

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра химии и инженерной экологии в строительстве

Оценка состояния почв

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине «Наука о земле» для студентов 2 курса
направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Казань
2020

УДК 631.42
ББК 40.3
А72

А72 Оценка состояния почв: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Наука о земле» для студентов 2 курса направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» / Сост. И.И. Антонова.– Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2020.– 55 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В методических указаниях изложены основы общего почвоведения, рассмотрены механический состав и водный режим почвы, ее структура, химические и физические свойства почвенной вытяжки. Приводится методика проведения анализов на загрязняющие вещества почв.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология строительных материалов, изделий и конструкций» Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Д.А. Аюпов

УДК 631.42
ББК 40.3

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2020
© Антонова И.И., 2020

ВВЕДЕНИЕ

Наука о происхождении и развитии почв, закономерностях их распространения, путях рационального использования и повышения плодородия называется **почвоведением**.

Основателем почвоведения как самостоятельной естественноисторической науки является выдающийся русский ученый Василий Васильевич Докучаев (1846–1903). Он впервые сформулировал научное определение почвы, разработал генетическую классификацию почв и новые методы изучения и картографирования почв в поле. Докучаев открыл основные закономерности географического распространения почв и внес большой вклад в теорию и практику охраны и повышения плодородия почв, особенно, в черноземных областях России. Большое значение для дальнейшего развития почвоведения в нашей стране имели труды Н.М. Сибирцева, П.А. Костычева, К.Д. Глинки, В.И. Вернадского, В.Р. Вильямса, К.К. Гедройца, Л.И. Прасолова, Б.Б. Полынова, И.В. Тюрина и др.

В настоящее время все большее значение приобретает проблема рационального использования и охраны почв. Почва относится к легкоразрушаемому и практически невозполнимому виду природных ресурсов. А между тем, почва представляет собой бесценное народное богатство, и мы обязаны всемерно беречь ее!

В трудах отечественных и зарубежных ученых показано, что мир почв чрезвычайно разнообразен. Не только почвы разных республик, краев и областей различны, но даже и в пределах одного хозяйства или одного поля почвы далеко не одинаковы. Правильно использовать их в хозяйстве можно только на основе знания всего разнообразия почв, так как каждый тип и вид почвы обладает особыми свойствами. Изучение почв необходимо не только для сельскохозяйственных целей, но также и для инженерно-строительного дела. Знание свойств почвы необходимо для решения ряда проблем

здравоохранения, добычи полезных ископаемых, организации зеленых зон, парков и скверов в городском хозяйстве, и т. д.

Следовательно, очень важно прежде всего уметь правильно определить (назвать) почву. Правильное определение вида почвы позволит при помощи соответствующих справочников и руководств получить более точные сведения о свойствах данной почвы. Для получения более полных и детальных сведений необходимы специальные исследования почвы в поле и в лаборатории.

Почва – это 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 соответствующие условия для роста и развития растений.

Образование почвы

Началом процесса почвообразования нужно считать тот момент, когда на продуктах выветривания горных пород поселились растительность и микроорганизмы. С этого момента раздробленная горная порода стала почвой, то есть качественно новым телом, обладающим рядом качеств и свойств, важнейшим из которых является плодородие.

Почва образуется из поверхностной горной породы, получившей название «материнская», путем влияния на нее климатических условий (температуры, воздуха, воды и др.), живых организмов, при известном рельефе местности и в течение известного промежутка времени, определяющего почвенный возраст.

• Почвообразующие породы

Почвообразующей (материнской) породой называется всякая горная порода, на минеральной основе которой возникает и развивается почва. Между почвой и почвообразующей породой происходит постоянный обмен

энергией (особенно, тепловой), газами, парами воды и растворами. Этими породами чаще всего являются продукты выветривания осадочных пород. Залегая непосредственно на поверхности земли, они служат основными материнскими породами. Наиболее распространенными материнскими породами являются континентальные четвертичные отложения: древние и современные ледниковые образования (морена), лесс и лессовидные породы, аллювий, делювий, элювий и др. Большое значение имеют химические и физические свойства горных пород. Минеральная часть любой почвы содержит в себе, в основном, те элементы, которые входили в минеральный состав материнской породы, а интенсивность и характер почвообразовательных процессов напрямую зависят от таких факторов, как гранулометрический состав породы, ее плотность, пористость и теплопроводность.

• **Климат в почвообразовании**

Климат играет огромную роль в процессах почвообразования, его влияние очень многообразно. Почвенный климат известным образом сказывается на свойствах почвы (содержание перегноя, температура, влажность, условия аэрации и др.) и, в свою очередь, зависит от почвы, произрастающей на ней растительности и элементов рельефа. Наиболее важными элементами климата в почвообразовании являются осадки и приток лучистой энергии солнца (тепло и свет). Неравномерное периодическое выпадение осадков местами создает и неблагоприятный водный режим почвы, характеризующийся сменой периодов иссушения периодами избыточного увлажнения.

Температура влияет на скорость химических и биологических процессов, протекающих в почве. Температурные условия местности и продолжительность вегетационного периода определяют длительность интенсивного сезонного почвообразования. На почвообразование может влиять ветер, вызывая дефляцию. Ветер способствует обмену воздуха атмосферы и почвы, усиливая испарение воды с поверхности земли и из

почвы. Климат оказывает влияние на почву не только непосредственно, но и косвенно, поскольку существование той или иной растительности, обитание тех или иных животных, а также интенсивность микробиологической деятельности обусловлена именно климатическими условиями.

• Растения и животные в почвообразовании

Растения и животные принимают большое участие в почвообразовании. Растения, пронизывая корнями верхний слой почвообразующей породы, извлекают из ее нижних горизонтов питательные вещества и закрепляют их в синтезированном органическом веществе. Вследствие разложения растительных остатков, в почве накапливается перегной, имеющий огромное значение в плодородии почвы. Растительные остатки в почве являются необходимым питательным субстратом и важнейшим условием развития многих почвенных микроорганизмов.

Животные в процессе своей жизнедеятельности значительно ускоряют разложение органических веществ. Видную роль играют черви, жуки, личинки, а также и норные животные, такие как кроты, мыши, суслики, сурки, и пр. Многократно перерывая почву, они способствуют смешиванию органических веществ с минеральными, а также повышению водо- и воздухопроницаемости почвы, что усиливает и ускоряет процессы разложения в почве органических остатков. Также они обогащают почвенную массу продуктами своей жизнедеятельности. Растения и животные принимают большое участие в выветривании горных пород.

• Микроорганизмы в почвообразовании

В последнее время установлена выдающаяся роль микроорганизмов в деле почвообразования, особенно, бактерий и сапрофитных грибов. Число их достигает сотен тысяч и даже миллионов на 1 см² почвы в ее верхнем слое. Принадлежа к разряду аэробных или анаэробных, микроорганизмы производят всевозможные продукты окисления, раскисления, нитрификации и денитрификации. При известной комбинации влажности, температуры и прочих образующих факторов микроорганизмы служат простыми

разносчиками кислорода и других газов, играют роль фермента. Наиболее изучены нитрифицирующие бактерии *Nitrosomonas* (переводят аммиак в азотистую кислоту) и *Nitrobacter*, окисляющий азотистую кислоту в азотную (Шлезинг, Мюнц, Виноградский). Вообще, большинство физико-химических процессов, совершающихся в почве, в настоящее время приписывается деятельности почвенных микроорганизмов.

• **Рельеф в почвообразовании**

Рельеф местности – очень важный фактор в деле почвообразования. Крутизной склона обуславливается механическое действие проточной воды, то есть обогащение или обеднение почвы тонкими и растворимыми веществами, а положением склона относительно стран света – температура и влажность почвы, а, следовательно, почти все внутренние (химико-биологические) процессы почвообразования. Рельеф оказывает косвенное влияние на формирование почвенного покрова. Его роль сводится, в основном, к перераспределению тепла и увлажнения.

• **Возраст почвы в почвообразовании**

Почвенным возрастом называется время, протекшее с момента выхода поверхностной горной породы из-под воды или льда, то есть от начала выветривания. Значение возраста в деле почвообразования для молодых почв – несомненно, для старых – проблематично. Одни полагают, что выветривание почв, накопление органических веществ, увеличение мощности и пр. – беспредельно, другие же на основании некоторых вычислений утверждают, что через известный промежуток времени наступает равновесие между приходом и расходом перегнойных и других веществ в почвах, которые и делаются спелыми.

Почва состоит из твердой, жидкой, газообразной и живой частей. Соотношение их неодинаково не только в разных почвах, но и в различных горизонтах одной и той же почвы.

• **Твердая часть почвы** представляет собой минеральные и органические частицы, составляющие 80–98 % почвенной массы. Они

состоят из песка, глины, илистых частиц, обломков и частичек первичных минералов (кварца, полевых шпатов, роговых обманок, слюды и др.). Минералогический состав твердой части почвы включает в себя такие вещества, как Si, Al, Fe, K, Mg, Ca, C, N, P, S и микроэлементы: Cu, Mo, I, B, F, Pb и многие другие.

Органический состав твердой части почвы представлен продуктами жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов (белки, углеводы, органические кислоты, жиры, лигнин, смолы), а также сложным комплексом гумусовых веществ, состоящим из углерода, кислорода, водорода, азота и фосфора.

- **Жидкая часть почвы** (почвенный раствор) – вода с растворенными в ней органическими и минеральными соединениями. Воды в почве содержится от 0,1% до 60%. Жидкая часть участвует в снабжении растений водой и растворенными элементами питания.

- **Газообразная часть** (почвенный воздух) заполняет поры, не занятые водой. В состав почвенного воздуха входит углекислый газ, кислород, метан, летучие органические соединения и пары воды. Состав почвенного воздуха существенно отличается от атмосферного и зависит от протекающих процессов. Между почвенным и атмосферным воздухом происходит постоянный газообмен. Корневые системы высших растений и аэробные микроорганизмы энергично поглощают кислород и выделяют углекислый газ. Избыток CO₂ из почвы выделяется в атмосферу, а атмосферный воздух, обогащенный кислородом, проникает в почву.

Свойства почв

- **Химические свойства**

Химические свойства почвы определяются процессами, происходящими, в основном, между ее твердой и жидкой частями. По закону действующих масс в почве образуются и поступают в раствор различные вещества, в ней устанавливается подвижное равновесие между твердой частью и почвенным раствором. Почвенный раствор образуется в процессе

почвообразования в течение длительного времени в результате движения воды в почве и смачивания ее. Реакция почвенного раствора создается при взаимодействии почвы с водой или растворами солей, характеризуется концентрацией водородных и гидроксильных ионов. Реакция может быть кислой, щелочной или нейтральной. Различают активную (актуальную), возникающую за счет слабых кислот (главным образом, уголекислоты, органических кислот), кислых солей, минеральных кислот (H_2SO_4), и потенциальную кислотность.

Буферность – способность почвы противостоять изменению ее активной реакции (рН) при внесении в почву кислот или щелочей; она присуща твердой фазе почвы и зависит от ее химического, коллоидного и механического состава.

• *Физические свойства почвы*

Физические свойства почвы разделяются на основные (объемный и удельный вес, пористость, пластичность, липкость, связность, твердость, спелость) и функциональные (водные, воздушные и тепловые). К последним относят способность поглощать (впитывать) выпадающие осадки или оросительную воду, пропускать, сохранять или удерживать ее, подавать из глубоких горизонтов к поверхности, снабжать ею растения. Вода значительно изменяет физические, химические, тепловые и воздушные свойства почвы. Физические свойства почвы, тесно связанные с другими ее свойствами, изменяются в соответствии с ходом почвообразования, а с изменением свойств изменяется и почвообразование.

• *Плодородие почв*

Плодородие почвы – способность почвы удовлетворять потребности растений в питательных веществах, влаге, воздухе, биотической и физико-химической среде. Плодородие почвы обеспечивает урожай сельскохозяйственных культур, а также биологическую продуктивность дикой растительности.

Охрана почв – система мер, направленная на предотвращение снижения плодородия почв, их нерационального использования и загрязнения.

Для контроля загрязнения и прогноза состояния почв все химические вещества классифицируются по степени опасности. Выделяют 3 класса химических веществ:

- 1 – вещества высокоопасные;
- 2 – вещества умеренно опасные;
- 3 – вещества малоопасные.

Класс опасности химических веществ устанавливают не менее чем по трем показателям (токсичность, персистентность в почве – продолжительность сохранения активности загрязняющего почву вещества, ПДК в почве, миграция, персистентность в растениях, влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции).

Классификацию почв по степени загрязнения проводят по предельно допустимым количествам (ПДК) химических веществ в почвах и их фоновому содержанию.

Химическое загрязнение грунтов оценивают по суммарному показателю химического загрязнения Z_c , характеризующему степень химического загрязнения грунтов и определяющемуся как сумма коэффициентов концентрации K_c отдельных компонентов загрязнения.

По степени загрязнения почвы следует подразделять на:

- сильнозагрязненные – почвы, содержание загрязняющих веществ в которых в несколько раз превышает ПДК, имеющие под воздействием химического загрязнения низкую биологическую продуктивность, существенное изменение физико-механических, химических и биологических характеристик, в результате чего содержание химических веществ в выращиваемых культурах превышает установленные нормы;

- среднезагрязненные – почвы, в которых установлено превышение ПДК без видимых изменений в свойствах почв;

- слабозагрязненные – почвы, содержание химических веществ в которых не превышает ПДК, но выше естественного фона.

По степени устойчивости к химическим загрязняющим веществам и по характеру ответных реакций почвы следует подразделять на:

- очень устойчивые;
- среднеустойчивые;
- малоустойчивые.

Степень устойчивости почвы к химическим загрязняющим веществам характеризуют следующие основные показатели:

- 1) гумусное состояние почв;
- 2) кислотно-основные свойства;
- 3) окислительно-восстановительные свойства;
- 4) катионно-обменные свойства;
- 5) биологическая активность;
- 6) уровень грунтовых вод;
- 7) доля в почве веществ, находящихся в растворимой форме.

Анализ почвы – это совокупность операций, выполняемых с целью определения состава, физико-механических, физико-химических, химических, агрохимических и биологических свойств почвы.

Пробная площадка почвы – это репрезентативная часть исследуемой территории, предназначенная для отбора проб и детального исследования почвы и характеризующаяся сходными условиями.

Точечная (единичная) проба – это материал, взятый из одного места горизонта или одного слоя почвенного профиля, типичный для данного горизонта или слоя

Объединенная проба почвы – это проба почвы, состоящая из заданного количества единичных проб (не менее двух точечных проб).

Почвенная вытяжка – это экстракт, полученный после обработки почвы раствором заданного состава, действовавшим на почву определенное время при определенном соотношении почва – раствор.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа № 1

Цель: Изучить цели почвенных исследований, отобрать и подготовить пробы почв к анализу.

Цели почвенных исследований:

- 1) выбор места размещения площадки строительства на менее плодородных почвах и максимальное сохранение лесного фонда;
- 2) определение влияния проектируемого сооружения на прилегающие сельскохозяйственные и лесные угодья для разработки мероприятий по их защите от вредного воздействия промышленных выбросов и сбросов токсичных ингредиентов;
- 3) оценка возможности изъятия земель, исходя из их ценности, а также возможности размещения отходов;
- 4) разработка схем озеленения населенных пунктов и создание рекреационных зон;
- 5) оценка загрязненности почв на площадках строительства и в зоне их возможного влияния;
- 6) определение зон и мощности загрязненных грунтов.

При анализе почв большое внимание уделяется оценке санитарного состояния почв, то есть исследованию физико-химических, химических и биологических свойств, которые влияют на здоровье человека.

Для оценки санитарного состояния почв применяют следующие показатели: содержание общего азота, хлоридов, кислотность, содержание пестицидов, тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов, фенолов, сернистых соединений, мышьяка, цианидов, радиоактивных веществ, различных микроорганизмов (гельминтов, синантропных мух и т.п.). Обязательность определения данных показателей устанавливается в зависимости от вида землепользования (почвы населенных пунктов, курортов и зон отдыха, зон санитарной охраны источников водоснабжения,

санитарно-защитных зон предприятий, транспортных земель, сельскохозяйственных и лесных угодий).

Отбор и подготовка проб

Отбор проб проводят для контроля загрязнения почв и оценки качественного состояния почв естественного и нарушенного сложения. Отбор проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов проводят не менее 1 раза в год. Для контроля загрязнения тяжелыми металлами отбор проб проводят не менее одного раза в три года. Для контроля загрязнения почв детских садов, лечебно-профилактических учреждений и зон отдыха отбор проб проводят не менее двух раз в год – весной и осенью.

Отбор проб проводится с учетом вертикальной структуры, неоднородности покрова почвы, рельефа и климата местности, а также с учетом особенностей загрязняющих веществ или организмов.

Отбор проб проводится в соответствии с нормативными документами.

1. Пробы отбирают методом конверта (рис. 1), по диагонали или любым другим способом по профилю из почвенных горизонтов или слоев с таким расчетом, чтобы в каждом случае проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Размер пробной площадки, количество точечных и объединенных проб зависит от целей исследования: это определение содержания химических веществ, физических свойств и структуры почвы, определение патогенных организмов и вирусов.

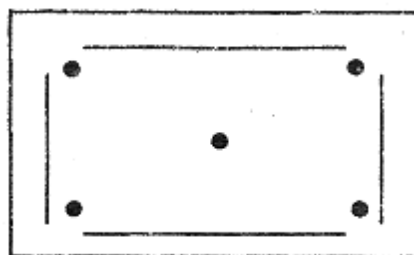


Рис. 1. Точки взятия проб на участке

Точечные пробы отбирают ножом или шпателем из прикопок или почвенным буром. Объединенную пробу составляют путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке.

2. Для анализа объединенную пробу составляют не менее чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг.

Для контроля загрязнения поверхностно-распределяющимися веществами нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и др. точечные пробы отбирают послойно с глубины 0–5 см и 5–250 см массой не более 200 г каждая.

Для контроля загрязнения легко мигрирующими веществами точечные пробы отбирают по генетическим горизонтам на всю глубину почвенного профиля.

3. Пробы почвы в лаборатории высушивают до воздушно-сухого состояния.

4. Для подготовки почв к анализу пробу почвы рассыпают на бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки. Затем выбирают включения – корни растений, насекомых, камни и др.

5. Отобранные пробы необходимо пронумеровать и зарегистрировать в журнале, указав следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, тип почвы, целевое назначение территории, вид загрязнения, дата отбора, номера почвенного разреза, почвенной разности, горизонта и глубины взятия пробы, фамилия исследователя.

Упаковку, транспортирование и хранение проб осуществляют в зависимости от цели и метода анализа.

6. Пробы почвы для химического анализа высушивают до воздушно-сухого состояния в сушильной камере при температуре 40°C. Окончание сушки контролируют органолептически. Проба считается доведенной до воздушно-сухого состояния, если составляющие ее в отдельности не слипаются, не прилипают к твердым предметам, при раздавливании

крошатся, пылятся. Пробы хранят в матерчатых мешочках, в картонных коробках или в стеклянной таре.

Для определения химических веществ пробу почвы в лаборатории рассыпают на бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки. Затем выбирают включения – корни растений, насекомых, камни, стекло, уголь, кости животных, а также новообразования – друзы гипса, известковые журавчики и др. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 или 2 мм. Отобранные новообразования анализируют отдельно, подготавливая их к анализу так же, как пробу почвы.

***Задание.** Разделиться на группы по 4 человека. Каждая группа должна отобрать пробу почв в обозначенном месте. Подготовить почву к дальнейшему анализу.*

Лабораторная работа № 2

Цель: определить строение (описание почвенных разрезов, сведения о рельефе, растительности), структуру, механический состав и окрас почвы.

СТРОЕНИЕ ПОЧВЫ

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

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

Для описания почв, изучения их морфологических признаков, установления границ между различными почвами, отбора образцов для анализов, закладывают специальные ямы, которые называются почвенными

разрезами. Они бывают трех типов; полные (основные) разрезы, полуямы и прикопки.

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

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

На выбранном участке местности копают почвенный разрез так, чтобы три стенки его были отвесными, а четвертая спускалась ступеньками (рис. 2).

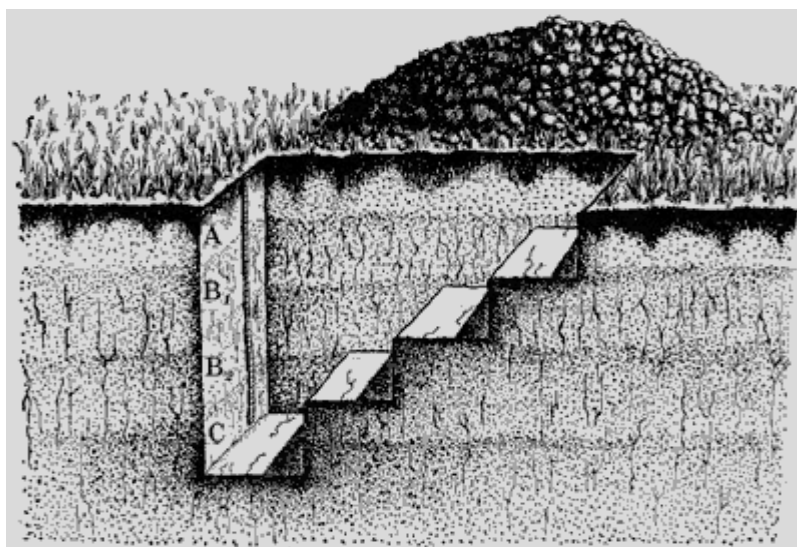


Рис. 2. Почвенный разрез

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

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

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

морфологических свойств почв и взятия образцов для физических и химических анализов.

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

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

Строение почвенного профиля

На освещенной солнцем лицевой стенке почвенного разреза можно легко выделить почвенные горизонты, сменяющие друг друга в вертикальном направлении и отличающиеся по цвету, структуре, механическому составу, влажности и другим признакам.

Общий вид почвы со всеми почвенными горизонтами называется **строением почвы**. Совокупность генетических горизонтов образует **генетический профиль** почвы.

Известный почвовед С.А. Захаров писал, что «...строение почвы представляет результат ее генезиса, постепенного развития ее из материнской породы, которая дифференцируется на горизонты в процессе почвообразования». Каждый вид почвы имеет вполне определенный характер почвенного профиля. Зная это, можно определить название почвы в поле.

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

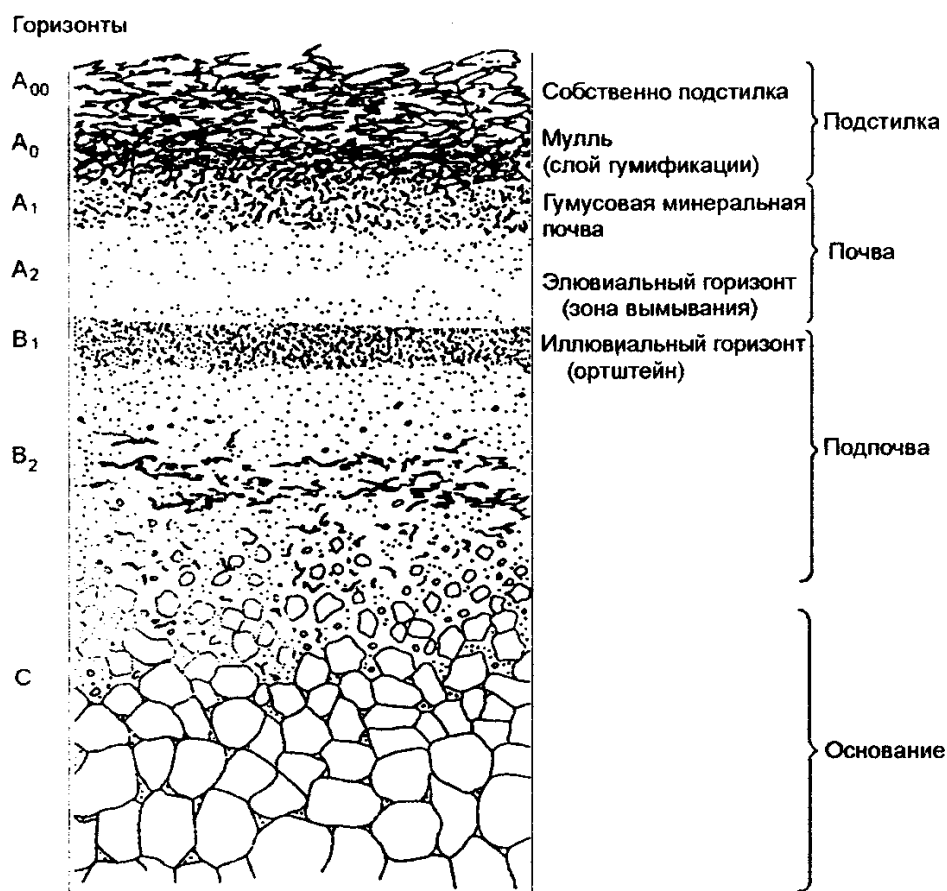


Рис. 3. Горизонты почв

Горизонт A₀ – самая верхняя часть почвенного профиля – лесная подстилка или степной войлок, – представляющая собой опад растений на различных стадиях разложения – от свежего до полностью разложившегося.

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

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

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

Горизонт A_1 – минеральный гумусово-аккумулятивный, содержащий наибольшее количество органического вещества. В почвах, где происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органоминеральных веществ, – верхний, темноокрашенный горизонт.

Горизонт A_2 – подзолистый или осолоделый, элювиальный, формирующийся под влиянием кислотного или щелочного разрушения минеральной части. Это сильно осветленный, бесструктурный или слоеватый рыхлый горизонт, обедненный гумусом и другими соединениями, а также илестыми частицами, за счет вымывания их в нижележащие слои и относительно обогащенный остаточным кремнеземом.

Горизонт A_n или $A_{пах}$ – пахотный, измененный продолжительной обработкой, сформированный из различных почвенных горизонтов на глубину вспашки.

Горизонт B – располагающийся под элювиальным горизонтом, имеет иллювиальный характер. Это бурый, охристо-бурый, красновато-бурый, уплотненный и утяжеленный, хорошо оструктуренный горизонт, характеризующийся накоплением глины, окислов железа, алюминия и других коллоидных веществ за счет вымывания их из вышележащих горизонтов. В почвах, где не наблюдается существенных перемещений веществ в почвенной толще, горизонт B является переходным слоем к почвообразующей породе, характеризуется постепенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса, разложения первичных минералов, и может подразделяться на **B_1** – горизонт с преобладанием гумусовой окраски, **B_2** –

подгоризонт более слабой и неравномерной гумусовой окраски и **B₃** – подгоризонт окончания гумусовых затеков.

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

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

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

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

Кроме указанных горизонтов, выделяются **переходные горизонты**, для которых применяются двойные обозначения, например **A₁A₂** – горизонт, прокрашенный гумусом и имеющий признаки оподзоленности; **A₂B** – горизонт, имеющий черты подзолистого горизонта (A₂) и иллювиального (B); **A₁C** – переходный горизонт от гумусового к материнской породе и т. д. Второстепенные признаки обозначаются индексом с дополнительной малой буквой, например **A_{2g}** – подзолистый горизонт с признаками оглеения, **B_g** – иллювиальный горизонт с пятнами оглеения, **Bt** – метаморфический горизонт, характеризующийся аккумуляцией глины без заметных следов ее перемещения, **C_к** – карбонатная почвообразующая порода, и др. Иногда применяются и дополнительные индексы: **T** – торфяной горизонт (содержание органического вещества более 70%, со степенью разложения менее 50%), **A_t** – торфянистый горизонт, **A_d** – дерновый

горизонт, **V_h** – иллювиально-гумусовый, **V_f** – иллювиально-железистый горизонт, и другие.

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

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

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

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

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

1) резкий переход – смена одного горизонта другим происходит на протяжении 2–3 см;

- 2) ясный переход – смена горизонтов происходит на протяжении 5 см;
- 3) постепенный переход – очень постепенная смена горизонтов на протяжении более 5 см.

Общее название почвы по механическому составу дается по данным механического анализа верхнего горизонта (0–25 см). Например, дерново-среднеподзолистая, суглинистая или чернозем южный, глинистый. Если наблюдается резкое различие механического состава верхнего и нижнего горизонтов, то это обстоятельство должно отразиться и в названии почвы. Например, дерново-луговая, тяжелосуглинистая почва на песчаных отложениях или дерново-сильноподзолистая суглинистая почва на супесчаных наносах.

Структура почвы

Структура почвы является важным и характерным признаком, имеющим большое значение при определении генетической и агропроизводственной характеристики почв. Под структурностью почвы подразумевают ее способность естественно распадаться на структурные отдельности и агрегаты, состоящие из склеенных перегноем и иловатыми частицами механических элементов почвы. Форма структурных отдельностей зависит от свойств самой почвы.

Морфологические типы структур почвенной массы разработаны С.А. Захаровым (рис. 4, табл. 1).

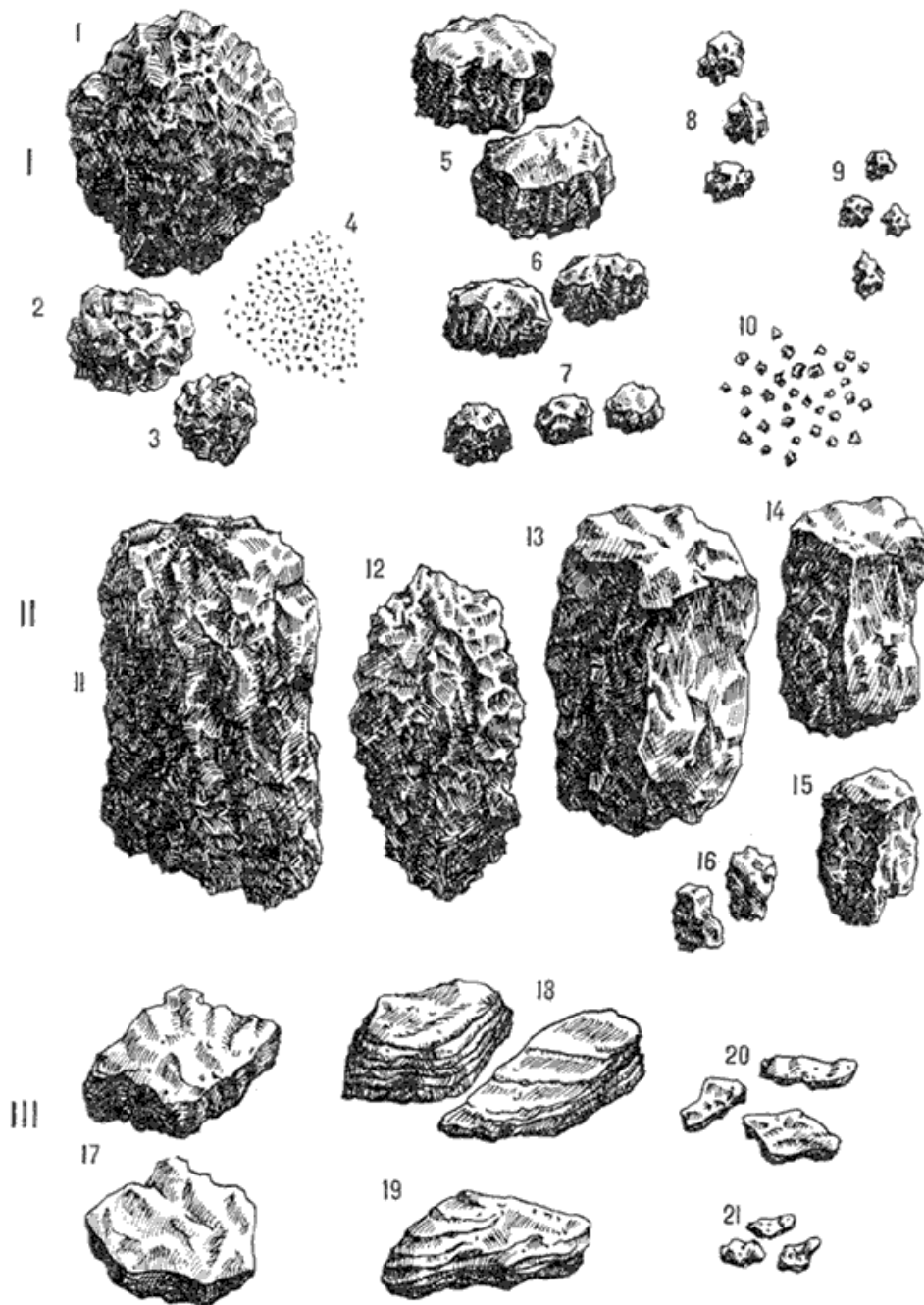


Рис. 4. Типичные структурные элементы почв (по С.А. Захарову)

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

II тип: 11) столбчатая, 12) столбовидная, 13) крупнопризматическая, 14) призматическая, 15) мелкопризматическая, 16) тонкопризматическая.

III тип: 17) сланцевая, 18) пластинчатая, 19) листоватая, 20) грубочешуйчатая, 21) мелкочешуйчатая

Таблица 1

Классификация структурных отдельностей почв

Типы	Роды	Виды	Размеры
I. Кубовидный (равномерное развитие структуры по трем взаимно перпендикулярным осям)	А. Грани и ребра выражены плохо, агрегаты, большей частью, сложны и плохо оформлены: 1) глыбистая	Крупноглыбистая	Ребро куба >10 см
		Мелкоглыбистая	10-5 см
	2) комковатая	Крупнокомковатая	5-3 см
		Комковатая	3-1 см
		Мелкокомковатая	1-0,5 см
	3) пылеватая	Пылеватая	<0,5 мм
	Б. Грани и ребра хорошо выражены, агрегаты ясно оформлены: 4) ореховатая	Крупноореховатая	>10 мм
		Ореховатая	10-7 мм
		Мелкоореховатая	7-5 мм
	5) зернистая	Крупнозернистая	5-3 мм
		Зернистая (крупитчатая)	3-1 мм
		Мелкозернистая (порошистая)	1-0,5мм
	II. Призмовидный (развитие структуры, главным образом, по вертикальной оси)	А. Грани и ребра плохо выражены, агрегаты сложны и мало оформлены: 6) столбовидная	Крупностолбовидная
Столбовидная			5-3 см
Мелкостолбовидная			<3 см
Б. Грани и ребра хорошо выражены: 7) столбчатая		Крупностолбчатая	>5 см
		Столбчатая	5-3 см
		Мелкостолбчатая	<3 см
8) призматическая		Крупнопризматическая	>5 см
		Призматическая	5-3 см
		Мелкопризматическая	3-1 см
		Карандашная	<1 см
III. Плитовидный (развитие структуры по горизонтальным осям)	9) плитчатая	Сланцеватая	Толщина >5 мм
		Плитчатая	5-3 мм
		Пластинчатая	3-1 мм
		Листоватая	<1 мм
	10) чешуйчатая	Скорлуповатая	>3 мм
		Грубочешуйчатая	3-1 мм
		Мелкочешуйчатая	<1 мм

Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту свойственны определенные типы почвенных структур. Для гумусовых горизонтов, например, характерна зернистая, комковато-зернистая,

порошисто-комковатая структура; для элювиальных горизонтов – плитчатая, листоватая, чешуйчатая, пластинчатая; для иллювиальных – столбчатая, призматическая, ореховатая, глыбистая и т. д.

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

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

Окраска (цвет) почвы

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

Окраска почв находится в прямой зависимости от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Всё разнообразие окрасок, как показали специальные исследования С.И. Тюремнова и С.А. Захарова, создается тремя основными цветами – черным, красным и белым. Их смешение в той или иной пропорции дает многообразную цветовую гамму оттенков и промежуточных тонов – бурого, коричневого, каштанового и др. (рис. 5).

Окраска горизонта зависит от наличия в почве того или иного количества красящих веществ. Верхние горизонты окрашены гумусом в темные цвета (серые и коричневые). Чем большее количество гумуса содержит почва, тем темнее окрашен горизонт. Наличие железа и марганца придает почве бурые, охристые, красные тона. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов

разложения минеральной части почв), осолодения, засоления, окарбонирования, т. е. присутствие в почве кремнезема, каолина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей.

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

Таким образом, для определения окраски почвенного горизонта необходимо: а) установить преобладающий цвет; б) определить насыщенность этого цвета (темно-, светлоокрашенная); в) отметить оттенки основного цвета. Например, буровато-светло-серый, коричневатобурый, светлый, серовато-палевый и т. д.).

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

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

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

Желательно проверять окраску почвы в образцах, доведенных до воздушно-сухого состояния, т. е. хорошо высушенных в сухом помещении или на воздухе (но не на солнце).

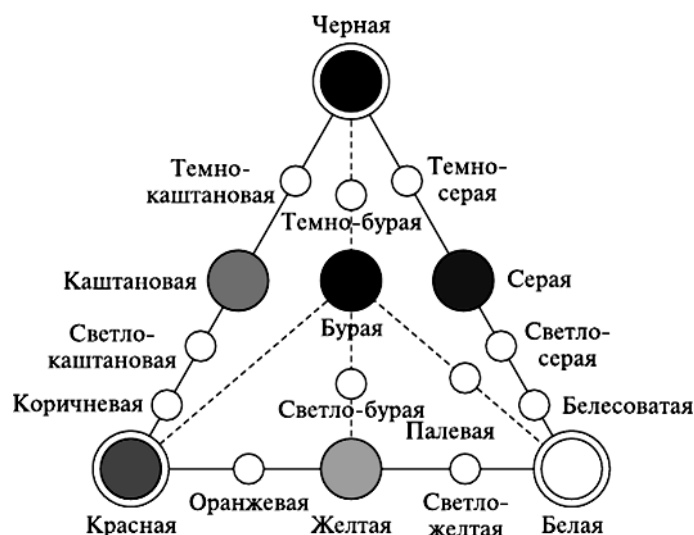


Рис. 5. Треугольник почвенных окрасок (по С.А. Захарову)

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Механический состав почвы

В результате процессов выветривания плотные горные породы превращаются в рыхлую массу, состоящую из частиц различного размера, которые называются **механическими элементами**. Механические элементы, близкие по размерам, объединяются во фракции. Совокупность механических фракций представляет механический состав почвы.

Группировка механических элементов по размерам называется **классификацией механических элементов**. В нашей стране у почвоведов широко применяется классификация проф. Н.А. Качинского (табл. 2).

Таблица 2

Классификация механических элементов почв

Название фракций гранулометрического состава	Размеры механических элементов, мм	Группа фракций
Камни	>3	Скелет
Гравий	3-1	Скелет
Песок крупный	1-0,5	Физический песок
Песок средний	0,5-0,25	Физический песок
Песок мелкий	0,25-0,05	Физический песок
Пыль крупная	0,05-0,01	Физический песок

Название фракций гранулометрического состава	Размеры механических элементов, в мм	Группа фракций
Пыль средняя	0,01-0,005	Физическая глина
Пыль мелкая	0,005-0,001	Физическая глина
Ил грубый	0,001-0,0005	Физическая глина
Ил тонкий	0,0005-0,0001	Физическая глина
Коллоиды	<0,0001	

Фракции частиц различной величины имеют различный минеральный состав. Частицы крупнее 3 мм состоят почти исключительно из обломков горных пород и отдельных пороодообразующих минералов. Частицы величиной от 3 до 0,25 мм – исключительно пороодообразующие минералы, причем с уменьшением размеров частиц возрастает процентное содержание кварца. Частицы от 0,25 до 0,01 мм состоят почти полностью из кварца. Частицы мельче 0,001 мм представляют преимущественно смесь глинистых минералов с незначительным количеством гидроксидов железа и некоторых других минеральных образований.

Физические свойства гранулометрических фракций также существенно различаются между собой. С уменьшением величины частиц возрастают гигроскопичность, высота капиллярного подъема воды, емкость поглощения. Наибольшее значение для формирования важных агрофизических и агрохимических свойств почв имеет илистая фракция (<0,001 мм). Такие свойства, как пластичность, липкость и набухание, в частицах крупнее 0,005 мм практически отсутствуют.

По преобладанию частиц той или иной крупности почвы относят к песчаным, суглинистым, глинистым разновидностям и т.д. В почвоведении принята классификация почв по механическому составу, разработанная Н.А. Качинским, по которой все почвы подразделяются на категории в зависимости от содержания в них физической глины, т. е. частиц размером менее 0,01 мм (табл. 3).

Классификация почв по механическому составу

Название почв по механическому составу	Содержание физической глины (частиц с $d < 0,01$ мм) в %:		
	в почвах подзолистого типа почвообразования	в почвах степного типа почвообразования, а также красноземах и желтоземах	в солонцах и сильносолонцеватых почвах
Песок рыхлый	0-5	0-5	0-5
Песок связный	5-10	5-10	5-10
Супесчаные	10-20	10-20	10-15
Легкосуглинистые	20-30	20-30	15-20
Среднесуглинистые	30-40	30-45	20-30
Тяжелосуглинистые	40-50	45-60	30-40
Легкоглинистые	50-65	60-75	40-50
Среднеглинистые	65-80	75-85	50-65
Тяжелоглинистые	> 80	> 85	> 65

Механический состав является очень важным свойством почвы, по которому изучаемая почва относится к той или иной разновидности. Определение механического состава почвы по горизонтам играет большую роль при изучении генезиса (происхождения) почвы, так как механический состав зависит не только от состава материнской породы, но и от процессов почвообразования, происходящих в почве.

Распределение илистой фракции по профилю почвы является хорошим показателем наличия процессов образования вторичных глинистых минералов (т. е. оглинения почвы). В горизонтах оглинения увеличивается содержание илстых частиц по сравнению с их содержанием в почвообразующей породе, что дает основание для выделения метаморфических горизонтов в почвенном профиле. Характер распределения илистой фракции в почве указывает в некоторой степени на интенсивность и качественную направленность процессов почвообразования.

Механический состав почвы является важной характеристикой, необходимой для определения производственной ценности почвы, ее плодородия, способов обработки и т.д. От механического состава почвы

зависят почти все физические и физико-механические свойства почвы: влагоемкость, водопроницаемость, порозность, воздушный и тепловой режим, водоподъемная сила и др. В полевых условиях при определенных навыках механический состав можно определить и без специального оборудования, так как почвы различного механического состава отличаются некоторыми механическими свойствами, которые нетрудно определить в поле.

Существует сухой и мокрый способ приблизительного **определения гранулометрического состава почвы** в поле.

«Сухой» способ. Небольшое количество сухой почвы (несколько зерен) размять пальцами и растереть на ладони руки. В почвах тяжелых по гранулометрическому составу – глинистых, тяжелосуглинистых – структурные отдельности ребристы, раздавливаются с трудом; при растирании большая часть втирается в кожу ладони, а при сбрасывании получается пыльное «облако». Структурные отдельности почвы более легкого гранулометрического состава легко раздавливаются, при растирании лишь небольшая доля частиц втирается в кожу ладони, ощущаются песчаные частицы.

«Мокрый» способ. 1. Метод втирания сырой почвы в ладонь. Берут немного почвы (0,5 – 1 г.), слегка увлажняют ее водой и хорошо растирают безымянным пальцем другой руки. По степени загрязнения ладони частицами почвы и в зависимости от «ощущений», определяют механический состав почвы, пользуясь предлагаемой таблицей (табл. 4).

2. Метод «шнура». Измельчают почву или растирают ее в ступке. Берут немного подготовленной почвы, смачивают водой и скатывают ее в ладонях в шнур толщиной примерно 3 мм и длиной примерно 3 см. Свертывают шнур в кольцо. Согласно данным таблицы 4 делают вывод о гранулометрическом составе почвы.

Определение гранулометрического состава экспресс-методами

Название почвы или породы по гранулометрическому составу	Метод втирания сырой почвы в ладонь	Метод «шнура» (длина 3 см, толщина 3 мм)
Песок	Песка много, ладонь не загрязняется	Шнур не образуется
Супесь	Песка много, ладонь загрязняется	Получаются только зачатки шнура
Легкий суглинок	Ощущение мыла с большим количеством песка	Шнур непрочен, распадается при раскатывании
Средний суглинок	Ощущение мыла с песком	Шнур сплошной, свёртывается в кольцо; кольцо с разломами и трещинами
Тяжелый суглинок	Ощущение мыла с единичными песчинками	Легко раскатывается в шнур-кольцо с трещинами по периферии
Глина	Ощущение мыла	Образует тонкий длинный шнур, кольцо без трещин

Глинистые почвы в сухом состоянии с большим трудом растираются между пальцами, но в растертом состоянии ощущается однородный тонкий порошок. Во влажном состоянии эти почвы сильно мажутся, хорошо скатываются в длинный шнур, из которого легко можно сделать кольцо.

Суглинистые почвы при растирании в сухом состоянии дают тонкий порошок, в котором прощупывается некоторое количество песчаных частиц. Во влажном состоянии раскатываются в шнур, который разламывается при сгибании в кольцо. Легкий суглинок не дает кольца, а шнур растрескивается и дробится при раскатывании. Тяжелый суглинок дает кольцо с трещинами.

Супесчаные почвы легко растираются между пальцами. В растертом состоянии явно преобладают песчаные частицы, заметные даже на глаз. Во влажном состоянии образуются только зачатки шнура.

Песчаные почвы состоят только из песчаных зерен с небольшой примесью пылеватых и глинистых частиц. Почва бесструктурна, не обладает связностью.

Задание. 1. Отобранную пробу просеять через набор сит с ячейками разного диаметра, и определить механические элементы по фракциям почвы.

2. Отобрать пробу почвенного материала (10–15 г), и визуально определить структуру и цвет почвы.

3. Определить гранулометрический состав почвы сухим и мокрым способом.

Лабораторные работы № 3–4

Цель: определить водно-физические свойства почвы.

Наряду с химическими свойствами важную роль в жизни почвы играют ее **водно-физические свойства**, такие как водопроницаемость, влагоемкость, аэрация почвы, капиллярность.

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

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

При полевых исследованиях следует различать **пять степеней влажности** почв:

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

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

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

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

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

Воду почвы делят на свободную и связанную. Последняя может быть связана физически и химически. *Химически связанная вода*, в свою очередь, делится на конституционную, кристаллизационную и гидратную и входит в состав некоторых минералов. *Физически связанная вода* удерживается почвой силами поверхностной энергии.

Свободная вода заполняет связанные между собой поры почвы. Она может быть твердой (лед) и жидкой. Она движется и растворяет минеральные соли. Свободная вода состоит из капиллярной и гравитационной. *Гравитационная вода* занимает в почве крупные поры (некапиллярные), передвигается сверху вниз под собственной тяжестью. Это самая доступная для растений вода. Однако если она заполняет все поры, то наступает переувлажнение почвы. На песчаных почвах гравитационная вода легко уходит вглубь, в зону, недоступную для корней.

Капиллярная вода занимает капилляры почвы. По ним она продвигается от более влажного слоя к более сухому. По мере испарения воды с поверхности почвы такой восходящий ток ее может иссушить почву. Капиллярная вода вполне доступна растениям.

Гигроскопическая вода находится в почве в виде молекул в поглощенном состоянии, удерживается поверхностью почвенных частиц, почти недоступна растениям, передвигается между частицами почвы в форме пара.

Названные формы воды не являются постоянными. Вода может из одной категории переходить в другую. При переувлажнении почвы все

промежутки между ее частицами заняты водой. При подсыхании почвы расходуется в первую очередь свободная (некапиллярная) вода, а затем капиллярная. Если запасы капиллярной и некапиллярной воды исчерпаны, то растения уже почти не могут получать ее из почвы через корневую систему, так как в почве остается только вода, малодоступная растениям.

Аэрация почвы в большой степени зависит от поступления воздуха, особенно, кислорода, из атмосферы в поры почвы. Приток воздуха определяется в значительной мере порозностью почвы, т. е. объемом пор, заполненных почвенным воздухом (или почвенным раствором).

Количество воды, характеризующее водоудерживающую способность почвы, называют **влагоемкостью**. В зависимости от сил, удерживающих влагу в почве, различают максимальную адсорбционную влагоемкость (влага, которая удерживается на поверхности частиц под действием сорбционных сил), капиллярную (запас воды, удерживаемый капиллярными силами), наименьшую (полевую) и полную влагоемкость или водовместимость (содержание воды в почве при заполнении всех пор водой).

Влагоемкость почвы зависит от механического, химического, минералогического состава почвы, ее плотности, пористости.

Поступление влаги в почву складывается из впитывания при частичном заполнении пор водой и фильтрации воды. Совокупность этих явлений объединяется понятием «**водопроницаемость почвы**».

Впитывание – последовательное заполнение свободных пор движущейся водой под действием градиента напора и менисковых сил, возникающих на границе смачивания.

Фильтрация – непрерывное движение гравитационной воды по заполненным водой порам под действием градиента напора.

Скорость впитывания и фильтрации зависит от механического и химического состава почвы, от структурности и плотности почвы (объемной массы), от пористости и влажности почвы. По скорости впитывания почвы

можно разделить на сильноводопроницаемые, средневодопроницаемые, слабоводопроницаемые.

Сильноводопроницаемые почвы имеют скорость впитывания больше 0,15 м за первый час, средневодопроницаемые – 0,15–0,05 м, слабоводопроницаемые – меньше 0,05 м.

Количество гигроскопической влаги в большой степени зависит от механического состава почвы. Песчаные почвы адсорбируют воду мало, их гигроскопичность колеблется в пределах 1 – 2 %. Глинистые почвы обладают высокой адсорбционной способностью. Гигроскопическая влага этих почв достигает 18 %. Наиболее высокой адсорбционной способностью обладает органическое вещество почвы, поэтому песчаные и глинистые почвы будут иметь гигроскопической влажности тем больше, чем больше органического вещества будет в них. Наибольшую гигроскопическую влажность имеют торфянистые почвы – 28 %.

Определение гигроскопической влаги почвы

Для определения гигроскопической влаги используют *термовесовой метод*. Это основной метод определения влажности почв. Он заключается в высушивании взвешенного образца почвы, помещенного в термоустойчивый (стеклянный или металлический) стаканчик и фиксации потери веса почвенного образца в процессе сушки. Высушивание проводят в течение 6 ч при температуре 105 °С.

Этапы проведения эксперимента

1. Отобрать небольшое количество почвенного материала в количестве 10–15 г. фарфоровую чашку.
2. Взвесить чашку m_3 .
3. В предварительно взвешенную чашку помещают отобранный почвенный материал.
4. Чашку m_1 с почвенным материалом взвешивают.

5. По истечении времени чашку вынимают и оставляют остудиться, после чего чашку с почвенным материалом снова взвешивают, и записывают результат.

6. Затем чашку вновь помещают в термостат на 10 минут.

7. По истечении времени чашку вынимают и дают ей остыть, после снова взвешивают, и записывают результат.

8. Пункты 6 и 7 повторяют до тех пор, пока вес в чашке не станет постоянным.

9. После определения постоянного веса m_2 влажность рассчитывается по формуле 1, результат записывается в %.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3}, \quad (1)$$

где m_1 – масса влажной почвы со стаканчиком;

m_2 – масса сухой почвы со стаканчиком;

m_3 – масса стаканчика.

Определение динамики впитывания и фильтрации воды в почве

В лабораторных условиях скорость впитывания и фильтрации определяют в стеклянных трубках высотой 15–20 см, нижний конец которых обмотан марлей. Трубки заполняют почвой, укрепляют в штативе над воронкой, сверху приливают воду или раствор солей (рис. 6).

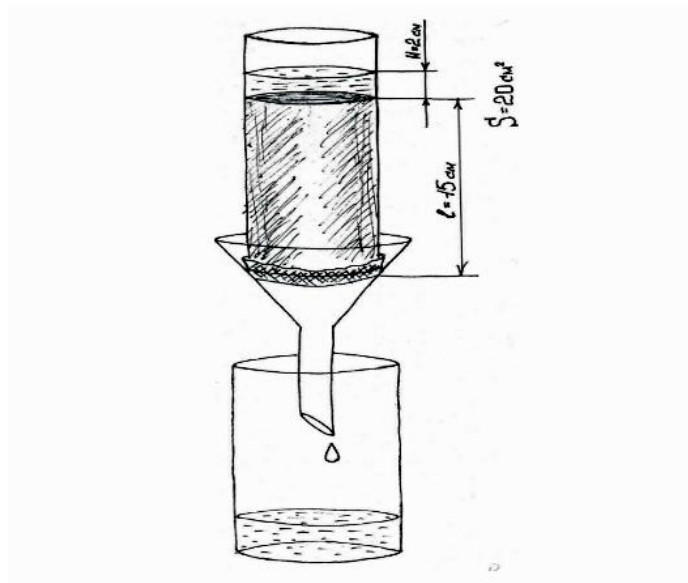


Рис. 6. Установка для определения водопроницаемости почвы

Для опыта используют водопроводную воду и растворы солей Na_2CO_3 или NaCl и CaCl_2 . Концентрация солей для наглядности опыта – 5 г/л.

Порядок проведения работы:

1. Трубки набить почвой так, чтобы объемная масса ее была примерно равна $1,0\text{--}1,2 \text{ г/см}^3$. Для получения равномерной плотности почвы в трубках их постукивают нижним концом о ладонь через каждые 3 см насыпки.

2. Набитые почвой трубки укрепить на штативе так, чтобы нижний конец их опирался на воронки. Под воронкой поставить чашечки для сбора профильтровавшейся воды.

3. Почву в трубках покрыть кружочком фильтровальной бумаги.

4. Заметить время начала опыта, и приливать воду или растворы солей на почву сверху так, чтобы удержать до конца опыта напорный слой 2 см (по отметкам на трубках).

5. Отметить время промачивания и начала фильтрации (по появлению первой капли), и продолжать наблюдать за фильтрацией в течение 1 часа, удерживая сверху постоянный напор воды 2 см.

6. Через каждые 10 мин (от начала фильтрации до появления первой капли) измерять объем профильтровавшейся воды над каждой трубкой при помощи мерного цилиндра. Провести шесть измерений для своей почвы, и записать свои наблюдения в таблице 5.

Таблица 5

Наблюдения

Название почвы	Раствор	Глубина промачивания, см	Время промачивания, мин	Время начала фильтрации, мин	Расход воды за каждые 10 мин, см^3						Общий расход воды, см^3
					10	20	30	40	50	60	

7. По таблице 6 определить водопроницаемость почвы по методу Качинского Н.А.

Определение водопроницаемости

Водопроницаемость (в мм водного столба) в первый час впитывания	Оценка	Примечание
Свыше 1000	Провальная	Качество водопроницаемости тем лучше, чем более она однородна на поверхности поля и чем более постоянна во времени
1000 – 500	Излишне высокая	
500 – 100	Наилучшая	
100 – 70	Хорошая	
70 – 30	Удовлетворительная	
Менее 30	Неудовлетворительная	

8. Рассчитать скорость по формулам 2, 3, и записать свои данные в таблице 7.

Таблица 7

Почва	Раствор	Скорость фильтрации за каждые 10 мин, см/мин						Общая скорость за час, см/мин
		U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	

Рассчитать скорость фильтрации воды для каждого 10-минутного интервала времени по формуле:

$$U = \frac{Q_{10}}{S \cdot t}, \quad (2)$$

где U – скорость фильтрации, см/мин;
 Q_{10} – расход воды за каждые 10 мин, см³;
 S – поперечное сечение, см²;
 t – время, мин.

Рассчитать общую скорость фильтрации за час и коэффициент фильтрации для почвы по формулам:

$$U = \frac{Q}{S \cdot t}, \quad (3)$$

где U – скорость фильтрации, см/мин;
 Q – общий расход воды за час см³;
 S – поперечное сечение, см²;
 t – время, мин.

Определение пористости почвы (общего объема пор)

Сумма объемов свободных промежутков почвы составляет величину объема пор и выражается в процентах. Принцип метода заключается в том, что определенный объем почвы смешивается с таким же объемом воды, при этом получается не сумма объемов почвы и воды, а величина, несколько меньшая.

Разница между суммой взятых при исследовании объемов почвы и воды и фактически полученных объемов, выраженная в процентах, будет составлять величину объема пор.

При этом крупнозернистые почвы имеют относительно большую величину пор, однако общий их объем (пористость почвы) более значителен у мелкозернистых почв. Так, для песка пористость составляет 40%, для глины – 53%, для торфа – 84%.

Ход определения:

В мерный цилиндр вместимостью 1000 см³ наливают 500 см³ воды. В другой мерный цилиндр насыпают такой же объем исследуемой суховоздушной почвы и затем пересыпают в первый цилиндр. Содержимое цилиндра взбалтывают, и отмечают общий объем почвы и воды.

Пористость определяют по формуле:

$$X = \frac{(a+b-c) \cdot 100\%}{a}, \quad (4)$$

где a – объем взятой почвы, см³;

b – объем воды, см³;

c – объем смеси воды и почвы, см³.

Определение капиллярности почвы

Величина почвенных частиц влияет на водоподъемную силу почвы: чем меньше величина почвенных частиц, тем капиллярность больше.

Ход определения:

В стеклянные трубки диаметром 2–3 см, укрепленные в штативе вертикально с подвязанным полотном нижними отверстиями, насыпают исследуемые образцы почвы в суховоздушном состоянии.

Нижний конец трубок погружают в воду на глубину 0,5 см. Отмечают максимальный уровень поднятия воды в трубках в сантиметрах через 10, 15, 30 мин и 24 ч.

Чтобы узнать скорость поднятия воды за тот или иной период времени, надо высоту поднятия разделить на время.

$$U = \frac{H}{t} . \quad (5)$$

Эту величину нужно изобразить в виде графика, по оси абсцисс которого откладывают время, а по оси ординат – высоту поднятия воды в момент наблюдения.

- Задание.** 1. *Определить гигроскопическую влагу в почве.*
2. *Определить динамику впитывания и фильтрации воды в почве.*
3. *Определить пористость почвы (общего объема пор).*
4. *Определить капиллярность почвы.*

Лабораторная работа № 5

Цель: Определение степени кислотности и солесодержание почвенной вытяжки.

Основные характеристики состава и свойств почв

Каждая почва состоит из органических, минеральных и органоминеральных комплексных соединений. Основным источником минеральных соединений в почвах являются **почвообразующие породы**. Минеральное вещество составляет 80–90% всего веса почвы.

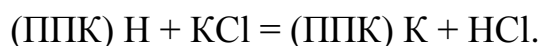
Органические соединения почвы формируются в результате жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов. В процессе почвообразования происходит накопление органического вещества на поверхности почвы и в ее верхних горизонтах. Разное соотношение процессов поступления растительных и животных остатков в почву и процессов их преобразования, а также разная напряженность этих процессов

приводят к тому, что характер горизонтов накопления органического вещества отличается большим разнообразием.

Растительные и животные остатки, попадая в почву, претерпевают сложные изменения. Часть их полностью распадается до углекислоты, воды и простых солей (процесс **минерализации**). Другая часть преобразуется в сложные новые специфические органические вещества самой почвы – гумусовые вещества (процесс **гумификации**). Совокупность же специфических и неспецифических органических веществ почв, растительных и животных остатков разной степени разложения, кроме тех, которые еще не утратили тканевого строения, получила название **гумуса**, или **перегноя**.

Следующей важной характеристикой химических свойств почв является **степень их кислотности**. Она определяется в суспензиях, полученных при взбалтывании почв с водой (*актуальная кислотность*) или раствором KCl (*обменная кислотность*), и выражается в единицах pH. По величине степени кислотности различают кислые, нейтральные и щелочные почвы. В зависимости от степени кислотности определяют нуждаемость почв в известковании или гипсовании и нормы внесения извести и гипса.

Кроме актуальной кислотности, существует потенциальная (скрытая) кислотность почвы, которая обусловлена наличием ионов водорода или алюминия в поглощенном состоянии. Часть поглощенных почвой ионов водорода может быть вытеснена в раствор катионами нейтральных солей. Так, если почву обработать растворами KCl, то катионы калия поглощаются почвой, а из поглощающего комплекса перейдут в раствор ионы водорода.



Обменная кислотность – это кислотность, обусловленная обменно-поглощенными ионами водорода и ионами алюминия, которые извлекаются из почвы при обработке ее раствором нейтральной соли.

В настоящее время на основе многочисленных исследований можно считать наиболее вероятным, что при взаимодействии кислых почв с

растворами нейтральных солей в солевую вытяжку переходят ионы как водорода, так и алюминия. Соотношение между ними зависит от условий образования почв, состава поглощающего комплекса и других причин. Обменная кислотность характерна для дерново-подзолистых почв и красноземов, а также для почв северной части черноземной зоны. В почвах, имеющих слабокислую реакцию водной вытяжки, обменная кислотность незначительна, а в щелочных – вообще отсутствует. Обменная кислотность регулирует реакцию почвенного раствора.

Одной из важнейших сторон почвообразования является образование почвенных коллоидов и формирование почвенного поглощающего комплекса, способного удерживать катионы кальция, магния, натрия, калия, аммония, алюминия, железа и водорода в обменном и необменном состоянии.

Общее количество поглощенных оснований Ca, Mg, Na, K, NH₄ называют **суммой поглощенных оснований**. Эту величину выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. Суммарное количество всех обменных катионов называют емкостью поглощения или емкостью обмена и также выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. Такие же характеристики имеет поглощение почвами анионов – Cl, NO₃, SO₄, PO₄, OH.

Наличие в составе поглощенных катионов водорода и алюминия обуславливает **гидролитическую кислотность** почв, величина которой также выражается в мг-экв на 100 г почвы. Отношение суммы поглощенных оснований к величине суммы поглощенных оснований плюс гидролитическая кислотность, выраженное в процентах, называют степенью насыщенности почв основаниями или насыщенностью. По величине степени насыщенности почв основаниями решают вопрос о нуждаемости почв в известковании, необходимых количествах извести и о формах внесения минеральных удобрений.

По количеству подвижных (доступных для питания растений) соединений азота, фосфора, калия оценивают естественное плодородие почв.

Содержание этих соединений выражают в миллиграммах на 100 г сухой почвы. На основании данных о содержании подвижных соединений азота, фосфора, калия определяются нормы внесения минеральных удобрений – аммиачного азота, калийных и фосфорных удобрений.

В южных и юго-восточных районах нашей страны в почвах часто накапливаются водно-растворимые соли минеральных кислот, таких как угольная (Na_2CO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 , NaHCO_3), соляная (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), серная (Na_2SO_4 , CaSO_4 , MgSO_4). По степени растворимости в воде простые соли делятся на мало-, средне- и легкорастворимые. Малорастворимые соли в почвах – MgCO_3 и CaCO_3 – карбонаты кальция и магния, среднерастворимая соль – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – гипс, остальные соли относятся к легкорастворимым. Легкорастворимые соли в концентрациях более 0,25% токсичны для растений.

Обычно в профиле незасоленных почв соли распределяются в соответствии с их **растворимостью**. Легкорастворимые соли выносятся за пределы почвенного профиля, среднерастворимая соль – гипс появляется на значительной глубине (150–200 см), и несколько выше по профилю залегают малорастворимые соли – карбонаты.

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

Ход работы: 1. Высушить отобранный образец почвы. Почва для анализа должна быть рассыпчатой, без инородных включений.

2. Взвесьте пустой чистый стакан на 200 мл. В стакан поместите высушенную почву на 1/3 высоты, и снова взвесьте его, определив массу почвы в граммах.

3. Добавьте к почве раствор хлорида калия в количестве 5 мл раствора на 2 г почвы, приготовив тем самым солевую вытяжку. Объём раствора хлорида калия отмерьте с помощью цилиндра.

4. Перемешивайте содержимое стакана в течение 3–5 мин. с помощью стеклянной палочки.

5. Отфильтруйте содержимое стакана через бумажный фильтр, собирая готовую вытяжку в нижний стакан на 50 мл. Обратите внимание на ее внешний вид (цвет, мутность). Вытяжка должна быть однородной и не содержать частиц почвы.

6. Аналогично приготовьте водную вытяжку, используя вместо раствора хлорида калия чистую воду, в соотношении 5 мл воды на 1 г. почвы.

7. Солевую вытяжку используйте для определения кислотности почвы, а водную – для определения сульфатов и хлоридов в почвенной вытяжке; для определения засоленности почвы.

8. Отфильтрованную водную вытяжку наливают в пробирку и добавляют в неё около 0,25 см³ универсального индикатора, вследствие чего полученная смесь окрашивается в определенный цвет.

9. Пробирку со смесью встряхивают для равномерного распределения окраски.

10. По полученной равномерной окраске определяют ориентировочно величину (градацию) кислотности водной вытяжки (табл. 8)

Таблица 8

Градации кислотности и окраска водной вытяжки после добавления в нее универсального индикатора

Градации кислотности	Окраска водной вытяжки
Кислая	Розовая
Слабокислая	Оранжево-желтая, желтоватая
Нейтральная	Зеленоватая, желтовато-зеленоватая
Слабощелочная	Голубовато-синяя

Степень засоления почв определяется в лабораторных условиях путем анализа водной вытяжки. Для получения последней навеску почвы заливают определенным количеством специально очищенной воды и взбалтывают – легкорастворимые соли переходят в раствор.

- Задание:** 1. Приготовить 1н раствор KCl.
 2. Приготовить почвенные вытяжки.
 3. С помощью кондуктометра определить концентрацию водорастворимых веществ.
 4. Определить кислотность почвенной вытяжки.

Лабораторная работа № 6

Цель: Освоить методы определения ионов в почве.

Почвенные новообразования – это прямой результат почвообразовательных процессов, которые часто служат важными диагностическими признаками для классификации почв.

С.А. Захаров предложил различать новообразования **химического** и **биологического происхождения**. Классификация почвенных новообразований химического происхождения приводится в таблице 9. В соответствии с этой таблицей новообразования можно разбить по химическому составу на группы, а по морфологической выраженности – на формы.

Таблица 9

Классификация почвенных новообразований химического происхождения

Химический состав	Форма				
	Налеты и выцветы	Примазки, потеки и корочки	Прожилки, трубочки и др.	Конкреции или стяжения	Прослойки
Легкорастворимые соли: соленые – NaCl, CaCl ₂ , MgCl ₂ , горькие – Na ₂ SO ₄	Светлые и белесоватые налеты и выцветы легкорастворимых солей	Светлые примазки легкорастворимых солей, тонкие корочки глауберовой соли	Белые прожилки легкорастворимых солей и псевдомицелий глауберовой соли	Белые крапинки легкорастворимых солей	

Гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Светлые налеты и выцветы гипса (гипсовое полотенце)	Белые примазки и корочки гипса	Белые прожилки кристаллического гипса и псевдомицелий гипса	Земляные сердца и ласточкины хвосты, двойники гипса, слюзьба	Гажи
Углекислая известь – CaCO_3	Налеты (сединки) и выцветы (плесень) карбонатные, а также дендриты, вскипающие от кислоты	Карбонатные светлые примазки, пятна, корочки и бородки извести	Карбонатный псевдомицелий, трубочки и прожилки кристаллической или мучнистой извести	Белоглазка, журавчики, дутики, погремки, желваки	Прослой луговой извести и хардпен
Полуторные окислы, соединения марганца и фосфорной кислоты – Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn_3O_4 , FePO_4 , AlPO_4	Охристые налеты и выцветы	Ржавые, охристые пятна, примазки, потеки, языки и разводы, бурые точечные пятна Mn	Ржавая лжегрибница, бурые трубочки, бурые и желто- красные прожилки	Темно-бурые рудяковые зерна, бобовинки, глазки	Железняк, жерства, ортштейны и прослой бобовой руды. Псевдо- фибры и ортзанды
Соединения закиси желе- за – FeCO_3 , $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ $\cdot 8\text{H}_2\text{O}$		Голубова- тые пятна, языки и разводы	Сизоватые прожилки	Белые, синеющие и буреющие на воздухе скопления	
Кремнекис- лота – SiO_2	Кремнезе- мистая седая присыпка	Белые и белесые пятна и языки	Белесоватые прожилки		
Перегнойные вещества	Темные налеты на поверхности структурных элементов	Бурые глянцевитые пятна; темно-бурые потеки, языки и тонкие	Буро-черная инкрустация на поверхности структурных отдельностей	Частично рудяковые зерна	Перегнойные прослой ортзанда и слои ортштейна корочки

Группа **легкорастворимых солей** (хлориды натрия, кальция, магния и сульфаты натрия) характерна для засоленных почв и образует белые тонкие налеты и выцветы на поверхности почвы и на подсохшей стенке разреза,

белые уплотненные корочки с поверхности, белые прожилки и крапинки и тонкие игольчатые кристаллы в виде инея или густых щеточек. Форма новообразований зависит от степени соленасыщенности почвенного профиля.

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

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

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

Изучение почвенных новообразований имеет большое значение как для понимания генезиса отдельных горизонтов почвы, так и для суждения о генезисе почвы и ее плодородии в целом. Детальное исследование

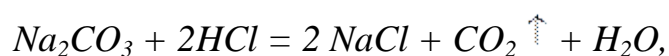
новообразований дает возможность выявить ряд важных явлений, происходящих в почве.

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

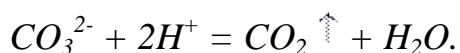
Включения различного характера часто помогают судить о происхождении почвообразующей породы и возрасте почв.

Определение карбонатов

Содержание в почвах карбонатов также является диагностическим признаком. В поле глубину залегания невидимых на глаз выделений карбонатов определяют элементарной химической реакцией. На небольшой образец почвы наносят несколько капель разбавленной минеральной кислоты. Обычно применяют 5–10%-ю соляную кислоту. В случае присутствия карбонатов в почве протекает реакция между ними и кислотой, с выделением пузырьков углекислоты, происходит так называемое вскипание почвы. При невысоком содержании карбонатов отмечается лишь слабое потрескивание. Если почва содержит карбонат-ион, то под действием кислоты начнется выделение углекислого газа:



или уравнение в ионном виде:



Выделяющийся углекислый газ приводит к «окислению» почвы.

Определение содержания карбонатов ацидиметрическим методом

Метод определения содержания карбонатов в почве основан на их разрушении раствором соляной кислоты с последующим титрованием его остатка раствором гидроксида натрия.

Ход анализа:

1. Навеску почвы (измельченной и пропущенной через сито с диаметром отверстий 1 мм) массой 0,5 г помещают в коническую колбу емкостью 100 см³, и заливают из бюретки 25 см³ 0,5 н. раствора HCl.

2. В другую колбу наливают также 25 см³ 0,5 н. раствора HCl, но без почвы, для «холостого» определения.

3. Закрыв колбы воронками, на электрической плитке быстро доводят содержимое до кипения, и умеренно кипятят в течение 5 минут.

4. Охлаждают (можно в емкости с водой), проводят предварительное титрование HCl «холостой» пробы 0,5 н. раствором гидроксида натрия, затем оттитровывают избыток HCl в колбе с почвой. В качестве индикатора используют фенолфталеин.

5. Содержание карбонатов (в пересчете на CO₂) определяют по формуле (%):

$$CO_2 = \frac{(V_0 - V_1) \cdot 0,5 \cdot 0,022 \cdot K_r \cdot 100}{m}, \quad (6)$$

где V_0 – объем 0,5 н. раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование «холостой» пробы, см³;

V_1 – объем 0,5 н. раствора гидроксида натрия, пошедший на титрование остатка соляной кислоты, см³;

0,5 – концентрация раствора (нормальность) раствора гидроксида натрия;

0,022 – коэффициент перевода на количество CO₂, эквивалентное 1 мл 0,5 н раствора HCl, г;

100 – коэффициент перевода в проценты;

K_r – коэффициент гигроскопичности почвы;

m – навеска почвы, г.

Рассчитать коэффициент гигроскопичности (коэффициент пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую) по формуле:

$$K_r = \frac{100+ГВ}{100}. \quad (7)$$

Приготовление растворов:

1) Приготовление 0,5 н. раствора соляной кислоты: 41 см³ раствора концентрированной HCl (плотностью 1,19) довести до 1 дм³ дистиллированной водой;

2) Приготовление 0,5 н. раствора гидроксида натрия: 20,0 г реактива растворить в мерной колбе на 1 дм³ дистиллированной водой, освобожденной от CO₂ (кипячение 30 мин).

Задание. Определить содержание карбонатов в почве.

Лабораторные работы № 7–8

Цель: Проведение качественных реакций на наличие содержания нитрит-, нитрат-, хлорид-, сульфат- и аммоний-ионов в почве.

Определение наличия нитрит-ионов

1. В коническую колбу вместимостью 250 мл помещают почвенный образец и наполовину заливают раствором хлорида калия (KCl).

2. Затем почвенную вытяжку фильтруют через беззольный фильтр в стеклянной воронке.

3. Отфильтрованную водную вытяжку наливают в пробирку и добавляют в нее 0,1 г реактива Грисса, вследствие чего полученная смесь окрашивается в определенный цвет.

4. Пробирку со смесью встряхивают для равномерного распределения окраски. После проводят визуальное колориметрирование пробы. Для этого пробирку с пробой помещают на белое поле контрольной шкалы, и определяют ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитритов (мг/л).

Определение наличия нитрат-ионов

1. В коническую колбу вместимостью 250 мл помещают почвенный образец и наполовину заливают раствором хлорида калия (KCl).
2. Затем почвенную вытяжку фильтруют через беззольный фильтр в стеклянной воронке.
3. Отфильтрованную водную вытяжку наливают в пробирку, и добавляют свежеприготовленный раствор из реактивов – α -нафтиламина и сульфаниловой кислоты.
4. В полученную смесь добавляют порошок восстановителя (0,1 г.), вследствие чего полученная смесь окрашивается в определенный цвет (в течение 5 минут).
5. Пробирку со смесью встряхивают для равномерного распределения окраски. После проводят визуальное колориметрирование пробы. Для этого пробирку с пробой помещают на белое поле контрольной шкалы и определяют ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитратов-анионов (мг/л).

Определение наличия катиона аммония

1. В коническую колбу вместимостью 250 мл помещают почвенный образец и наполовину заливают раствором хлорида калия (KCl).
2. Затем почвенную вытяжку фильтруют через беззольный фильтр в стеклянной воронке.
3. В пробирку налейте 5 мл анализируемой почвенной вытяжки, предварительно ополоснув ее той же почвенной вытяжкой.
4. Добавьте 0,1 г сегнетовой соли (примерно $\frac{1}{4}$ глубины шпателя) и туда же 1 мл реактива Несслера. Содержимое пробирки перемешайте встряхиванием.
5. Оставьте смесь на 1 мин. для завершения реакции.

6. После проводят визуальное колориметрирование пробы. Для этого пробирку с пробой помещают на белое поле контрольной шкалы, и определяют ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации катиона аммония в мг/л.

Определение наличия хлорид-ионов

В пробирку наливают 5 мл исследуемой фильтрованной воды, затем добавляют по 2–3 капли растворов HNO_3 и нитрата серебра AgNO_3 . В присутствии ионов Cl^- выпадает белый осадок хлорида серебра:

По характеру осадка оцените приблизительно содержание ионов Cl^- :

- опалесценция или слабая муть – 1...10 мг/л;
- сильная муть – 10...50 мг/л;
- образуются хлопья, осаждающиеся не сразу – 50...100 мг/л;
- белый объемистый осадок – более 100 мг/л.

Определение наличия сульфат-ионов

В пробирку внести 10 мл исследуемой фильтрованной воды, 0,5 мл соляной кислоты HCl (1:5) и 2 мл 5%-го раствора хлорида бария BaCl_2 , все перемешивают. В присутствии сульфат ионов образуется белый осадок:

По характеру выпавшего осадка определяют ориентировочное содержание сульфатов SO_4^{2-} :

- при отсутствии мути – менее 5 мг/л;
- при слабой мути, появляющейся не сразу, – 5–10 мг/л;
- при слабой мути, появляющейся сразу, – 10 – 100 мг/л;
- сильная, быстро оседающая муть, – более 100 мг/л.

Задание

1. Приготовить водные вытяжки.
2. Определить содержание вышеперечисленных ионов в почве.

Лабораторная работа № 9

Цель: Проведение качественных реакций на наличие содержания тяжелых металлов в почве.

Тяжелые металлы накапливаются в почве и способствуют постепенному изменению ее химического состава, нарушению жизнедеятельности растений и живых организмов. Из почвы тяжелые металлы могут попасть в организм людей и животных и вызвать нежелательные последствия. В организме человека тяжелые металлы участвуют в жизненно важных биохимических процессах. Превышение допустимых концентраций приводит к серьезным заболеваниям. Таким образом, загрязнение почв тяжелыми металлами имеет следующие источники:

- автомобильные выхлопы отработанных газов;
- продукты сгорания топлива;
- промышленные выбросы;
- отходы металлообрабатывающей промышленности;
- средства химизации сельского хозяйства.

Определение наличия ионов железа

Измельчить собранную почву. Подготовить водную вытяжку.

В пробирку помещают 10 мл исследуемого раствора, прибавляют 1 каплю концентрированной азотной кислоты. Далее добавляют несколько капель раствора пероксида водорода и примерно 0,5 мл раствора роданида калия.

По цвету определяют ориентировочное содержание железа. При содержании железа 0,1 мг/л появляется розовое окрашивание, а при более высоком – красное.

Определение наличия ионов свинца

Измельчить собранную почву. Подготовить водную вытяжку.

На лист фильтровальной бумаги нанести несколько капель исследуемого раствора. Добавить 1 каплю свежеприготовленного 0,2%-го раствора родизоната натрия ($\text{Na}_2\text{C}_6\text{O}_6$).

Выводы по результатам работы: в присутствии ионов свинца образуется синее пятно или кольцо. При добавлении 1 капли буферного раствора синий цвет превращается в красный. Реакция очень чувствительна: обнаруживаемый минимум 0,1 мкг.

Определение наличия ионов меди

Измельчить собранную почву. Подготовить водную вытяжку.

В фарфоровую чашку поместить 3–5 мл исследуемой воды, осторожно выпарить досуха. На периферийную часть пятна нанести каплю концентрированного раствора аммиака.

Вывод по результатам работы: Появление интенсивно синей или фиолетовой окраски свидетельствует о присутствии ионов меди.

Задание

1. Приготовить водные вытяжки.
2. Определить содержание вышеперечисленных ионов в почве.

Список литературы

1. Александрова Э.А. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум. В 2 кн. Кн. 1. Химические методы анализа / Э.А. Александрова. – М.: Колосс, 2011. – 549 с.
2. Иванова М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. – М.: ИЦ РИОР, 2013. – 289 с.
3. Кабанова И.Е. Качественное определение ионов тяжелых металлов в почве во внеурочных занятиях // Молодой ученый. – 2017. – № 51. – С. 280–282.
4. Назаров Б.О. Качественное определение анионов в почве на внеурочных занятиях // Молодой ученый. – 2017. – № 50. – С. 237–238.
5. Экологическая оценка состояния почв (часть 1). Методические указания по дисциплине «Наука о Земле» / Сост. А.В. Шарафутдинова, И.В. Безчвертная, Д.Б. Ионенко. – Казань: КГАСУ, 2011. – 38 с.
6. Экологическая оценка состояния почв (часть 2). Методические указания по дисциплине «Наука о Земле» / Сост. А.В. Шарафутдинова, И.В. Безчвертная, Д.Б. Ионенко. – Казань: КГАСУ, 2013. – 37 с.

Оценка состояния почв

Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине «Наука о земле» для студентов 2 курса
направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Составитель: Антонова Ильвира Илгизовна