные значения исследуемых свойств почвы.
5. Практическая часть: полная пошаговая методика работы; расчеты (при их наличии).
6. Выводы.
7. Список использованной литературы.

Оформление отчета: шрифт Times New Roman; размер шрифта 14 пт; междустрочный интервал 1,5; отступ в начале абзаца 1,5 см; параметры полей страницы: левое – 30 мм; правое – 15 мм; верхнее и нижнее – 20 мм. Все страницы должны быть пронумерованы арабскими цифрами, нумерация по всему тексту сквозная. Первой страницей является титульный лист, на котором номер не проставляется. Нумерация страниц должна совпадать с нумерацией, указанной в оглавлении. Порядковый номер страницы помещают в нижнем правом углу или посередине.

## ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

### *Часть 1. История почвоведения*

1. История почвоведения в России.
2. В. В. Докучаев.
3. Русский чернозем.
4. «Выбрать» ученого и расписать его вклад в науку «Почвоведение».

### *Часть 2. Почвы Владимирской области и их морфологические свойства*

1. Болотные почвы Владимирской области.
2. Аллювиальные почвы Владимирской области.
3. Дерново-подзолистые почвы Владимирской области и их свойства.
4. Подзолы Владимирской области и их свойства.
5. Почвы Владимирской области.
6. Серые лесные почвы Владимирской области и их свойства.

### *Часть 3. Почвы мира и их морфологические свойства*

1. Черноземы.
2. Серые лесные почвы.
3. Красноземы.
4. Желтоземы.
5. Каштановые почвы.
6. Дерново-подзолистые почвы.
7. Подзолы.
8. Сероземы.
9. Болотные почвы.
10. Пойменные почвы.
11. Тундрово-глеевые почвы.
12. Бурые лесные почвы.
13. Солончаки.
14. Солонцы.
15. Солоди.
16. Горные почвы.

### *Часть 4. Функции почв в биосфере*

1. Активаторно-ингибиторные функции почвы.
2. Биогеохимические функции почвы.
3. Биогеоценотические функции почвы.
4. Биосфера и почвы.
5. Биоэкологические функции почвы.
6. Биоэнергетические функции почвы.
7. Газоатмосферные функции почвы.
8. Гидрогеологические функции почвы.
9. Гидрологические функции почвы.
10. Глобальные функции почвы.
11. Плодородие почвы.
12. Влияние гранулометрического состава на свойства почвы.
13. Роль почвы в жизни человека.
14. Современное почвоведение.
15. Учение Докучаева – Вернадского о биосфере.
16. Учение Г. В. Добровольского об экологических свойствах почв.
17. Экологические функции почвы.

Защита реферата подразумевает использование мультимедийных технологий, в частности подготовку презентации, состоящей из материалов, представленных в реферате.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Почвоведение – фундаментальная наука, цель которой – изучение почв, их образования и развития, состава и свойств, географического распространения, роли в биосфере, а также путей рационального использования и постоянной охраны почв.

В рамках практикума студенты используют анализ в полевом и лабораторном описании почвенного профиля, исследуют структуру, гранулометрический состав, окраску и другие морфологические свойства почв.

Предложенные лабораторные работы способствуют закреплению у студентов основных знаний и умений, необходимых для исследования важнейших морфологических свойств почвы, закладывают основу для дальнейшего изучения дисциплин по направлениям подготовки «Почвоведение» и «Агрохимия и агропочвоведение».

Защита лабораторных работ – это демонстрация результатов самостоятельной деятельности студентов. В ходе защиты студенты излагают полученную информацию, сталкиваются с другими взглядами на планирование познавательной деятельности, учатся доказывать свою точку зрения и отвечать на вопросы.

После прохождения всего курса студент готов применять законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, участвовать в почвенных, агрохимических и агроэкологических исследованиях, проводить физические, физико-химические, почвенные, агрохимические и агроэкологические исследования, а также формулировать научно обоснованные выводы.

Также студент на данном этапе обучения уже имеет представление об эксплуатации современной аппаратуры и оборудования, необходимых для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ в области почвоведения, и способен применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анциферова, О. А.* Полевое описание почв и руководство к учебной практике по почвоведению / О. А. Анциферова. – Калининград : Изд-во КГТУ, 2004. – 82 с.
2. *Вальков, В. Ф.* Почвоведение : учеб. для вузов / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – М. ; Ростов н/Д. : МарТ, 2004. – 493 с. – ISBN 5-241-00405-X.
3. *Ганжара, Н. Ф.* Практикум по почвоведению / Н. Ф. Ганжара, Б. А. Борисов, Р. Ф. Байбеков. – М. : Агроконсалт, 2002. – 280 с. – ISBN 5-94325-023-9.
4. *Добровольский, Г. В.* Экология почв. Учение об экологических функциях почв : учебник / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – 2-е изд., уточн. и доп. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 412 с. – (Классический университетский учебник). – ISBN 978-5-211-06211-5.
5. *Корчагин, А. А.* Физика почв : лаб. практикум / А. А. Корчагин, М. А. Мазиров, Н. И. Шушкевич ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 99 с. – ISBN 978-5-9984-0109-1.
6. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена ; сост.: Т. К. Павлова, И. В. Панкратова. – СПб. : Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2003. – 30 с.
7. Лабораторно-практические занятия по почвоведению : учеб. пособие / М. В. Новицкий [и др.]. – СПб. : Проспект науки, 2009. – 319 с. – ISBN 978-5-903090-31-0.
8. *Мамонтов, В. Г.* Почвоведение : справ. пособие / В. Г. Мамонтов. – М. : Форум, 2016. – 368 с. – ISBN 978-5-00091-176-1.
9. *Он же.* Учебное пособие для лабораторно-практических занятий по мелиоративному почвоведению : учеб. пособие для подгот. бакалавров / В. Г. Мамонтов ; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Рос. гос. аграр. ун-т Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. – М. : Изд-во РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. – 103 с. – ISBN 978-5-9675-0845-5.
10. Морфология почв : практикум / авт.-сост.: Н. В. Клебанович [и др.]. – Минск : БГУ, 2010. – 26 с.

11. Общее почвоведение : учеб. пособие для студентов вузов / В. Г. Мамонтов [и др.] ; Междунар. ассоц. «Агрообразование». – М. : КолосС, 2006. – 456 с. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). – ISBN 5-9532-0346-2.

12. Полевые исследования свойств почв : учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 – почвоведение / М. А. Мазиров [и др.] ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 72 с. – ISBN 978-5-9984-0192-3.

13. Почвоведение : учеб. для ун-тов. В 2 ч. Ч. 1. Почва и почвообразование / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. – М. : Высш. шк., 1988. – 400 с. – ISBN 5-06-001159-3.

14. Почвоведение : учеб. для ун-тов. В 2 ч. Ч. 2. Типы почв, их география и использование / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. – М. : Высш. шк., 1988. – 368 с. – ISBN 5-06-001195-X.

15. Почвоведение : учеб.-метод. пособие для лаб. и самостоят. работ / Новосиб. гос. аграр. ун-т ; сост. М. С. Сиухина. – Новосибирск, 2009. – 110 с.

16. Практикум по земледелию / И. П. Васильев [и др.]. – М. : КолосС, 2004. – 424 с. – ISBN 5-9532014-1-9.

17. *Розанов, Б. Г.* Морфология почв / Б. Г. Розанов. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 320 с.

18. *Он же.* Морфология почв / Б. Г. Розанов. – СПб. : Акад. проект, 2004. – 431 с. – ISBN 5-8291-0451-2.

19. *Сафиулин, Н.* Почвоведение : учеб. пособие / Н. Сафиулин ; М-во образования Рос. Федерации ; Ростов. гос. строит. ун-т. – Ростов н/Д. : Ростов. гос. строит. ун-т, 2000. – 98 с.

20. *Федорец, Н. Г.* Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2009. – 84 с. – ISBN 978-5-9274-0383-7.

21. *Щеглов, С. Н.* Науки о Земле : Морфология почв : учеб. пособие / С. Н. Щеглов, Г. М. Соляник. – 2-е изд. – Краснодар : Кубан. гос. ун-т : Просвещение-Юг, 2010. – 122 с. – ISBN 978-5-93491-316-9.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Форма для описания почвенного разреза

\_\_\_\_\_ месяц 20\_\_ г.

1. Разрез № \_\_\_\_\_
2. Область \_\_\_\_\_ Район \_\_\_\_\_
3. Пункт \_\_\_\_\_
4. Общий рельеф \_\_\_\_\_
5. Микрорельеф \_\_\_\_\_
6. Положение разреза относительно рельефа и экспозиции \_\_\_\_\_
7. Растительный покров \_\_\_\_\_
8. Угодие и его культурное состояние \_\_\_\_\_
9. Признаки заболоченности, засоленности и другие характерные особенности \_\_\_\_\_
10. Глубина и характер вскипания от HCl (слабо / бурно) \_\_\_\_\_
11. Уровень почвенно-грунтовых вод \_\_\_\_\_
12. Материнская и подстилающая порода \_\_\_\_\_

Схема почвенного разреза	Горизонт и мощность, см	Мазок	Описываемые диагностические признаки почвы
			Окраска и ее пятнистость; граница, переход; влажность; гранулометрический состав; структура; плотность; липкость; сложение; новообразования; включения; обломки горных пород; вскипание от 10%-го раствора HCl; кислотность почвы (pH); корневая система; следы жизнедеятельности организмов; граница с нижележащим горизонтом; другие признаки

13. Полевое название почвы \_\_\_\_\_

**Итоговый бланк исследования**

Район отбора почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Дата отбора почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Время отбора почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Рельеф местности отбора почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Растительность в месте отбора почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Окраска почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Плотность твердой фазы \_\_\_\_\_  
 Плотность почвенного образца:  
 нарушенного сложения \_\_\_\_\_  
 ненарушенного сложения \_\_\_\_\_  
 Сложение и плотность почвы, определенные методом насыщения в цилиндрах \_\_\_\_\_ 20 – 40 \_\_\_\_\_; 40 – 60 \_\_\_\_\_; 60 – 80 \_\_\_\_\_; 80 – 100 \_\_\_\_\_  
 Порозность почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Гигроскопичность почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Структура почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Структура почвенного образца метод (Н. И. Саввинова) \_\_\_\_\_

Вариант (горизонт)	Масса агрегатов при размере агрегатов, мм								
	> 10	10 – 7	7 – 5	5 – 3	3 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	< 0,25
	Содержание агрегатов, %, при размере агрегатов, мм								
	>10	10 – 7	7 – 5	5 – 3	3 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	< 0,25

Коэффициент структурности \_\_\_\_\_  
 Оценка структурного состояния почвенного образца \_\_\_\_\_  
 Оценка водопрочности агрегатов \_\_\_\_\_  
 Гранулометрический состав: \_\_\_\_\_  
 метод пипетки \_\_\_\_\_

Горизонт, глубина, см	Содержание фракции, %, при размере фракции, мм					
	0,25 – 1,0	0,05 – 0,25	0,01 – 0,05	0,005 – 0,01	0,001 – 0,005	< 0,001

метод М. М. Филатова \_\_\_\_\_

Образец почвы	Содержание, %			Разновидность почвы
	глины	песка	пыли	

полевой метод \_\_\_\_\_

Зарисовка «Шнур»

Зарисовка «Шар»

Кислотность почвенного образца:

$pH_{H_2O}$  \_\_\_\_\_

$pH_{KCl}$  \_\_\_\_\_

Сухой остаток \_\_\_\_\_

Новообразования \_\_\_\_\_

Включения \_\_\_\_\_

Вскипание от 5 – 10% -го раствора HCl \_\_\_\_\_

Вывод об исследуемом почвенном образце \_\_\_\_\_

**Варианты заданий для расчета сложения и плотности пахотного слоя почвы методом насыщения в цилиндрах**

112

Вариант	Масса пустого цилиндра, г					Глубина погружения цилиндра, см					Диаметр режущей части цилиндра, см					Масса цилиндра с почвой до насыщения, г				
	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100
1	350	516	478	399	578	10	10	10	11	12	5,1	6,6	5	9,9	7,7	1278	1198	1211	1178	1169
2	355	541	458	368	512	11	13	15	10	11	8,2	10,8	9,7	6,7	8,7	1168	1278	1200	1175	1175
3	400	578	469	549	579	12	15	13	12	13	10,4	9,5	6,5	5,2	9,8	1047	1325	1174	1178	1273
4	428	522	54	516	549	13	12	14	15	15	6,4	7,2	8,8	10,8	5,2	1169	1147	1185	1175	1175
5	590	536	517	573	536	14	10	11	11	13	5,7	5,5	7,1	6,1	6,5	1248	1178	1196	1247	1325
6	600	499	399	577	521	15	11	12	11	15	9,2	7,8	8,4	10,2	9,9	1325	1248	1147	1185	1047
7	598	474	497	516	599	10	13	11	10	13	10,5	6,3	8	5,3	10,4	1178	1175	1158	1278	1098
8	405	473	489	571	547	11	15	10	13	12	8,9	9,3	6	5,8	5,3	1147	1099	1247	1278	1173
9	423	471	488	546	549	12	17	13	14	11	6,1	6,2	5,2	6,2	5,9	1098	1278	1241	1278	1384
10	514	514	416	455	567	13	11	11	12	10	9,9	7,7	9,1	9,5	7,5	1178	1325	1258	1175	1211
11	345	519	417	495	595	14	10	14	15	10	7,6	7,3	7	6,5	7,9	1278	1047	1259	1278	1169
12	398	588	493	492	587	15	13	11	13	13	9,6	9,4	5,8	8	7,6	1248	1175	1247	1247	1147
13	497	498	477	487	544	10	15	12	15	13	5,4	8,3	8,1	10,1	6,2	1173	1089	1269	1174	1248
14	477	604	503	488	619	11	14	14	10	12	7,9	10,6	7,5	6,8	6	1175	1169	1169	1140	1047
15	369	618	409	548	498	12	16	14	11	15	8,7	6,7	10,1	10,2	8,4	1278	1278	1145	1278	1278
16	543	413	607	555	555	13	10	11	13	14	6,8	10,9	9,8	9,2	6,4	1099	1273	1245	1211	1196
17	512	433	417	514	548	14	14	15	12	15	10,2	5,3	10	5,1	10,4	1089	1173	1165	1198	1175
18	533	521	419	519	612	15	15	10	15	11	10,7	9	6,8	6,5	5,1	1278	1325	1141	1098	1169
19	517	487	540	498	579	10	13	13	11	10	5,6	10,3	5,9	5	10	1384	1248	1140	1047	1141
20	591	550	595	560	541	11	10	12	14	12	8,6	7,4	8,5	10,6	10,2	1273	1211	1100	1278	1278

Вариант	Масса цилиндра с почвой после насыщения, г					Масса алюминиевого стаканчика, г					Масса стаканчика с пробой сырой почвы, г					Масса стаканчика с сухой почвой, г				
	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100	0 – 20	20 – 40	40 – 60	60 – 80	80 – 100
1	1503,5	1409,4	1424,7	1385,9	1375,3	21,2	22,3	23,2	21,9	28,2	37,86	39,85	41,51	39,02	50,32	33,31	35,07	36,53	34,34	44,28
2	1374,1	1503,5	1411,8	1382,4	1382,4	22	23,2	24,1	22,7	23,6	39,29	41,35	43,08	40,49	42,1	34,57	36,39	37,91	35,63	37,05
3	1231,8	1558,8	1381,2	1385,9	1497,6	23,2	24,4	25,4	23,9	22,5	41,43	43,61	45,43	42,7	40,23	36,46	38,38	39,97	37,58	35,4
4	1375,3	1349,4	1394,1	1382,4	1382,4	24,4	25,7	26,8	25,1	24,7	43,57	45,86	47,78	44,91	44,11	38,34	40,36	42,04	39,52	38,81
5	1468,2	1385,9	1407,1	1467,1	1558,8	25,7	27,1	28,2	26,5	23,2	45,89	48,31	50,32	47,3	41,43	40,39	42,51	44,28	41,63	36,46
6	1558,8	1468,2	1349,4	1394,1	1231,8	21,6	22,7	23,7	22,3	22,1	38,57	40,6	42,29	39,76	39,39	33,94	35,73	37,22	34,98	34,66
7	1385,9	1382,4	1362,4	1503,5	1291,8	24,7	26	27,1	25,5	23,5	44,11	46,43	48,36	45,46	41,9	38,81	40,86	42,56	40,01	36,87
8	1349,4	1292,9	1467,1	1503,5	1380	21	22,1	23	21,6	26,8	37,5	39,47	41,12	38,65	47,78	33	34,74	36,18	34,01	42,04
9	1291,8	1503,5	1460	1503,5	1628,2	20,1	21,2	22	20,7	25,5	35,89	37,78	39,36	36,99	45,46	31,59	33,25	34,63	32,56	40,01
10	1385,9	1558,8	1480	1382,4	1424,7	20,9	22	22,9	21,5	26,8	37,32	39,29	40,92	38,47	47,78	32,84	34,57	36,01	33,85	42,04
11	1503,5	1231,8	1481,2	1503,5	1375,3	21,5	22,6	23,6	22,2	22,7	38,39	40,41	42,1	39,57	40,49	33,79	35,56	37,05	34,82	35,63
12	1468,2	1382,4	1467,1	1467,1	1349,4	21,4	22,5	23,5	22,1	25,7	38,21	40,23	41,9	39,39	45,86	33,63	35,4	36,87	34,66	40,36
13	1380	1281,2	1492,9	1381,2	1468,2	25,5	26,8	28	26,3	22,3	45,54	47,93	49,93	46,93	39,85	40,07	42,18	43,94	41,3	35,07
14	1382,4	1375,3	1375,3	1341,2	1231,8	21,4	22,5	23,5	22,1	21,6	38,21	40,23	41,9	39,39	38,57	33,63	35,4	36,87	34,66	33,94
15	1503,5	1503,5	1347,1	1503,5	1503,5	21,6	22,7	23,7	22,3	24,7	38,57	40,6	42,29	39,76	44,11	33,94	35,73	37,22	34,98	38,81
16	1292,9	1497,6	1464,7	1424,7	1407,1	21,5	22,6	23,6	22,2	26,8	38,39	40,41	42,1	39,57	47,78	33,79	35,56	37,05	34,82	42,04
17	1281,2	1380	1370,6	1409,4	1382,4	24,5	25,8	26,9	25,3	21,9	43,75	46,05	47,97	45,09	39,02	38,5	40,53	42,21	39,68	34,34
18	1503,5	1558,8	1342,4	1291,8	1375,3	24,7	26	27,1	25,5	23,2	44,11	46,43	48,36	45,46	41,35	38,81	40,86	42,56	40,01	36,39
19	1628,2	1468,2	1341,2	1231,8	1342,4	24,4	25,7	26,8	25,1	23,7	43,57	45,86	47,78	44,91	42,29	38,34	40,36	42,04	39,52	37,22
20	1497,6	1424,7	1294,1	1503,5	1503,5	20,1	21,2	22	20,7	24,4	35,89	37,78	39,36	36,99	43,57	31,59	33,25	34,63	32,56	38,34

**Дополнительные методические материалы для проведения  
лабораторного практикума**

**Оптимальные параметры агрохимических свойств почв  
Владимирской области**

Почвы	Содержание гумуса, %	pH <sub>KCl</sub>	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	Содержание K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы
Серые лесные	2,8 – 3,0	5,9 – 6,0	180 – 200	170 – 180
Дерново-подзолистые суглинистые	1,8 – 2,5	5,8 – 5,9	170 – 180	160 – 180
Дерново-подзолистые супесчаные	1,6 – 1,8	5,5 – 5,6	160 – 170	150 – 160

**Группировка почв по содержанию подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O и C**

Группа	Характеристика содержания	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы	Содержание K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы	Содержание C, %
I	Очень низкое	≤ 25	≤ 40	≤ 1,4
II	Низкое	26 – 50	41 – 80	1,5 – 2,0
III	Среднее	51 – 100	81 – 120	2,1 – 2,5
IV	Повышенное	101 – 150	121 – 170	2,6 – 3,0
V	Высокое	151 – 250	171 – 250	3,1 – 4,0
VI	Очень высокое	≥ 251	≥ 251	> 4,0

**Оптимальные показатели плодородия пахотного слоя почвы  
Нечерноземной зоны, обеспечивающие высокие и стабильные урожаи**

Почва	Содержание гумуса, %	pH	Содержание, мг/кг почвы	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Северо-Западный район Нечерноземной зоны</b>				
Дерново-подзолистые: Суглинистые	2,5 – 4,0	5,5 – 6,5	200 – 300	200 – 300
<b>Центральный район Нечерноземной зоны</b>				
Дерново-подзолистые: Суглинистые и глинистые	1,8 – 2,5	5,5 – 6,0	100 – 200	120 – 250
Супесчаные и песчаные	1,5 – 2,0	5,1 – 5,5	100 – 200	160 – 250
Серые лесные	3,0 – 3,5	5,5 – 6,5	100 – 200	160 – 250
<b>Волго-Вятский район Нечерноземной зоны</b>				
Дерново-подзолистые: Суглинистые	2,7 – 4,0	5,6 – 6,5	130 – 200	150 – 400
Супесчаные	2,1 – 3,3	5,1 – 6,0	70 – 140	120 – 250
Песчаные	1,6 – 3,0	5,0 – 6,0	50 – 100	100 – 150

*Оценка плотности суглинистых и глинистых почв по гранулометрическому составу (по Н. А. Качинскому):*

– менее 1 г/см<sup>3</sup> – почва вспушена или обогащена органическим веществом;

– 1,0 – 1,1 г/см<sup>3</sup> – культурная свежевспаханная почва;

– 1,2 – 1,3 г/см<sup>3</sup> – пашня уплотнена;

– 1,3 – 1,4 г/см<sup>3</sup> – пашня сильно уплотнена;

– 1,4 – 1,6 г/см<sup>3</sup> – подпахотные горизонты различных почв (кроме черноземов);

– 1,6 – 1,8 г/см<sup>3</sup> – сильно уплотненные иллювиальные горизонты.

*Оптимальные диапазоны плотности почвы в зависимости от гранулометрического состава:*

– глинистые и суглинистые почвы – 1,0 – 1,3 г/см<sup>3</sup>;

– легкосуглинистые почвы – 1,10 – 1,40 г/см<sup>3</sup>;

– супесчаные почвы – 1,20 – 1,45 г/см<sup>3</sup>;

– песчаные почвы – 1,25 – 1,60 г/см<sup>3</sup>.

*Качественная оценка общей пористости пахотного слоя по шкале Н. А. Качинского (общая пористость в вегетационный период):*

– более 70 % – почва вспушена, избыточно пористая;

– 75 – 65 % – культурный пахотный слой, отличная пористость;

– 55 – 50 % – удовлетворительная для пахотного слоя пористость;

– 50 – 40 % – неудовлетворительная для пахотного слоя пористость;

– 40 – 25 % – чрезмерно низкая пористость, характерна для уплотненных горизонтов В.

#### Оптимальные значения плотности почвы

Тип почвы	Вид почвы	РПП <sup>1</sup>	ОПП <sup>2</sup>	ПТФ <sup>3</sup>
Дерново-подзолистая	Песчаная	1,5 – 1,6	–	2,60 – 2,65
Дерново-подзолистая	Супесчаная	1,3 – 1,4	1,2 – 1,35	2,60 – 2,65
Дерново-подзолистая	Суглинистая	1,35 – 1,5	1,1 – 1,3	2,60 – 2,70
Дерново-карбонатная	Суглинистая	1,4 – 1,5	1,1 – 1,25	2,60 – 2,70
Дерново-глеевая	Суглинистая	1,4	1,2 – 1,4	2,60 – 2,70
Луговая пойменная	Суглинистая	1,15 – 1,2	–	2,60 – 2,70
Болотная	Степень разложения торфа 35 – 40 %	0,17 – 0,18	–	2,60 – 2,70
Серая лесная	Суглинистая	1,35 – 1,4	1,15 – 1,25	2,60 – 2,70
Чернозем	Суглинистый	1,0 – 1,3	1,2 – 1,3	2,40 – 2,70

<sup>1</sup> Равновесная плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Оптимальная плотность почвы, г/см<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Плотность твердой фазы, г/см<sup>3</sup>.

### Типичные значения плотности различных почв

Горизонт	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Пористость почвы, см <sup>3</sup> /см <sup>3</sup>
В и С	1,4 – 1,9	0,43 – 0,32
Гумусовые суглинистые и глинистые	1,0 – 1,2	...
Лесные подстилки и низинные торфа	0,2 – 0,4	...
Минеральные глеевые	11,6 – 1,8	...
Минеральные суглинистые и глинистые	1,3 – 1,6	...
Пахотные горизонты песчаных минеральных почв	1,3 – 1,8	0,46 – 0,35
Пахотные горизонты суглинистых минеральных почв	1,3 – 1,8	0,69 – 0,46
Песчаные и супесчаные почвы	1,4 – 1,6	...
Торф (верховой)	1,4 – 1,9	0,93 – 0,79

Классификация почв по гранулометрическому составу по Н. А. Качинскому, размер частиц указан в миллиметрах:

Камни .....	более 3	Пыль средняя .....	0,01 – 0,005
Гравий .....	3 – 1	Пыль мелкая .....	0,005 – 0,001
Песок крупный .....	1 – 0,5	Ил грубый .....	0,001 – 0,0005
Песок средний .....	0,5 – 0,25	Ил тонкий .....	0,0005 – 0,0001
Песок мелкий .....	0,25 – 0,05	Коллоиды .....	менее 0,0001
Пыль крупная .....	0,05 – 0,01		

*Качественная оценка пористости по Н. А. Качинскому:*

- более 50 % – наилучшая пористость;
- 50 – 45 % – хорошая пористость;
- 45 – 40 % – удовлетворительная пористость;
- менее 40 % – неудовлетворительная пористость;
- менее 30 % – весьма плохая пористость.

Типичные значения плотности твердой фазы различных почв

Горизонт	Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>
Лесные подстилки и низинные торфа	1,4 – 1,8
Гумусовые суглинистые и глинистые	2,4 – 2,6
Минеральные суглинистые и глинистые	2,6 – 2,7
Пахотные горизонты песчаных минеральных почв	2,50 – 2,70
Песчаные и супесчаные почвы	2,6 – 2,7
Минеральные глеевые	2,6 – 2,7
В и С	2,65 – 2,75
Торф (верховой)	1,35 – 1,45
Пахотные горизонты суглинистых минеральных почв	2,55 – 2,65

Универсальная классификация почв по гранулометрическому составу  
(по Н. А. Качинскому)

Содержание физической глины, % (сумма частиц размером менее 0,01 мм)	Основное наименование разновидности почвы по гранулометрическому составу
<b>Песчаные почвы</b>	
0 – 5	Рыхлопесчаная
5 – 10	Связнопесчаная
10 – 20	Супесчаная
<b>Суглинистые почвы</b>	
20 – 30	Легкосуглинистая
30 – 40	Среднесуглинистая
40 – 50	Тяжелосуглинистая
<b>Глинистые почвы</b>	
50 – 65	Легкоглинистая
65 – 80	Среднеглинистая

Единая классификационная шкала почв по гранулометрическому  
составу

Основное название	Содержание физической глины, %	Название дополнительное	Преобладающие фракции, мм
Глины тяжелые	> 80	Иловатые	< 0,001
	> 80	Пылеватые	0,01 – 0,001
Глины средние и легкие	60 – 80	Иловатые	< 0,001
	60 – 80	Пылеватые	0,01 – 0,001
	60 – 80	Крупнопылеватые	0,05 – 0,001
Суглинки тяжелые	40 – 60	Иловатые	< 0,001
	40 – 60	Пылеватые	0,01 – 0,001
	40 – 60	Крупнопылеватые	0,05 – 0,01
Суглинки средние	30 – 40	Иловатые	< 0,001
	30 – 40	Пылеватые	0,01 – 0,001
	30 – 40	Крупнопылеватые	0,05 – 0,01
Суглинки легкие	20 – 30	Песчаные	> 0,05
	20 – 30	Крупнопылеватые	0,05 – 0,01
Пески	0 – 10	Рыхлые	> 0,05
	0 – 10	Крупнопылеватые	0,05 – 0,01

**Варианты заданий для расчета гранулометрического состава почвы**

Вариант	Содержание фракций, %, при размере частиц, мм																											
	1 – 0,5								0,5 – 0,25								0,25 – 0,05								0,05 – 0,01			
	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75
1	17,4	15,5	11,8	2,5	4,6	6,4	6,7	7,4	13	13,1	9,7	14,5	12,7	11,1	11,2	11,4	8,6	10,7	7,5	26,4	20,8	15,7	15,6	15,8	54,6	54,6	52,1	15,6
2	15,7	14,5	10,8	2,5	4,4	4,8	5,6	5	14,8	13,1	9,7	11,5	12,7	11,3	11,2	11,4	13,8	11,7	8,5	20,4	21	17,7	16,7	17,8	56,6	52,6	50,1	19,6
3	20,1	17,5	13,8	4,5	6	6,8	10,7	7	17	13,1	9,7	11,5	13,2	11,3	11,2	11,4	13,9	8,7	5,5	18,4	20,4	15,7	11,6	15,8	51,6	48,6	45,1	23,6
4	10	17,7	15,8	4,5	3	6,8	15,7	7	14,4	13,1	10,7	11,5	11,7	11,3	13,7	11,4	18,8	8,5	5,5	18,4	20,4	15,7	11,6	15,8	51,8	48,6	43,1	23,6
5	22,3	15,5	13,8	6,5	6	7,8	10,7	8	17,5	13,1	9,7	11,5	13,2	11,3	11,2	11,9	12,7	10,7	5,5	16,4	20,4	14,7	11,6	15,8	48,6	50,6	45,1	25,6
6	7,6	14,5	15,8	5,5	8	7,8	8,7	10	11,2	12,1	10,7	11,5	11,7	11,8	11,7	11,4	14,8	9,7	5,5	17,4	15,4	15,7	14,6	12,8	53,2	50,6	43,1	18,6
7	10,8	13,7	12,1	6,5	10,8	8,8	10,7	10	10,5	12,6	9,8	15,5	15,7	11,8	12,2	12,4	10,2	11,5	7,5	24,4	20,6	14,7	13,6	14,8	55,6	55,6	52,8	15,6
8	20,6	13,8	15,8	4,5	4	6,8	10,7	9	16,7	13,3	11,2	11,5	12,2	11,3	12,2	12,4	12,8	12,7	6,5	18,4	20,4	15,7	13,6	15,8	54,2	50,6	48,1	19,6
9	20,1	15,5	18,8	8,5	8	10,8	13,7	10	18,5	13,1	11,7	12,5	15,2	11,8	13,7	11,4	16,8	10,7	4,5	16,4	22,4	12,7	13,6	12,8	48,6	46,6	41,1	21,6
10	20,1	13,7	12,1	8,5	9	10,8	8,8	10	17,5	13,1	9,3	11,5	13,2	11,3	11,2	11,9	14,9	12,5	6,5	14,4	17,4	11,7	13,6	13,8	50,6	50,6	40,1	20,6
11	17,2	14,5	13,8	4,5	6	7,8	10,7	9	13	13,1	9,7	11,5	13,2	11,8	12,2	12,4	8,8	11,7	5,5	18,4	20,4	15,7	13,6	15,8	54,6	52,6	45,1	23,6
12	15,7	17,5	15,8	6,5	8	8,8	10,7	10	14,8	13,1	10,7	11,5	11,7	11,8	12,2	11,4	13,8	8,7	5,5	16,4	15,4	14,7	13,6	12,8	56,6	48,6	43,1	25,6
13	20,1	17,7	13,8	5,5	10,8	6,8	13,7	10	17	13,1	9,7	11,5	15,7	11,3	13,7	11,9	13,9	8,5	5,5	17,4	20,6	15,7	13,6	13,8	51,6	48,6	45,1	18,6
14	10	15,5	15,8	6,5	4	10,8	8,8	9	14,4	13,1	10,7	15,5	12,2	11,8	11,2	12,4	18,8	10,7	5,5	24,4	20,4	12,7	13,6	15,8	51,8	50,6	43,1	15,6
15	22,3	14,5	15,8	8,5	9	7,8	10,7	10	17,5	12,1	11,2	12,5	13,2	11,8	12,2	11,9	12,7	9,7	6,5	16,4	17,4	15,7	13,6	13,8	48,6	50,6	48,1	21,6
16	17,2	13,7	18,8	4,5	10,8	7,8	10,7	7	13	13,1	11,7	11,5	15,7	11,8	11,2	11,4	8,8	12,5	4,5	18,4	20,6	15,7	11,6	15,8	54,6	50,6	41,1	19,6
17	20,6	15,5	15,8	4,5	6	7,8	8,7	10	16,7	13,1	10,7	11,5	13,2	11,3	11,7	12,4	12,8	10,7	5,5	18,4	20,4	14,7	14,6	14,8	54,2	50,6	43,1	23,6
18	17,2	17,5	13,8	6,5	9	7,8	8,7	7	13	13,1	9,7	15,5	13,2	11,8	11,7	11,4	8,8	8,7	5,5	24,4	17,4	15,7	14,6	15,8	54,6	48,6	45,1	15,6
19	17,2	15,5	18,8	8,5	4	6,8	10,7	9	13	13,1	11,7	12,5	12,2	11,3	12,2	12,4	8,8	10,7	4,5	16,4	20,4	15,7	13,6	15,8	54,6	50,6	41,1	21,6
20	22,3	15,5	13,8	6,5	8	6,8	8,7	10	17,5	13,1	9,7	15,5	15,2	11,3	11,7	11,9	12,7	10,7	5,5	24,4	22,4	15,7	14,6	13,8	48,6	50,6	45,1	15,6

Вариант	Содержание фракций, %, при размере частиц, мм																											
	0,05 – 0,01				0,01 – 0,005								0,005 – 0,001								< 0,001							
	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270	0 – 10	20 – 30	40 – 50	65 – 75	80 – 90	110 – 120	150 – 160	250 – 270
1	21,9	30,8	30,8	31,2	5,2	5,1	7,4	6,4	8,7	16,4	15,8	15,7	5,2	5,8	6,1	16,7	21,4	12,1	12,6	11,7	9	8,3	15,1	32,4	22,6	18,6	18,5	18,6
2	20,9	35,4	32,8	30,2	2,5	7,1	9,4	8,4	9,7	11,4	13,8	16,7	3,4	5,8	4,1	14,7	24,4	10,1	14,6	10,7	9	8,3	17,1	34,4	19,6	20,6	16,5	19,6
3	19,9	30,4	30,8	25,2	3,2	11,1	14,4	10,4	7,7	16,4	15,8	21,7	5,2	4,8	6,1	14,7	26,4	12,1	13,6	8,7	6	9,3	15,1	28,4	19,6	18,6	17,5	21,6
4	19,9	30,4	25,8	25,2	8,2	11,1	11,4	10,4	10,7	16,4	13,8	21,7	5,2	4,8	9,1	14,7	25,4	12,1	15,6	8,7	6	9,3	15,1	28,4	20,6	18,6	17,5	21,6
5	19,9	33,4	30,8	24,2	5,2	11,1	14,4	12,4	7,7	13,4	15,8	20,7	6,2	3,8	6,1	12,7	26,4	15,1	13,6	8,7	5	8,3	15,1	26,4	19,6	15,6	17,5	22,6
6	14,9	17,4	29,8	20,2	10,2	7,1	11,4	13,4	13,7	19,4	10,8	24,7	6,2	6,8	9,1	16,7	27,4	15,1	18,6	11,7	8	11,3	15,1	28,4	20,6	24,6	17,5	20,6
7	17,9	29,4	28,8	30,2	7,2	3,1	6,4	4,4	7,7	16,4	14,8	14,7	6,2	6,8	6,1	15,7	19,4	12,1	13,6	11,7	10	9,3	15,1	33,4	23,6	18,6	18,5	18,6
8	21,9	30,4	30,8	28,2	2,2	9,1	8,4	8,4	9,7	14,4	13,8	18,7	3,2	5,5	6,1	14,7	24,4	10,1	16,6	8,7	7	8,3	15,1	34,4	19,6	22,6	14,5	19,6
9	16,9	29,4	20,8	26,2	6,3	13,1	10,4	10,4	8,7	16,4	16,8	20,7	4,2	4,8	10,1	14,7	23,4	11,1	17,6	8,7	4	9,3	15,1	28,4	20,6	19,6	17,5	21,6
10	16,9	30,4	25,7	20,2	4,2	12,1	13,4	15,4	10,7	14,4	18,8	22,7	6,2	3,8	9,8	14,7	26,4	16,1	15,6	10,7	4	7,3	18,1	26,4	19,6	16,6	17,5	22,6
11	19,9	17,4	28,8	28,2	5,2	7,1	14,4	10,4	7,7	19,4	14,8	18,7	5,2	5,8	6,1	14,7	26,4	15,1	13,6	8,7	9	8,3	15,1	28,4	19,6	24,6	18,5	19,6
12	14,9	29,4	30,8	26,2	2,5	11,1	11,4	12,4	13,7	16,4	13,8	20,7	3,4	4,8	9,1	12,7	27,4	12,1	16,6	8,7	9	9,3	15,1	26,4	20,6	18,6	14,5	21,6
13	17,9	30,4	20,8	20,2	3,2	11,1	14,4	13,4	7,7	14,4	16,8	22,7	5,2	4,8	6,1	16,7	19,4	10,1	17,6	10,7	6	9,3	15,1	28,4	23,6	22,6	17,5	22,6
14	21,9	29,4	25,7	28,2	8,2	11,1	11,4	4,4	9,7	16,4	18,8	18,7	5,2	3,8	9,1	15,7	24,4	11,1	15,6	8,7	6	8,3	15,1	33,4	19,6	19,6	17,5	19,6
15	16,9	17,4	30,8	20,2	5,2	7,1	8,4	10,4	10,7	19,4	13,8	22,7	6,2	6,8	6,1	14,7	26,4	15,1	16,6	10,7	5	11,3	15,1	28,4	19,6	24,6	14,5	22,6
16	17,9	17,4	30,8	25,2	5,2	12,1	10,4	8,4	7,7	19,4	15,8	21,7	5,2	3,8	10,1	14,7	19,4	15,1	13,6	8,7	9	7,3	15,1	34,4	23,6	24,6	17,5	21,6
17	19,9	33,4	29,8	30,2	2,2	11,1	11,4	10,4	7,7	13,4	10,8	14,7	3,2	3,8	9,1	14,7	26,4	15,1	18,6	11,7	7	8,3	15,1	28,4	19,6	15,6	17,5	18,6
18	16,9	17,4	29,8	25,2	5,2	11,1	14,4	4,4	10,7	19,4	10,8	21,7	5,2	4,8	6,1	15,7	26,4	15,1	18,6	8,7	9	9,3	15,1	33,4	19,6	24,6	17,5	21,6
19	21,9	30,4	30,8	28,2	5,2	11,1	10,4	10,4	9,7	14,4	13,8	18,7	5,2	3,8	10,1	14,7	24,4	10,1	16,6	8,7	9	8,3	15,1	28,4	19,6	22,6	14,5	19,6
20	16,9	30,4	29,8	20,2	5,2	11,1	14,4	4,4	8,7	14,4	10,8	22,7	6,2	3,8	6,1	15,7	23,4	10,1	18,6	10,7	5	8,3	15,1	33,4	20,6	22,6	17,5	22,6

*Учебное издание*

РАГИМОВ Александр Олегович  
МАЗИРОВ Михаил Арнольдович  
ШЕНТЕРОВА Екатерина Михайловна

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум

На 1-й стороне обложки размещена фотография В. В. Докучаева из фотоальбома  
«Санкт-Петербургский университет. Естественники. Выпуск 1895 года»

Редактор Т. В. Евстюничева  
Технический редактор С. Ш. Абдуллаева  
Корректор О. В. Балашова  
Компьютерная верстка Е. А. Герасиной

Подписано в печать 28.11.17.  
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 6,98. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.