

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт Горного дела и строительства  
Кафедра Геоинженерии и кадастра

Утверждено на заседании кафедры  
«Геоинженерии и кадастра»  
«09» июня 2022г., протокол №4

Заведующий кафедрой

 И.А. Басова

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по выполнению лабораторных работ**  
**по дисциплине (модулю)**  
**«Почвоведение**

**основной профессиональной образовательной программы**  
**высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**21.03.02 Землеустройство и кадастры**

с направленностью (профилем)  
**Кадастр недвижимости**

Форма(ы) обучения: очная, заочная

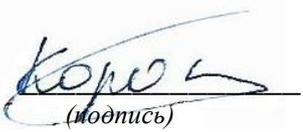
Идентификационный номер образовательной программы: **210302-02-22**

Тула 2022 год

## Разработчик(и) методических указаний

Король В.В. доцент, к.т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>2 семестр</i>	
1	Отбор проб почв и грунтов для лабораторного анализа
2	Подготовка проб к анализу
3	Гранулометрический состав почвы (в лабораторных условиях)
4	Структура и Гранулометрический состав почвы (в полевых условиях)
5	Определение механического состава почв в полевых условиях
6	Почвенный профиль
7	Окраска почв (описание горизонтов)
8	Анализ гумуса
9	Определение плотности почв
10	Кислотность почвы
11	Щелочность почвы
12	Определение плотности почв
13	Определение сухого остатка и засоленности почв
<i>3 семестр</i>	
14	Основные типы почв полярного географического пояса
15	Почвы таежно-лесной зоны
16	Болота и болотные почвы
17	Бурые лесные почвы широколиственных лесов
18	Серые лесные почвы лесостепной зоны
19	Черноземные почвы лесостепной и степной зон
20	Почвы сухих степей
21	Засоленные почвы и солоды

**Лабораторная работа № \_\_\_\_**  
**2 часа**  
**ОТБОР ПРОБ ПОЧВ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ АНАЛИЗОВ**

*Цель работы*

- ознакомление с основными правилами отбора проб для анализа почв.

*Задачи работы* - изучить:

- нормативные документы, регламентирующие процедуру отбора проб почвы и растительности;
- терминологию, используемую при пробоотборе;
- основные требования, предъявляемые к пробоотбору;
- методики отбора проб почвы и растительности.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы*

Год от года увеличивается антропогенное воздействие на окружающую среду, что обуславливает загрязнение воды, воздуха и конечно почвы. В данный момент возросла необходимость сохранять почву, особенно в городской среде. Мировое производство продуктов питания постоянно растет и это требует не только сохранения, но и постоянного повышения плодородия почвы. Всякая почва обладает той или иной плодородностью, но если постоянно только извлекать из нее элементы питания и не вносить органические и минеральные удобрения, то плодородие падает. Сохранение почвы жизненно важно для человека. Почва играет роль биологического нейтрализатора различных загрязнений, является важнейшим компонентом биосферы планеты.

Различают два вида загрязнений почвы — антропогенное и естественное. *Естественное* загрязнение почв возникает в результате природных процессов в биосфере, происходящих без участия человека и приводящих к поступлению в почву химических веществ из атмосферы, литосферы или гидросферы, например, в результате выветривания горных пород или выпадения осадков в виде дождя или снега, вымывающих загрязняющие ингредиенты из атмосферы.

Наиболее опасно для природных экосистем и человека *антропогенное* загрязнение почвы, особенно техногенного происхождения. Наиболее характерными загрязнителями являются пестициды, удобрения, тяжелые металлы и другие вещества промышленного происхождения. В основном загрязнители в почву поступают из атмосферных осадков (дождь, снег и др.), со сбросом твердых и жидких отходов промышленного и бытового происхождения и при использовании пестицидов и удобрений в сельскохозяйственном производстве. Почва может загрязнять окружающую среду, так как, накапливая в себе вредные вещества, она постепенно начинает их распространять (с осадками, ветром и т. д.).

Методика отбора проб определяется объектом и целью исследования. Основными нормативными документами, регламентирующими процедуру отбора проб почвы, являются следующие:

1) ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (устанавливает требования к отбору проб почвы при общих и локальных загрязнениях);

2) ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (*предназначен для контроля общего и локального загрязнения почв в районах воздействия промышленных, сельскохозяйственных, хозяйственно-бытовых и транспортных источников загрязнения; для оценки качественного состояния почв; для контроля состояния плодородного слоя, предназначенного для землевания малопродуктивных угодий*);

3) ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб (*распространяется на отбор проб с пахотных земель, почв сенокосов, пастбищ, лесных питомников при агрохимическом обследовании*);

4) ГОСТ Р 53123-2008 Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы (*устанавливает рекомендации, касающиеся методики исследования городских и промышленных зон, где выявлено или предполагается загрязнение почв*);

5) РД 52.18.156-99 Методические указания. Охрана природы. Почвы. Методы отбора объединенных проб почвы и оценки загрязнения сельскохозяйственного угодья остаточными количествами пестицидов (*устанавливают методы отбора проб почвы и оценки загрязнения сельскохозяйственных угодий остаточными количествами пестицидов*);

6) МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания (*является нормативно-методической базой для осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора за состоянием почв населенных мест, сельскохозяйственных угодий, территорий курортных зон и отдельных учреждений*);

7) Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – М., 1995 (*определяют порядок организации и проведения работ по выявлению деградированных и загрязненных земель*);

8) Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М., 2003 (*регламентирует проведение комплексного, в т.ч. агрохимического мониторинга сельскохозяйственных земель*).

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 1 раза в 3 года. Для контроля загрязнения почв детских садов, лечебно-профилактических учреждений и зон отдыха отбор проб проводят не менее 2 раз в год – весной и осенью. При изучении динамики самоочищения отбор проб проводят в течение первого месяца еженедельно, а затем ежемесячно в течение вегетационного периода до завершения активной фазы самоочищения. (ГОСТ 17.4.4.02-84)

Для почвы сельскохозяйственных районов отбор проб производится два раза в год - весной после таяния снега (до применения пестицидов) и в конце вегетационного периода. Пробы должны отбираться на одних и тех же участках, типичных для данного района по природным условиям и характеру использования.

Крупные по площади объекты мониторинга (как правило, сельскохозяйственные угодья) должны регулярно обследоваться с помощью дистанционных методов. Последние позволяют выявить структуру почвенного покрова, состояние посевов, а также путем измерения спектральной отражательной способности почв количественно

(или полуколичественно) определить содержание гумуса, температуру почв, развитие эрозии и другие характеристики. Данные аэрокосмического зондирования должны контролироваться путем наземного обследования эталонных участков, расположенных в пределах массивов наблюдения.

Оценка экологического состояния почв производится с помощью химических и биологических критериев, а также показателей физической деградации сельскохозяйственных угодий.

Одним из важнейших результатов мониторинговых наблюдений является составление крупномасштабных карт состояния почвенного покрова. Они служат ценным материалом для оценки и прогнозирования направлений и степени изменения почв под влиянием хозяйственной деятельности человека. Поэтому помимо уровня и ареалов загрязнения на картах отражаются трансформирующие процессы и свойства почв, определяющих их развитие (механический состав, содержание гумуса, кислотность и др.), а также вид сельскохозяйственных угодий.

Выделяют следующие виды почвенных проб:

**Единичная(точечная) проба почвы** – проба определенного объема, взятая однократно из почвенного горизонта (слоя);

**объединённая проба почвы** – проба почвы, состоящая из заданного количества единичных проб.

Точечные пробы отбирают методом конверта по диагонали или другим способом, следя за тем, чтобы каждая проба представляла собой часть почвы, типичной для исследуемых почвенных горизонтов и ключевых участков.

*Метод конверта* является наиболее распространенным способом отбора смешанных почвенных образцов и чаще всего применяются для исследования почвы гумусового горизонта. При этом из точек контролируемого элементарного участка берут 5 образцов почвы. Точки должны быть расположены так, чтобы мысленно соединенные прямыми линиями, давали рисунок запечатанного конверта. Обычно при изучении почвы отбирают пробы гумусового горизонта с глубины около 20 см., что соответствует штыку лопаты. Из каждой точки отбирают около 1 кг, но не менее 0,5 кг почвы. Почвенные образцы упаковывают в полиэтиленовые или полотняные мешочки и прилагают к ним этикетки (сопроводительные талоны).

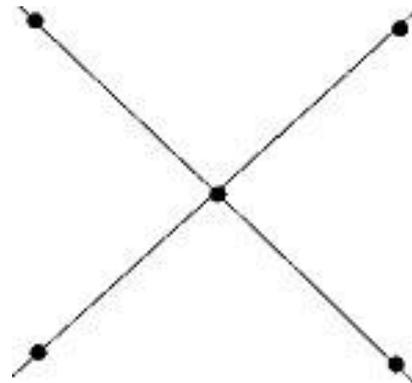


Схема метода  
«конверта»

В соответствии с названными нормативными документами при отборе проб можно использовать два подхода:

1) **сплошное обследование** – пробы отбираются со всей обследуемой территории, для чего площадь покрывается сплошной сеткой элементарных участков (почвенных разрезов), каждый из которых характеризуется объединенной пробой, состоящей из определенного количества единичных. Единичные пробы равномерно отбирают со всей площади элементарного участка;

2) **выборочное обследование** – образцы отбираются с пробных площадок, которые по определенным принципам выделяют на обследуемой территории. В дальнейшем полученные на них данные интерпретируются на всю территорию.

*Сплошное обследование* используется при проведении агрохимического мониторинга и сертификации почв.

При выявлении нарушений, связанных с загрязнением и деградацией земель, данный подход обычно практикуется, когда известна площадь, на которой произошло нарушение.

При этом:

- обследуемая территория имеет небольшие размеры, сопоставимые или меньшие, чем рекомендуемые площади пробных площадок (ключ) (нарушения при строительных работах, разлив загрязнителей на небольших участках и т.д.);

- оценивается деградация почвы вследствие нерациональной системы земледелия, применения отходов производства в качестве удобрений и т.д. (в этом случае для сравнения обычно используются результаты агрохимического обследования, и для обеспечения сопоставимости данных отбор проб следует осуществлять по той же, ранее используемой методике).

При проведении сплошного обследования размер элементарных участков определяется видом сельскохозяйственных угодий, почвенно-климатической зоной, насыщенностью минеральными удобрениями, пестротой почвенного покрова. Максимально допустимые размеры элементарных участков на пахотных почвах регламентируется ГОСТ 28168-89.

На рекультивируемых землях всех зон размер элементарного участка не должен превышать 1 га (Методические указания ..., 2003).

Форма элементарного участка по возможности должна приближаться к прямоугольной с отношением сторон не более 1:2. На незэродированных и слабоэродированных почвах маршрутный ход прокладывают посередине элементарного участка вдоль его длинной стороны. На средне- и сильноэродированных почвах, расположенных на склоне длиннее 200 м, маршрутные ходы прокладывают вдоль склона, на более коротких – поперек склона.

По длине маршрутного хода равномерно отбирают единичные пробы. В зоне распространения дерново-подзолистых почв с каждого элементарного участка отбирают 40 точечных проб, в зоне серых лесных почв – 30 точечных проб, во всех остальных зонах – 20 точечных проб. Пробы отбирают на глубину пахотного слоя (на пашне) или на глубину гумусового горизонта (на природных кормовых угодьях). Из точечных проб составляют объединенную пробу массой не менее 300 г.

Преимущество сплошного метода заключается в том, что точечные пробы отбираются равномерно со всей территории, соответственно, охват почвенных условий полный и объединенная проба представительна. Однако сплошной метод трудоемок, вследствие чего его применение не всегда оправдано.

В связи с этим при определении степени загрязнения больших территорий чаще проводят *выборочное обследование*. Этой методике придерживаются и при проведении инженерно-экологических изысканий для разработки разделов «ОВОС» и «Охрана окружающей среды» в проектной документации на осуществление хозяйственной и иной деятельности.

С методической точки зрения выборочное обследование является более сложным, чем сплошное. При планировании выборочного обследования необходимо определить:

- расположение пробных площадок на местности;
- размер пробной площадки;

- количество единичных проб, отбираемых с пробной площадки для составления объединенной пробы; ·
- количество пробных площадок на обследуемой территории.

В общем случае при выделении пробных площадок на местности необходимо придерживаться следующих принципов: ·

- площадка закладывается на участке с однородным почвенным и растительным покровом, а также хозяйственным использованием; ·

- площадка должна располагаться на типичном для изучаемой территории месте;

- при неоднородном рельефе местности площадки располагают по элементам рельефа; ·

- при закладке пробных площадок следует учитывать влияние природных и антропогенных факторов на почвенные свойства и распределение загрязнителей в ландшафте; ·

- пробная площадка должна иметь привязку (определение и документальная фиксация местонахождения объекта), которая гарантирует возможность повторного отыскания места исследования.

Размеры и количества пробных площадок, а также количества единичных проб регламентированы в нормативных документах (ГОСТ 17.4.3.01-83 и др)

В отношении расположения пробных площадок на местности в документе даются лишь общие рекомендации: ·

- при общем загрязнении почв пробные площадки намечают по координатной сетке, указывая их номера и координаты (равномерное загрязнение – сетка с равными расстояниями между линиями, неравномерное – сетка с учетом расстояния от источника загрязнения и преобладающего направления ветра); ·

- при локальном загрязнении почв для определения пробных площадок применяют систему концентрических окружностей, расположенных на дифференцированных расстояниях от источника загрязнения, указывая номера окружностей и азимут места отбора проб. В направлении основного распространения загрязняющих веществ систему концентрических окружностей продолжают в виде сегмента, размер которого зависит от степени распространения загрязнения.

Информация о расстоянии между линиями в координатной сетке, или о максимальных площадях, на которые можно интерпретировать результаты с одной пробной площадки, в данном нормативном документе отсутствует. Масса объединенной пробы, составленной не менее чем из двух точечных, должна быть не менее 1 кг.

Более детальные рекомендации по отбору проб приведены в МУ 2.1.7.730-99:

- при контроле за загрязнением почв *промышленными источниками* площадки для отбора проб располагают на площади трехкратной величины санитарно-защитной зоны вдоль векторов розы ветров на расстоянии 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000 м и более от источника загрязнения; ·

- при изучении загрязнения почв *транспортными магистралями* пробные площадки закладываются на придорожных полосах с учетом рельефа местности, растительного покрова, метео- и гидрологических условий. Пробы почвы отбирают с узких полос длиной 200-500 м на расстоянии 0-10, 10-50, 50-100 м от полотна дороги. Одна объединенная проба составляется из 20-25 точечных, отобранных с глубины 0-10 см;

- при оценке почв *сельскохозяйственных территорий* на каждые 0-15 га закладывается не менее одной площадки размером 100-200 м<sup>2</sup> в зависимости от рельефа местности и условий землепользования. Объединенную пробу составляют из равных по объему точечных (не менее 5), отобранных на одной площадке.

В других нормативных документах предложены несколько иные рекомендации по проведению обследования, но принципиальных различий с рассмотренными методиками нет. В связи с этим, при планировании отбора проб необходимо определиться, какой из действующих нормативных документов в конкретной ситуации является наиболее приемлемым, и в соответствии с ним проводить пробоотбор.

Как в случае сплошного, так и выборочного обследования, результаты изучения почвенного покрова можно дополнять данными по профильному распределению загрязняющих веществ. Для этого закладывается ряд почвенных разрезов и производится отбор образцов погоризонтно (из генетических горизонтов) или послойно (из слоев 0-5, 5-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см и т.д.).

Отбор проб почвы осуществляется лопатой или специальными пробоотборниками – бурами различной конструкции.

#### *Глубина отбора пробы*

- на многолетней залежи отбирают на глубины 0-10 см;
- на пашне – 0 – 20 см;
- на территориях, занятых лесом, - из лесной подстилки 0 – 20 см
- на болотных почвах – верхний торфяной слой 0 – 20 см.

#### *Подготовка почвы к анализу*

- измельчение материала,
- удаление посторонних примесей,
- просеивание через сито с диаметром отверстия 1 мм
- сокращение до небольшой массы (около 500 г).

При составлении объединенной пробы (сокращения объема пробы) используют прием *квартования*, в процессе которого почвенный материал нескольких точечных проб тщательно перемешивают, располагают на бумаге в виде квадрата и делят его диагоналями на четыре равновеликие части. Две противоположные части удаляют, а две другие берут для дальнейшей работы. При необходимости процедуру повторяют несколько раз.

Отобранные пробы помещают в емкости из химически инертного материала (если предполагается анализ на содержание летучих веществ – в емкости с притертыми пробками), снабжают этикетками с указанием места и даты отбора пробы, глубины взятия пробы, фамилии исследователя и транспортируют в лабораторию.

На отобранные пробы составляется *документ-этикетка*, в котором указываются: порядковый номер и место отбора пробы, рельеф местности, характеристика отбираемой на анализ почвы, целевое назначение территории, вид загрязнения, дата отбора.

#### *Порядок выполнения работы*

- 1) Изучить теоретический материал
- 2) Составить вопросы (тесты, кроссворды и тд) для самопроверки. Согласовать с преподавателем.

### 3) Конспект

#### Лабораторная работа ПОДГОТОВКА ПОЧВЕННЫХ ПРОБ К АНАЛИЗУ

*Цель работы:* освоить методику пробоподготовки почвы к последующему анализу.

Образцы, доставленные в лабораторию, должны быть немедленно доведены до воздушно-сухого состояния. Хранение сырых образцов не допускается, так как под влиянием микробиологических процессов изменяются свойства почвы. Большинство анализов проводят с воздушно-сухими образцами, растертыми и просеянными через сито с отверстиями 1 мм. Агрегатный анализ необходимо проводить в не растертых образцах. Для просушки образец рассыпают тонким слоем на большом листе плотной бумаги, пинцетом удаляют корни и другие растительные остатки и, прикрыв сверху другим листом бумаги, оставляют на 2-3 дня. Помещение для сушки образцов должно быть сухим и защищенным от доступа аммиака, паров кислот и других газов. Высушенный образец делят по диагоналям на четыре части. Две противоположные части берут для растирания, а две другие сохраняют в неизменном состоянии. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с отверстиями 1 мм.

Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите не останутся лишь твердые каменные частицы крупнее 1 мм (скелет почвы). Просеянную через сито почву помещают в банку с притертой крышкой или в коробку. Весь скелет почвы завертывают в бумагу и помещают в ту же банку или коробку.

Для определения количества *скелета* взвешивают на технических весах почву, предназначенную для растирания, а затем скелет почвы и вычисляют его количество в процентах к навеске почвы.

Для определения *гумуса и азота* почву подвергают особой подготовке, которая заключается в тщательном удалении всех корешков и дополнительном растирании. Для этого почву, просеянную через сито с отверстиями 1 мм, высыпают на бумагу, разравнивают тонким слоем и делят на ряд квадратов площадью около 4×4 см.

Из каждого квадратика берут небольшое количество почвы, составляя среднюю пробу около 5 г. Отобранный образец вновь расстилают тонким слоем на листе бумаги и пинцетом тщательно (с помощью лупы) отбирают крупные корешки. Мелкие корешки отбирают стеклянной палочкой, наэлектризованной кусочком шерстяной ткани; для этого палочкой многократно проводят над слоем почвы на высоте 3-5 см. Все корешки притягиваются к палочке.

Некоторые виды анализов (например, определение *нитратов*) проводят на свежих образцах. В этом случае образец рассыпают на бумаге, отбирают корни и каменные частицы пинцетом и после тщательного перемешивания немедленно берут навеску на определение влажности и на соответствующий анализ.

Эту операцию нужно проводить осторожно, так как на слишком близком расстоянии к палочке могут притягиваться и прилипнуть не только корешки, но и мелкие частицы почвы.

В процессе отбора корешков почву несколько раз перемешивают и вновь расстилают тонким слоем. Чистоту отбора корешков следует проверить с лупой. По окончании отбора корешков почву растирают в фарфоровой или агатовой ступке и просеивают через сито с отверстиями 0,25 мм. Оставшуюся на сите почву вновь растирают в ступке и просеивают, повторяя эту операцию до полного просеивания всей пробы. Оставлять часть пробы непросеянной нельзя, так как это может исказить показатели содержания гумуса в почве. Подготовленную таким путем пробу следует хранить в маленьком пакете из плотной бумаги или в баночке с притертой пробкой.

Лесные подстилки и образцы торфа благодаря высокой влагоемкости содержат большое количество воды и требуют высушивания в течение нескольких суток. Для этой цели образцы раскладывают тонким слоем на большом листе в хорошо вентилируемых помещениях, ежедневно многократно перемешивая. По окончании просушивания образцы измельчают сначала растиранием в фарфоровых ступках, затем на мельнице и просеивают через сито с отверстиями диаметром 2-3 мм. Затем берут средний образец в 50-200 г, вновь измельчают и просеивают через сито с отверстиями

диаметром 1 мм. Частицы, оставшиеся на сите, снова растирают и просеивают до тех пор, пока не будет просеян весь образец. Готовые образцы хранят так же, как и образцы почв.

### Подготовка образца почвы к химическому анализу

Подготовка почвы к химическому анализу заключается в придании взятому в поле образцу однородности с тем, чтобы каждая отобранная для анализа проба в полной мере отражала состав всего образца (была репрезентативной). Однородность образца достигается его тщательным перемешиванием, измельчением структурных отдельностей, составляющих твердую среду почвы, удалением микроскопических включений органического и минерального происхождения, а также новообразований. Схема подготовки почвы к химическому анализу изображена на рис. 1

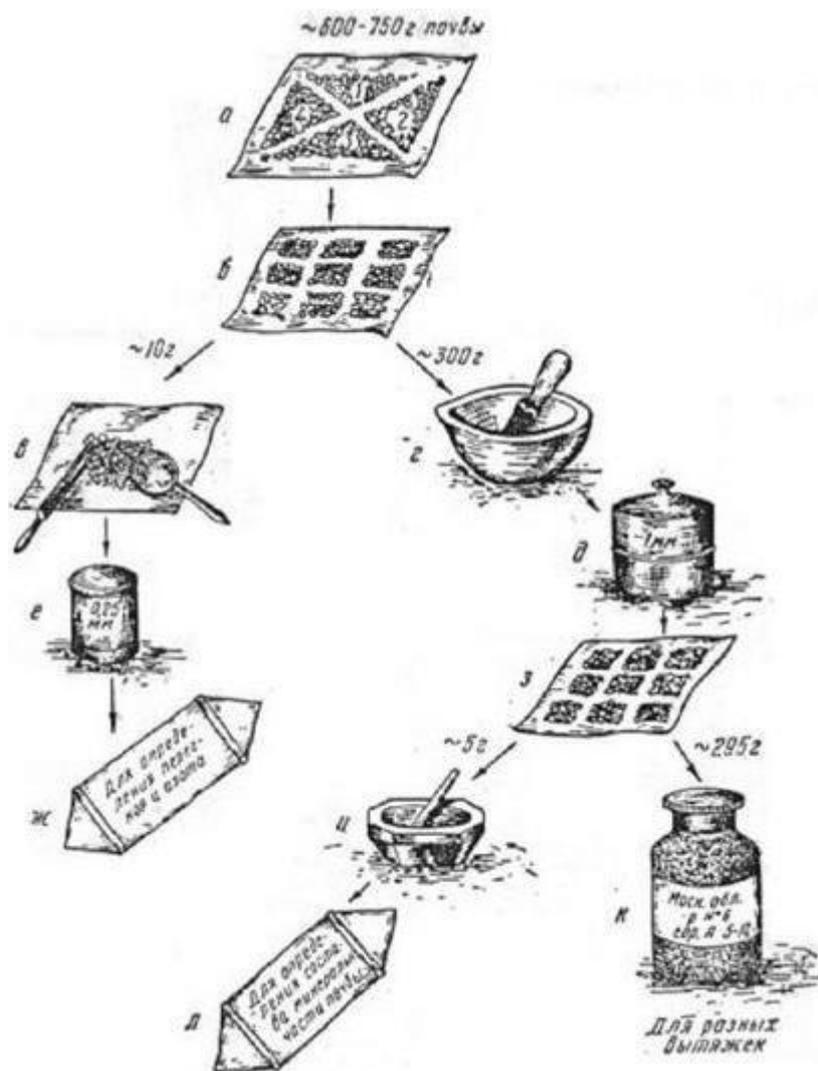


Рис. 1 Схема подготовки почвы к химическому анализу: а) квартование почвенного образца; б) взятие лабораторной пробы для определения углерода и азота; в) отбор корешков; г) измельчение образца почвы в фарфоровой ступке; д) просеивание через сито с отверстиями диаметром 1 мм; е) просеивание через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм; ж) хранение пробы, подготовленной для определения углерода и азота; з) взятие лабораторной пробы на разложение почвы; и) растирание пробы в халцедоновой или агатовой ступке до пудры; к) хранение образца почвы, просеянного через сито с отверстиями диаметром 1 мм; л) хранение подготовленной для разложения почвы

### Приборы и материалы

- 1 Технохимические весы с разновесами.
- 2 Почвенные сита с отверстиями диаметром 0,25 мм, 1 мм.
- 3 Фарфоровая, агатовая или яшмовая ступка.
- 4 Пинцет.
- 6 Листы кальки для отобранных проб.
- 7 Почвенный образец.

## 8 Штапель и лопатка.

### *Ход определения*

1 Взять навеску предварительно высушенного образца почвы массой 600–800 г. Разместить его на листе бумаги, с помощью пинцета и лупы удалить крупные корни, новообразования и включения.

2 Провести квартование почвенного образца.

3 Взять среднюю лабораторную пробу.

4 **Аналитическая проба для определения углерода и азота.** Тщательно удалить корни и др. органические остатки. Просеять почву через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Оставшуюся на сите почву перенести в ступку, растереть и снова просеять. Операцию повторять до тех пор, пока все частицы не пройдут через сито. Подготовленную пробу  $m = 10$  г поместить в пакетик из кальки.

5 **Аналитическая проба для определения рН, обменных катионов, легкорастворимых солей и др. анализов.** Оставшуюся часть средней лабораторной почвенной пробы измельчить в ступке, просеять через сито с диаметром отверстий 1–2 мм. Пробу ( $m = 300$  г) хранят в банке с притертой крышкой, коробках или пакетах

6 **Аналитическая проба для валового анализа почв.** Почву, просеянную через сито с отверстиями диаметром 1–2 мм, распределить равномерно на листе бумаги, разделить шпателем на квадраты и составить еще одну аналитическую пробу  $m = 5–7$  г.

Почву небольшими порциями растереть в агатовой (яшмовой) ступке до состояния пудры. Подготовленную пробу сложить в пакетик из кальки. Пакеты, коробки, банки, в которых хранятся почвенные пробы, должны быть подписаны и снабжены этикетками.

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

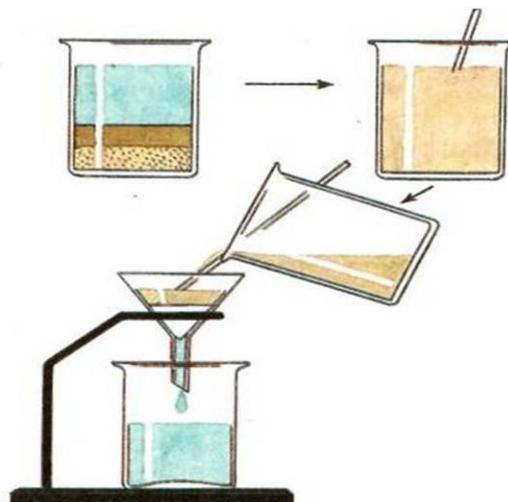
### *Приготовление водной вытяжки Рис. 2*

1. Отвесить на технических весах 50 г. воздушно-сухой почвы, просеянной через сито диаметром в 1 мм.

2. Навеску перенести в полулитровую плоскодонную колбу и залить пятикратным количеством (250 мл) дистиллированной воды.

3. Взбалтывать содержимое колбы 3 минуты и отфильтровать содержимое через фильтр из плотной бумаги. Перед перенесением суспензии на фильтр ее еще раз хорошо взболтать для того, чтобы почвенные коллоиды забились поры фильтра. Первые мутные порции фильтрата возвращаются из приемной колбы обратно на фильтр.

В засоленных почвах, богатых легкорастворимыми солями и не содержащих натрия, фильтрация идет быстро и фильтрат получается прозрачным, т.к. соли коагулируют коллоиды. В щелочных почвах с небольшим количеством легкорастворимых солей наблюдается пептизация коллоидов, которые забивают поры фильтра и снижают скорость фильтрации.



### **Порядок работы и отчетность**

1. Изучить представленный теоретический материал. Сдать конспект отразив сущность и порядок методики подготовки проб к анализу. Указать различия, приборы и реактивы необходимые для разных видов анализа. (1 час)

2. Разбиться на группы по 2-3 человека. Подготовить вопросы (тесты, задания) и провести оценку знаний других групп. Количество подготовленных и озвученных заданий должно совпадать с количеством бригад (или превышать его). (1 час).

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3 ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ**

### *Цель работы*

Освоить методы определения гранулометрического состава почвы.

### *Задачи работы*

- определить время отбора частиц определенного диаметра при использовании пипет-метода;
- определить содержание фракций гранулометрических элементов;
- дать название почвы по гранулометрическому составу в соответствии с классификацией

Н.А. Качинского;

- представлением данных гранулометрического состава в виде кумулятивной (интегральной) кривой;

- переводом названия почвы по гранулометрическому составу из отечественной в международную классификацию.

### *Требования к отчету*

Оформить работу по плану, включающему следующие пункты:

- этапы анализа, их назначение;
- принципы метода;
- аппаратура, материалы, реактивы;
- ход анализа;
- обработка результатов (расчеты);
- выводы.

### *Теоретические основы метода*

Под **гранулометрическим составом почв** и почвообразующих пород понимают относительное содержание в почве элементарных почвенных частиц (ЭПЧ) различного диаметра, независимо от их минералогического и химического состава. Гранулометрический состав выражается, прежде всего, в виде массовых процентов фракций гранулометрических частиц различного размера.

Гранулометрический анализ состоит из двух этапов: (1) диспергация почвенной массы и (2) анализ содержания частиц различного размера (пипет-метод). Основной задачей 1-го этапа гранулометрического анализа является отделение ЭПЧ друг от друга. Учитывая, что почвенные частицы в почве соединены в микро- и макроагрегаты, прежде всего, важно разделить их. Для этого необходимо химическими и физическими методами разрушить тот природный “клей”, который соединяет эти частицы. Такими природными “клеями”, агрегирующими ЭПЧ, в почве как правило являются ионы  $\text{Ca}^{2+}$ , органические вещества. Прежде всего, нужно “нейтрализовать” их агрегирующее действие. Наилучшим методом в этом случае является применение пирофосфата натрия и последующее механическое воздействие (интенсивное растирание почвенной пасты, применение ультразвука). Механизм действия пирофосфата Na в этом случае таков: ион  $\text{Na}^+$  замещает в почвенном поглощающем комплексе ион  $\text{Ca}^{2+}$ , снимая агрегирующее воздействие последнего и оказывая диспергирующее влияние на почву. Ион же пирофосфата за счет формирования устойчивой пленки пирофосфатов кальция предохраняет образовавшиеся частицы от коагуляции. Но даже если частицы и оказываются химически разделенными, необходимо механическое воздействие для того, чтобы между ними образовывались заметные водные прослойки, и они могли самостоятельно проявлять свои свойства. Только после этапа механического разделения

осуществляется определение содержания частиц того или иного размера с помощью, например, пипет метода.

#### *Методика определения и расчеты*

Метод основан на механическом и физико-химическом диспергировании почв с целью разрушения микроагрегатов и получения ЭПЧ. Для этого используют 4%-ный раствор пирофосфата натрия, а также механическое растирание.

Навеску почвы (для песчаных почв – 20 г, для суглинистых – 10 г) взвешивают на аналитических весах (желательно с точностью до 0,0001 г, но не ниже 0.001 г) и помещают в фарфоровую ступку. Наливают в стеклянный стаканчик на 50-100 мл строго 25 мл 4%-ного пирофосфата натрия. Из него по каплям выливают около 10 мл раствора пирофосфата натрия в фарфоровую ступку с почвой, энергично растирая почву резиновым наконечником пестика в течение 10 мин до образования пасты. Паста не должна быть слишком густой. В пасту доливают оставшийся пирофосфат (около 15 мл) и растирают до состояния однородной массы. Затем добавляют воду до половины объема ступки и оставляют на 10 мин. Готовят чистый литровый цилиндр, в который сверху устанавливают большую (диам. около 10 см) стеклянную воронку, в воронку кладут сито с ячейкой 0.25 мм. Через 10 мин хорошо перемешивают суспензию стеклянной палочкой. Суспензию переносят в стеклянный литровый цилиндр, фильтруя через сито с ячейкой 0,25 мм (сначала оттирают пестик с резиновым наконечником стеклянной палочкой от прилипшей почвы над ступкой, а затем смывают оставшуюся на нем почву водой из промывалки в сито, установленное в воронку). Обмывают ступку дистиллированной водой над ситом, слегка растирая пальцем возможно оставшиеся на сите комочки почвы, промывают сито дистиллированной водой.

Готовят тарированные бюксы на 50 мл (5 шт). Операция тарировки бюкса состоит в его протирании, сушке при 105° в течение 6-ти часов, взвешивании на аналитических весах. После сушки бюкс охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах. Затем повторно сушат при 105° в течение 2-х часов, взвешивании. Отличия в весе при повторных взвешиваниях не должны превышать 0.002 г. Если это условие выполнено, бюкс считается доведенным до постоянного веса, – оттарированным. Тарированные бюксы хранят в эксикаторе над гигроскопической солью (обычно, CaCl<sub>2</sub>).

Оставшиеся на сите гранулометрические частицы >0,25 мм с помощью промывалки с дистиллированной водой переносят в стеклянный предварительно тарированный бюкс. Бюкс с частицами выпаривают на песчаной бане, затем сушат в термостате (6 часов при 105°С). После чего охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах. На основании массы полученной фракции >0,25 мм рассчитывают ее процентное содержание (см. расчеты ниже).

Перенесенную в цилиндр суспензию доводят дистиллированной водой до 1 л. Закончен 1-й этап гранулометрического анализа. Перед последующей операцией отбора проб (2-й этап) следует уточнить глубины и время отбора проб суспензии.

Практически удобными можно считать следующие *глубины погружения пипетки для отбора проб*: <0,05 мм – 25 см, <0,01 мм – 10 см, <0,005 мм – 10 см, <0,001 мм – 7 см.

Сроки взятия проб зависят от температуры суспензии и плотности твердой фазы почвы. Для измерения температуры в отдельный цилиндр с дистиллированной водой помещают термометр (этот цилиндр стоит в лаборатории в течение всего анализа). Для определения времени отбора проб используют значения плотности твердой фазы, измеренные пикнометрически или средние данные плотности твердой фазы различных зональных почв (табл. 1).

Таблица 1

**Плотность твердой фазы различных почв, г/см<sup>3</sup>**

Глубина, см	Легкие всех типов	Подзолистые и серые лесные	Черноземы обыкновенные и тучные	Черноземы южные	Каштановые	Бурые и сероземы	Солонцы
0–20	2,60	–	–	–	–	–	Величины брать по типу той почвы, в зоне которой они залегают
	2,65	2,60	2,40	2,55	2,60	2,65	
20–40	2,65	2,65	2,50	2,60	2,65	2,70	
40–100	2,65	2,70	2,65	2,65	2,70	2,70	
>100	2,65	2,70	2,70	2,70	2,75	2,75	

Расчет скоростей падения частиц производится по формуле Стокса:

$$v = \frac{2}{9} g \cdot r^2 \frac{\rho_s - \rho_{ж}}{\eta} \quad (1)$$

где  $r$  – радиус падающей частицы, см;  $\rho_s$  – плотность падающей частицы, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_{ж}$  – плотность жидкости, в которой ведется анализ г/см<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, равное 981 см/с<sup>2</sup>;  $\eta$  – вязкость жидкости, пуаз. Плотность и вязкость воды приведены в табл. 2.

Таблица 2.

**Вязкость 2%-ой суспензии почвы в 0,1%-ном растворе пирогосфата натрия, в дистиллированной воде и плотность воды**

Температура, °С	Вязкость 0,1% пирогосфата натрия $\eta$ , пуазы	Вязкость чистой воды, $\eta$ , пуазы	Плотность воды, $\rho_{ж}$ , г/см <sup>3</sup>
15	0.012145	0.011383	0,99913
16	0.01204	0.01111	0,99897
17	0.011783	0.010837	0,99880
18	0.011419	0.010564	0,99862
19	0.011055	0.010291	0,99843
20	0.010691	0.01002	0,99823
21	0.010451	0.009796	0,99802
22	0.010211	0.009572	0,99780
23	0.010001	0.009348	0,99756
24	0.009971	0.009124	0,99732
25	0.009698	0.008902	0,99707
26	0.009491	0.008716	0,99681
27	0.009251	0.00853	0,99654
28	0.009011	0.008344	0,99626
29	0.008871	0.008158	0,99597
30	0.008631	0.007973	0,99567

Используя формулу 1 можно рассчитать интервалы времени  $t=h/v$  для соответствующего диаметра частицы и глубины отбора пробы, где  $t$  и  $h$  – время и глубина отбора пробы.

Взятие проб суспензии производят следующим образом. Суспензию в цилиндре взбалтывают с помощью мешалки одинаковым быстро повторяющимися (вверх-вниз по всей длине цилиндра, но не вынимая из него) движениями в течение 15-30 сек. Вынимают мешалку и сразу засекают время. По истечению времени, необходимого для взятия частиц заданного размера, опускают тарированную пипетку на заданную глубину внутрь цилиндра, стремясь попасть в центр поперечного сечения, и с помощью аспиратора в пипетку забирают пробу суспензии. Суспензия должна поступать в пипетку медленно, время забора пробы 20-30 сек. Взяв пробу, поднимают пипетку, отводят ее от цилиндра. Фиксируют окончательный объем пробы по пипетке, и сливают суспензию в тарированный бюкс. Его высушивают сначала на песчаной бане, а затем в термостате (6 часов при 105°С). Хранят в эксикаторе над гигроскопической солью.

*Примечание.* Для засоленных и некоторых других почв пептизирующее действие пирогосфата натрия может оказаться недостаточным, и суспензия, перенесенная в цилиндр,

коагулирует. Полную коагуляцию легко обнаружить по просветлению всего столба жидкости в цилиндре и выпадению твердой фазы в осадок. При частичной коагуляции жидкость полностью не осветляется, но на дне цилиндра, над плотным слоем песчаных и пылеватых частиц, образуется рыхлый хлопьевидный осадок высотой 1-2 см. В случае полной коагуляции осветленную жидкость (вместе со всеми солями) по возможности полностью сливают. К осадку же в цилиндре добавляют 20 мл 4%-ного раствора пирофосфата натрия, снова доводят дистиллированной водой объем в цилиндре до 1 л. Если снова наблюдается полная коагуляция, то анализ следует переделать выяснив причины полной коагуляции (загрязнены дистиллированная вода, пирофосфат Na и др.). Если коагуляция частичная, в цилиндр предварительно добавляют для усиления коагуляции 0,5 г хлористого натрия и оставляют на сутки. Через сутки берут пробу жидкости (25 или 50 мл) для определения плотного остатка. Суспензию взбалтывают и продолжают анализ. Величина плотного остатка учитывается при расчете бессолевого навески.

### Пример 1.

Рассчитать время отбора частицы с диаметром  $d < 0,001$ , если имеем: плотность твердой фазы почвы (частиц),  $\rho_s = 2,5 \text{ г/см}^3$ ; температура воды,

$T = 18^\circ\text{C}$ ; глубина отбора проб,  $h = 7 \text{ см}$ .

Решение.

Подставляем в формулу (1)  $d$ ,  $\rho_s$ ,  $\rho_{\text{ж}}$ ,  $\eta$  и рассчитываем скорость. Нужно учесть, что радиус частицы  $r = d/2$  и выражен в см. Вязкость  $\eta$  пирофосфата натрия при  $18^\circ\text{C}$  равна  $0,011419$  пуаз, а плотность воды соответственно равна  $0,99862 \text{ г/см}^3$ .

$$v = \frac{2}{9} \cdot 981 \cdot \left( \frac{0,0001}{2} \right)^2 \frac{2,50 - 0,99862}{0,01142} = 7,16571 \cdot 10^{-5} \text{ см/сек}$$

Зная глубину отбора фракции, находим время:

$$t = \frac{h}{v} = \frac{7}{7,16571 \cdot 10^{-5}} = 97687 [\text{сек}] \text{ или переводя в часы: мин: сек, по-}$$

лучаем окончательное время – 27ч 8' 7".

*Порядок расчета содержания фракций гранулометрических элементов полученных пипет-методом с предварительной дисперсией пирофосфатом натрия.*

Вычисление содержания фракций гранулометрических элементов в процентах к массе почвы производится по следующей формуле:

$$X = \frac{(m_x - a) \cdot 1000 \cdot 100}{V \cdot m}, \text{ в \%} \quad (2)$$

где  $X$  - содержание фракции частиц меньше определенного размера (например,  $< 0,05$  или  $0,01 \text{ мм}$ ), %;  $m_x$  — масса данной фракции, г;  $a$  — масса пирофосфата натрия в пробе с учетом объема пробы (напомним, что для пробы объемом  $25,0 \text{ мл}$  масса соли составляет  $0,025 \text{ г}$ ), г;  $V$  — объем пробы, мл;  $m$  — масса абсолютно сухой навески почвы, взятой для анализа, г.

По приведенной формуле рассчитывают процентное содержание частиц меньше определенного размера ( $< 0,05 \text{ мм}$ ,  $< 0,01 \text{ мм}$ ,  $< 0,005 \text{ мм}$  и  $< 0,001 \text{ мм}$ ). Затем, учитывая, что пробы с фракцией большего размера частиц будут включать в себя остальные фракции, по классификации Н.А. Качинского находят процентное содержание гранулометрических фракций вычитанием из большей фракции меньшей. Таким образом, на пример содержание фракция *пыли крупной* ( $0,05-0,01 \text{ мм}$ ) = [содержанию фракции  $< 0,05 \text{ мм}$ ] – [содержание фракции  $< 0,01 \text{ мм}$ ]; содержание фракция *пыли средней* ( $0,01-0,005 \text{ мм}$ ) = [содержанию фракции  $< 0,01 \text{ мм}$ ] – [содержание фракции  $< 0,005 \text{ мм}$ ]; содержание фракция *пыли тонкой* ( $0,005-0,001 \text{ мм}$ ) = [содержанию фракции  $< 0,005 \text{ мм}$ ] – [содержание фракции  $< 0,001 \text{ мм}$ ]. Содержание фракция  $< 0,001 \text{ мм}$  представляет собой содержание физического *ила*.

Так получаем процентное содержание всех фракций за исключением фракции *песка мелкого* ( $0,25-0,05 \text{ мм}$ ), которая определяется по разности  $100\%$  и суммы всех определенных в анализе фракций.

**Пример 2.** Масса абсолютно сухой навески, взятой на анализ, составляет 10,0390 г. При перенесении в цилиндр на сите остались частицы >0,25 мм в количестве 0,1705 г абсолютно сухой массы, что составляет:

$$X_{1-0,25\text{мм}} = \frac{0,1705 \cdot 100}{10,0390} = 1,70 \%$$

При пипетировании суспензии получились следующие результаты:

*“секундная” проба:* частицы <0,05 мм — объем 24,8 мл, масса абсолютно сухой почвы и соли 0,2180 г. Для указанного объема пробы масса соли составляет 0,0248 г. Тогда содержание фракции <0,05 мм составит:

$$X_{<0,05\text{мм}} = \frac{(0,2108 - 0,0248) \cdot 100 \cdot 1000}{24,8 \cdot 10,0390} = 74,71 \%$$

*“минутная” проба:* частицы <0,01 мм — объем пробы 25,3 мл, масса абсолютно сухого остатка в бюксе 0,1539 г. Масса соли в этом остатке составляет 0,0253 г, а содержание фракции <0,01 мм:

$$X_{<0,01\text{мм}} = \frac{(0,1539 - 0,0253) \cdot 100 \cdot 1000}{25,3 \cdot 10,0390} = 50,63 \%$$

*“часовая” проба:* частицы <0,005 мм — объем пробы 25,0 мл, масса абсолютно сухого остатка 0,1327 г. Масса пирофосфата натрия в этом остатке составляет 0,0250 г, а содержание частиц < 0,005мм:

$$X_{<0,005\text{мм}} = \frac{(0,1327 - 0,0250) \cdot 100 \cdot 1000}{25,0 \cdot 10,0390} = 42,91 \%$$

*“суточная” проба:* частицы <0,001 мм — объем пробы 24,7 мл, а масса частиц ила и пирофосфата натрия 0,1019 г. Содержание фракции ила составит:

$$X_{<0,001\text{мм}} = \frac{(0,1019 - 0,0247) \cdot 100 \cdot 1000}{24,7 \cdot 10,0390} = 31,13 \%$$

Теперь остается рассчитать содержание фракций:

*пыль крупная (0.05-0.01 мм):* 74,71 — 50,63 = 24,08 %;

*пыль средняя (0.01-0.05 мм):* 50,63 — 42,91 = 7,72 %;

*пыль мелкая (0.005-0.01 мм):* 42,91 — 31,13 = 11,78 %;

*ил (<0.001 мм):* 31,13 %;

*песок мелкий (содержание фракции 0,25—0,05 мм) находится по разности:* 100 — (1,70+24,08+7,72+11,78+31,13) = 23,59 %.

Исходя из рассчитанных фракций, дается название почвы по гранулометрии в классификации Н.А. Качинского, разделяющей текстурные классы по суммарному содержанию частиц > 0,01 мм (физический песок) или < 0,01 мм (физическая глина) и учитывающей тип почвообразования (см табл. 3). В примере (степной тип почвообразования) получается – *суглинок средний*, а с учетом доминирующих фракций – *суглинок средний крупнопылевато-иловатый*, т.к. преобладает фракция ила, затем крупной пыли.

Таблица 3

### Классификация почв по гранулометрическому составу по Н.А.Качинскому

Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм), %			Содержание физического песка (частиц > 0,01 мм), %			Краткое название почвы по грану- лометрическому составу
подзоли- стого типа почвообра- зования	степного типа поч- вообразо- вания	солонцы и сильно солонцева- тые почвы	подзоли- стого типа почвообра- зования	степного типа поч- вообразо- вания	солонцы и сильно солонцева- тые почвы	
0–5	0–5	0–5	100–95	100–95	100–95	Песок рыхлый (Пр)
5–10	5–10	5–10	95–90	95–90	95–90	Песок связанный (Псв)
10–20	10–20	10–15	90–80	90–80	90–85	Супесь (С)
20–30	20–30	15–20	80–70	80–70	85–80	Суглинок легкий (Сл)
30–40	30–45	20–30	70–60	70–55	80–70	Суглинок сред- ний (Сср)
40–50	45–60	30–40	60–50	55–40	70–60	Суглинок тяже- лый (Ст)
50–65	60–75	40–50	50–35	40–25	60–50	Глина легкая (Гл)
65–80	75–85	50–65	35–20	25–15	50–35	Глина средняя (Гср)
>80	>85	>65	<20	<15	<35	Глина тяжелая (Гт)

При определении названия почвы к основному ее названию по гранулометрическому составу (определенному по таблице 3 МУ для лаб. раб.) добавляют две преобладающие фракции, причем на последнем месте указывается преобладающая фракция.

Тип почвообразования, определяем по названию почв (таблица задания)

Дальше, складываете все что меньше 0,01 мм – это глина, больше 0,01 – это песок.

**Например**, если в подзолистой почве содержится 10 % песка, 52 % крупной пыли, 15 % средней и мелкой пыли, 23 % ила, то по гранулометрическому составу она относится к среднесуглинистой иловато-крупнопылевой. В состав этой почвы входит 38 % физической глины и 62 % физического песка, а преобладающими фракциями являются крупная пыль - 52 % и ил - 23 %.

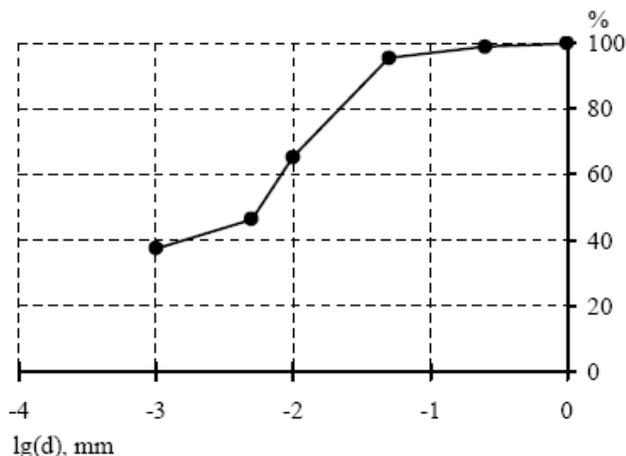
*Перевод названия почвы по гранулометрии из отечественной классификации  
в зарубежные*

Проблема состоит в том, что границы фракций в отечественной и большинстве зарубежных классификаций не совпадают; поэтому невозможен прямой переход из одной классификации в другую. Например, границы фракций в международной классификации: песок 2-0,005, пыль 0,05-0,002 и глина <0,002 мм. Для решения задач такого типа строится интегральная кривая распределения гранулометрических частиц, где по оси абсцисс откладывается диаметр частиц в равномерно логарифмическом масштабе, а по оси ординат откладывается содержание частиц менее конкретного диаметра (в процентах к массе абсолютно сухой почвы). При использовании классификации Н.А. Качинского для гранулометрических частиц почвы, диаметры составляют 0,001; 0,005; 0,01; 0,05; 0,025 и 1,0 мм. Логарифмы этих диаметров, соответственно, равны: -3,00; -2,30; -2,00; -1,30; -0,60 и 0,00. Эти величины отмечают на равномерной шкале оси абсцисс. Для каждого значения диаметра частиц по оси ординат откладывают процентные содержания всех частиц мельче этого диаметра, т. е. суммарное (кумулятивное) содержание частиц <0,001, <0,005, <0,01, и т. д. Последняя точка по оси абсцисс (0 в отсутствии гравия и некаменистых почвах) соответствует 100%. Полученные точки соединяют плавной кривой. Таким образом, кумулятивная кривая, начинаясь со значений содержания ила (<0,001мм), непрерывно возрастает, приближаясь к 100% при величинах диаметров самых крупных частиц.

**Пример 3.** В результате гранулометрического анализа чернозема получены следующие содержания фракций: <0,001 мм – 37,5%, (0,001-0,005 мм) – 8,9, (0,005-0,01 мм) – 18,9, (0,01-0,05 мм)

– 30,2, (0,05 -0,25 мм) – 3,5 и (0,25-1,0 мм) – 1,0%. Построить кумулятивную кривую распределения гранулометрических частиц по размерам.

*Решение.* По оси ординат для соответствующих логарифмов диаметров откладываем: для - 3,00 – 37,5%, для -2,30 – 46,4%, для -2,00 – 65,3%; для -1,30 – 95,5%, для -0,60 – 99,0% и для 0,00 – 100,0%. Кумулятивная кривая представлена на рис 1.



**Рис. 1.** Кумулятивная (интегральная) кривая распределения гранулометрических элементов по размерам



**Рис. 2.** Треугольник Ферре для классификации почв по гранулометрическому составу, используемый в некоторых зарубежных классификациях (в частности, USDA).

Далее, для определения процентного содержания фракций в зарубежных классификациях (песок 2-0,005, пыль 0,05-0,002 и глина <0,002 мм) на оси абсцисс находят точки, соответствующие границам этих трех фракций: 0,05 и 0,002 мм, или на равномерной логарифмической шкале -1,30 и -2,70. Значение -2,70 будет соответствовать на ординате содержанию глины, а -1,30 содержанию глины+пыли. Песок нетрудно определить по разности [100-(глина+пыль)]. Так определяют содержание фракций глины, пыли и песка, соответствующих международной классификации. Классификационную принадлежность почвы в международной классификации определяют, пользуясь треугольником Ферре (см. на рис. 2). Для этого на левой стороне треугольника, где отложено содержание глинистых частиц, находят точку, соответствующую содержанию глины (<0,002 мм). Из этой точки проводят прямую, параллельную основанию.

Затем на правой стороне треугольника (содержание пыли) также находят точку, соответствующую содержанию пыли в исследуемой почве. И из нее проводят линию, параллельную левой стороне – параллельно оси "содержание глины". Две прямые линии пересекутся внутри

треугольника в некоторой точке, в которую также попадает третья линия, проведенная параллельно оси "пыль" 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 по гранулометрии.

Таким образом, отечественная классификация почв, основанная на соотношении физической глины и физического песка в почве (см. таблицу 3), является по сути двухчленной, а международная – учитывающая соотношения трех фракций (пыль, песок, глина), трехчленной. Переход из одной в другую возможен лишь через построение кумулятивной кривой, нахождение содержания указанных трех фракций и определение классификационной принадлежности почвы по треугольнику Ферре.

**Пример 4.** Определить классификационные названия по гранулометрии чернозема по отечественной и международной классификациям, гранулометрический состав которого представлен в примере 1 и 2.

*Решение.* Для этого по кумулятивной кривой (см. рис. 1) для точки на оси абсцисс, соответствующей диаметру глинистых частиц по зарубежной классификации (-2,70), определим содержание глины. Оно составляет 38,5%. Содержание (пыль+глина), соответствующее границе фракций <0,05, достигает 95,5%, а пыли соответственно  $95,5 - 38,5 = 57,0\%$ , песка – 4,5%. По треугольнику Ферре (рис. 2) исследованный чернозем относится к пылевато-глинистому суглинку.

*Использование результатов*

Гранулометрический состав, выраженный в содержаниях фракций гранулометрических элементов – важнейшая физическая характеристика почвы, одна из характеристик ее дисперсности. Он определяет все основные почвенные процессы, является одним из фундаментов почвенного плодородия, так как в зависимости от гранулометрии почв формируются те или иные сельскохозяйственные мероприятия. Знание гранулометрического состава почв также дает представление о генезисе, эволюции и использовании почв.

**Исходные данные для лабораторной работы  
Гранулометрический состав почвы**

*Исходные данные к примеру 1*

<i>вариант</i>	<i>Почва</i>	<i>глубина, см</i>	<i>диаметр частиц, мм</i>	<i>температура, С</i>
1	подзолистые	35	0,05; 0,01; 0,005; 0,002; 0,001	15
2	серые лесные	10		16
3	чернозем обыкновенный	7		17
4	чернозем южный	41		18
5	чернозем тучный	25		19
6	каштановые	15		20
7	бурые	55		21
8	сероземы	85		22
9	подзолистые	101		23
10	серые лесные	50		24
11	чернозем обыкновенный	65		25
12	чернозем южный	70		26
13	чернозем тучный	90		27
14	каштановые	42		28
15	бурые	21		29
16	сероземы	102		30
17	подзолистые	10		15
18	серые лесные	30		16
19	чернозем обыкновенный	45		17
20	чернозем южный	11		18
21	чернозем тучный	60		19

22	каштановые	80		20
23	бурые	105		21
24	сероземы	27		22
25	подзолистые	31		23
26	серые лесные	15		24
27	чернозем обыкновенный	43		25
28	чернозем южный	5		26
29	чернозем тучный	63		27
30	каштановые	28		28
31	бурые	47		29
32	сероземы	54		30
33	подзолистые	66		15
34	серые лесные	78		16
35	чернозем обыкновенный	48		17
36	чернозем южный	33		18
37	чернозем тучный	95		19
38	каштановые	64		20
39	бурые	25		21
40	сероземы	49		22

Глубина отбора проб зависит от диаметра частиц (см. текст методики)

### Задание для примера №2, 3, 4

	М	А	В	Б	Д	Г	Ж	Е	И	З	Почва
<b>1</b>	10,029	0,1715	24,9	0,1818	25,3	0,1529	24,9	0,1037	24,9	0,1009	подзолистые
<b>2</b>	10,059	0,1685	25,9	0,2388	24,1	0,1559	25,1	0,1607	24,9	0,1559	серые лесные
<b>3</b>	10,009	0,1735	22,2	0,1838	27,8	0,1509	24,4	0,1057	25,6	0,0989	чернозем обыкновенный
<b>4</b>	10,079	0,1665	25,4	0,2368	22,1	0,1579	23,1	0,1587	29,4	0,1579	чернозем южный
<b>5</b>	9,989	0,1755	19,3	0,1858	31,1	0,1489	24,3	0,1077	25,3	0,0969	чернозем тучный
<b>6</b>	10,099	0,1645	21,5	0,2348	20,2	0,1599	28,1	0,1567	30,2	0,1599	каштановые
<b>7</b>	9,969	0,1775	23,8	0,1878	22,3	0,1469	25,6	0,1097	28,3	0,0949	бурые
<b>8</b>	10,119	0,1625	27,9	0,2328	23,1	0,1619	23,9	0,1547	25,1	0,1619	сероземы
<b>9</b>	9,949	0,1795	24,9	0,1898	20,1	0,1449	25,9	0,1117	29,1	0,0929	подзолистые
<b>10</b>	10,139	0,1605	26	0,2308	22	0,1639	25	0,1527	27	0,1639	серые лесные
<b>11</b>	9,929	0,1815	25,1	0,1918	27,9	0,1429	24,1	0,1137	22,9	0,0909	чернозем обыкновенный
<b>12</b>	10,159	0,1585	25,2	0,2288	23,8	0,1659	23,2	0,1507	27,8	0,1659	чернозем южный
<b>13</b>	9,909	0,1835	23,3	0,1938	27,7	0,1409	23,7	0,1157	25,3	0,0889	чернозем тучный
<b>14</b>	10,179	0,1565	27,4	0,2268	23,6	0,1679	22,4	0,1487	26,6	0,1679	каштановые
<b>15</b>	9,889	0,1855	22,5	0,1958	28,5	0,1389	27,5	0,1177	21,5	0,0869	бурые
<b>16</b>	10,199	0,1545	28,1	0,2248	24,8	0,1699	21,7	0,1467	25,4	0,1699	сероземы
<b>17</b>	9,869	0,1875	27,7	0,1978	23,3	0,1369	26,7	0,1197	22,3	0,0849	подзолистые
<b>18</b>	10,219	0,1525	20,4	0,2228	25,2	0,1619	25,2	0,1547	29,2	0,1719	серые лесные
<b>19</b>	9,849	0,1895	25,7	0,1998	23,3	0,1349	26,7	0,1217	24,3	0,0829	чернозем обыкновенный
<b>20</b>	10,239	0,1505	22	0,2208	25,5	0,1739	23,6	0,1427	28,9	0,1739	чернозем южный
<b>21</b>	9,829	0,1915	26,1	0,2018	25	0,1329	27,2	0,1237	21,7	0,0809	чернозем тучный
<b>22</b>	10,259	0,1485	24,1	0,2188	19,5	0,1759	18,1	0,1407	38,3	0,1759	каштановые

23	9,809	0,1935	26,3	0,2038	22,7	0,1309	27,3	0,1257	23,7	0,0789	бурые
24	10,279	0,1465	27,4	0,2168	23,6	0,1779	21,4	0,1387	27,6	0,1779	сероземы
25	9,789	0,1955	26,5	0,2058	22,5	0,1289	25,5	0,1277	25,5	0,0769	подзолистые
26	10,299	0,1445	26,6	0,2148	23,4	0,1799	21,4	0,1367	28,6	0,1799	серые лесные
27	9,769	0,1975	26,7	0,2078	22,3	0,1269	27,7	0,1297	23,3	0,0749	чернозем обыкновенный
28	10,319	0,1425	26,8	0,2128	23,2	0,1819	20,8	0,1347	29,2	0,1819	чернозем южный
29	9,749	0,1995	26,7	0,2098	24,3	0,1249	27,7	0,1317	21,3	0,0729	чернозем тучный
30	10,339	0,1405	26,3	0,2108	25,1	0,1839	20,3	0,1327	28,3	0,1839	каштановые
31	9,729	0,2015	24,1	0,2118	21,9	0,1229	28,1	0,1337	25,9	0,0709	бурые
32	10,359	0,1385	27,2	0,2088	25,5	0,1859	19,5	0,1307	27,8	0,1859	сероземы

Название	обозначение	Значение в примере
Масса абсолютно сухой навески, взятой на анализ	М	10,039
Частицы >0,25 мм абсолютно сухой навески	А	0,1705
Секундная проба: частицы < 0,05 мм		
Объем, мл	В	24,8
Масса абсолютно сухой почвы и соли, г	Б	0,2108
Минутная проба: частицы < 0,01 мм		
Объем, мл	Д	25,3
Масса абсолютно сухого остатка, г	Г	0,1539
Часовая проба: частицы < 0,005 мм		
Объем, мл	Ж	25
Масса абсолютно сухого остатка, г	Е	0,1327
Суточная проба: частицы < 0,001 мм		
Объем, мл	И	24,7
Масса абсолютно сухого остатка, г	З	0,1019

Шкала Качинского	
Граничные значения, мм	Название фракции
до 0,001	Ил
0,001—0,005	Мелкая пыль
0,005—0,01	Средняя пыль
0,01—0,05	Крупная пыль
0,05—0,25	Тонкий песок
0,25—0,5	Средний песок
0,5—1	Крупный песок

При определении названия почвы к основному ее названию по механическому составу (определенному по таблице 3 МУ для лаб. раб.) добавляют две преобладающие фракции, причем на последнем месте указывается преобладающая фракция.

Тип почвообразования, определяем по названию почв (таблица задания)

Дальше, складываете все что меньше 0,01 мм – это глина, больше 0,01 – это песок.

По таблице ищем диапазон, а дальше см. пример!

Например, если в подзолистой почве содержится 10 % песка, 52 % крупной пыли, 15 % средней и мелкой пыли, 23 % ила, то по гранулометрическому составу она относится к среднесуглинистой иловато-крупнопылевой. В состав этой почвы

входит 38 % физической глины и 62 % физического песка, а преобладающими фракциями являются крупная пыль — 52 % и ил — 23 %.

#### Задание №3

По значениям, полученным при расчете задания №2

#### Задание №4

По значениям, полученным в задание №2 + кривая из задания №3

## Лабораторная работа №6

4 часа

### СТРУКТУРА ПОЧВЫ

*Цель работы:* - ознакомление с основными типами структуры почв;  
- получение практических навыков для определения типичных структурных элементов почв.

*Задачи работы:* - определения типичных структурных элементов образцов почв;  
- классификация структурных отдельных образцов почв по классификации С.А.Захарова.

*Обеспечивающие средства:* образцы почв, измерительные инструменты, листы бумаги и увеличительные стекла или микроскопы.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы.*

Структура почвы оказывает большое влияние на ее агрономические свойства и плодородие. Она в значительной мере определяет водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почв, т.е. главные условия, обуславливающие урожай всех сельскохозяйственных растений.

Различают структуру почвы и структурность.

**Структура почвы** - форма, размер и взаимное расположение структурных отдельных, на которые естественно распадается почва.

Естественные фрагменты почвы, почвенные отдельные, существенно отличаются друг от друга по форме и размеру, что отражает их химический состав, состояние и свойства почвенной массы, преобладающий тип почвообразовательного процесса. Так, избыточное засоление приводит к образованию столбчатых агрегатов, а интенсивное вымывание органического вещества способствует формированию плитчатых отдельных.

**Структурность** - способность почвы распадаться на агрегаты, размер и форма которых характерны для каждого типа структуры.

Структурные отдельные носят название почвенные агрегаты. Они являются естественной сложной почвенной отдельностью, образовавшейся из микроагрегатов или элементарных почвенных частиц в результате их взаимодействия под влиянием физических, химических, физико-химических и биологических процессов.

Сцепление частиц в агрегатах обеспечивается за счет коагуляции коллоидов, действия сил Ван-дер-Ваальса, остаточных валентностей, водородных связей, адсорбции, капиллярных сил, а также с помощью корневых тяжей, гифов грибов и слизи микроорганизмов.

**По форме** структурных отдельных выделяют три типа структуры (С.А. Захаров).

1. **Кубовидная** - структурные отдельные равномерно развиты в трех позициях, например, глыбистая, комковатая, ореховатая и зернистая.

2. *Призмовидная* - развитие вертикальных граней и ребер структурных отдельностей преобладает над горизонтальными, такими как столбовидная, столбчатая, призматическая.

3. *Плитовидная* - структурные отдельности имеют преобладающее развитие горизонтальных граней и ребер, например, плитчатая, чешуйчатая.

В зависимости *от размера* выделяют группы структур (П.В. Вершинин):

- 1 - мегаструктура (глыбистая) >10 мм;
- 2 - макроструктура 10-0,25 мм;
- 3 - грубая микроструктура 0,25-0,01 мм;
- 4 - тонкая микроструктура <0,01 мм.

С агрономической точки зрения, наиболее ценной является мелкокомковатая, или зернистая водопрочная структура, с размерами агрегатов в пределах от 0,25 до 1,0 мм. В почве с такой структурой создаются оптимальные воздушные и водно-физические условия для развития корневой системы растений, что способствует интенсивному развитию микробиологической активности и мобилизации питательных веществ.

*Шкала структурного состояния почвы*

Структурное состояние	Содержание агрегатов размером 0,25-10 мм, % к массе почвы	
	воздушно-сухие	водопрочные
Отличное	>80	>70
Хорошее	80-60	70-55
Удовлетворительное	60-40	55-40
Неудовлетворительное	40-20	40-20
Плохое	<20	<20

Водопрочность структуры почвы определяется наличием прочных, не размываемых в воде отдельностей. Такая структура образуется при скреплении механических элементов органо-минеральными коллоидами, скоагулированными необратимо.

Со временем структура может нарушиться в результате влияния многих факторов:

1. Изменение внешних условий - действие дождя или ветра, колебание температур - постоянно приводит к разрушению структурных отдельностей.

2. Обработка почвы плугами и другими сельскохозяйственными орудиями вызывает крошение, распыление почвы.

3. Изменение физико-химических свойств почв может привести почву в бесструктурное состояние, например, к изменению состава обменных катионов. Так, натрий в ППК вызывает диспергирование почвенных коллоидов, что ведет к разрушению агрегатов и структурных отдельностей.

4. Минерализация гумусовых компонент структурных отдельностей до конечных продуктов CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и минеральных солей приводит к разрушению гумуса, при этом утрачивается водопрочность структуры.

В результате действия названных выше процессов почва может превратиться в бесструктурную массу.

*Бесструктурная почва* - это почва, в которой отдельные механические элементы не соединены между собой в почвенные агрегаты, а существуют отдельно или залегают одной сплошной сцементированной массой. Типичный пример бесструктурной почвы - рыхлый песок или слитые иллювиальные горизонты тяжелых по механическому составу почв.

Для создания агрономически ценной структуры и поддержания ее оптимальных свойств используются агротехнические мероприятия, мелиоративные приемы и структурообразователи.

Агротехнические мероприятия включают в себя приемы современной агротехники, такие, как своевременная и правильная обработка почвы, соблюдение севооборотов с обязательным посевом многолетних трав, сидератов. Химическая мелиорация предполагает систематическое внесение органических удобрений, известкование кислых и гипсование солонцовых почв. Очень эффективно применение природных и искусственных структурообразователей.

Внесение угольного и торфяного клея, отходов целлюлозной и сахарной промышленности со временем улучшает структуру почв. Наибольший эффект получен от применения искусственных полимеров и сополимеров, которые называют крилумами. Это производные акриловой, метакриловой и малеиновых кислот. Внесение незначительных доз полимера в концентрации 0,001% от массы почвы существенно увеличивает водопрочность структуры.

Значение гранулометрического состава почв при изучении плодородия трудно переоценить. Он определяет в значительной мере химический, минералогический состав и другие свойства почв. Так, химический состав лесовидного суглинка для отдельных механических фракций имеет существенные различия.

*Валовой химический состав фракций механических элементов (С.С. Морозов),  
% на бескарбонатную почву*

Фракция механических элементов, мм	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Исходная смесь	73,64	4,95	10,02
0,05-0,01	86,77	1,29	5,94
0,001-5,4 · 10 <sup>-4</sup>	51,48	11,39	20,23
4 · 10 <sup>-4</sup> -2,8 · 10 <sup>-4</sup>	45,71	10,81	20,82
2,2 · 10 <sup>-4</sup>	45,71	12,13	21,27

Минералогический состав отдельных фракций механических элементов также сильно различается. В физическом песке преобладают первичные минералы, а в физической глине - вторичные глинистые минералы.

Гранулометрический состав определяет многие свойства почвы: *физические* — плотность, пористость; *водно-физические* - влагоемкость, фильтрационные параметры; *физико-механические* - пластичность, липкость, твердость; *тепловые* - нагревание, теплоемкость; *химические и физико-химические* - емкость поглощения, буферность и некоторые другие.

Минералогический состав отдельных фракций механических элементов (А.А. Роде),  
% от массы фракции

Фракция, мм	Минералы				
	кварц	полевые шпаты	слюды	амфиболы	прочие
1-0,25	86	14	–	–	–
0,25-0,05	81	12	–	4	3
0,05-0,01	72	15	7	2	4
0,01-0,005	63	8	21	5	3
< 0,005	10	10	67	7	6

Ниже приведены изображения и описания основных типов почвенных агрегатов (рис. 1).

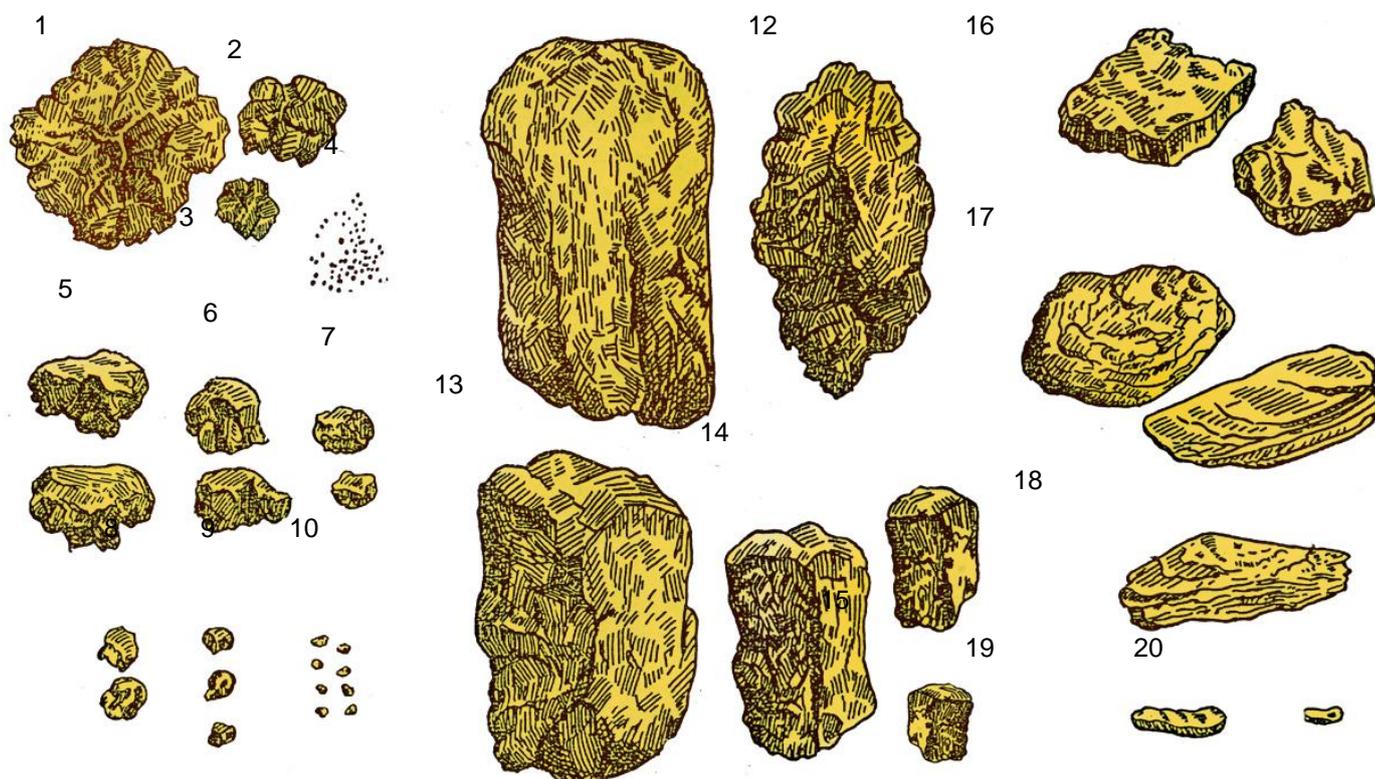


Рис. 1. Основные типы структурных элементов почвы (по С.А. Захарову).

1 – крупнокомковатая; 2 – комковатая; 3 – мелкокомковатая; 4 – пылеватая; 5 – крупноореховатая; 6 – ореховатая; 7 – мелкоореховатая; 8 – крупнозернистая; 9 – зернистая; 10 – мелкозернистая; 11 – столбчатая; 12 – столбовидная; 13 – крупнопризматическая; 14 – призматическая; 15 – мелкопризматическая; 16 – плитчатые сланцеватые; 17 – плитчатые пластинчатые; 18 – мелкоплитчатые; 19 – листоватые; 20 – чешуйчатые.

Классификация структурных элементов почвы (по С.А. Захарову)

Род	Вид	Размер
Тип А. Кубовидная – элементы равномерны по трем осям		
Макроструктурные агрегаты		
Глыбистая – сложные агрегаты со слабо выраженными гранями и ребрами	Крупноглыбистая	> 10 см
	Мелкоглыбистая	10-5 см
Комковатая – агрегаты неправильной округлой формы, с неровной шероховатой поверхностью разлома, грани не выражены	Крупнокомковатая	5-3 см
	Комковатая	3-1 см
	Мелкокомковатая	1-0,5 см

Микроструктурные агрегаты		
<b>Пылеватая</b> – агрегаты неправильной формы с хорошо выраженными гранями и ребрами	<b>Пылеватая</b>	< 0,25 мм
<b>Ореховатая</b> – агрегаты более-менее правильной формы, с хорошо выраженными гранями; поверхность ровная, с острыми ребрами	<b>Крупноореховатая</b>	> 10 мм
	<b>Ореховатая</b>	10-7 мм
	<b>Мелкоореховатая</b>	7-5 мм
<b>Зернистая</b> – агрегаты более-менее правильной формы, с округлыми, шероховатыми или гладкими, блестящими гранями	<b>Крупнозернистая</b>	5-3 мм
	<b>Зернистая (крупитчатая)</b>	3-1 мм
	<b>Мелкозернистая</b>	1-0,5 мм
<b>Тип Б. Призмовидная</b> – элементы вытянуты по вертикальной оси		
<b>Столбчатая</b> – агрегаты правильной формы, с округлой верхней поверхностью («головкой») и плоской нижней	<b>Крупностолбчатая</b>	> 5 см *
	<b>Столбчатая</b>	5-3 см*
	<b>Мелкостолбчатая</b>	< 3 см*
<b>Призматическая</b> – агрегаты правильной формы, с острыми ребрами и хорошо выраженными гранями, имеющими ровную глянцеватую поверхность	<b>Крупнопризматическая</b>	> 5 см*
	<b>Призматическая</b>	5-3 см *
	<b>Мелкопризматическая</b>	< 3 см*
<b>Тип В. Плитовидная</b> – элементы горизонтально уплощенные		
<b>Плитчатая</b> – агрегаты плоские, слоистые, с более-менее развитыми горизонтальными плоскостями, имеющими различные поверхности	<b>Сланцеватая</b>	> 5мм**
	<b>Плитчатая</b>	5-3 мм**
	<b>Пластинчатая</b>	3-1 мм**
	<b>Листоватая</b>	<1 мм**
<b>Чешуйчатая</b> – агрегаты со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями и острыми гранями	<b>Скорлуповатая</b>	> 3 мм**
	<b>Грубочешуйчатая</b>	3-1 мм**
	<b>Мелкочешуйчатая</b>	< 1 мм**

\* - по длине вертикальной оси

\*\* - по длине горизонтальной оси

### *Порядок выполнения работы.*

1. Каждой бригаде выдается по три образца почв.
2. Проводится квартование образца почвы до образования такого слоя, толщина которого определяется размерами самых крупных структурных отдельностей (составляющих большую часть исследуемого объема пробы).
3. Проводят описание этих отдельностей, замеры (не менее чем на 25 - 30 отдельностях) и по таблице проводят определение типа, рода и вида этих отдельностей.
4. Выбирают самые крупные структурные отдельности, проводят повторное квартование оставшейся части пробы до образования такого слоя, толщина которого определяется размерами самых крупных (но менее крупных, чем при первом определении) структурных отдельностей (составляющих большую часть оставшегося после второго квартования объема пробы).
5. На самых крупных структурных отдельностях проводят замеры (не менее чем на 25 - 30 отдельностях) и по таблице проводят определение типа, рода и вида этих отдельностей.
6. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока не будут исследованы все типы, роды и виды структурных отдельностей исследуемой пробы.
7. Экспресс определение (полевое определение) структуры почв проводят следующим образом:
  - образец почвы несколько раз подбрасывается на ладони до тех пор, пока он не распадется на структурные отдельности;
  - полученные структурные отдельности рассматриваются, определяются степень их неоднородности, размеры, форма и характер поверхности.
8. После проведения исследований по пунктам 7, или 8, проводят классификацию структуры почвы по таблице.

Если структура неоднородна, для ее характеристики пользуются двойными названиями (комковато-зернистая, ореховато-призматическая и т.д.)

Последнее слово – преобладающая структура.

#### *Правила выполнения и содержание отчета по лабораторным работам.*

1. В отчете приводится описание последовательности действий связанных с получением информации, которая необходима для определения типичных структурных элементов исследуемых образцов почв.
2. Проводится классификация структурных отдельностей образцов почв с использованием классификации С.А.Захарова и дается определение структуры исследуемого образца почвы.

#### *Контрольные вопросы.*

1. Что означает термин «структура почвы»?
2. Что означает термин «структурность почвы»?
3. Какие группы структурных отдельностей рассматриваются при описаниях почв?
4. Из чего состоят структурные отдельности (агрегаты) почв?
5. Какие силы и взаимодействия обеспечивают сцепление частиц в агрегатах?
6. При соблюдении каких условий почва может быть бесструктурной?
7. Какие типы структурных отдельностей рассматриваются в классификации С.А. Захарова?
8. Какой тип структурной отдельности будет существовать в почве при равномерном развитии структуры по трем взаимно перпендикулярным осям?
9. Какой тип структурной отдельности будет существовать в почве при развитии структуры главным образом по вертикальной оси?
10. Какой тип структурной отдельности будет существовать в почве при развитии структуры по горизонтальным слоям?



Структура чернозема

Структура чернозема



Крупностолбчатая структура

Крупностолбчатая структура



Мелкоореховатая

Ореховатая

Крупноореховатая

Мелко - , ореховатая, крупно –



Крупнопризматическая структура

Крупнопризматическая структура



Крупнозернистая

Зернистая

Мелкозернистая

Крупно- , зернистая, мелко-



Призматическая карандашная структура

Призматическая карандашная структура



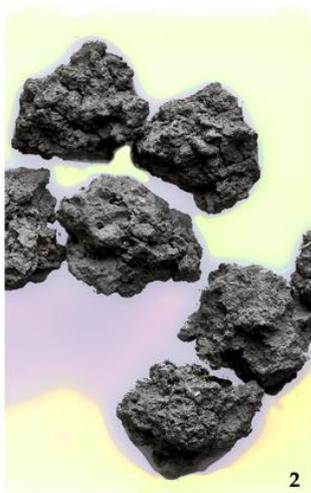
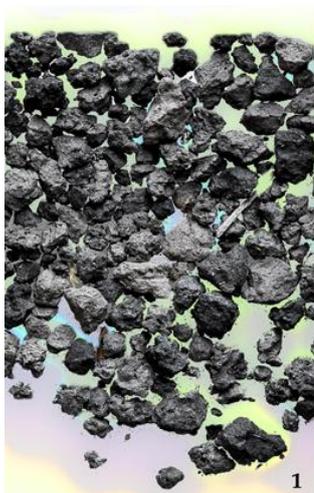
Плитчатая структура

Плитчатая структура,



Плитовидная листовато-пластинчатая

Плитовидная листовато-пластинчатая



Агрономически ценная структура (1. 0,25 - 1 мм; 2. 5 мм; 3. 10 мм)

Агрономически ценная структура (1. 0,25-1 мм, 2. 5 мм, 3. 10 мм)

**Лабораторная работа №5**  
**4 часа**  
**ОПИСАНИЕ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ. ОКРАСКА ПОЧВ.**  
**ВЫДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИЙ ПО АГРОНОМИЧЕСКОЙ СХЕМЕ**  
**И КЛАССИФИКАЦИИ Н.А. КАЧИНСКОГО**

*Цели работы:* получение представлений:

- об определении окраски и причинах окраски почв;
- о гранулометрическом составе почв

*Задачи работы:*

- знакомство со способами определения окраски почв;
- определение окраски образцов почв;
- знакомство с методами выделения механических фракций по размерам частиц почвы;
- определение механического состава почв по классификации Н.А. Качинского

*Приборы и оборудование:*

При проведении работы используют образцы почв, набор сит (ситовой метод), линейки, и т.п.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы.*

**Окраска почв** – важнейший морфологический признак почвы, зависит от ее химического состава, условий почвообразования и влажности.

**Три основных группы красящих веществ:**

- гумусовые вещества (придают почве черную, темно-серую, и серую окраску);
- соединения железа:
  - трехвалентного железа (придают почве красную, оранжевую и желтую окраску);
  - двух валентного железа (придают почве сизую и голубоватую окраску);
- кремнезем, карбонат кальция, каолинит, гипс и легкорастворимые соли (белая и белесая окраска).

**Методы определения окраски почв:**

- путем сравнения с американской шкалой Мансела;
- путем сравнения со шкалой Кайе и Тейлора (1953 г).

**Окраска новообразования в почвах** связана с цветом:

- солей, оксидов и гидроксидов железа, марганца и других соединений;
- продуктов жизнедеятельности червей и других живых организмов, обитающих в почвенном покрове;

**Окраска включений** определяется окраской веществ, находящихся в почве, образование которых не связана с почвообразовательными процессами.

**Окраска оподзоленных, солонцеватых и осолоделых почв** связана с накоплением в верхних горизонтах этих почв двуокиси кремния, которая придает белесоватость.

**Почвы с красноватым, желтоватым и бурым окрасом** в большинстве своем имеют соединения водных окислов железа.

**Прослой сизоватого и зеленовато-сизого цвета** свидетельствуют о нахождении данного слоя почвы в анаэробных условиях (восстановления), что приводит к появлению закиси железа.

**Гранулометрический (или механический) состав почв** - относительное процентное содержание в почве фракций механических частиц. Механические частицы почвы наследуются от материнской породы.

Классификации почв по гранулометрическому составу базируются на том, или ином соотношении механических частиц по размерам.

**Упрощенная агрономическая схема** выделения механических фракций (агрономическая схема). Выделяется пять механических фракций с размерами частиц:

1. **камней и хряща** с диаметром обломков более 3 мм;
2. **гравия** от 3 до 1 мм;
3. **песка** от 1 до 0,05 мм;
4. **пыли** 0,05 – до 0,001 мм;
5. **ила**, менее 0,001 мм.

**Классификация механического состава почв Н.А. Качинского** наиболее часто используется в почвоведении.

В соответствии с этой классификацией выделяют следующие фракции:

- **скелет почвы** – все частицы более 1 мм.

- **скелет** включает в себя:

<b>камни</b>	более 20 мм;
	20 -10 мм;
	10 – 7 мм;
	7 – 5 мм;
	5 – 3 мм;
<b>гравий</b>	3 - 2 мм;
	2 – 1 мм.

- **мелкозем** - все частицы менее 1 мм.

- **мелкозем** включает в себя:

<b>песок крупный</b>	- 1 – 0,5 мм;
<b>средний</b>	- 0,5 – 0,25 мм;
<b>мелкий</b>	- 0,25 – 0,05 мм.
<b>пыль крупную</b>	– 0,05 – 0,01 мм;
<b>среднюю</b>	- 0,01 – 0,005 мм;
<b>мелкую</b>	- 0,005 – 0,002 мм;
	0,002 – 0,001 мм.
<b>ил грубый</b>	- 0,001 – 0,0005 мм
<b>тонкий</b>	- 0,0005- 0,0001 мм

**коллоиды** – частицы размером менее 0,0001 мм

Помимо приведенных выше классификаций часто используется разделение частиц почвы на две большие фракции, которым присвоено наименование:

- **физический песок** – размеры частиц более 0,001 мм;
- **физическая глина** – размеры частиц менее 0,001 мм.

*Выполнение лабораторной работы - побригадное.*

*Порядок выполнения работы.*

1. Определение окраски образцов почв.
2. Выделение новообразований и включений и их окраски.
3. Определение гранулометрического состава почв путем рассеивания на ситах.
4. Классификация выделенных механических фракций почв.
5. расчет процентного содержания различных фракций (в том числе физического песка и физической глины).

*Правила выполнения и содержание отчета по лабораторным работам.*

1. Предоставляется описание окраски образцов почв с выводами о наличии тех, или иных групп красящих веществ.
2. Предоставляются результаты определений гранулометрического состава образцов почв с классификацией почв по агрономической схеме и классификации механического состава почв по Н.А. Качинскому.

*Контрольные вопросы.*

1. Что означает термин «окраска почв»?
2. Какие основные группы красящих веществ в почве?
3. Какие методы определений окраски почв существуют в настоящее время?
4. Что является причиной черной, серой и бурой окраской почв?
5. Что является причиной белесоватости верхних горизонтов почвенного покрова?
6. Что является причиной красноватого, желтоватого и бурого окраса почв?
7. Что является причиной прослоев сизоватого и зеленовато-сизого цвета в почве?
8. Какой цвет имеют почвы при наличии двухвалентного железа?
9. Какой цвет имеют почвы при наличии трехвалентного железа?
10. Что означает термин «гранулометрический (или механический) состав почв»?
11. Какие механические фракции выделяют в упрощенной агрономической схеме?
12. Какие механические фракции выделяют при классификации механического состава почв по Н.А. Качинскому?
13. Что означает термин скелет почвы?
14. Что означает термин мелкозем?
15. Что означает термин коллоиды?
16. Что означает термин физический песок?
17. Что означает термин физическая глина?

## Лабораторная работа №7

4 часа

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

*Цель работы* - ознакомление с исследованиями механического состава почв в полевых условиях.

*Задача работы* - определение механического состава почв «сухим» и «мокрым» методом.

*Обеспечивающие средства:* образцы почв, деревянные (фанерные) дощечки для формирования почвенного шнура и последующего его сворачивания до образования кольца, вода; таблицы и рисунки.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы.*

**Механические элементы** – это различные по размеру частицы, образовавшиеся в результате процессов выветривания горных пород и под воздействием почвообразующих процессов.

**Механические фракции** – это совокупность механических элементов близких по размеру.

**Классификация механических элементов** - это группирование механических элементов по размерам (например, классификация Н.А. Качинского).

**Гранулометрический состав** – содержание в почве элементарных почвенных частиц, обладающих постоянной формой и размером. В отличие от структурных агрегатов, гранулометрические элементы почвы не распадаются при увлажнении, сохраняя свою структуру в водной взвеси. Гранулометрические элементы разделяются на группы в зависимости от размера (табл. 1).

Таблица 1.

Классификация механических элементов почвы (по Н.А. Качинскому)

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

Гранулометрический состав оказывает существенное влияние на водно-физические и физико-механические свойства почвы, ее водный и воздушный режим,

окислительно-восстановительные условия, поглотительную способность, накопление в почве гумуса и зольных элементов. Наибольшее влияние на эти качества оказывает содержание в почве фракции  $<0,01\text{мм}$  – *физической глины* (см. табл. 1) – наиболее легкой составляющей почвенной массы, ответственной за связывание воды, прохождение окислительно-восстановительных реакций, образование почвенных коллоидов. В связи с этим, классификация почв по гранулометрическому составу строится на определении процентного содержания в них физической глины (табл. 2).

Таблица 2.

Классификация почв по содержанию физической глины (ДСТУ, 2008)

Эколого-генетический статус почв по гранулометрическому составу	Содержание физической глины ( $< 0,01$ мм), %
песчаная	0-5
связно-песчаная	6-10
легко-супесчаная	11-15
тяжело-супесчаная	16-20
песчано-легко-суглинистая	21-25
легко-суглинистая	26-30
легко-средне-суглинистая	31-35
средне-суглинистая	36-40
тяжело-средне-суглинистая	41-45
легко-тяжело-суглинистая	46-50
тяжело-суглинистая	51-55
легко-глинистая	56-60
легко-средне-глинистая	61-65
средне-глинистая	66-70
тяжело-глинистая	71-75

Классификации почв по гранулометрическому составу базируются на том, или ином соотношении механических частиц по размерам.

Точное определение гранулометрического состава почвы – очень трудоемкий процесс. Два способа приблизительного определения механического состава почв в полевых условиях - «сухой» и «мокрый», представлены в таблице 3.

В полевых условиях для этих целей используется “метод скатывания” Н.А. Качинского, основанный на оценке механических качеств почвенной массы при увлажнении ее до тестообразной консистенции (рис. 1).

Одним из важных морфологических показателей является сложение почвы.

**Сложение почвы** – взаимное расположение в пространстве и соотношение механических элементов, структурных отдельностей и связанных с ними пор. Сложение почвы зависит от ее структуры, гранулометрического и химического состава и от влажности почвенных горизонтов.

**По плотности** в сухом состоянии сложение бывает *слитое, плотное, рыхлое и рассыпчатое*.

**По пористости** выделяют следующие типы сложения: *тонкопористое, пористое, губчатое, дырчатое, ячеистое и трубчатое*.

Таблица 3

Почвы	«Мокрый» способ	«Сухой» способ
-------	-----------------	----------------

	Почвенный шнур	Кольцо	
0 – песок, непластичный	Не образуется	Не образуется	
1 – супесь, очень слабопластичная	Почва скатывается в непрочный шарик	Не образуется	Легко растираются между пальцами, в растертом состоянии песчаные частицы определяются визуально.
2 – легкий суглинок, слабопластичный	Почва скатывается в короткие толстые цилиндрики, колбаски, которые растрескиваются при сгибании	Не образуется	При растирании дают тонкий порошок, прощупывается некоторое количество песчаных частиц.
3 – средний суглинок, среднепластичный	Почва скатывается в шнур диаметром 2-3мм,	Легко ломается при дальнейшем скатывании или растрескивается при сгибании	
4 – суглинок тяжелый, очень пластичный	Почва скатывается в тонкий, меньше 2мм в диаметре шнур,	Надламывается при сгибании его в кольцо диаметром 2-3см	
5 – глина, высокопластичная	Почва скатывается в длинный, тонкий, меньше 2мм шнур	Сгибается в кольцо диаметром 2-3см без нарушения его цельности	Глинистые почвы с большим трудом растираются между пальцами, в растертом состоянии между пальцами ощущается однородный тонкий порошок.

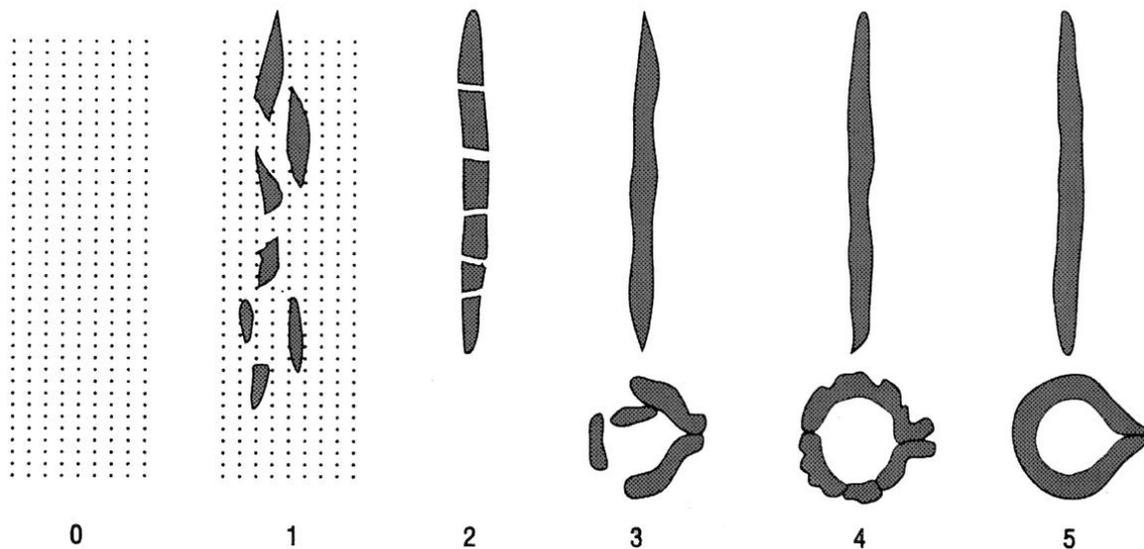


Рис. 1. Стандартные критерии полевого определения гранулометрического состава почв

*Выполнение лабораторной работы - бригадное.*

*Порядок выполнения работы.*

1. Студенты знакомятся с основами и основными приемами определения механического состава почв в полевых условиях.
2. Знакомятся с правилами формирования почвенного шнура и сгибания шнура в кольцо.
3. Используя образцы почв проводят определение механического состава почв «сухим» и «мокрым» способом. Определение проводится минимум на трех образцах почв.

*Отчет по лабораторной работе* представляется в виде описаний действий по проведению определений, рисунков (фотографий) и определений механического состава почв «сухим» и «мокрым» способом.

*Контрольные вопросы.*

1. Что означает термин «механические элементы почвы»?
2. Что представляет собой механическая фракция почв?
3. На какой основе проводится классификация механических элементов?
5. Какие классификация механических элементов Вы знаете?
6. Что означает термин «гранулометрический (или механический) состав почв»?
7. На чем основывается классификации почв по гранулометрическому составу?
8. Что означает термин физический песок?
9. Что означает термин физическая глина?
10. Какие способы приблизительного определения механического состава почв Вы знаете?
11. По данным механического анализа какого горизонта дается общее название почвы по механическому составу?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

## ПОЧВЕННЫЙ ПРОФИЛЬ

### Цель работы

получить навыки по характеристике почвенных профилей отдельных типов почв.

### Задачи работы

- знакомство с классификацией почвенных горизонтов. Изучение диагностических признаков почвенных горизонтов
- расписать профили почв (рис 1) в соответствии с классификациями почв.

### Основные сведения по теме работы

Морфологические признаки почв

**Морфологические признаки почв** – это внешние признаки, позволяющие отличать почвы друг от друга, а также от горных пород, приблизительно судить о происхождении почвы, направленности и степени выраженности почвообразовательного процесса.

В почвоведении и агрономической практике наибольшее значение имеют следующие группы морфологических признаков почв:

- **строение почвенного профиля** – общий вид всей толщи почвы на поперечном срезе (раскопе), представляющий собой вертикальную последовательность однородных слоев – генетических горизонтов;
- **мощность почвы** – толщина ее от поверхности вглубь до незатронутой почвообразовательными процессами материнской породы;
- **структура почвы** – совокупность агрегатов (отдельностей), на которые естественно распадается почвенная масса;
- **гранулометрический состав** – относительное содержание в почве твердых частиц (механических элементов) различной величины;
- **сложение почвы** – взаимное расположение в пространстве и соотношение механических элементов, структурных отдельностей и связанных с ними пор. По плотности сложение бывает *слитое, плотное, рыхлое, и рассыпчатое*, по пористости – *тонкопористое, пористое, губчатое, дырчатое, ячеистое и трубчатое*;
- **окраска почвы** – визуально наблюдаемая цветовая характеристика каждого из горизонтов почвы. Наиболее распространенными цветовыми аспектами является черный, красный, желтый, сизо-зеленый и белый;
- **новообразования** - скопления веществ, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы в результате почвообразовательных процессов. К новообразованиям химического происхождения относятся *выцветы, налеты, корочки, примазки, потеки, прожилки, прослойки*. К новообразованиям биологического происхождения – *червоточины, копролиты, кротовины, корневины, дендриты*;
- **включения** - присутствующие в почве тела органического и неорганического происхождения, наличие которых не связано с почвообразовательным процессом: *камни, лёд, кости животных, раковины моллюсков, окаменелости, предметы, связанные с деятельностью человека*.

**Почвенный профиль** – это вертикальный разрез почвы, состоящий из нескольких слоев, отличающихся друг от друга по окраске, сложению, структуре и другим морфологическим признакам. Эти слои носят название **генетических горизонтов**, поскольку они сформировались в процессе генезиса (развития) почвы из первоначально однородной толщи материнской породы.

Закономерные сочетания почвенного горизонта образуют почвенный профиль --следующий почвенный структурный уровень. Практически все системы почвенного горизонта и их обозначений, предложенные разными авторами, используют 3 основные, введенные В. В. Докучаевым: А - поверхностный гумусоаккумулятивный почвенный горизонт; В - переходный к материнской породе почвенный горизонт; С - материнская горная порода.

В России наибольшее распространение получила система почвенного горизонта, определенная в программе Почвенной карты России в масштабе 1:2 500 000.

Она имеет следующий вид:

0 -- почвенные горизонты с содержанием по объему более 70 % органического вещества;

0<sub>1</sub> -- почвенные горизонты, в основном состоящие из неразложившихся растительных остатков;

0<sub>2</sub> -- почвенные горизонты, в основном состоящие из среднеразложившихся растительных остатков, частично сохранивших свою форму;

0<sub>3</sub> -- почвенные горизонты, в основном состоящие из органической массы, утратившей форму остатков;

**A<sub>0</sub>** – лесная подстилка (дернина). Представляет собой опад растений на различных стадиях разложения – от свежего до полностью разложившегося. Это самая верхняя часть почвенного профиля. Встречается только в естественных почвах.

**A** – наиболее темноокрашенный горизонт в верхней части почвенного профиля, 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 зависит от состава и количества гумуса. Мощность гумусового горизонта колеблется от нескольких сантиметров до 1,5 м и более.

**A<sub>1</sub>** – гумусовый (перегнойный) горизонт. Встречается в почвах, где происходит разрушение алюмосиликатов и образование подвижных органо-минеральных веществ. Верхний темноокрашенный горизонт, содержащий наибольшее количество органического вещества.

**A<sub>2</sub>** – элювиальный горизонт (горизонт вымывания, подзолистый или осолоделый). Формируется 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.

**B** - минеральные почвенные горизонты, лежащие под горизонтами A<sub>0</sub>, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> либо сразу под 0 и характеризующиеся любым изменением цвета и структуры по сравнению с A, G или C; уплотненный почвенный горизонт в средней части профиля, характеризующийся иллювиальным накоплением глины и аморфных продуктов почвообразования, т. н. иллювиально аккумулятивный почвенный горизонт. Выделяют также иллювиально глинистые, иллювиально гумусовые, иллювиально железистые, иллювиально Al Fe гумусовые, иллювиально метаморфические почвенные горизонты. В;

**B** – иллювиальный горизонт (горизонт вмывания – намывания и накопления веществ, внесенных из других горизонтов) В случае черноземного типа почвообразования в этом горизонте не наблюдается существенных перемещений веществ в почвенной толще, горизонт является переходным слоем к почвообразующей породе, характеризуется постепенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса, разложения первичных минералов. В случае подзолистого типа почвообразования данный горизонт располагается под элювиальным горизонтом и представляет собой бурый, охристо-бурый, красновато-бурый, уплотненный и утяжеленный, хорошо оструктуренный горизонт, характеризующийся накоплением глины, оксидов железа, алюминия и других коллоидных веществ за счет вмывания их из вышележащих горизонтов.

**G** – глеевый горизонт, характерен для почв с постоянно избыточным увлажнением (болотных, тундровых, аллювиальных и др.), 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.

G<sub>1</sub> -- глеевые почвенные горизонты, окрашенные в яркие синие, голубые и синие тона;

G<sub>2</sub> -- глеевые почвенные горизонты, пестроокрашенные в голубоватые, сизые и ржавые тона;

G<sub>3</sub> -- минеральные почвенные горизонты, окрашенные в оливковые, зеленые и серовато-зеленые тона;

**C** – материнская горная порода, не затронутая или слабо затронутая почвообразованием (аккумуляцией гумуса, элювиацией и т.д.).

**D** – подстилающая порода. Рыхлая горная порода. Эта порода залегает ниже материнской и отличается от нее в литологическом отношении. Встречается только в случае перекрытия горных пород.

S -- сильно сцементированные твердые почвенные горизонты;

K -- хрупкие ячеистые корочки мощностью до 5 см на поверхности почвы.

**N** – конкреционный горизонт, рыхлый внутрипочвенный горизонт, содержащий > 50% объема конкреционных образований.

**Z** – ортозанд, сплошной или состоящий из отдельных вонистых тонких прослоек, цементированный оксидами железа песчаный горизонт.

Главные почвенные горизонты могут подразделяться на *подгоризонты*. Римскими цифрами может отображаться литологическая неоднородность породы. Переходные почвенные горизонты выражаются сочетанием соответствующих индексов: A<sub>2</sub>B, AB, BC и т. п.

Для переходных горизонтов, которые имеют свойства как вышележащего, так и нижележащего горизонта, применяют двойные обозначения, например A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> – горизонт, прокрашенный гумусом и имеющий признаки оподзоленности; A<sub>2</sub>B – горизонт, имеющий черты подзолистого горизонта (A<sub>2</sub>) и иллювиального (B); BC – переходный горизонт к материнской породе и т.д. Второстепенные признаки обозначаются нижним индексом с дополнительной малой буквой.

Для детализации описаний почвенных горизонтов и почвенного профиля в целом используется большое количество малых индексов, например: ca – карбонаты кальция; cs – гипс (в этом случае не отмечается наличия карбонатов); sa – легкорастворимые соли (в этом случае не отмечается наличие ни гипса, ни карбонатов); s -- солевые, sl -- солонцовые и солонцеватые, a -- антропогенные почвенный горизонт г., t – иллювирированная глина; h – иллювирированный гумус; pa – присутствие солончатости; m – сиаллитная метаморфизация; f – наличие признаков аккумуляции железа; ox – ферраллитная метаморфизация; g – присутствие признаков оглеения (глеватость); p – присутствие конкреций; e – наличие признаков элювиирования; v – признаки сли-тости; z – существенная перерытость почвенной фауной; cg – признаки криотурбаций; x – признаки самомульчирования; ag – устойчивое присутствие воды (ag – атмосферной, ag – грунтовой).

Международным союзом почвоведов предложена единая система символов горизонтов, пока не получившая всеобщего признания.

Особое значение в морфологии почвы имеет подстилка (A0) -- маломощный (до 15 см) поверхностный слой органического вещества, частично, особенно в нижней части, перемешанный с минеральной частью профиля. Подстилка -- неотъемлемая часть профиля конкретной почвы, формирующаяся под влиянием тех же почвообразовательных процессов, что и минеральная часть профиля. Выделяют много видов подстилок по составу, свойствам и характеру образования. В лесной подстилке (A0) почв, лесопокрытых земель выделяются три слоя:

**L** – латерит, твердый сплошной железистый горизонт, состоящий из оксидов железа и алюминия с примесью кварца и каолинита.

**F** – фраджен, очень твердый и глинистый горизонт с резкой верхней и диффузной нижней границами; при увлажнении не размягчается как обычная глина, а распадается на мелкие отдельности.

**H** -- слой ферментации, в котором преобладают сильно разложившиеся растительные остатки без видимой исходной формы и имеется большая примесь минеральных компонентов.

**R** – плотная, массивно-кристаллическая почвообразующая или подстилающая горная порода.

**Pl** – плинит, внутрипочвенный уплотненный, но свободно режущийся лопатой горизонт, обогащенный оксидами железа.

**P** – плотная внутрипочвенная кора, очень твердый, каменный горизонт, цементированный различными соединениями в результате их гидрогенного поступления до образования почти чистого слоя этих соединений.

**M** – мягкая внутрипочвенная кора, мучнистый горизонт, сформированный различными соединениями в результате их гидрогенного поступления до образования почти чистого слоя этих соединений.

Индексы при обозначении генетических горизонтов ставятся в зависимости от степени выраженности того или иного процесса, протекающего в данном горизонте. Например: V<sub>ca</sub> – переходный горизонт с видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, псевдомицелия, редких конкреций; V<sub>g</sub> – иллювиальный горизонт с признаками оглеения; V<sub>t</sub> – метаморфический горизонт, характеризующийся аккумуляцией глины без заметных следов ее перемещения и др.

Указанная символика генетических горизонтов позволяет записывать строение почвенного профиля в кратком виде:

A-AB-B<sub>t</sub>-B<sub>ca</sub>-BC<sub>ca</sub>-C<sub>ca</sub> – выщелоченный чернозем;  
 A-AB-B<sub>ca</sub>-BC<sub>ca</sub>-C<sub>ca</sub> – типичный чернозем;  
 A-AB-B<sub>пса</sub>-BC<sub>ca</sub>-C<sub>ca</sub> – обыкновенный чернозем;  
 A<sub>0</sub>-A-B<sub>g</sub>-G – дерново-глеевая почва.

Каждому почвенному типу свойственно свое сочетание горизонтов. Поэтому некоторые из них могут в том или ином профиле отсутствовать.

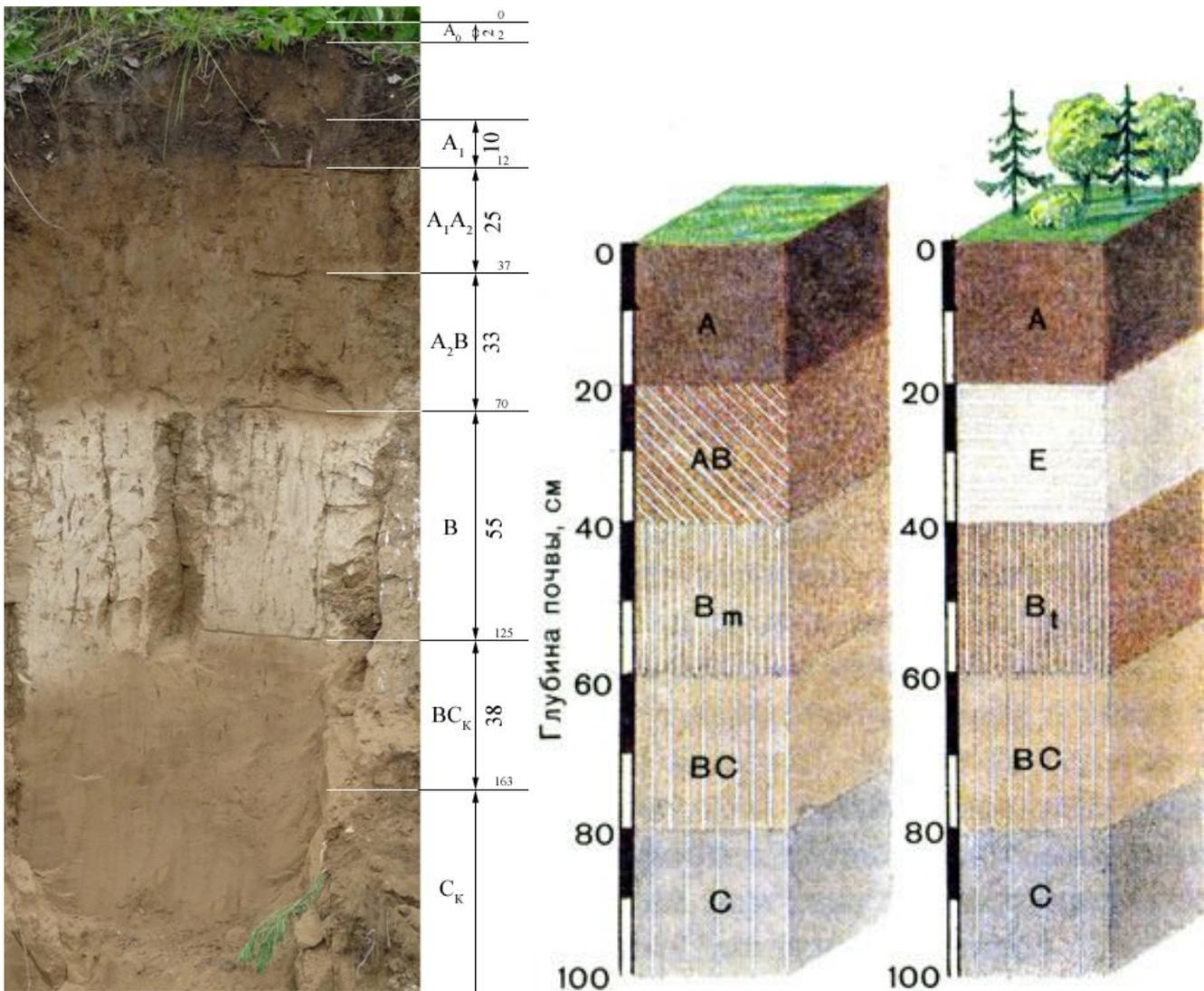


Рисунок 1. Генетические горизонты почв.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5 ОКРАСКА ПОЧВ

### Цель работы

получить навыки по характеристике почвенных профилей отдельных типов почв;  
получение представлений об определении окраски и причинах окраски почв.

### Задачи работы

- знакомство со способами определения окраски почв;  
- определение окраски образцов почв.

### Ход работы

На предоставленных фотографиях (рис. 3) выделить и дать название генетическим горизонтам. Оценить окраску каждого горизонта, используя стандартную шкалу цветов (рис. 2). Определить мощность почвы и ее отдельных горизонтов. Полученные результаты занести в таблицу.

Название почвы	Мощность почвы	Горизонт	Описание горизонта	Окраска горизонта	Мощность горизонта

### Основные сведения по теме работы

**Почвенный профиль** – это вертикальный разрез почвы, состоящий из нескольких слоев, отличающихся друг от друга по ряду морфологических признаков. Эти слои носят название **генетических горизонтов**, поскольку они сформировались в процессе генезиса (развития) почвы из первоначально однородной толщи материнской породы.

Важнейшими морфологическими признаками являются:

- ✓ общее строение почвенного профиля (обозначение и название горизонтов),
- ✓ мощность почвы и отдельных ее горизонтов (от... до... см),
- ✓ цвет или окраска,
- ✓ влажность,
- ✓ гранулометрический состав,
- ✓ структура,
- ✓ сложение,
- ✓ включения и новообразования,
- ✓ распространение корней растений,
- ✓ характер перехода одного горизонта в другой,
- ✓ форма границ,
- ✓ глубина вскипания от HCl.

Окраска – первый морфологический признак, по которому выделяются генетические горизонты, так как ее изменения отражают изменения внутренних свойств почвенного тела. Она отражает литологический и химический состав горизонтов, качество органического вещества и другие признаки почв.

Окраска может характеризовать как профиль в целом, так и отдельные горизонты почв.

*Окраской* или *цветом* почвы называется визуально наблюдаемая цветовая характеристика каждого из горизонтов почвы.

Многие типы почв имеют «цветовые» названия: чернозёмы, бурозёмы, краснозёмы, каштановые, коричневые, серозёмы, желтозёмы, и др.

Окраска может быть однородной и неоднородной. **Однородная** окраска может быть *равномерной*, не изменяющейся в пределах всего горизонта, и *неравномерной*, если тон и интенсивность окраски постепенно меняются от верхней части горизонта к нижней, например от темно-серой до серой.

При *неоднородной* окраске наблюдается сочетание цветовых пятен, например, в глеевом горизонте на сизом фоне выделяются ржаво-охристые пятна. В зависимости от геометрии пятен можно выделять следующие виды неоднородной окраски. *Пятнистая* формируется путем нерегулярного расположения пятен одного цвета на фоне другого. Если пятнышки мелкие (до 5 мм), то такая окраска называется *крапчатой*. *Полосчатая* окраска создается регулярным чередованием полос разного цвета, она особенно характерна для глинистых почв. *Мраморовидной* называют крайне пеструю окраску в виде крайне пестрого узора пятен и прожилок разного цвета, обычно более светлых по сравнению с основной массой.

Описывая горизонты с неоднородной окраской, указывают преобладающий цвет пятен, полос, точек и их происхождение (затеки гумуса, скопление кремнекислоты, окиси или закиси железа и т. д.). Важное значение имеет количественная характеристика степени неоднородности. Можно отмечать обилие пятен (мало, средне, много), размер (мелкие, средние, крупные), контрастность, размер границ пятен (резкая, ясная, постепенная) и, конечно, окраска пятен.

Окраску горизонта необходимо изучать по естественному излому, а не по растертой в порошок почве, ибо при этом окраска меняется. Определять ее следует только при одинаковых условиях освещения, в дневные часы и при одинаковой экспозиции стенок почвенных разрезов. Окраска почвы в значительной степени зависит от ее влажности (например, темно-серая становится светло-серой при высыхании).

В почвах различают четыре основных цвета: черный, белый, красный, синий и ряд промежуточных оттенков.

Наиболее важны для окраски почв следующие группы веществ:

✓ гумусовые вещества придают почве черную, темно-серую и серую окраску (такую окраску имеют, например, чернозёмы);

✓ соединения окисного железа ( $Fe_2O_3$ ) окрашивают почву в красный, оранжевый и желтый цвета (такую окраску имеют краснозёмы, желтозёмы, каштановые почвы);

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

✓ кремнезем ( $SiO_2$ ), карбонат кальция ( $CaCO_3$ ), гипс ( $CaSO_4$ ) и легкорастворимые соли окрашивают почву в серые и беловатые цвета (так окрашены, например, подзолистые, серые лесные почвы).

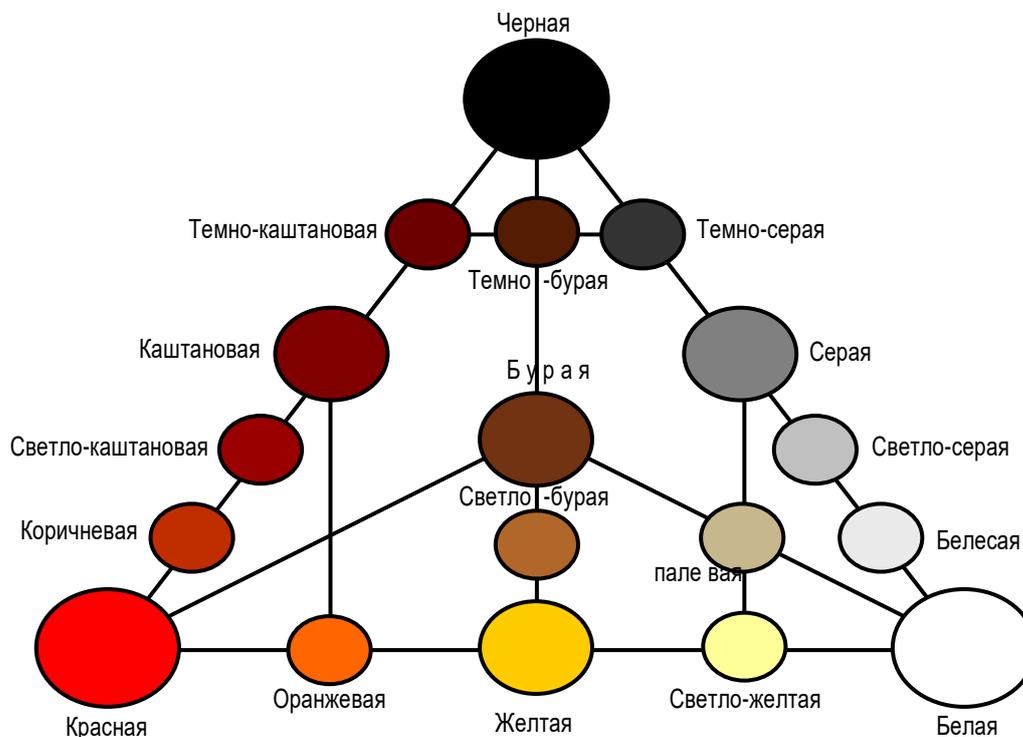
Цвет почвенной массы в горизонте почти никогда не бывает «чистым», он всегда сопровождается рядом сопутствующих тонов, придающих горизонту тот или иной оттенок.

Обычно определить окраску почвы одним словом не представляется возможным, поэтому приходится устанавливать преобладающий цвет, указывая степень окраски, оттенок или сочетание двух цветов (название преобладающего цвета ставится на последнее место): светло-серый, красно-бурый и т.д.

Наиболее часто встречаются следующие цвета почвенных горизонтов: интенсивно-черный, черный, серовато-черный, серо-черный, буровато-черный, буро-черный, темно-серый, серый, светло-серый, белесо-серый, буровато-серый, сизовато-серый, сизый (голубовато-серый), желтый, буровато-желтый, ржаво-охристый, охристо-желтый, лимонно-желтый, красный, буро-красный, ржаво-красный, черно-бурый, темно-бурый, светло-бурый, красновато-бурый, желто-бурый, палево-бурый, палевый, светло-палевый, белесо-палевый.

В истории развития полевых почвенных исследований было несколько попыток установить стандартную шкалу цветовых оттенков, которая позволяла бы объективно определять цвет почвенной массы.

Основопологающей в этом отношении явилась схема, предложенная С. А. Захаровым в 1927 г. так называемый *треугольник Захарова* (рис. 1).



**Рис. 1. Основные цвета почв (по С.А.Захарову).**

Согласно концепции С. А. Захарова, все разнообразие окрасок в почве создается черным, белым и красным цветами. Их смешение в той или иной пропорции дает многообразную цветовую гамму оттенков и промежуточных тонов — бурого, серого, каштанового и др.

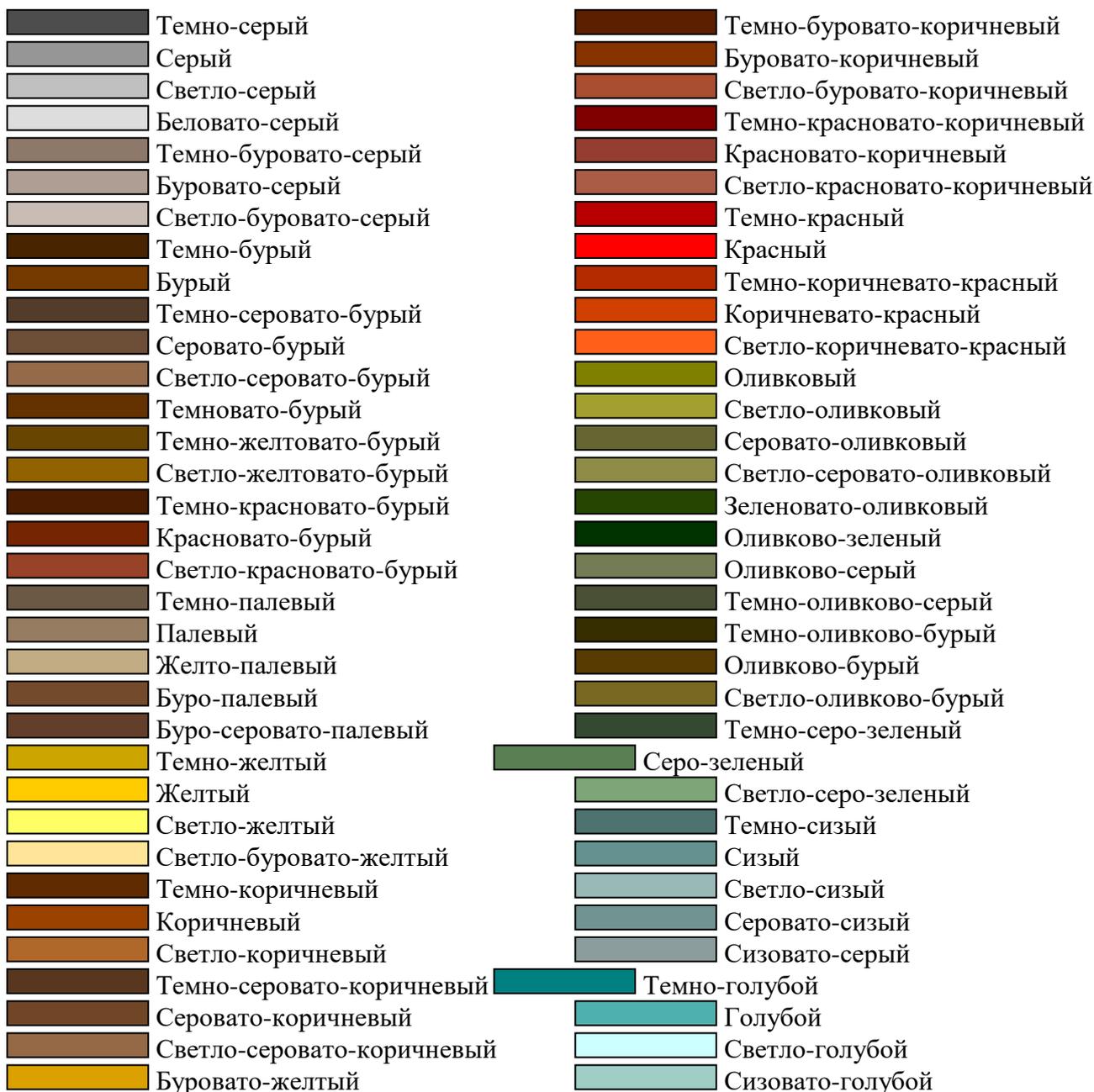
Каждый основной цвет обусловлен развитием определенного процесса почвообразования, а производные тона показывают интенсивность развития того или иного процесса. Так, черный цвет формируется в почве благодаря дерновому процессу почвообразования, в результате которого накапливается гумус. Установлено, что черная окраска присуща верхним горизонтам почв, содержащим более 10 % гумуса; темно-серая (как промежуточная от черного) соответствует 6–10 %, серая от 5 до 3 %, светло-серая 3–1 %, белесая – менее 1 %. В заболоченных почвах могут встречаться пятна черного цвета – новообразования марганца, также черный цвет обычно имеют включения золы или древесного угля.

Нередко черная, темно-серая окраска гумусового горизонта имеет коричневый или бурый оттенок, что связано с наличием в гумусовом горизонте окисных соединений железа Fe (III), имеющего ржавую или красно-ржавую окраску. В подзолистых и дерново-подзолистых суглинистых и глинистых почвах красно-бурая окраска с разной степенью тональности присуща иллювиальным горизонтам. Иллювиальные горизонты песчаных и супесчаных почв окрашены в более бледные тона, часто в желтый цвет, что обусловлено, одной стороны, более интенсивным выносом гидрата оксида железа, а с другой – присутствием лимонита, то есть гидрата оксида железа с большим количеством молекул воды.

Наличие белого цвета в почвах связано с развитием подзолистого процесса почвообразования или присутствием карбонатов. Под пологом хвойного леса накапливается мертвое органическое вещество в виде лесной подстилки, состоящей из частично опавшей хвои, содержащей много различных органических кислот. Опавшая хвоя в аэробных условиях подвергается минерализации, вследствие которой высвобождаются большое количество органических активных кислот и ряд минеральных элементов. Наличие в почвах органических агрессивных кислот вызывает разрушение кристаллической решетки минералов и отдельные элементы, входящие в состав минералов, становятся свободными. На территориях с господствующим промывным водным режимом они легко вымываются из горизонта  $A_2$  (подзолистого) в горизонт  $B$  (иллювиальный). За счет этого подзолистый горизонт осветляется, приобретая светло-желтый, палевый, белесый тона. В подзолистом горизонте концентрируются в основном оксиды кремния ( $SiO_2$ ) или каолинит ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ) или же гидрат оксида алюминия ( $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ ).

■ Черный

■ Темно-буро-желтый

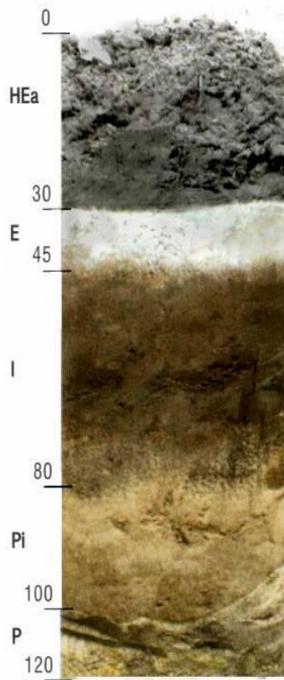


**Рис. 2. Основные цвета, используемые для описания окраски почвы.**

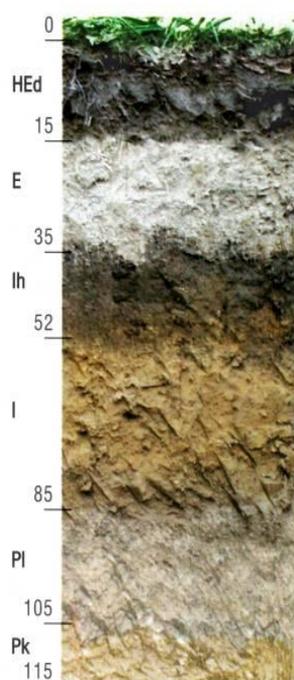
В почвах, развивающихся на карбонатных породах (мел, мергель, известняк), окраска белых и желтых тонов обусловлена наличием карбонатов кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) и магния ( $\text{MgCO}_3$ ). Присутствие в почвах синего цвета связано с развитием болотного процесса почвообразования, при котором в анаэробных условиях активно протекают восстановительные процессы и накапливается закисное железо Fe (II) (голубого цвета). Образующиеся глеевые горизонты имеют синюю, зеленую, голубую, сизо-голубую окраску в зависимости от количества FeO и гранулометрического состава почвообразующей породы. В торфяно-болотных почвах голубая окраска может быть обусловлена наличием вивианита (фосфорнокислой закиси железа).

Современные авторы для получения наиболее точной цветовой характеристики почвы используют стандартную **шкалу Манселла** – Munsell Soil Colour Charts, основные цвета которой показаны на рис. 2.

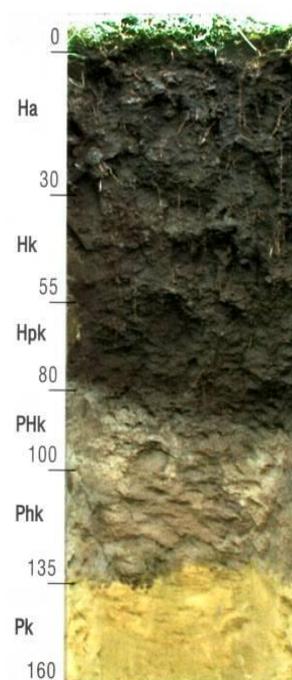
<http://infosoil.ru/index.php?pageID=sdescr77> – описание почв



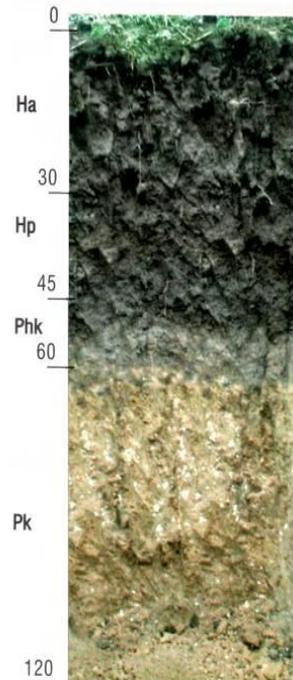
дерново-подзолистая



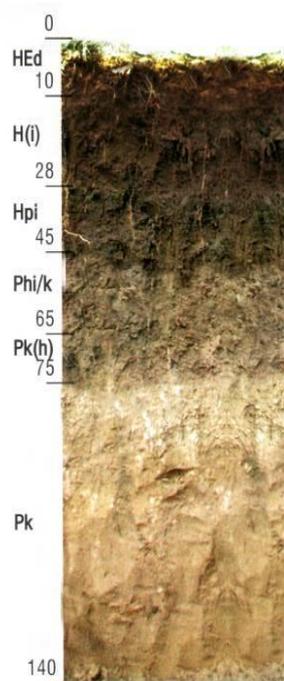
светло-серая лесная



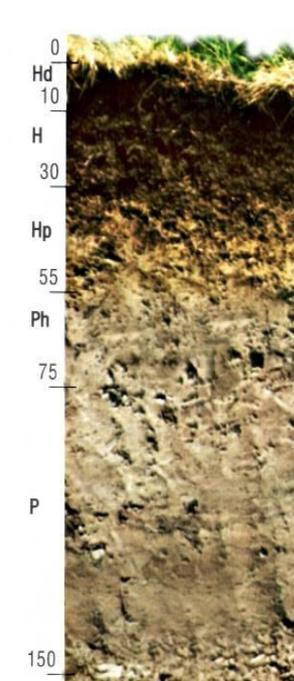
чернозём типичный



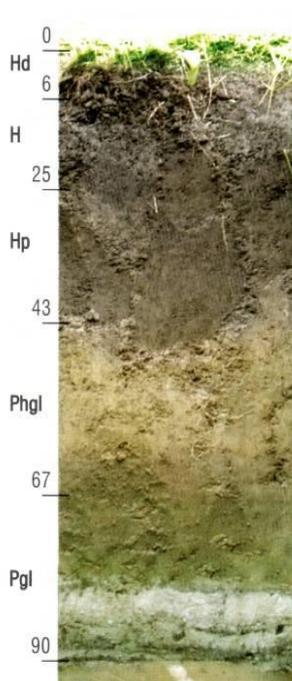
чернозём обыкновенный



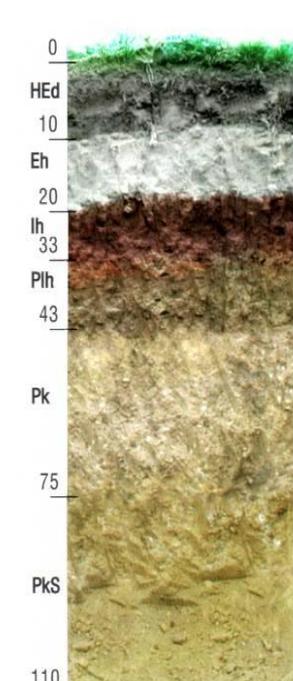
темно-каштановая



бурозём



аллювиальная



солонец

**Рис. 3. Образцы почвенных профилей (по Н.И. Полупану и др.).**

## Лабораторная работа «АНАЛИЗ ГУМУСА»

*Цель работы* определить в почве содержание гумуса, важнейшего фактора плодородия.

*Задачей анализа* органического вещества почв является получение данных для выявления генезиса и свойств почв, а также способов повышения их плодородия.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы.*

Любая почва содержит то или иное количество разнообразных органических веществ, продуцентами которых являются населяющие ее живые организмы.

*Вся совокупность органических компонентов в пределах почвенного профиля называется органическим веществом почвы.* Это общее понятие объединяет все органические компоненты почвы за исключением тех, которые входят в состав живой биомассы (эдафона). Эдафон включает живые корни растений, микроорганизмы и почвенную фауну, на его долю приходится 2-15 % от общего содержания органического вещества почвы.

Аккумуляция органического вещества в верхних горизонтах почвенного профиля в количествах в десятки и сотни раз превосходящих его содержание в почвообразующих породах является важнейшей отличительной чертой почвообразовательного процесса.

Органическое вещество почвы подразделяется на две группы: органические остатки и гумус. Неразложившиеся остатки, которые видны невооруженным глазом или под лупой, составляют 5-10 % от общего содержания органического вещества почвы. Входящие в их состав органические компоненты являются источником образования гумуса, на долю которого в большинстве минеральных почв приходится до 90-99 % от общего содержания органического вещества.

*Гумусом называют сложный динамический комплекс органических соединений образующихся при разложении и гумификации органических остатков и продуктов жизнедеятельности живых организмов.* В составе гумуса различают промежуточные продукты распада и гумификации, неспецифические органические соединения и специфические гумусовые вещества, представленные гумусовыми кислотами – гуминовыми и фульвокислотами и негидролизуемым остатком.

Органическое вещество играет очень важную роль не только в генезисе и плодородии почв, но и в нормальном функционировании биосферы вообще.

Органическое вещество почвы оказывает решающее влияние на глобальный круговорот углерода, составляющего основу жизни и эволюции биосферы Земли.

Гумус почвы – основной источник энергии для процессов превращения в почве органических и минеральных соединений, биосинтетических и органо-минеральных реакций, жизнедеятельности микроорганизмов и т.д. Суммарные запасы энергии, связанной в гумусе почвенного покрова всей суши планеты, оцениваются в пределах  $4 \cdot 10^{15}$ - $10^{16}$  Дж и равны или даже превышают запасы энергии, накопленной надземной частью фитомассы. Следовательно, гумусовую оболочку суши можно считать общепланетарным аккумулятором и распределителем энергии образованной в процессе.

Гумусовые вещества почвы - высокомолекулярные азотсодержащие ароматические органические соединения кислотной природы.

Гумусовые вещества делят на три группы - гуминовые кислоты, фульвокислоты и гумины.

Гуминовые кислоты - темноокрашенные (или черные) гумусовые кислоты, растворимые в щелочах и не растворимые в минеральных кислотах и воде.

Молекулы гуминовых кислот состоят их ядра и периферических боковых цепей с функциональными группами. Ядро представлено ароматическими и гетероциклическими кольцами типа бензола, фурана, пиридина, нафталина и др. Ядро имеет рыхлое сетчатое строение.

Состав гуминовых кислот: С -50-62%, О - 31-40%, N - 2-5%, Н - 3-4%; содержание Зольных элементов (Si, Al, Fe, P и др.) - 1-5%.

Фульвокислоты - светлоокрашенные гумусовые кислоты (от желтой до бурой). По составу и строению сходные с гуминовыми кислотами, но имеют ряд отличий, часть которых перечислена ниже по тексту:

более низкая молекулярная масса;

менее выражена ароматическая часть ядра;

хорошо растворимы в щелочах, кислотах и воде;

в составе молекул меньше углерода (40-52%) и больше кислорода (40-48%);

обладают большей подвижностью и по отношению к минеральной части почвы.

С металлами образуют соли - фульваты

Гумины прочно связаны с минеральной частью почвы. При разрушении этих связей гидролитически расщепляется органическая часть, что не позволяет изучить соединения этой группы.

Лабильные компоненты гумуса – легко минерализуемые микроорганизмами органические соединения, в том числе простые углеводы, (моносахариды, частично олигосахариды), аминокислоты, простые пептиды, низкомолекулярные кислоты, спирты, пигменты и др.

Устойчивые компоненты гумуса – представлены лигнином, частично целлюлозой, гуминовыми кислотами, гумином.

Устойчивые компоненты органического вещества придают почвам консервативные, долговременные признаки (например, лигнин – окраску), характерные для каждого почвенного типа и обуславливающие их специфичность.

Гуминовые кислоты интенсивно поглощают электромагнитные колебания в видимой области света и придают почве темную окраску, способствующую более быстрому ее прогреванию.

С гумусом связаны основные запасы элементов питания растений и микроорганизмов, в его состав входят многие физиологически активные вещества – ферменты, антибиотики, гуминовые вещества.

Гумус способствует формированию благоприятного водно-воздушного режима, высокой буферности почв и их устойчивости к неблагоприятным внешним воздействиям, химическому загрязнению.

Почва с оптимальным содержанием гумуса максимально устойчива к действию разрушающих факторов (эрозия, дефляция), засухам и переувлажнению.

#### *Подготовка почвы к анализу органического вещества*

Прежде всего почву готовят для отбора аналитической пробы. Для этого предварительно доведенный до воздушно-сухого состояния почвенный образец

массой 600-750 г размещают на листе бумаги и удаляют из него корни, включения и новообразования. Дернину тщательно отряхивают от комочков почвы.

Крупные комки почвы либо разламывают руками, либо раздробляют в фарфоровой ступке до комков диаметром 5 мм. Цель такого измельчения - получить более однородный образец и иметь возможность тщательно перемешать его при взятии средней пробы, которая должна характеризовать все свойства исследуемой почвы.

Далее отбирается лабораторная проба на определение органического углерода (гумуса) и общего азота. Почву тщательно перемешивают и распределяют по листу, ровным слоем толщиной 0,5 см в виде квадратов или прямоугольников, которые делят горизонтальными и вертикальными линиями на небольшие квадраты или прямоугольники площадью  $3 \times 4 \text{ см}^2$ .

Из каждого квадрата или через один берут шпателем небольшое количество почвы, захватывая её на всю глубину слоя. Для определения органического углерода и азота требуется около 10 г почвы (десертная ложечка). Если за один приём не удастся набрать это количество, то почву перемешивают, снова делят на квадраты и опять берут пробы.

Взятую пробу распределяют на бумаге, тщательно отбирают корешки с помощью пинцета, раздавливая им комочки. Все многочисленные корешки почвы дернового горизонта должны быть полностью удалены!

После отбора корешков почву просеивают через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм. Частицы почвы, остающиеся на сите, растирают в ступке с помощью пестика и повторно просеивают. Пробы тщательно перемешивают и хранят в пакетике из кальки с обозначением номера разреза и глубины горизонта.

Оставшуюся после лабораторной пробы на С и N почву по частям растирают пестиком в фарфоровой ступке. Измельчение вещества перед анализом даёт возможность более полного взаимодействия анализируемого вещества с реактивом. Почву в ступке растирают по возможности раздавливанием. Измельчённый образец просеивают через почвенное сито с отверстиями диаметром 1 мм. Цель просеивания - отделение мелкозёма от обломков минералов и горных пород. Почвенные агрегаты, оставшиеся на сите, снова измельчают в фарфоровой ступке и снова просеивают.

Просеянную почву хранят в бумажных пакетах с этикетками. Перед взятием навески образец необходимо хорошо перемешивать! Для определения группового и фракционного состава гумуса, осаждения препаратов гуминовых кислот используется почва, просеянная через сито с диаметром отверстий 1 мм.

### *Определение общего органического углерода (гумуса) почв по Тюрину*

Метод И.В. Тюрина основан на окислении гумуса 0,4 н раствором двуххромового калия ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), приготовленного на серной кислоте, разведенной в воде в объемном отношении 1:1 (мокрое сжигание).

О количестве гумуса судят по количеству хромовой кислоты, пошедшей на его окисление.

1. На аналитических весах в двух повторностях отвешивают навески почвы 0,05 – 0,5 г (в зависимости от интенсивности окраски почвы) с диаметром частиц меньше 0,25 мм в маленьких пробирочках и переносят их в сухие узкогорлые конические колбочки объемом 100 мл. По разности в весе пробирки с почвой и без нее находят

точную величину взятой навески. Величину б навески обычно определяют по цвету нерастертой почвы: для почв, имеющих черный, темно-серый, темно-бурый цвета она составляет около 0,05 г; для горизонтов, окрашенных в серый и бурый цвет навеска составляет 0,1-0,2 г для белесых, желтых, палевых горизонтов - 0,2-0,5 г.

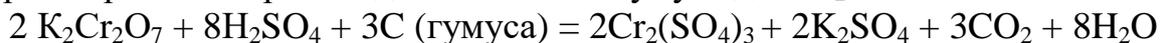
2. Осторожно перенести навеску в сухую колбу емкостью 100 мл. Пробирку взвесить и по разности в весе установить точную величину навески.

3. Навески по каплям (ввиду большой вязкости жидкости) заливают 10 мл 0,4 н раствора бихромата калия в разбавленной (1:1) серной кислоте, каждый раз спуская раствор от нулевого деления бюретки. Медленное и одинаковое по времени приливание раствора бихромата в колбочки с навесками почвы – одно из условий получения воспроизводимых результатов! Необходимо иметь в виду, что хромовая смесь - сильный окислитель. Даже мельчайшие капли разрушают ткань одежды, а, попадая на кожу, раздражают ее.

Содержимое колбочек осторожно перемешивают круговым движением, следя за тем, чтобы частицы почвы не остались на их стенках и закрывают маленькими вороночками или холодильниками для охлаждения водяных паров.

4. После этого колбы нагревают - их содержимое либо кипятят, либо выдерживают в термостате или солевой бане при температуре 140°C. Показано, что нагревание в термостате при 140°C в течение 20 мин. обеспечивает столь же полное окисление органического вещества почвенных проб, как и их кипячение в сернокислом растворе  $K_2Cr_2O_7$ .

При нагревании происходит окисление гумуса до  $CO_2$ :



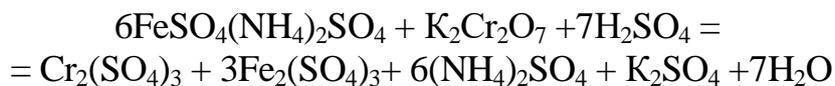
*Окисление при кипячении (классический вариант метода Тюрина).* Колбы с почвой и 10 мл хромовой смеси, накрытые холодильниками, ставят на нагретую электрическую плитку, причем это очень ответственная операция! При нагревании сначала выделяются мелкие пузырьки поглощенного почвой воздуха и  $CO_2$ , а затем начинается кипение. Кипение раствора должно быть еле заметным, то есть выделение пузырьков  $CO_2$ , образующихся от окисления органических веществ почвы, должно быть обильным, но сами пузырьки должны быть немного больше, чем маковое зернышко.

Кипение раствора должно продолжаться точно 5 мин. (следить по песочным часам). Отсчет времени производится с появления первого относительно крупного пузырька газа. Спокойное и слабое кипение протекает при температуре около 140-180°, когда хромовая кислота еще не разлагается. При бурном кипении происходит испарение воды, кислотность раствора увеличивается, и часть хромовой кислоты разрушается. Это отражается на точности определения.

В процессе кипячения окраска раствора изменяется из оранжевой в буровато-коричневую. Появление зеленой окраски будет свидетельствовать о полном израсходовании и возможном недостатке хромовой кислоты на окисление органических веществ. В этом случае повторяют определение, уменьшив навеску.

5. После кипячения дать колбе остыть, затем обмыть горло колбы и воронку минимальным количеством воды (10-15 мл), прибавить 5-8 капель 0,2 % раствора фенилантрапиновой кислоты и титровать 0,2 н раствором соли Мора ( $FeSO_4(NH_4)_2 \cdot 6H_2O$ ) до перехода вишнево-фиолетовой окраски и синей в темно-зеленую. Когда раствор окрасится в синий цвет, титровать необходимо осторожно,

прибавляя раствор соли Мора по 1 капле и тщательно перемешивая титруемую жидкость. Записать количество мл соли Мора, пошедшее на титрование остатка  $K_2Cr_2O_7$ . При титровании избытка  $K_2Cr_2O_7$  происходит реакция, которую можно представить уравнением



6. Провести холостое определение – установить, сколько соли Мора идет на титрование 10 мл раствора  $K_2Cr_2O_7$  в серной кислоте. Содержимое колбы с 10 мл титруют так же, как описано выше (без кипячения)

7. Содержание органического углерода вычисляют по формуле:

$$C, \% = \frac{(V_1 - V_2) \cdot n \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot K_{H_2O}}{m},$$

где  $V_1$  – количество раствора соли Мора, израсходованное на титрование 10 мл хромовой смеси в холостом опыте, мл;  $V_2$  – количество раствора соли Мора, пошедшее на титрование хромовой смеси анализируемого образца, мл;  $n$  – нормальность соли Мора; 0,003 – молярная масса эквивалента углерода, г/моль;  $m$  – навеска почвы, г;  $K_{H_2O}$  – коэффициент пересчета на абсолютно сухую почву; 100 – множитель для пересчета на 100 г почвы.

Содержание гумуса равно:

$$\text{Гумус} = C \times 1,724, \%$$

Окраска почвы	Предполагаемое содержание гумуса, %	Навеска почвы, г.
Белесая	<1	1
Серовато-белесая или бурая	1-2	1-0,5
Светло-серая или буровато-серая	2-4	0,5-0,2
Серая	4-7	0,2-0,15
Темно-серая	7-10	0,15-0,1
Черная	10-15	0,1-0,05

*Отчет* по лабораторной работе представляется в виде описаний действий по проведению анализа гумуса и результатов определений Сугл, мг/мл в исследованных образцах.

Контрольные вопросы.

1. Что представляет собой гумус?
2. На какие две группы органических веществ делится гумус?
3. Что представляют собой неспецифические органические вещества?
4. Что представляют собой специфические органические вещества?
5. Гумусовые вещества почвы - высокомолекулярные азотсодержащие ароматические органические соединения кислотной природы.
6. На какие три большие группы делят гумусовые вещества?
7. какой цвет имеют гуминовые кислоты?
8. Гумусовые кислоты растворимы в минеральных кислотах и воде?  
- темноокрашенные (или черные) гумусовые кислоты, растворимые в щелочах и не растворимые в минеральных кислотах и воде.
9. Какой элементный состав имеют гуминовые кислоты?
10. Какого цвета фульвокислоты?
11. Насколько прочно гумины связаны с минеральной частью почвы?
12. Какие соединения являются лабильными компонентами гумуса?
13. Какие соединения являются устойчивыми компонентами гумуса?
14. Какие компоненты гумуса придают почвам консервативные, долговременные признаки?
15. Какую окраску придают почве гуминовые кислоты?
16. Способствует ли гумус формированию благоприятного водно-воздушного режима почв?
17. Способствует ли оптимальное содержание гумуса устойчивости почв к воздействию таких факторов, как эрозия, дефляция, засуха и переувлажнение?

### Лабораторная работа №\_\_\_

2 часа

### «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОГО ВЕСА (ПЛОТНОСТИ) ПОЧВ»

*Цель работы:* научиться определять величину объемного веса в почвенных образцах с ненарушенным строением и нарушенной структурой..

*Теоретические сведения.*

**Плотность (объемная масса) почвы ( $\rho_b$ )** - масса абсолютно сухой почвы при ненарушенном сложении (со всеми имеющимися в почве порами) в единице объема. Плотность выражается в г/см<sup>3</sup>.

**Изменение плотности почв** – от 0,04 – 0,4 г/см<sup>3</sup> в торфах до 1,8 г/см<sup>3</sup> в глеевых горизонтах. Рассыпчатым сложением характеризуются почвы или их горизонты, имеющие плотность почвы 0,85 – 1,05 г/см<sup>3</sup>, рыхлое 1,06 – 1,15 г/см<sup>3</sup>, плотное 1,16 – 1,35 и очень плотное – 1,36 – 1,60 г/см<sup>3</sup>.

Плотность необходима для решения ряда практических задач: вычисления порозности, запасов воды, питательных веществ, гумуса, микро- элементов, норм

полива для орошения и т.д. По плотности сложения верх-них горизонтов судят об окультуренности почвы.

Плотность почвы во многом определяет урожай растений. Она оказывает влияние на рост корней растений, так как уплотненная почва является существенной преградой для проникновения корней. В уплотненной почве при высокой величине  $\rho_b$  низка порозность. Значит, в почве содержится мало воды. При выпадении осадков поры быстро заполняются водой и почва содержит мало воздуха, также необходимого для роста корней и развития растений. В случае же излишне рыхлой почвы поровое пространство столь развито, что корни растений не имеют хорошего контакта с поверхностью твердой фазы, где содержатся в поглощенном состоянии многие элементы питания. Это приводит к снижению урожая в разрыхленной почве. Необходимо применять приемы прикатывания почвы для создания оптимального диапазона ее плотности. Поэтому проблема создания пахотного слоя, оптимального по физическому состоянию, по плотности является одной из важнейших. Необходимо разрыхлить почву и не допустить ее уплотнения. Почва особенно подвержена уплотнению при повышенной влажности. Стоит тяжелой технике лишь один раз заехать на поле, когда влажность несколько выше оптимальной для обработки, как поверхностный слой почвы становится излишне уплотненным.

Оптимальная плотность для большинства культур равен 1-1,2 г/см<sup>3</sup>. При этих значениях плотности создаются наиболее благоприятные водный, тепловой, воздушный и питательный режимы в плодородном слое почвы, а также наиболее оптимальные условия для корневой системы.

Разные культуры неодинаково реагируют на разную плотность. Пропашные культуры формируют свой урожай в почве (картофель, сахарная свекла, морковь и др.) или развивают мощную корневую систему (кукуруза, подсолнечник), поэтому отзывчивы на рыхлую почву, т.е. формируют самый высокий урожай при более низких значениях плотности почвы (0,9-1,0 г/см<sup>3</sup>). Озимые культуры (озимая рожь, озимая пшеница) требуют более плотных почв — оптимальные значения плотности 1,1-1,3 г/см<sup>3</sup>.

Под воздействием сельскохозяйственной техники плотность почвы нередко увеличивается на 1,4-1,6 г/см<sup>3</sup>, при этом переуплотняется не только пахотный слой, но и подпахотный. Переуплотненная почва оказывает большое сопротивление корням растений, в плотные почвы плохо проникает вода, затрудняется воздухообмен между почвенным и атмосферным воздухом, ухудшается деятельность микроорганизмов, все это ведет к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Плотность пахотного слоя не постоянная во времени. При измерении сразу после вспашки она ниже, затем постепенно повышается и приходит в равновесное состояние (равновесная плотность).

По С.И. Долгову, пахотный слой считается рыхлым при плотности 0,9-0,95; нормальной плотности (оптимальной) - 0,95-1,15; уплотненным - 1,15-1,25 и сильно уплотненным, требующим рыхления — более 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Плотность почвы — зависит от гранулометрического и минералогического состава, структурного состояния, порозности и содержания органического вещества.

**Порочность почв** (пористость, скважность) — это суммарный объем между твердыми частицами почвы, в естественных условиях залегания занятый либо воздухом, либо водой или полностью, или частично в разных соотношениях.

Пористость зависит от гранулометрического состава, структурности почвы, деятельности почвенной фауны, содержания органического вещества от обработки и приемов окультуривания почвы.

Выделяют порозность общую, капиллярную (внутриагрегатную) и некапиллярную (межагрегатную).

Регулировка порозности – различные методы обработки почв, внесением рыхлящих почву материалов (торф, солома, компосты и т.п.).

*Методы определения плотности почв.* Плотность почвы определяют в полевых условиях при естественном сложении со всеми присущими почве кавернами, трещинами, пустотами. Наиболее распространенным методом определения плотности почвы является *буровой*. Принцип его таков: отбирают образец почвы естественного сложения с помощью стального кольца (бурика) известного объема (как правило, около 100 см<sup>3</sup>, диаметр кольца 5.6 и высота 4 см). Образец почвы из кольца вынимают, взвешивают, определяют влажность почвы и рассчитывают плотность почвы,  $\rho_b$ :

$$\rho_b = \frac{m_1 \times 100}{(100 + W)V_b},$$

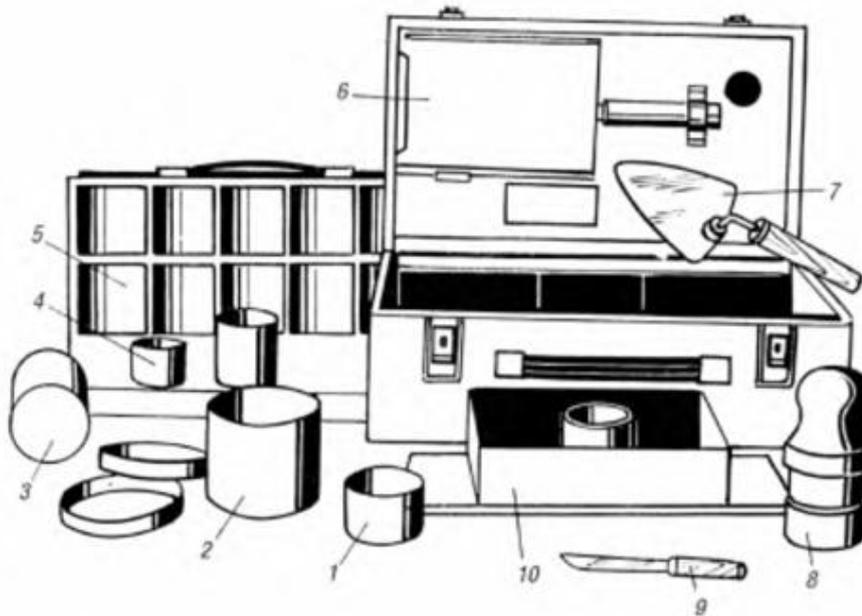
где  $m_1$  – масса почвы из бурика, г, при естественной влажности  $W$ , %, и  $V_b$  – объем бурика, см<sup>3</sup>.

Определение плотности сухой почвы ненарушенного сложения нужно обязательно проводить по генетическим горизонтам. Пахотный слой характеризуется более подробно (по всей глубине) – с поверхности, 10 и 20 см. При значительной мощности горизонтов определение следует проводить также по двум или нескольким глубинам.

Из пахотного слоя по каждой глубине образцы должны быть взяты в пятикратной повторности, для нижних горизонтов можно допустить трехкратную.

Для определения плотности почвы предложено несколько методов и приборов, в основу которых положены разные принципы. Наиболее известен буровой метод, который основан на взятии образца почвы ненарушенного сложения с помощью цилиндра-бура определенного объема. В настоящее время существует много вариантов буров. Некоторые из них имеют целевое назначение: для взятия образцов торфяных почв, лесной подстилки и т.п.

Традиционно в отечественном почвоведении для определения плотности почв используются метод и набор инструментов, разработанные Н.А. Качинским (Вадюнина, Корчагина, 1986).



**Рис. П.2.** Набор инструментов для определения плотности почвы буровым методом Качинского: 1 и 2 – цилиндры-буры; 3 – молоток; 4 и 5 – алюминиевые банки с крышками; 6 – совок; 7 – лопаточка; 8 – шомпол; 9 – нож; 10 – направитель (Вадюнина, Корчагина, 1986).

Набор для определения плотности почв, разработанный Н.А. Качинским (рис. П.2), состоит из стальных цилиндров-буров объемом около  $100 \text{ см}^3$  1 и около  $500 \text{ см}^3$  2 для взятия образца; направителя 10 для вертикального погружения цилиндра (малого) в почву; шомпола 8 для вдавливания цилиндра в почву; молотка 3 для забивания цилиндра в случае взятия образца из уплотненного горизонта; ножа 9, лопаточки 7 и совка 6 для выемки цилиндра с почвой и удаления излишков почвы, алюминиевых банок с крышками 4, 5 для хранения взятого почвенного образца.

Цилиндры-буры для взятия образца почвы в данном наборе низкие, но широкие для того, что сдавливание почвы при отборе пробы было наименьшим. Диаметр режущей части цилиндра делается на 1 мм меньше остальной его части. То и другое обеспечивает взятие образца без прессования. Примерные размеры цилиндров бура малого: высота 40, диаметр режущей части 56, диаметр остальной части 31 57 мм. При объеме цилиндра-бура около  $500 \text{ см}^3$  соответствующие параметры 80, 87, 88 мм.

Большим цилиндром-буром (около  $500 \text{ см}^3$ ) берут образцы из рыхлого пахотного горизонта, а малым – из уплотненных горизонтов. Можно использовать малый бур по всем горизонтам, в таком случае необходимо увеличить количество взятых проб.

Направитель представляет собой колодку из прочного дерева с цилиндрическим отверстием в середине такой же высоты, что и цилиндрическая часть шомпола. Шомпол имеет диаметр, равный внешнему диаметру цилиндра. Изготавливают его из крепкого дерева, для прочности его цилиндрическую часть заключают в металлическую оправу.

Современные приборы для определения значений плотности почв более просты по комплектации, и принципу проведения работы. Примером этому является *Плотномер почвы (пенетрометр) Wile Soil* (рис. 2)



*Рис. 2 Плотномер почвы*

### *Ход анализа*

Взятие проб почвы из пахотного слоя. Недалеко от разреза выделяют незатоптанную площадку ( $1 \times 1 \text{ м}^2$ ), на которой в углах и в середине берут пять проб большим цилиндром. Перед выполнением определения с места взятия проб срезают растения, а поверхность почвы выравнивают. На подготовленную таким образом поверхность ставят цилиндр, закрывают его сверху небольшой квадратной доской ( $10 \times 10 \text{ см}$ ) и, надавливая рукой, погружают в почву. Цилиндр должен полностью заполниться почвой без ее уплотнения. Доску снимают, закрывают цилиндр крышкой, окапывают вокруг ножом или лопаточкой и вынимают. Затем перевертывают, срезают излишки почвы ножом вровень с краем цилиндра, очищают боковые стенки. Закрывают нижней крышкой, перевернув и отняв верхнюю крышку, пересыпают почву в сухой полиэтиленовый пакет и вкладывают этикетку. Взятые образцы сохраняют от нагревания и намокания, поэтому удобно складывать их в ящик или ведро и закрывать сверху клеенкой, полотенцем или мешковиной.

Рядом с первой подготавливают площадку на глубину 10 см, а первую углубляют до 20 см и в том же порядке берут пробы. Если на этих глубинах почва окажется плотной, то используются малые цилиндры.

При взятии пробы необходимо следить, чтобы цилиндр погружался в почву строго вертикально. При перекосе образуется зазор между стенкой цилиндра и почвой и объем взятой почвы не соответствует объему цилиндра. В таком случае этот образец нужно забраковать и повторить определение.

Взятие проб почвы из уплотненных горизонтов. Используется цилиндр малого объема (около  $100 \text{ см}^3$ ). В соответствии с намеченной глубиной (середины горизонта) надо хорошо выровнять площадку (не менее  $50 \times 50 \text{ см}$ ). Во избежание перекоса при погружении малого цилиндра в 10 плотный горизонт используют направитель. В отверстие его вкладывают цилиндр, стенки которого предварительно слегка смазывают вазелином. Надавливая рукой на шомпол, цилиндр погружают в почву. Как только шомпол войдет в отверстие направителя до плечика, цилиндр будет погружен в почву на полную глубину. В тех случаях, когда образец берут на сухих и плотных почвах, по головке шомпола ударяют деревянным молотком (следует избегать резких ударов).

Направитель снимают и, закрыв цилиндр шомполом, окапывают почву вокруг него ножом или лопаточкой. Затем почву под цилиндром подрезают таким образом, чтобы оставался некоторый ее излишек.

Не отнимая шомпола, цилиндр поднимают, переворачивают и острым ножом обрезают почву вровень с нижним его краем.

Цилиндр с наружной стороны очищают от приставшей почвы, ставят верхним (более широким) краем над бюксом. Почву выталкивают с помощью ножа или специального шомпола, приставшую к стенке почву соскабливают и тоже ссыпают в бюкс. Почву из цилиндра в бюкс следует переносить над листом чистой бумаги или на совочке. Упавшие на них частицы ссыпают в бюкс. Совок рекомендуется делать узким, но высоким, чтобы защищать почву от распыления при ее переносе.

Бюкс плотно закрывают крышкой и устанавливают в специальный ящик с гнездами.

При отсутствии достаточного количества банок почву из цилиндра можно пересыпать в сухой, заранее взвешенный полиэтиленовый пакет с этикеткой (Р<sub>о</sub>).

Банку или полиэтиленовый пакет с образцами почвы доставляют в лабораторию, взвешивают с точностью до 0,01 г ( $P_1$ ), содержимое высыпают на бумагу и берут две средних пробы почвы по 15-20 г каждая в алюминиевые стаканчики для определения влажности. Предварительно записывают массу ( $m_0$ ) и номер стаканчика в тетради в соответствии с местом и глубиной взятия образца.

При наличии возможности цилиндры с образцами почвы взвешивают на месте в поле ( $P_1$ ). В этом случае сразу же после взвешивания отбирают почвенные пробы для определения влажности по вышеизложенной методике. Алюминиевые стаканчики с сырой почвой взвешивают ( $m_1$ ) и высушивают в термостате при температуре 105 градусов до постоянного веса. По окончании сушки стаканчики с почвой охлаждают в эксикаторе и взвешивают ( $m_2$ ).

Все данные записывают в соответствующие строки формы 2. Расчеты объемной массы почвы проводятся в следующей последовательности.

1. Влажность почвы ( $W$ ):

$$W = \frac{(m_1 - m_2) 100}{(m_2 - m_0)} \%$$

где  $m_0$  – масса пустого стаканчика, г;  $m_1$ - масса стаканчика с почвой до сушки, г;  $m_2$  – масса стаканчика с почвой после сушки г.

2. Масса абсолютно сухой почвы в банке (цилиндре, полиэтиленовом пакете)  $M$ :

$$M = \frac{(P_1 - P_0) 100}{W + 100} \quad (2)$$

3. Объем образца почвы (цилиндра)  $V$ :  $V = \pi D^2 H / 4$ ,

где  $D$  - диаметр цилиндра, см;  $H$  - высота цилиндра, см;  $\pi$  - постоянная величина, равная 3,14.

4. Объемная масса почвенного образца ( $d$ );  $d = M/V$  (г/см<sup>3</sup>). (11)

Объемная масса почвы меняется в широких пределах. Для оценки уплотненности почв с различной степенью гумусированности С.И. Долговым предложена следующая шкала (табл. 1).

Таблица 1 Оценка уплотненности почвы по величине объемной массы (г/см<sup>3</sup>)

Степень уплотненности	Глубина слоя, см		
	0-20	20-50	50-100
Для почв с содержанием гумуса < 4%			
Очень рыхлая	1,00	1,20	1,35
Рыхлая	1,0-1,20	1,20-1,35	1,35-1,50
Среднеплотная	1,20-1,40	1,35-1,48	1,50-1,60
Плотная	1,40-1,50	1,45-1,60	1,60-1,67
Очень плотная	>1,50	>1,60	>1,67
Для почв с содержанием гумуса > 4%			
Очень рыхлая	0,95	1,10	1,25
Рыхлая	0,45-1,10	1,10-1,20	1,25-1,32
Среднеплотная	1,10-1,20	1,20-1,30	1,32-1,40
Плотная	1,20-1,30	1,30-1,40	1,40-1,50
Очень плотная	>1,30	>1,40	>1,50

Выполнение лабораторной работы - индивидуальное.

*Отчет по лабораторной работе* представляется в виде описаний действий по определению плотности, расчетов и результатов определений плотности исследованных образцов.

*Контрольные вопросы.*

1. Что означает термин «плотность почвы»:
2. Какие наиболее распространенные методы определения плотности почв?
3. В каких пределах изменяется плотность почв?
3. В каких пределах находятся средние значения плотности почв?
4. Какие характеристики почвы влияют на значения плотности почв?
5. Что означает термин «порозность почв»?
6. Какие характеристики почвы влияют на значения пористости почв?
7. Какие виды порозности выделяют при исследованиях почв?
8. Какие методы обработки почв позволяют регулировать значения порозности?

## Лабораторная работа ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

### Цель работы:

1. Познакомиться с методами определения рН почвы.
2. Ознакомление с прибором для определения кислотности почв (рН- метром), изучение принципа действия прибора;
3. Ознакомление с приготовлением почвенных вытяжек, методами пробоотбора;

### Теоретическая основа

Кислотность и щелочность почвы представляет собой фактор, который существенно влияет на ее плодородие. В науке для измерения кислотности и щелочности раствора применяется величина рН. Различные виды растений имеют различные требования к данному показателю химического состава почв.

**Реакция почвы** - это свойство, характеризующее степень её кислотности или основности, которое оценивается по содержанию ионов  $H^+$  или  $OH^-$  в почвенном растворе, водной или солевой вытяжках из почв. Реакция почвы выражается величиной рН, представляющей собой отрицательный десятичный логарифм концентрации водородных ионов в растворе.

$$pH = - \lg [H^+],$$

где:  $H^+$  - концентрация иона водорода, выраженная в молях на  $m^3$ .

При температуре  $+25\text{ }^\circ\text{C}$  по величине рН различают реакцию почв:  $< 4,5$  - сильнокислая,  $4,6-5,5$  - кислая,  $5,6-6,5$  - слабокислая,  $6,6-7,0$  - нейтральная,  $7,1-7,5$  - слабощелочная,  $7,6-8,5$  - щелочная,  $> 8,5$  - сильнощелочная. При других температурах значение рН нейтрального раствора сдвигается.

### Сравнительная таблица рН

рН	Концентрация ионов водорода	Почвенная реакция	Обычные вещества
3	$10^{-3}$	очень сильная кислотность	лимонный сок
4	$10^{-4}$	сильная кислотность	апельсиновый сок
5	$10^{-5}$	умеренная кислотность	-
6	$10^{-6}$	слабая кислотность	молоко
7	$10^{-7}$	<b>нейтральная</b>	<b>чистая вода</b>
8	$10^{-8}$	слабая щелочность	морская вода
9	$10^{-9}$	умеренная щелочность	мыльный раствор
10	$10^{-10}$	сильная щелочность	-
11	$10^{-11}$	очень сильная щелочность	-

**Кислотность почв** вызывается водородными ионами, которые находятся в почвенном растворе в свободном состоянии или поглощены почвенными коллоидами. В последнем случае ионы водорода могут быть вытеснены из поглощенного состояния нейтральными солями (например,  $KCl$ ). Наличие в почве поглощенного водорода значительно ухудшает ее свойства: почва теряет структурность, из нее легко вымываются необходимые растениям элементы питания, плодородие резко снижается.

**Почему почва подкисляется.** Наиболее часто кислые почвы характерны для районов, где количество осадков достаточно высокое. Дождь и снег повышают количество влаги в почве, и концентрация кальция и магния в почвенном растворе снижается. Ионы кальция и магния с частичек почвы переходят в почвенный раствор и, в конечном счете, вымываются из почвы. Их место на частичках почвы занимают ионы водорода  $H^+$ , почва подкисляется и требуется повторное внесение извести.

Там, где количество осадков превышает  $500\text{ мм/год}$ , происходят значительные ежегодные потери кальция из-за вымывания. Приблизительно такое же количество кальция выносится из почвы

с высоким урожаем. Внесение минеральных удобрений, например сернокислого аммония или использование серы тоже может подкислять почву.

Углекислый газ, растворенный в почвенной воде, является мощным растворителем соединений кальция, переводя, в частности нерастворимый карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$  в растворимый бикарбонат кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . При возрастании активности почвенных микроорганизмов в почву выделяется много углекислого газа, что ведет к потерям кальция из-за вымывания его из почвы в виде бикарбоната.

#### **Почему важна кислотность почвы**

Чрезмерно высокий (выше 9) или низкий (ниже 4) уровень кислотности почвы токсичен для корней растений. В пределах этих значений pH определяет поведение отдельных питательных веществ, осаждение их или превращение в недоступные растениям формы. В кислых почвах (pH 4.0-5.5) железо, алюминий и марганец находятся в формах доступных растениям, а их концентрация достигает токсического уровня. При этом затруднено поступление в растения фосфора, калия, серы, кальция, магния, молибдена. На кислой почве может наблюдаться гибель растений без внешних причин (гибель от мороза, развитие болезней и вредителей). Напротив, в щелочных почвах (pH 7.5-8.5) железо, марганец, фосфор, медь, цинк, бор и большинства микроэлементов становятся менее доступными растениям из-за образования нерастворимых гидроокисей. Оптимальным считается pH = 6.5 (слабокислая реакция почвы). Это не ведет к недостатку фосфора и микроэлементов, большинство основных питательных веществ становятся доступными растениям, т.е. находятся в почвенном растворе. Такая почвенная реакция благоприятна для развития полезных почвенных микроорганизмов, обогащающих почву азотом. Хотя отдельные виды растений приспособились к существованию в кислой или, наоборот, в щелочной среде, однако большинство растений хорошо развиваются при нейтральной или слабокислой реакции почвы (диапазон pH 6.0-7.0).

#### **Оптимальные значения pH почвы для основных сельскохозяйственных культур**

Растение	Оптимальные значения pH	Растение	Оптимальные значения pH
Овес	5.0-7.7	Картофель	5.0-5.5
Рожь озимая	5.5-7.5	Сахарная свекла	7.0-7.5
Пшеница яровая	6.0-7.5	Люцерна	7.0-8.0
Пшеница озимая	6.3-7.6	Клевер	6.0-7.0
Ячмень	6.8-7.5	Донник	6.5 и более
Кукуруза	6.0-7.0	Люпин	4.5-6.0
Просо	5.5-7.5	Тимофеевка	5.6 и более
Гречиха	4.7-7.5	Капуста	6.7-7.4
Горох	6.0-7.0	Свекла столовая	6.8-7.5
Соя	6.5-7.1	Томаты	6.3-6.7
Горчица	около 7.0	Редис, репа	5.5 и более
Лен	5.9-6.5	Морковь	5.5-7.0
Подсолнечник	6.0-6.8	Огурцы	6.0-7.9
Конопля	7.1-7.4	Салат	6.0-7.0
Чай	4.8-6.2	Хлопчатник	6.5-9.0

#### **Определение кислотности**

Кислотность почвы определяют в водных и солевых вытяжках. В водных вытяжках определяют *активную* кислотность, которая обусловлена концентрацией водородных ионов в почвенном растворе, а в солевых - *потенциальную (обменную)* кислотность, обусловленную наличием в почве поглощенных ионов водорода, а иногда и алюминия.

Для определения реакции почвы в величинах pH необходим набор Алямовского или универсальная индикаторная бумага, но лучше всего pH-метр или иономер универсальный. Однако существуют и другие способы определения реакции почвы.

#### **Способы определения pH**

1) Самый простой способ - **визуальное наблюдение за сорняками:**

- На очень кислых почвах растут: лютик ползучий, хвощ полевой, мокрица, подорожник, колосок душистый, мята, осока, иван-да-марья, фиалка трёхцветная, мох.

- Люцерна, пырей, клевер, мать-и-мачеха, вьюнок полевой, ромашка пахучая, шиповник, репейник предпочитают грунты со слабой кислотностью.

- Для земель с нейтральной реакцией характерны крапива, ромашка лекарственная, лебеда, красный клевер.

- Растения-индикаторы щелочной почвы: дикий мак, подорожник ланцетный, дрёма белая, живокость, подмаренник цепкий, полевая горчица.

2) **Растения-индикаторы** почв. Дикорастущие растения получили название индикаторных, поскольку по ним можно судить о характере и состоянии почвы, на которой они произрастают.

Ацидофилы крайние (рН 3,5-4,5) - сфагнум, зеленые мхи, плаун, кошачьи лапки, хвощ полевой, щавель малый.

Ацидофилы умеренные (рН 4,5-6,0) – черника, брусника, багульник, сушеница, калужница болотная, сердечник луговой, вейник наземный.

Ацидофилы слабые (рН 5,0-6,7) – папоротник мужской, медуница неясная, зеленчук, колокольчик широколистный, малина смородина, иван-да-марья, кисличка заячья.

Нейтрофильные (рН 6,0-7,3) - сныть европейская, клубника зеленая, клевер горный, борщевик сибирский, цикорий, мятник луговой.

Нейтрально-базофильные (рН 6,7-7,8) - мать и мачеха, люцерна серповидная, осока мохнатая, гусиная лапка.

Базофильные (рН 7,8-9,0) - бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый, горчица полевая, льнянка

3) Можно использовать **овощ-индикатор кислотности** - свёкла. Листья у растения полностью красные - почва кислая, зелёные с красными прожилки - грунт со слабокислой реакцией, полностью зелёные - нейтральный уровень рН.



4) используя обыкновенный **столовый 9% уксус или соляную кислоту**.

Возьмите горсть земли, положите на тёмную поверхность и капните пару капель крепко разведенной соляной кислоты или уксуса жидкости. Бурное пенообразование и «шипение» характерно для щелочной почвы, умеренное – нейтральная реакция, пены вовсе нет – грунт кислый.

4) Более точно установить уровень рН возможно с использованием **лакмусовой бумаги**.

Кислотность почвы на поверхности и в глубине может существенно отличаться из-за внесённых удобрений, пыли или осадков.

Нужно выкопать ямку глубиной 30-35 см и взять пробы земли именно оттуда. Поместите каждый образец отдельно в посудину и залейте дистиллированной водой, так, чтобы она покрыла грунт лишь на сантиметр. Тщательно перемешайте, дайте раствору отстояться несколько часов, слейте полупрозрачный слой и профильтруйте. Поместите индикаторную бумагу в жидкость, выньте и сравните изменения цвета с эталонной шкалой для рН.



Рис. - Эталонная шкала для рН

Порядок действий может быть следующий:

1. Берете пробы земли с разных глубин и мест. Кроме того, если вам хочется посчитать среднее значение по участку работ, просто выбираете грунт с разных мест в произвольном порядке. Необходимо учесть, что по законам статистики среднее значения будет достоверным только если количество проб будет не менее 30.

2. Отобранный грунт заворачиваете в трехслойную марлю (неокрашенную ткань) и опускаете баночку с чистой дистиллированной водой.

3. Тщательно взбалтываете баночку и затем опускаете лакмусовую бумажку в воду на пару секунд (пока она не изменит цвет).

4. Определяете кислотность по вкладышу в наборе и повторяете ту же процедуру для остальных взятых проб.

#### 5) прибор Алямовского

Данное устройство является набором реактивов для анализирования водных и солевой вытяжек земли. При его использовании требуется те же манипуляции, что и описанные в предыдущем методе.

Для определения кислотности из образца почвы отвешивают 10г воздушно-сухой почвы, переносят ее в коническую колбу с 25мл 7,5-процентного раствора хлористого калия. Эту смесь периодически взбалтывают в течение – 30 мин.

По истечении указанного срока содержимое колбы фильтруют. Затем в пробирку набирают 3-5 мл фильтра, прибавляют из пипетки универсальный индикатор и тщательно смешивают.





### б) измеритель почвы

Существуют многофункциональные измерители для почвы, которые показывают не только кислотность, но и влажность, температуру грунта, а также интенсивность солнечного света. Для получения данных достаточно просто воткнуть стержень прибора в землю и дождаться цифр на дисплее.



pH-Метр используется для определения водородного показателя pH водных растворов. Гальванический преобразователь всегда состоит из двух полуэлементов: измерительного электрода, помещаемого в исследуемый раствор, и электрода сравнения, электродный потенциал которого должен оставаться постоянным.

#### *Использование pH-метра*

1. Устранить защитный колпачок и включить pH-метр переключателем [ON/OFF].
2. Погрузите pH-метр в образец и ждите, пока показания прибора стабилизируются.
3. После использования прибора прополощите его в проточной воде, чтобы минимизировать загрязнение.
4. По окончании работы с прибором обязательно наденьте защитный колпачок на электрод.

Примечание. Не используйте дистиллированную воду в целях хранения.

Большие разногласия в pH показаниях ( $\pm 0,5$  pH) могут быть вследствие недостатка калибровки или неисправности батарей.

#### Также используются приборы:

- Фильтр из стекловаты
- Стакан низкий с носиком, объем 250 мл – 4 шт.

В качестве реактива для калибровки pH-метра будет использоваться дистиллированная вода.

### 7) листья смородины/вишни/черемухи

В емкость из стекла помещаются листья вышеуказанных растений и заливаются кипятком (на 1 стакан необходимо использовать 4-5 листочков). После остывания воды нужно бросить в полученный отвар приготовленный образец почвы. Если вода поменяет цвет на красный - почва кислая, на синий - слабокислая, на зеленый - нейтральная.

### 8) виноградный сок

Для этого способа понадобится стакан виноградного сока, в который следует опустить взятую с огорода землю. Если сок изменит окраску и в течение длительного времени на его поверхности будут оставаться пузырьки - нормальная (нейтральная) почва по параметру рН.

#### 9) *мел*

Для него понадобятся: две полные столовые ложки анализируемой почвы, пять столовых ложек воды комнатной температуры, одна чайная ложка мела. Все засыпается в бутылку, на горлышко которой надевается напальчник (для шитья который), предварительно избавленный от воздуха. Бутылка помещается в бумагу, чтобы нагрев от рук не искажал результаты эксперимента.

Если почва на участке имеет недостаточно извести, то в процессе химической реакции в бутылке станет образовываться углекислый газ. Он начнет стремительно заполнять напальчник и тот выпрямится. Если грунт имеет слабокислую реакцию, то напальчник выпрямится только наполовину, при нейтральной - не распрямится вовсе.

#### 10) *химическая лаборатория*

Самый точный и верный результат можно получить, только обратившись в агрохимическую лабораторию.

11) *Потенциометрический метод* широко применяется в лабораторной практике и в производстве при автоматическом контроле и регулировании кислотности растворов. При этом измеряют ЭДС электрохимической цепи, составленной из индикаторного электрода, потенциал которого зависит от рН раствора, и электрода сравнения. Электрод сравнения в отличие от индикаторного должен иметь потенциал, не зависящий от состава электролита. Это требование может быть выполнено только тогда, когда система электрода сравнения, формирующая его потенциал, отделена от измеряемой среды диафрагмой. При этом электрод сравнения работает с переносом ионов.

В результате электрохимической реакции между электролитом и погруженным в него электродом возникает электродвижущая сила (ЭДС). Она называется электродным потенциалом.

Стандартный потенциал для электродов из различных материалов принято определять относительно водородного электрода (потенциал стандартного водородного электрода произвольно принят при любой температуре равным нулю). Водородный электрод представляет собой платиновую пластинку, погруженную в раствор, через который пропускают водород. Основным достоинством водородного электрода является независимость его потенциала от изменений состава окружающего раствора. Для различных металлов в водной среде стандартные электродные потенциалы имеют следующие значения: Li – (-0,045В); Na – (-2,714В); Al – (-1,662В); Fe – (-0,440В); Ni – (-0,250В); Pb – (-0,126В); H<sub>2</sub>, Pt – (0,000В); Cu – (+0,337В); Ag – (+0,799В); Cl – (+1,359В); Co – (+1,808В).

В основе электрохимических методов анализа лежат процессы, протекающие на погруженных в жидкость электродах или в межэлектродном пространстве. Жидкость с погруженными в нее электродами называют электрохимической ячейкой. При изменении напряжения на электроде при нулевом токе имеем метод анализа состава вещества, называемый потенциометрия.

Для определения концентрации иона какого-либо вещества потенциометрическим методом в анализируемый раствор погружают два электрода и измеряют их ЭДС. Затем по градуировочному графику находят концентрацию определяемого иона в анализируемом растворе. В соответствии с приведенной формулой зависимость ЭДС от концентрации логарифмическая.

Один из электродов электрохимической ячейки должен реагировать на изменение концентрации определяемого вещества. Такой электрод называют индикаторным или рабочим. Другой электрод называют электродом сравнения. Его потенциал должен быть устойчив во времени и независим от состава электролита.

Наилучшим электродом сравнения является водородный электрод. Его использование требует баллона с водородом и поэтому неудобно. Обычно используют хлорид-серебряный и каломельный электроды с двойным солевым мостиком.

Индикаторными электродами для потенциометрических измерений могут быть металлические и мембранные электроды. Металлические электроды изготавливают из металлов Ag, Cu, Cd, Pb, Pt. Они позволяют анализировать составы с одним растворенным веществом, так как одинаково чувствительны к различным ионам.

Мембранные электроды называют также ионоселективными. Они состоят из заполненной внутренним раствором колбы с погруженным в него металлическим электродом. Внутренний раствор отделен от анализируемого тонкой пленкой, называемой полупроницаемой мембраной. Мембраны обладают способностью пропускать ионы только одного знака заряда, а часто и только одного сорта в присутствии других ионов. В зависимости от используемого материала различают следующие мембраны:

Твердая мембрана – кристалл или прессованная из порошков таблетка. Например, фторид-селективный электрод с мембраной из  $\text{LaF}_3$  для измерения  $\text{pF}$  в диапазоне от 0 до 6, или электрод для измерения  $\text{Cu}^+$  с мембраной из  $\text{CuS}$ .

Стеклянные мембраны изготавливают из специальных стекол, пропускающих преимущественно  $\text{H}^+$  - ионы. Такие мембраны имеют большое электрическое сопротивление (десятки МОм). Известны стеклянные мембраны для измерения  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ag}^+$  - ионов.

Жидкие мембраны представляют собой пористый полимерный носитель с нанесенным на него раствором органических соединений. Наиболее часто используются для измерения концентрации  $\text{K}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ .

В качестве индикаторных электродов применяют преимущественно стеклянные. Стеклянный электрод представляет собой полый тонкостенный стеклянный шарик. В его внутреннее пространство помещаются хлорсеребряный электрод и соляная кислота, концентрация которой не изменяется во время измерений.

#### *Методы отбора проб для измерений*

**Пробоотбор** – отбор проб объектов окружающей среды (почвы, растений, природных и промышленных вод и т.д.) который проводится при мониторинге окружающей среды и имеет важное значение для анализа.

Для снижения погрешностей, вызываемых эффектом «неоднородности», обычно осуществляют отбор нескольких проб в разных местах объекта исследований. В самом распространенном случае производят усреднение содержания определяемого компонента путем объединения и перемешивания нескольких проб. При этом введены следующие понятия:

- *точечная проба* – материал (почва), взятый из одного места горизонта или одного слоя (типичного) почвенного профиля;

- *объединенная проба* – смесь не менее 2-х точечных проб.

Отбор проб проводится на пробных площадках различного размера, но они закладываются так, чтобы исключить искажения результатов анализа под влиянием окружающей среды.

*Пробная площадка* – часть исследуемой территории со сходными условиями (рельеф, тип почв, распределение по площади загрязняющего вещества и т.д.).

Пробные площадки («почвенные ключи») намечают по координатной сетке указывая их номер и координаты. Расстояние между пробными площадками регламентируется в зависимости от типа проводимого анализа.

Пробы почв отбирают по профилю из почвенных горизонтов или слоев (пахотного, подпахотного) с расчетом, чтобы в каждом случае проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа.

Глубина отбора проб колеблется от 0-5 до 5-20 см (две отдельные пробы) пахотного горизонта.

При мощности горизонта или слоя свыше 40 см пробы почвы отбирают отдельно: не менее 2-х проб с различной глубины.

Для контроля загрязнения почвы сельскохозяйственных угодий, в зависимости от характера источника загрязнения, возделываемой культуры и рельефа местности на каждые 0,5 – 20 га территории закладывают не менее 1-й пробной площадки размером 10 × 10 м. А в случаях контроля санитарного состояния почвы в зоне влияния промышленного источника загрязнения пробные площадки закладывают на площади, равной 3-х кратной величине санитарно-защитной зоны. При контроле загрязнения почвы выбросами промышленных предприятий пробные площадки закладывают вдоль векторов “розы ветров”. В этих же целях, но на территории расположения детских садов, игровых площадок, выгребов, мусорных ящиков и других объектов (с малой площадью), размер пробной площадки должен быть не более 5 × 5 м.

Точечные пробы почв отбираются на пробной площадке из одного или нескольких слоев или горизонтов методом “конверта” (по углам и в центре – всего 5 точек).

Точечные пробы отбирают ножом или шпателем из прикопок или почвенным буром.

Объединенную пробу почвы составляют смешивая не менее пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг. Отобранные пробы нумеруются и регистрируются в отдельном журнале с указанием: порядкового номера, места отбора, рельефа местности, типа почвы; целевого назначения территории, вида загрязнения и даты отбора.

#### *Способы приготовления почвенных вытяжек*

Некоторые методы электрохимического анализа требуют перевода определяемых почв в жидкое состояние, т.е. приготовление почвенных вытяжек. Для снижения влияний на результаты измерения неопределяемых ионов в анализируемый раствор вводят избыток электролита, не влияющего на потенциал электрода.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое кислотность почв? Какие виды вы знаете?
2. Дайте определение «Реакция почвы».
3. Укажите причины подкисления почв.
4. Почему важно знать значение рН почвы.
5. Какие способы определения рН почвы вы знаете. Укажите наиболее и наименее точные. Основные принципы этих способов.
6. Сущность метода потенциометрии.
7. Дать понятие электродного потенциала. Каким уравнением он описывается?
8. Виды электродов, применяемых в потенциометрическом методе анализа.
9. Какие электроды используют в качестве: а) электродов сравнения; б) измерительных электродов. Каковы их особенности.
10. Что представляет собой водородный показатель рН?
11. Каковы размеры пробных площадок при определении химического загрязнения почв?
12. Сколько проб почвы отбирают в одной точке?
13. Из скольких точечных проб составляют объединенную пробу?
14. Какова масса объединенной пробы?

### «ЩЕЛОЧНОСТЬ ПОЧВ»

**Цель** ознакомление с щелочностью почв

## 1.2. Задача определение щелочности методом потенциометрическом титровании

*Обеспечивающие средства:* рН-метры различных марок (типа ЛПУ-1, ППМ – 03, универсального иономера ИУ – 74), индикаторный стеклянный электрод, электрод сравнения - хлорид серебряный электрод, образцы почв.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы.*

**Щелочность почв** – способность почв подщелачивать почвенный раствор вследствие наличия в почве гидролитически щелочных солей и обменного натрия.

**Актуальная щелочность почв** - обуславливается содержанием в почвенном растворе гидролитически щелочных солей. Преимущественно карбонатов и гидрокарбонатов щелочных и щелочно-земельных металлов.

**Потенциальная щелочность почв** – обусловлена наличием в ППК обменного натрия, который может вытесняться водородом кислоты, а образовавшаяся в почвенном растворе сода подщелачивает его.

**Щелочность почв принято оценивать** по значениям актуальной щелочности.

**Щелочность системы почва + вода** определяется суммой анионов -  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

**При  $\text{pH} < 8,3$**  основным компонентом щелочности является ион  $\text{HCO}_3^-$ .

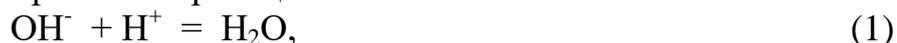
**При  $\text{pH} > 8,3$**  основным компонентом щелочности является анионы  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ .

*Выполнение лабораторной работы - побригадное.*

*Порядок выполнения работы.*

1. При определении общей щелочности используется метод потенциометрического титрования анализируемой пробы раствором 0,1 М НСl (с использованием индикаторного стеклянного электрода, а в качестве электрода сравнения служит хлорид серебряный электрод).

2. В процессе титрования протекают реакции:



3. В зависимости от наличия компонентов щелочности системы возможны два варианта титрования:

*первый случай титрования:*

- на кривой титрования имеется **один скачок изменения рН**, который может быть обусловлен ионами  $\text{OH}^-$  при начальном значении  $\text{pH} > 8,3$ , либо ионами  $\text{HCO}_3^-$  при начальном значении  $\text{pH} < 8,3$ ;

*второй случай титрования:*

- на кривой титрования наблюдается **два скачка титрования.**

4. Два скачка титрования могут быть обусловлены тем, что:

- щелочность определяется только ионами  $\text{CO}_3^{2-}$ , которые титруются ступенчато по реакциям (1) и (2). При этом  $V_1=V_2$ . В расчете карбонатной щелочности используют  $V_1 + V_2$ ;

- щелочность определяется ионами  $\text{OH}^-$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ . В этом случае  $V_1 > V_2$ . Первый скачок соответствует реакциям (1) и (2) -  $V_1$ ; второй скачок - реакцией (3) -  $V_2$ .

*Отчет по лабораторной работе* представляется в виде описаний действий по проведению определений и результатов замеров рН и определений общей щелочности.

*Контрольные вопросы.*

1. Как называется способность почв подщелачивать почвенный раствор?
2. Наличие каких химических соединений и элементов определяет щелочность почв?
3. Какие виды щелочности принято рассматривать при исследовании почв?
4. Наличие каких химических соединений и элементов в почвенном растворе определяет актуальную щелочность почв?
5. Какой вид щелочности почв определяется наличием в ППК обменного натрия?
6. По какому виду щелочности принято оценивать щелочность почв?
7. Суммой каких анионов определяется щелочность системы почва + вода?
8. Какой ион является основным компонентом щелочности при  $\text{pH} < 8,3$ ?
7. Какие анионы являются основным компонентом щелочности при  $\text{pH} > 8,3$ ?

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ПОЧВ

*Цель работы* ознакомление с водопроницаемостью почв.

*Задача работы:* определение коэффициента фильтрации песчаных почв в трубке Каменского.

*Обеспечивающие средства:* трубку Каменского, мерные стаканы, образцы песчаных почв.

*Теоретические сведения необходимые для выполнения работы.*

**Водопроницаемость почв** – это способность почв впитывать и пропускать через себя воду

**Две стадии водопроницаемости:**

– **первая: впитывание**, при которой происходит постепенное **заполнение пор водой** (достижение почвой состояния полной влагоемкости);

- **вторая: фильтрация - просачивание**, при которой **передвижение воды** в почве происходит **под действием силы тяжести и величины напора** слоя воды над поверхностью почвы после полного насыщения почвы водой

**Фильтрация** – движение потока жидкости в почве, которое может иметь место в случае:

- выпадения большого количества осадков в виде дождя;
- интенсивного орошения;
- быстрого снеготаяния.

**Водопроницаемость определяется** объемом воды, просачивающимся через единицу площади поверхности почвы в единицу времени.

**Водопроницаемость выражается** в мм слоя воды в единицу времени по формуле:

$$V = 10 \times Q / (S \times t), \quad (1)$$

где  $V$  – скорость водопроницаемости, мм/ч;  $Q$  - расход воды, см<sup>3</sup>;  $S$  – площадь фильтрующей поверхности почвы, см<sup>2</sup>;  $t$  – время опыта, ч.

**При фильтрации выполняется закон Дарси:**

$$Q = K_f \times F \times T \times J, \quad (2)$$

где  $Q$  - расход воды;  $K_f$  - коэффициент фильтрации;  $F$  – площадь фильтрации;  $T$  – время;  $J$  – напорный градиент ( $J = \Delta H / L$ ,  $\Delta H$  – разница напоров, а  $L$  – длина пути фильтрации).

**Коэффициент фильтрации** – количество жидкости профильтровавшейся через единицу площади за единицу времени при напорном градиенте равном 1.

**Линейный закон движения жидкости (закон Дарси)** – водопроницаемость прямо пропорциональна пористости и обратно пропорциональна удельной поверхности частиц.

**Водопроницаемость зависит от** формы поверхностных частиц, механического состава и структуры (оструктуренности) почвы.

**Состав поглощенных катионов** оказывает влияние на водопроницаемость почвы:

- $\text{Na}^+$  уменьшает водопроницаемость почвы;
- $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  увеличивают водопроницаемость почвы.

## *Выполнение лабораторной работы - побригадное.*

### *Порядок выполнения работы.*

1. На сетчатый фильтр уложить бумажный фильтр.
2. Наливаем половину стакана воды и опускаем трубку в воду. После этого в трубку Каменского насыпаем слой песчаной почвы (около 2см), уплотняем этот песок, открываем кран трубки и насыщаем слой почвы водой. Насыпаем еще один слой почвы, повторяем уплотнение и насыщение до тех пор, пока не наполним трубку до риски 10 см (это и будет 1). После этого сверху насыпаем слой гравия, чтобы предотвратить последующий размыв почвы.
3. Берем второй стакан, набираем воду (вода той же температуры, что и в первом стакане). Приподнимаем трубку над уровнем воды и наливаем через горловину трубки воду до отметки 0 + 1-2см. Начинаем отсчет времени (по секундомеру) с того момента, когда уровень воды дойдет до отметки ноль, заканчиваем отсчет тогда, когда профильтруется 2-3 см, это и считаем за понижение (S) равное 3 – 5см.
4. Опыт повторяем по трижды (для каждого образца почв), коэффициент фильтрации ( $K_F$ ) рассчитываем по формуле:

$$K_F = 1/T \times f(S/H), \quad (3)$$

где H – высота слоя почва + вода в трубке Каменского.

5. Для пересчёта измеренных значений проницаемости (при лабораторной температуре) на проницаемость при температуре 10 °С, необходимо ввести поправочные коэффициенты. Измеренные значения проницаемости при температуре около 20 °С при введении поправочных коэффициентов отличаются от значений проницаемости при температуре 10 °С, не более, чем на 10 -15%.

*Отчет по лабораторной работе* представляется в виде описаний действий по определению коэффициента фильтрации и расчетов этого коэффициента для исследованных образцов почв.

### *Контрольные вопросы.*

1. Какую способность почв характеризует водопроницаемость почв?
2. Какие стадии водопроницаемости почв наиболее часто выделяют?
3. Что происходит при просачивании воды в почве?
4. Под действием каких физических факторов происходит передвижение воды в почве?
5. Что происходит при фильтрации воды в почве?
6. Что может быть причиной фильтрации воды в почве?
7. Что означает термин «водопроницаемость»?
8. Какие единицы измерения водопроницаемости наиболее часто используются?
9. Формулировка закона Дарси?
10. Что означает термин «коэффициент фильтрации»?
11. От каких параметров зависит водопроницаемость почв?
12. Каким образом (уменьшение, или увеличение) состав поглощенных катионов влияет на водопроницаемость почвы?

## «Определение сухого остатка и засоленности почв»

*Цель занятия:* познакомиться с источниками засоления почв и влиянием засоления на агротехнические характеристики почв, с оценкой степени засоленности почв, освоить метод определения общей суммы водорастворимых веществ почвы.

### *Теоретические основы*

Накопление солей в почвах происходит вследствие действия причин природного (первичное засоление) и антропогенного характера (вторичное засоление). К природным факторам засоления относятся:

- почвообразование на засоленных материнских породах (в первую очередь, морских отложений, вышедших на дневную поверхность);
- близкое залегание минерализованных грунтовых вод в условиях выпотного водного режима почв (испарение превышает количество осадков);
- аккумуляция солей растительностью;
- эоловый перенос солей (импульверизация) с поверхности морей, соленых озер и при дефляции (ветровой эрозии) засоленных почв.

Антропогенное засоление почв происходит, главным образом, при ведении орошаемого земледелия. Соли в почву могут поступать как из минерализованных оросительных вод, так и из минерализованных грунтовых вод, при достижении их капиллярной каймы поливными водами в условиях засушливого климата. Вторичное засоление почв может быть связано с загрязнением почв сточными водами, отходами (промышленными, сельскохозяйственными, бытовыми), а также выпадением из атмосферы пыли, выбрасываемой предприятиями. Городские почвы засоляются при использовании хлорида натрия и хлорида кальция для борьбы с гололедом.

В ряде случаев антропогенное поступление солей в почву оказывает благоприятное воздействие на свойства почвы, например, при известковании и гипсовании почв, внесении минеральных удобрений.

По степени растворимости в воде соли делятся на мало-, средне- и легкорастворимые. Малорастворимые соли в почвах представлены карбонатами кальция и магния ( $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$ ). Среднерастворимая соль – гипс  $\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$ , остальные соли относятся к легкорастворимым. Наибольшее значение имеет накопление в почве легкорастворимых солей, которые формируют ионный состав почвенного раствора, его кислотно-основные свойства и при высокой концентрации (более 0,25 %) токсичны для растений. Соли натрия, кроме того, вытесняют из ППК ионы кальция и магния, способствуют разрушению структуры (пептизации) почвы.

Степень засоленности почвы или их горизонтов устанавливают по величине сухого остатка (в %), образовавшегося после выпаривания водной вытяжки из почвы (табл.). Этот показатель дает довольно общее представление о содержании минеральных солей, т.к. представляет собой сумму водорастворимых веществ (органических и минеральных). Содержание водорастворимых солей в большинстве почв колеблется от сотых до десятых долей процента.

Группы почв по степени засоленности	Сухой остаток, %
Незасоленные	0,25 – 0,30
Слабозасоленные	0,30 – 0,50
Среднезасоленные	0,50 – 1,0
Сильнозасоленные	1,0 – 2,0
Солончаки	2,0 – 4,0

Типы засоления почв определяют по составу анионов:

с о д о е – среди солей преобладает сода (карбонаты  $\text{CO}_3^{2-}$  и гидрокарбонаты  $\text{HCO}_3^-$ );

х л о р и д н о е – среди солей резко преобладают хлориды ( $\text{Cl}^-$ );

с у л ь ф а т н о е – среди солей резко преобладают сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ );

с у л ь ф а т н о - с о д о в о е – среди солей преобладают сульфаты и карбонаты, но карбонатов больше, чем сульфатов;

с у л ь ф а т н о - х л о р и д н о е – среди солей преобладают сульфаты и хлориды, но хлоридов больше, чем сульфатов;

х л о р и д н о - с у л ь ф а т н о е – также преобладают сульфаты и хлориды, но сульфатов больше, чем хлоридов.

Определить тип засоления можно в лабораторных условиях с помощью качественного анализа водной вытяжки.

Степень и тип засоления являются важными диагностическими (классификационными) признаками засоленных почв (солончаков, солончаковых почв и солонцов).

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

Глубина залегания карбонатов кальция и магния и характер их распределения по профилю позволяет установить степень развития процессов выщелачивания в почве.

#### *Определение общей суммы водорастворимых веществ (сухой остаток)*

Сухой остаток представляет собой продукт выпаривания водной вытяжки из почвы. Фактически он является суммой всех водорастворимых соединений почвы, как неорганических, так и органических. Водную вытяжку готовят в объеме, достаточном для последующего качественного анализа (определения типа засоления).

1. Из почвы, измельченной и пропущенной через сито с диаметром отверстий в 1 мм, берут навеску в 50 г и помещают в колбу объемом 500 см<sup>3</sup>. В колбу приливают 250 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, лишенной СО<sub>2</sub> (кипячение 30 мин).

2. Содержимое колбы взбалтывают или перемешивают с помощью лабораторной мешалки 5 мин, закрывают пробкой и оставляют отстаиваться на 24 ч.

3. После отстаивания содержимое взбалтывают и переносят в воронку с обеззоленным бумажным фильтром. Фильтрат собирают в коническую колбу объемом 250 см<sup>3</sup>.

4. После окончания фильтрования отбирают пипеткой 25-50 см<sup>3</sup> фильтрата (в зависимости от предполагаемой степени засоления) и переносят в фарфоровую чашку емкостью 50 – 100 см<sup>3</sup>, предварительно высушенную в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение трех часов и взвешенную на аналитических весах. Оставшуюся вытяжку используют для качественного анализа.

5. Содержимое чашки выпаривают на водяной или песчаной бане, следя, чтобы жидкость не кипела, и не подгорал образовавшийся сухой остаток.

6. После выпаривания чашку с остатком тщательно вытирают снаружи полотенцем и просушивают в сушильном шкафу в течение трех-четырех часов при температуре 105 °С. Затем чашку охлаждают в эксикаторе и взвешивают на аналитических весах.

7. Сухой остаток вычисляют по формуле:

$$A, \% = (a \times V \times 100) / (b \times c)$$

где А - сухой остаток (%);

а - масса сухого остатка (г);

V - общее количество воды, взятой для приготовления водной вытяжки (мл);

100 - коэффициент перевода в проценты;

b - объем вытяжки, взятой на выпаривание (мл);

c - общая навеска почвы (г).

*Оборудование:* аналитические весы; конические колбы объемом 100 и 250 см<sup>3</sup>; воронки; стеклянные палочки; фарфоровая ступка с пестиком; сито с диаметром отверстий в 1 мм; выпаривательные чашки; водяная или песчаная баня; фильтровальная бумага (обеззоленная); сушильный шкаф; дистиллированная вода.

### ***Исходные данные для расчета***

<b>Вариант</b>	<b>а, масса сухого остатка (г)</b>	<b>V - общее количество воды, взятой для приготовления водной вытяжки (мл);</b>	<b>В - объем вытяжки, взятой на выпаривание (мл);</b>	<b>с - общая навеска почвы (г).</b>
1	0,006	250	25	50,00
2	0,015	261	26	52,26
3	0,019	266	27	53,25
4	0,023	255	26	51,00
5	0,028	266	27	53,23
6	0,032	271	27	54,22
7	0,035	255	26	51,07
8	0,040	266	27	53,2
9	0,044	271	27	54,19
10	0,047	255	26	51,10
11	0,053	266	27	53,17
12	0,057	271	27	54,16
13	0,059	255	26	51,13
14	0,065	266	27	53,14
15	0,069	271	27	54,13
16	0,071	260	26	52,16
17	0,078	271	27	54,11
18	0,085	276	28	55,10
19	0,083	260	26	52,19
20	0,090	270	27	54,08
21	0,098	275	28	55,07
22	0,095	260	26	52,22
23	0,103	270	27	54,05
24	0,111	275	28	55,04
25	0,107	260	26	52,25

## Лабораторная работа 1

2 часа

### ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОЧВ ПОЛЯРНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОЯСА

*Цель работы* - Ознакомиться с основными типами почв зоны.

#### *Задачи работы*

1. Ознакомиться с условиями почвообразования в полярном поясе.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной области, морфологическими и физико-химическими свойствами.

#### *Обеспечивающие средства*

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

#### *Задание*

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

#### *Порядок работы:*

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

*Название почвы:* тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_.

#### *Условия почвообразования:*

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.) \_\_\_\_\_
2. Тип водного режима \_\_\_\_\_
3. Рельеф \_\_\_\_\_
4. Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. Растительность (животный мир) \_\_\_\_\_

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2
0	

3
A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

Дополнительные источники:

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

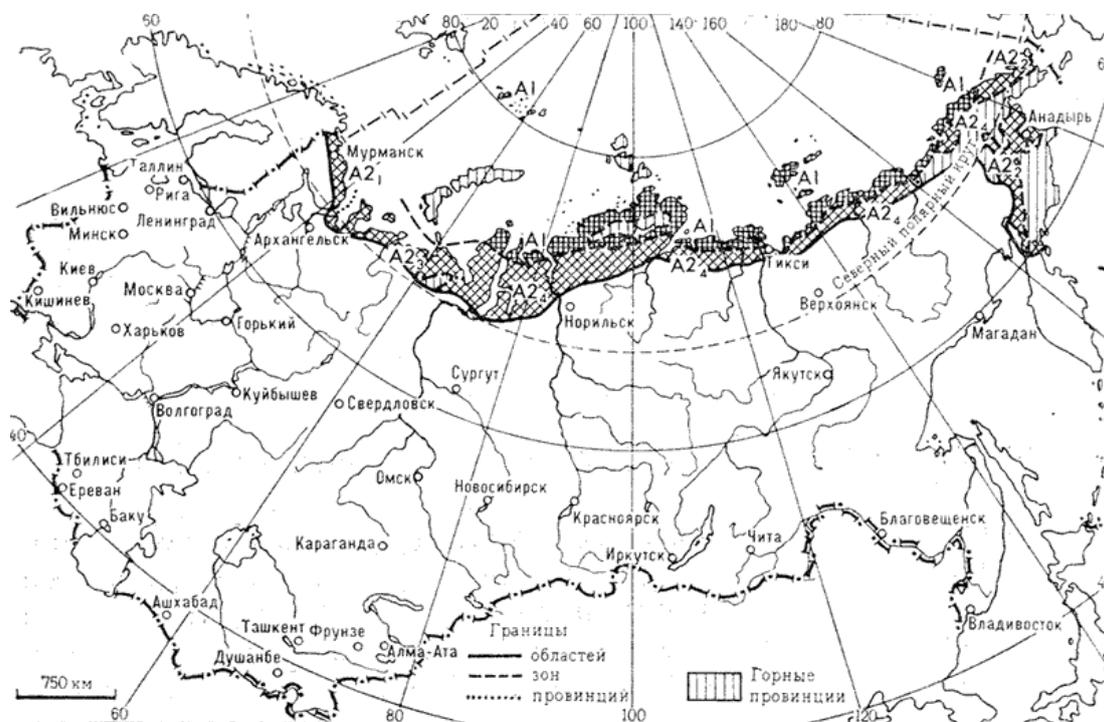
[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://info-soil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

### ПОЛЯРНЫЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОЯС

Полярный пояс занимает 14,3% площади России. Он ограничен на юге суммами температур выше 10°C, не превышающими 400-600°, а на севере период с температурой выше 10°C отсутствует. Ввиду ограниченности данных о почвенном покрове полярный пояс рассматривается как единая Евразийская полярная область.



#### Евразийская полярная область

Равнинные зоны (подзоны)

Горные провинции

<p>A1. Арктическая зона (<i>арктические и тундровые почвы</i>)</p> <p>A2. Субарктическая зона (<i>тундровые почвы</i>)</p> <p>A2<sub>1</sub>. Кольская провинция (<i>тундровые иллювиально-многогумусные (оподзоленные) почвы</i>)</p> <p>A2<sub>2</sub>. Чукотско-Анадырская провинция (<i>тундровые перегнойно-глеевые почвы</i>)</p> <p>A2<sub>3</sub>. Канинско-Печорская провинция (<i>тундровые глеевые и тундровые иллювиально-гумусовые мерзлотные почвы</i>)</p> <p>A2<sub>4</sub>. Северо-Сибирская провинция (<i>тундровые глеевые и тундровые слабogleевые иллювиально-малогумусовые мерзлотные почвы</i>)</p>	<p>a1. Уральско-Новоземельская провинция. (<i>горно-тундровые глеевые мерзлотные, горно-тундровые дерновые мерзлотные, горно-арктические мерзлотные и примитивные почвы</i>)</p> <p>a2. Чукотская провинция (<i>горно-тундровые дерновые мерзлотные, примитивные арктические, горно-тундровые глеевые мерзлотные почвы</i>)</p> <p>a3. Таймырская провинция (<i>горно-тундровые мерзлотные и горно-арктические примитивные почвы</i>)</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Арктическая зона** включает острова Северного Ледовитого океана (за исключением о. Колгуев) и узкую приморскую азиатскую часть материка.

**Арктическая зона** в целом характеризуется очень холодным летом, избыточным увлажнением, суровой, длительной, иногда малоснежной зимой. Средняя температура самого теплого месяца не превышает 8-9°C, а самого холодного колеблется от -20° на западе и востоке зоны до -35°C в центральной части зоны. Количество осадков составляет от 150 до 330 мм (уменьшаясь в центральных областях и увеличиваясь в западных и восточных) при испаряемости от 50 мм на западе и востоке зоны до 100 мм в центральной ее части. Продолжительность теплого периода (с температурой свыше 0°) в среднем составляет 45-50 дней, с колебаниями от 25 до 66 дней.

*Геоморфологические условия* области очень разнообразны. Арктические почвы формируются на морских террасах и ледниковых равнинах, а также в предгорьях, сложенных коренными, чаще всего осадочными породами палеозойского и мезозойского возраста. Рельеф зоны в основном увалистый, с большим количеством озер. На склонах увалов в результате криогенных явлений происходит расчленение поверхности на более мелкие элементы рельефа - микросопочки, полигоны, бугры, которые лучше выражены на юге зоны, особенно на сильнольдистых грунтах.

Почвы формируются на разнообразных почвообразующих породах. Арктические почвы развиваются на щебнистых и каменистых породах и моренах, различных по механическому составу, но с преобладанием супесчаных и легкосуглинистых разновидностей. На засоленных грунтах по шлейфам склонов или на приморских побережьях формируются засоленные арктические почвы.

Для **арктических пустынь** характерна разорванность растительного покрова вследствие различных причин: морозного пучения грунтов, размыва дернины, оползания почвы, выдувания и т. д. Растительность располагается только по ложбинам отдельными куртинами и состоит из мхов, лишайников, грибов, водорослей, некоторых видов цветковых растений и изредка кустарников, т.е. тех форм растительных сообществ, которые могут существовать при минимальных количествах солнечного тепла. Степень покрытия почв растительностью не превышает 25%.

Одним из наиболее существенных факторов, влияющих на образование арктических и тундровых почв, является наличие многолетней мерзлоты на небольшой глубине, которая определяет водный и тепловой режим почв, интенсивность выветривания почвообразующих пород, скорость протекания геохимических и микробиологических процессов. Кроме того, мерзлотными процессами чаще всего определяется и характер микрорельефа арктических и тундровых почв, представленного полигонами, пятнами, буграми. Температура мерзлых почв колеблется от -1 -2°C в европейской части тундровой зоны до -9 -11°C в восточных районах зоны.

*Характерной особенностью почвообразования* в полярной области является большой недостаток тепла, в связи с чем растительность тундровых и в особенности арктических почв отличается чрезвычайно низкой продуктивностью. Арктические почвы, формирующиеся в суровых климатических условиях, характеризуются хорошей дренажностью, малым количеством осадков (преимущественно в виде снега), разреженным растительным покровом. Общими геохимическими особенностями этих почв являются замедленность процессов разрушения и изменения горных пород, малая скорость химических реакций, большое влияние исходных пород на почвообразование. В связи с этим почвы характеризуются маломощностью и неразвитостью профиля.

К югу от арктической зоны расположена **субарктическая зона** тундровых почв, которая простирается от северо-западной окраины Кольского полуострова до Берингова пролива и

ограничивается на юге таежно-лесной зоной. В пределах субарктической зоны выделяются четыре провинции: Кольская, Восточно-Европейская, Северо-Сибирская и Чукотско-Анадырская.

По климатическим условиям **субарктическая зона** отличается от арктической большей обеспеченностью теплом. На южной границе области средняя температура самого теплого месяца составляет 10-11°. Сумма годовых температур свыше 10° колеблется от 400° до 600°. Температура наиболее холодного месяца колеблется от -10° на Кольском полуострове, понижаясь в районах Восточной Сибири до -35° и вновь повышаясь на Чукотке до -15°. Продолжительность основного вегетационного периода с температурой выше 10° составляет около 35-50 дней, а безморозного периода — колеблется от 60 до 110 дней. Количество годовых осадков изменяется в зависимости от провинциальных особенностей зоны от 175-250 мм в Северо-Сибирской провинции (при испаряемости 100-150 мм) до 477 мм в западных и восточных провинциях зоны (при испаряемости 150-250 мм).

Субарктическая зона представлена террасовыми и ледниковыми, сильно заболоченными увалистыми равнинами. Местами здесь расположены низкие горы и плоскогорья, покрытые осыпями. Наличие вечной мерзлоты обуславливает широкое развитие озер, болот, бугристого и полигонального микрорельефа.

Субарктическая зона делится на провинции.

**Кольская провинция** представляет собой возвышенную равнину, сложенную комплексом кислых магматических пород с маломощным покровом ледниковых отложений, главным образом сильно завалуненных супесчаных морен, покровных песков и супесей.

**Восточно-Европейская провинция** сложена палеозойскими и мезозойскими осадочными породами, перекрытыми четвертичными отложениями большой мощности. Четвертичные породы представлены ледниковыми и морскими отложениями, состоящими из морен и флювиогляциальных наносов, которые на юго-востоке перекрыты плащом пылеватых суглинков мощностью 3-5 м, а на севере - осадками морских трансгрессий.

**Чукотско-Анадырская провинция** покрыта мощной толщей четвертичных отложений - ледниковых, аллювиальных, озерных. На Чукотском полуострове почвообразующие породы тундровых и арктических почв представлены элювием и делювием коренных пород, различными моренами и морскими наносами. Механический состав пород преимущественно легкий - песчано-пылеватые суглинки, супеси, а иногда песчано-галечниковые наносы.

Обширная **Северо-Сибирская провинция** сложена ледниковыми (моренными и флювиогляциальными) отложениями и отложениями морских трансгрессий.

В **северной подзоне тундры** растительный покров не сомкнутый, но в отличие от арктических пустынь он отсутствует лишь на участках выдувания снега и на выходах сильнощелочистых пород. Растительность представлена в основном мхами, лишайниками, осоками и некоторыми видами злаковых и цветковых растений. Встречаются и мелкие кустарнички, такие, как черника, морошка, вереск и др. Для южной подзоны тундры характерно большее развитие мхов, осок и кустарников, таких, как карликовая ива и береза (ерник), багульник, голубика и др. В западных провинциях подзоны широко распространены болотные формации.

**Лесотундра** простирается в самой южной части зоны тундровых почв и граничит с лесной зоной. В лесотундре появляется древесная растительность, представленная в западных провинциях (до Урала) елью и березой, а в восточных - лиственницей. Лесные участки располагаются островами, а у северных границ подзоны - отдельными деревьями, которые по речным долинам смыкаются в массивы и проникают на север дальше, чем на водоразделах. Деревья в лесотундре очень угнетены, стволы обычно сильно искривлены в сторону от преобладающих ветров. Большие пространства лесотундры заняты болотами.

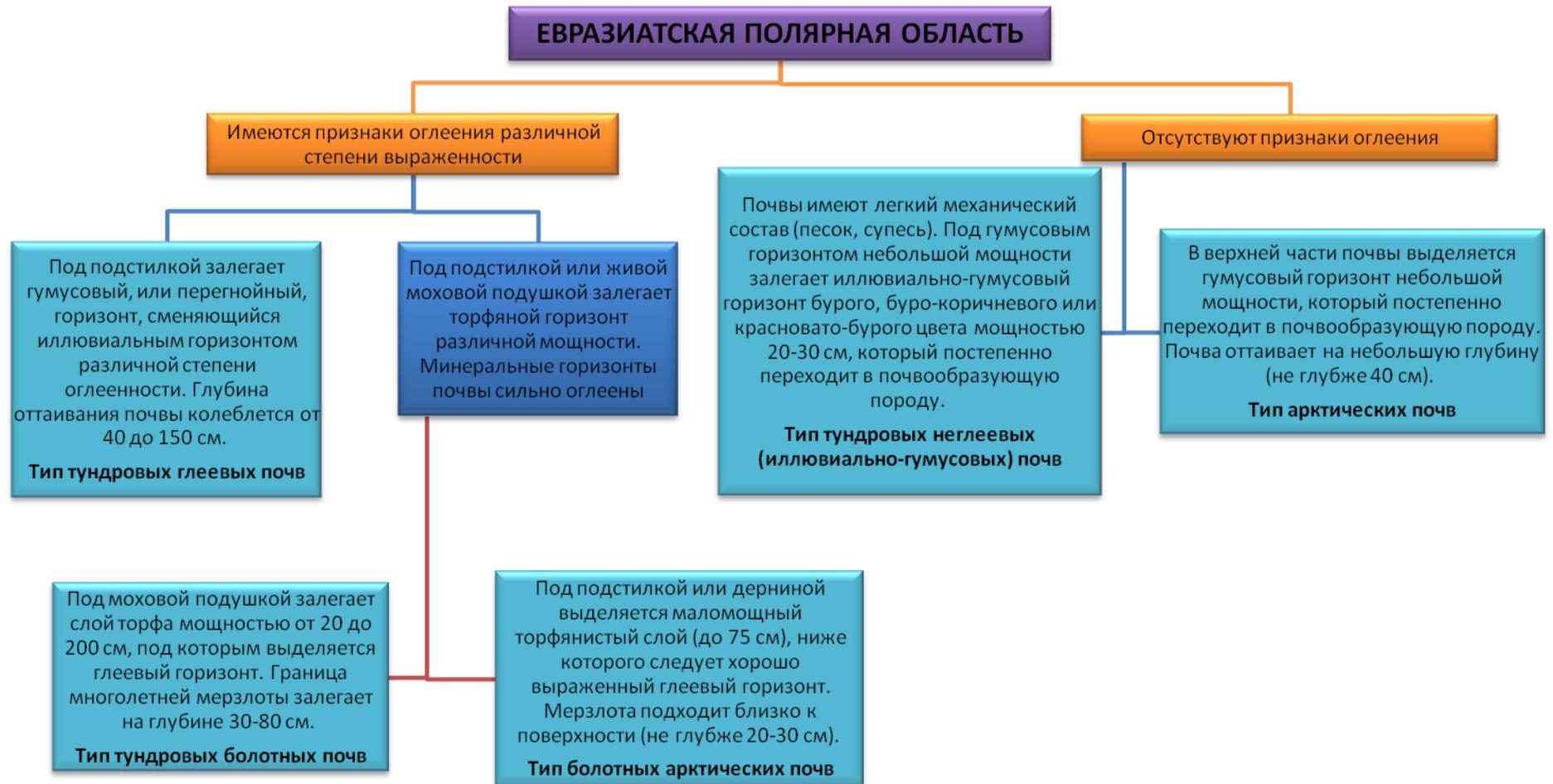
Почвообразование в **тундре** отличается от арктического повышенным увлажнением и несколько большим притоком тепла. Микробиологические процессы охватывают только верхнюю (20-30 см) толщу почвенного профиля. Почвы характеризуются замедленным темпом биологического круговорота веществ (бедность бактериальной флоры, замедление процессов разложения опада, слабая аэрация и т.д.) и замкнутостью водного и солевого режимов вследствие близкого залегания горизонта многолетней мерзлоты, в связи с чем в почвах накапливаются слаборазложившиеся органические остатки растений и образуются большие количества воднорастворимых гумусовых веществ, благоприятствующих развитию процессов оглеения. Заметной

дифференциации ила и полуторных окислов в профиле тундровых почв не обнаруживается, но в ряде случаев отмечается аккумуляция гумуса и железа в надмерзлотном горизонте.

*В южной подзоне тундр*, где оттаивание мерзлоты происходит на большую глубину, проявляется нисходящий ток почвенных растворов и создаются благоприятные условия для развития подзолистого процесса. На таких территориях широкое распространение получают оподзоленные почвы.

### *Горные провинции*

**Уральско-Новоземельская провинция.** Почвенный покров не изучен, предположительно горно-тундровые глеевые мерзлотные, горно-тундровые дерновые мерзлотные, горно-арктические мерзлотные и примитивные почвы.



**Чукотская провинция** предположительно горно-тундровых дерновых мерзлотных, примитивных арктических, горно-тундровых глеевых мерзлотных почв; почвенный покров не изучен.

**Таймырская провинция** горно-тундровых мерзлотных и горно-арктических примитивных почв.

### ТИП АРКТИЧЕСКИХ ПОЧВ

Арктические почвы распространены на островах Ледовитого океана (кроме о. Колгуев) и на узкой полосе вдоль азиатского побережья материка. Они формируются в суровых климатических условиях арктической зоны полярной области и характеризуются слабым развитием почвенных процессов, неразвитостью почвенного профиля, разреженностью растительного покрова, состоящего преимущественно из мхов и лишайников. Большое влияние на формирование арктических почв оказывают многолетняя мерзлота, оттаивающая в летний период на небольшую глубину (30-50 см), и связанные с ней мерзлотные процессы (пучение, растрескивание, протаивание и т.д.). Для арктической зоны характерны увалистые формы рельефа и большое количество озер. Почвы формируются на каменистых породах и различных по механическому составу моренах.

Почвенный покров в арктической зоне представлен комплексом почв-пятен и соответствующих арктических почв под растительностью.

Профиль почв, развитый под куртиной ивово-мохово-злаковой растительности, имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - живая подушка из мха и лишайников мощностью 2-3 см;

$A_1$  - гумусовый горизонт мощностью 4-10 см, коричнево-бурый, влажный, суглинистый, мелкокомковато-зернистый, пористый, тонкотрещиноватый; содержит много корней растений, уплотнен; по трещинам коричнево-бурая окраска опускается до глубины 10 см, граница заметная, но неровная;

$A_1C'$  - переходный горизонт мощностью 17-23 см, светло-бурый, суглинистый, влажный, зернистой или комковатой структуры, пористый, тонкотрещиноватый, плотный, иногда присутствуют каверны или трещины (мерзлотного происхождения), вытянутые в горизонтальном направлении; по каналам отмерших корней цвет серовато-сизоватый; корней меньше, чем в предыдущем горизонте, иногда встречаются обломки породы; переход заметный;

$A_1C''$  - переходный горизонт мощностью около 20 см, бурый, темно-бурый или коричневый, влажный, суглинистый, ореховато-глыбистой структуры, плотный; переход по границе оттаивания.

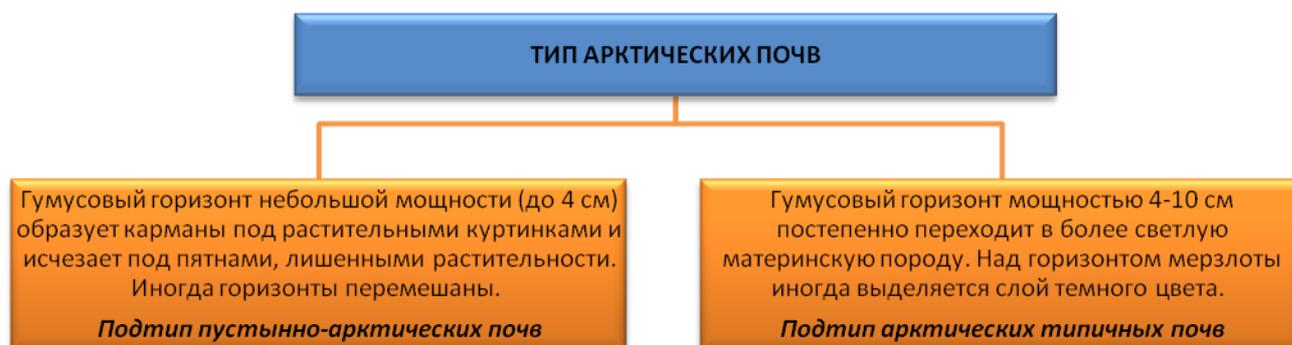
$C$  - материнская порода, иногда состоящая из обломков плотных пород, буроватого цвета, суглинистая, мерзлая с многочисленными кристаллами и линзами льда.

Под пятнами, лишенными растительного покрова, выделяются арктические почвы, в которых могут отсутствовать верхние перегнойные горизонты, выделяемые в профиле типичной арктической почвы. На поверхности таких почв выделяется пористая корочка мощностью 3-4 см, иногда засоленная (белесые выцветы на поверхности почвы), или слой щебня, образующийся в результате вымораживания обломков породы. Горизонты могут быть перемешаны в результате мерзлотных процессов.

Арктические почвы плохо изучены, но существующие данные позволяют дать некоторую характеристику их. Содержание гумуса в верхних горизонтах может достигать значительных величин до 12%, но книзу постепенно убывает. Под оголенными пятнами содержание гумуса может достигать 3%, уменьшаясь в нижних горизонтах до 1,5%. Состав гумуса преимущественно фульватный. Органическое вещество перемещается в виде комплексных соединений с полуторными окислами. Реакция верхних горизонтов-нейтральная или слабокислая, книзу становится более щелочной. Почвы, как правило, насыщены основаниями. Валовое содержание элементов показывает слабую их дифференциацию по профилю и отсутствие процессов выщелачивания. Некоторое увеличение содержания железа в

верхних горизонтах объясняется его криогенным (мерзлотным) накоплением.

В арктической зоне климатические условия способствуют развитию механического выветривания, тогда как химическое слабо выражено, что приводит к незначительному накоплению илстой фракции в почвах и преобладанию супесчаных и легкосуглинистых, иногда сильно хрящеватых разновидностей их.



Тип Арктических почв включает в себя следующие **подтипы**:

**Подтип пустынно-арктических почв** Гумусовый горизонт небольшой мощности (до 4 см) образует карманы под растительными куртинками и исчезает под пятнами, лишенными растительности. Иногда горизонты перемешаны.

Эти почвы распространены в северной части арктической зоны на выровненных участках островов, сложенных мелкоземистыми или щебнисто-мелкоземистыми отложениями, с очень

разреженной растительностью. Растительный покров представлен редкими куртинами, расположенными на расстоянии нескольких метров друг от друга и приуроченными преимущественно к микропонижениям и морозобойным трещинам, и состоит из мхов, лишайников и отдельных цветковых растений с тонкой пленкой водорослей на поверхности почвы. Оттаивание пустынно-арктических почв в летний период (около 1,5 месяца) незначительно и редко превышает 40 см. Поверхность земли в арктических пустынях разбита сетью вертикальных морозобойных трещин на многоугольники или круглые полигоны размером от 10 до 20 м.

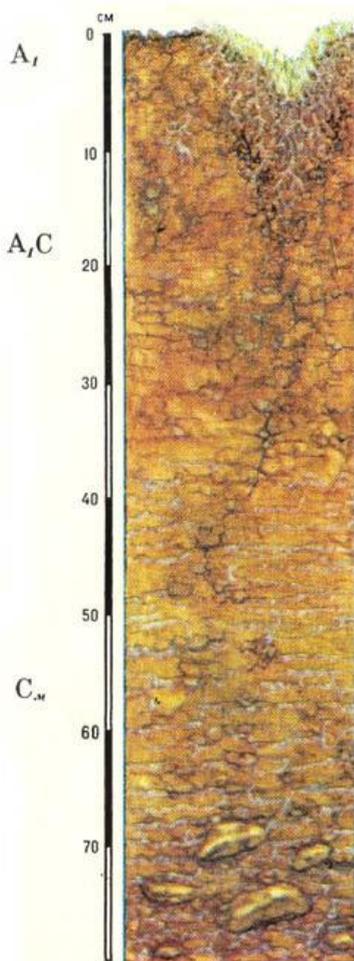
Под мохово-лишайниковой куртиной этой почвы выделяются следующие горизонты:

$A_1$  - гумусовый горизонт мощностью до 4 см (обычно 1-2 см), темно-коричневый или желтовато-бурый, легкосуглинистый или супесчаный, непрочно зернистой структуры, содержит большое количество растительных остатков и корней растений. Этот горизонт образует карманы или гнезда под растительными куртинами и вблизи них и выклинивается под лишенным растительности пятном; переход заметный, граница неровная;

$A_1C$  - переходный горизонт мощностью 30-40 см, светло-коричневый или буровато-желтоватый, иногда пятнистый, супесчаный, бесструктурный или непрочно комковатой структуры; переход по границе оттаивания;

$C$  - материнская порода, светло-бурая, супесчаная, плотная, иногда щебнистая, мерзлая.

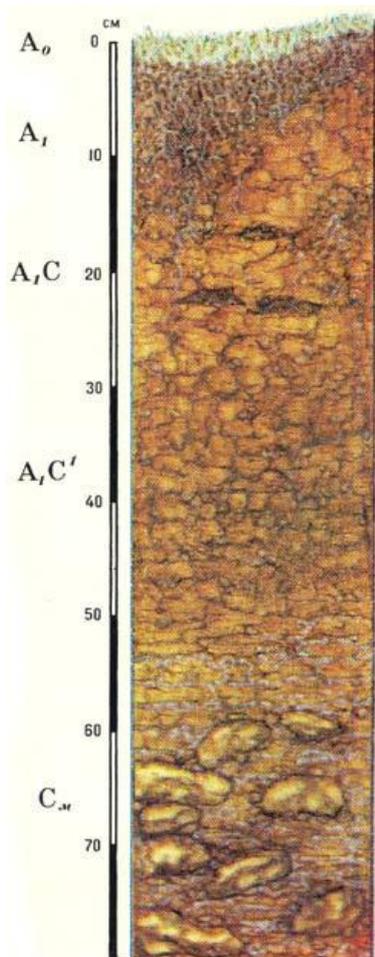
Рассматриваемые почвы изучены очень слабо, поэтому данных по составу и свойствам их мало. Гумуса в верхних горизонтах обычно содержится незначительное количество (1-2%), но иногда достигает больших величин (до 6%). Падение его с глубиной очень резкое. Реакция почв нейтральная (рН  $H_2O$  6,8-7,4). Сумма обменных оснований не превышает 10-15 мг-экв на 100 г почвы, но



степень насыщенности основаниями почти полная- 96-99%. В пустынно-арктических почвах может накапливаться в значительных количествах подвижное железо.

**Подтип арктических типичных почв** Гумусовый горизонт мощностью 4-10 см постепенно переходит в более светлую материнскую породу. Над горизонтом мерзлоты иногда выделяется слой темного цвета.

Почвы распространены преимущественно в южной части арктической зоны под менее разреженной мохово-разнотравно-злаковой растительностью, которая в основном приурочена к морозобойным трещинам и покрывает 15-25% площади. Полный почвенный профиль приурочен к таким трещинам.



Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A<sub>0</sub> - моховая и лишайниковая подушка мощностью 2-3 см;

A<sub>1</sub> - гумусовый горизонт мощностью 0-10 см, коричнево-бурый, суглинистого механического состава, мелкокомковато-зернистой структуры, пронизан порами, трещинами, корнями растений, по трещинам и ходам корней коричнево-бурая окраска опускается до 10 см, плотноват, граница заметная, но неровная. К середине лишнего растительного покрова пятна этот горизонт выклинивается;

A<sub>1</sub>C - переходный горизонт мощностью 35-45 см, светло-бурый, книзу темнеет до темно-бурого или коричневого, суглинистый, комковато-ореховатый, плотный, трещиноватый, корней меньше, чем в предыдущем горизонте; переход по границе оттаивания, может разделяться на подгорizontы;

C - материнская порода, иногда состоящая из обломков пород буроватого цвета, мерзлая, с линзами и кристаллами льда.

Эти почвы также недостаточно изучены. Как уже указывалось, они могут содержать в верхних горизонтах довольно значительное количество гумуса, которое постепенно уменьшается вниз по профилю.

В составе органического вещества преобладает фракция фульвокислот. Отношение C<sub>r</sub> : C<sub>ф</sub>=0,4-0,5. Отношение углерода к азоту довольно широкое - 10-18. Емкость поглощения невелика - около 20 мг-экв на 100 г почвы, а почвенный поглощающий комплекс почти полностью насыщен основаниями. Реакция почв близка к нейтральной. Почвы содержат большое количество

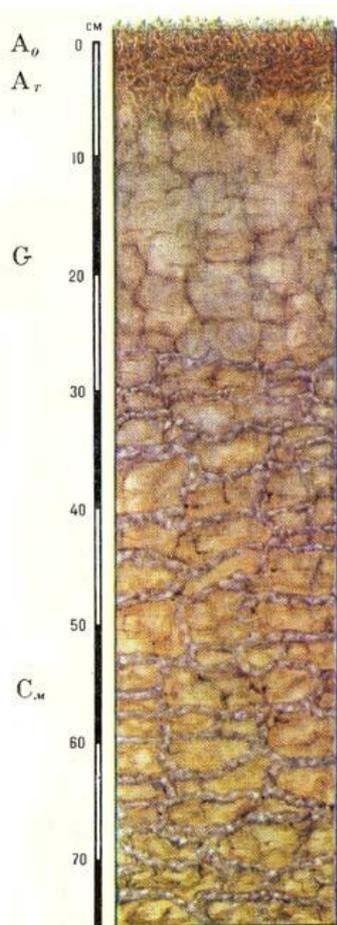
подвижного железа.

## ТИП БОЛОТНЫХ АРКТИЧЕСКИХ ПОЧВ

Эти почвы очень слабо изучены, поэтому данных, характеризующих их, мало. Они формируются в условиях переувлажнения тальными водами ледников и снежников, а также на пониженных участках с застойными водами. В первом случае болотные арктические почвы имеют плохо выраженные генетические горизонты, образованные мелкоземом и щебнем, принесенными талой водой. Почвы покрыты мохово-злаковой растительностью. Огления почвенных горизонтов не наблюдается из-за большой насыщенности талых вод кислородом. Распространение ограничено.

Во втором случае болотные арктические почвы расположены на пониженных выровненных участках приморских равнин, в западинах и ложбинах притеррасных равнин и долин крупных рек, где вода может застаиваться в течение длительного периода. Оглеенные горизонты хорошо выражены в нижней части маломощного почвенного профиля.

Растительный покров представлен сплошным злаково-моховым ковром. Мерзлые горизонты залегают на глубине 20-30 см.



Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_d$  - дернина мхов и злаков мощностью 1-2 см, темно-бурая, снизу слегка трещиноватая;

$A_{г}$  - торфянистый горизонт мощностью 2-5 см, бурый, торфянистый, перемешан с мелкоземом, пронизан корнями; переход резкий;

G - глеевый горизонт мощностью около 30 см, сизовато-серый с ржавыми примазками и пятнами, тяжелосуглинистый, вязкий; переход по границе оттаивания;

$C_{м}$  - материнская порода, слабооглеенная в верхней части, мерзлая, с линзами и кристаллами льда.

Почвы имеют тяжелый механический состав, плохо аэрируемы, реакция их близка к нейтральной, отличаются довольно насыщенным поглощающим комплексом.

### ТИП ТУНДРОВЫХ ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ

Распространены от Кольского полуострова до Берингова пролива, тянутся широкой полосой вдоль побережья Северного Ледовитого океана и ограничены на юге таежно-лесной зоной бореального пояса. В связи с различием климатических, геоморфологических и почвенных характеристик выделяются четыре провинции: Кольская, Восточно-Европейская, Северо-Сибирская и Чукотско-Анадырская. Климат довольно суровый и характеризуется низкими отрицательными температурами воздуха в зимний период (особенно в Северо-Сибирской провинции).

Тундровые глеевые почвы приурочены преимущественно к породам тяжелого механического состава (суглинистые и глинистые) и залегают на увалистых ледниковых равнинах. Глубина оттаивания многолетней мерзлоты колеблется от 50 до 150 см. Растительный покров представлен на севере мхами, лишайниками, осоково-злаковыми ассоциациями различной степени разреженности, южнее появляются кустарники и на южной границе - древесные породы растений.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - подстилка из полуразложившихся остатков растений, несколько оторфованная, мощностью 3-5 см, с лишайниками и мхами;

$A_1$  - грубогумусовый или перегнойный горизонт мощностью 0-12 см, темновато-бурый или темно-серый, суглинистый, влажный, густо переплетен корнями, иногда выклинивается; граница неровная, переход ясный;

$B_g$  - иллювиальный горизонт мощностью 8-12 см, неравномерно окрашенный, на буром фоне ржавые и бледные сизые пятна (сизовато-ржавый), суглинистый, содержит много корней;

$B_g$  (G) - иллювиальный (или глеевый) горизонт мощностью 20-25 см, бурый с неясными сизыми и ржавыми пятнами (иногда сизый с ржавыми пятнами), суглинистый, влажный, корней меньше, иногда тиксотропный;

$B_g''$  - иллювиальный горизонт мощностью 12-15 см, неравномерно окрашенный, с темно-сизыми и ржавыми пятнами на буром фоне, суглинистый, влажный, корней мало, внизу - мерзлый, часто тиксотропный;

$G_M$  - глеевый, темно-сизый, суглинистый, содержит много льдистых прожилок.

Глеевые или оглеенные горизонты могут меняться местами и даже выпадать. Сильно оглеенные горизонты (G и  $G_M$ ) сизо-серые, голубовато-сизые и зеленовато-серые. При общем буроватом фоне минеральных горизонтов с сизыми и ржавыми пятнами выделяется горизонт  $B_g$ .

Для этих почв влажных фаций (восточноевропейские, чукотско-анадырские) важнейшим морфологическим признаком служит наличие глеевого тиксотропного горизонта. Явление тиксотропии - это способность сильно-увлажненных почв под влиянием механических воздействий переходить из вязко-пластичного состояния в плавунную массу и через некоторое время возвращаться в прежнее состояние без уменьшения влажности. В континентальных тундрах явление тиксотропии встречается достаточно редко. В целом можно отметить, что по подзонам тундры тиксотропность и оглеение уменьшаются с юга на север.

Почвы характеризуются полной выщелоченностью от легкорастворимых солей и карбонатов и значительной прогумусированностью как почв, так и продуктов выветривания. Содержание гумуса в верхних горизонтах достигает 10%, а в торфянистых и перегнойных почвах - до 40 %. Гумус характеризуется преобладанием бесцветных органических веществ (типа фульвокислот), связанных с полуторными окислами и характеризующихся большой подвижностью. Отношение  $C_r : C_f = 0,1-0,8$ . На глубине 60-70 см гумуса содержится от 0,3 до 3,0% (надмерзлотная аккумуляция). Реакция почв в различных подзонах колеблется от кислой и слабокислой до нейтральной. Наиболее кислыми являются тундровые глеевые почвы южной тундры и лесотундры. Органогенные горизонты тундровых почв значительно кислее минеральных. Емкость поглощения тундровых глеевых почв, как правило, небольшая, но степень насыщенности основаниями высокая (до 98%), за исключением органогенных горизонтов. По подзонам тундры с юга на север степень насыщенности основаниями увеличивается. Различия генетических горизонтов тундровых глеевых почв по валовому составу невелики. Так же незначительна дифференциация илистых фракций и минеральных компонентов по профилю почвы.

Для этих почв характерны высокая плотность, низкая порозность (особенно в глеевых горизонтах), слабая аэрация, низкая фильтрационная способность. В ряде случаев в этих почвах бывает хорошо выражена криогенная зернистая или ореховатая, но совершенно неводопрочная структура.

Обширные территории, занятые тундровыми почвами, служат кормовой базой северного оленеводства. В этих зонах сосредоточено 41,6% всей площади оленеводческих пастбищ страны. Основные пастбища расположены в полосе мохово-лишайниковых и кустарниковых тундр.

Тип тундровых глеевых почв включает в себя следующие *подтипы*:

**Подтип собственно тундровых глеевых почв** Гумусовый горизонт отсутствует. Под подстилкой залегает глеевый горизонт различной степени выраженности, часто тиксотропный.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - подстилка мощностью 3-5 см, состоящая из мхов, стеблей кустарников и злаков;

$G$  - глеевый горизонт различной мощности (на глубину оттаивания), неоднородного буровато-сизого цвета, суглинистый, влажный, часто тиксотропный, переход по границе оттаивания;

$G_M$  - глеевый горизонт, мерзлый суглинистый, с льдистыми жилами и линзами.

Такие почвы распространены преимущественно в континентальных провинциях, но иногда могут быть обнаружены в любой провинции на повышенных водораздельных территориях.

**Подтип арктотундровых почв** Почвенный профиль маломощный (мощность гумусового горизонта не превышает 7 см), явления тиксотропии отсутствуют.

Эти почвы распространены в северной части субарктической зоны под осоково-разнотравной растительностью с участием полярной ивы. На пониженных участках и территориях со слабым дренажем развивается мохово-осоковая растительность. Оголенные пятна вымораживания на повышениях имеют подчиненное значение. Среди тундровых арктических почв преобладают суглинистые варианты.



Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - живая подстилка из мхов, стеблей полярной ивы, корней осок мощностью 1-5 см, внизу несколько оторфована;

$A_0A_1$  - перегнойный горизонт мощностью 3-7 см, темно-коричневый или коричневый, с большим количеством корней, суглинистый, мокрый, иногда отслаивается от нижележащего, под лишней растительности пятном может отсутствовать; переход резкий;

$G$  - глеевый горизонт разной степени выраженности мощностью 10-20 см, сизый или голубовато-сизый, с редкими железистыми прожилками по ходам корней или с ржавыми расплывчатыми пятнами, суглинистый, мокрый, вязкий, корней мало; переход заметный;

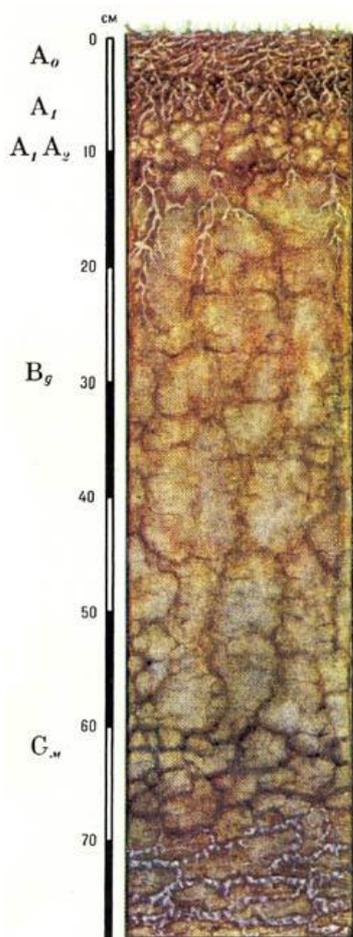
$BC$  - переходный горизонт мощностью от 15 до 30 см, бурый, с редкими железистыми прожилками по ходам корней, суглинистый, мокрый, встречаются единичные корни; переход заметный;

$C$  — почвообразующая порода, обычно мерзлая, иногда щебнистая, льдистая, с вертикальными и горизонтальными прожилками льда, бурая.

Для морфологического строения характерно наличие моховой дернины, перегнойного горизонта, голубовато-сизого глеевого горизонта и бурого надмерзлотного. Глеевый горизонт, однако, может быть выражен нечетко. В этом случае почва классифицируется как глееватая. Почвы очень маломощны, в них наблюдаются морозная трещиноватость и отсутствие явлений тиксотропии. Тундровые арктические почвы восточных фаций отличаются наличием гумусового горизонта, залегающего под подстилкой и характеризующегося большей минеральностью и большей дисперсированностью органического вещества, пропитывающего гумусовый горизонт.

В верхних горизонтах почв содержится значительное количество гумуса (3-7%). Оглеенные горизонты обеднены органическим веществом, но над мерзлотой, как правило, наблюдается второй максимум содержания гумуса - так называемый задержанный (ретжнизированный) гумус. Реакция почв слабокислая ( $pH_{H_2O} - 5,5$ ), причем наиболее низкая кислотность приурочена к глеевому горизонту. Сумма поглощенных оснований достигает 20 мг-экв на 100 г почвы, а степень насыщенности основаниями почвенного поглощающего комплекса составляет 60-80%. Наиболее насыщен основаниями перегнойный (гумусовый) горизонт. Содержание подвижного железа велико и обнаруживает два максимума - в

поверхностном и надмерзлотном горизонтах. Валовое содержание железа показывает накопление его в буром надмерзлотном горизонте и уменьшение в глеевом. Такое же распределение имеют кальций и магний. Содержание алюминия относительно стабильно по всему профилю почвы.



#### **Подтип тундровых глеевых оподзоленных почв В**

в нижней части гумусового горизонта или в верхней части глеевого выделяется оподзоленный горизонт в виде белесоватых осветленных пятен или в виде маломощной белесоватой прослойки.

Распространены в южной подзоне тундровых почв под кустарниковыми тундрами и лесотундрой. Характерной морфологической особенностью этих почв является наличие признаков слабовыраженного подзолистого процесса.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - подстилка мощностью 3-5 см, состоящая из полуразложившихся остатков растений, несколько оторфована;

$A_1(A_T)$  - гумусовый горизонт, иногда торфянистый, мощностью 0-30 см, коричнево-бурый или темно-серый, суглинистый, густо пронизанный корнями; переход ясный, иногда этот горизонт отсутствует;

$A_1(A_2V)$  - оподзоленный горизонт, иногда выраженный в виде прерывистых пятен, мощностью 1-2 см, белесоватого цвета, суглинистый, граница неровная;

$B_g(G)$  - глеевый минеральный горизонт различной мощности (на глубину протаивания), неравномерно окрашенный в буро-ржаво-сизые тона, суглинистый, иногда тиксотропный, в нижней части мерзлый;

$G_M$  - оглеенная почвообразующая порода, сизая, суглинистая, мерзлая, содержит много льдистых прожилок и

линз.

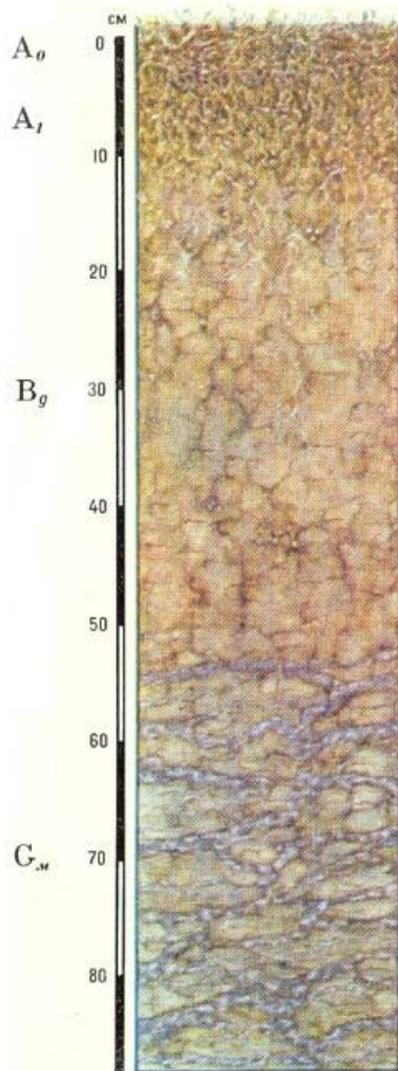
Провинциальные различия тундровых глеевых оподзоленных почв, как и тундровых глеевых типичных почв, проявляются в степени выраженности гумусового горизонта и в условиях разложения органического вещества. В океанических провинциях южной тундры и лесотундры (Кольская, Чукотско-Анадырская) поступление большого количества растительного спада (по сравнению с северными подзонами) и сильное переувлажнение способствуют образованию торфянистых и торфяных горизонтов мощностью до 20-30 см. В континентальных тундрах формируются гумусовые и перегнойные горизонты. Кроме того, по степени разложения<sup>TM</sup> органического вещества выделяются промежуточные органогенные горизонты тундровых глеевых оподзоленных почв — торфянисто-перегнойные, перегнойно-гумусовые.

По химическому составу тундровые глеевые оподзоленные почвы отличаются от типичных тундровых глеевых почв более кислой реакцией (рН  $H_2O$  - 4,5-5,5), повышенной гидролитической кислотностью органогенных горизонтов, заметной дифференциацией химических элементов и илистой фракции по профилю почв. Гумуса в оподзоленных тундровых глеевых почвах содержится от 1 до 5%, и подвижность его достаточно велика - на глубине 70 см количество гумуса доходит до 1 %. Сумма обменных катионов обычно составляет 10-20 мг-экв на 100 г почвы. Степень насыщенности основаниями колеблется от 30 до 70%.

**Подтип тундровых глеевых типичных почв** Под подстилкой залегает хорошо выраженный органогенный горизонт (торфянистый, перегнойный, гумусовый) до 12 см мощности. Глеевые горизонты часто обладают тиксотропными свойствами.

Наиболее широко развиты в полосе мохово-лишайниковых и частично кустарниковых; тундр и формируются преимущественно на суглинистых и глинистых породах на повышенных элементах рельефа.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:



$A_0$  - несколько оторфованная подстилка мощностью 3-5 см;

$A_1$  - гумусовый (перегнойный или торфянистый) горизонт мощностью 0-20 см, темно-серый или коричнево-бурый, суглинистый, влажный, переплетенный корнями растений, хорошо отслаивается от других горизонтов; граница неровная, иногда этот горизонт выклинивается;

$B_g(G)$  - иллювиальный горизонт (или глеевый), иногда подразделяется на подгоризонты, мощностью 40-55 см, оглеенный, неравномерно окрашенный, на буром фоне ржавые и сизые пятна, влажный, суглинистый, иногда слоистый, часто тиксотропный; переход по границе оттаивания;

$G_m$  - глеевый, мерзлый, темно-сизый, суглинистый, со многими льдистыми прожилками.

Большое разнообразие природных условий полосы распространения тундровых глеевых почв позволяет выделить провинциальные особенности этих почв, касающиеся преимущественно различия в степени сформированности гумусового горизонта и разложения органического вещества.

Во влажных океанических провинциях восточноевропейских и чукотско-анадырских тундр разложение растительного опада происходит в условиях повышенного увлажнения, что способствует образованию торфянистых и торфянисто-перегнойных горизонтов мощностью 10-20 см, в связи с чем выделяются тундровые глеевые типичные торфянистые и торфянисто-перегнойные почвы. Для европейских тундр характерно довольно сильное оглеение профиля и преобладание поверхностного оглеения, наличие тиксотропного горизонта. В Кольской провинции

тундровые глеевые типичные почвы встречаются редко.

В континентальных тундрах (Северо-Сибирская провинция) разложение растительного опада идет быстрее, в теплый период преобладают аэробные условия, поэтому формируются гумусовые, перегнойно-гумусовые или перегнойные горизонты. В перегнойных тундровых глеевых почвах органогенный горизонт имеет довольно большую мощность, буроватую или буровато-коричневую окраску, грубогумусный состав. В гумусных тундровых глеевых почвах, распространенных преимущественно в тундрах Восточной Сибири, под слоем подстилки залегает хорошо развитый гумусовый горизонт с высокой степенью разложения органического вещества. Оглеение здесь, как правило, надмерзлотное, а верхняя часть профиля сильно окислена. Мерзлота близко расположена к поверхности. В тундрах Западной Сибири из-за слоистости почвообразующих пород оглеение имеет контактный характер.

Для тундровых глеевых типичных почв характерны глубокое пропитывание гумусом всего профиля почвы и накопление его в надмерзлотном слое, низкая скорость минерализации (разложения) органического вещества и большая поглотительная способность перегноя.

Высокое содержание обменных оснований в верхних горизонтах обусловлено биологическим накоплением их в результате минерализации растительных остатков. Количество поглощенных катионов в минеральных горизонтах сокращается, но продолжает оставаться довольно высоким (14-17 мг-экв на 100 г почвы). Степень насыщенности основаниями достигает 80-90% в нижних горизонтах, тогда как в верхних — 60-70%. Реакция органогенных горизонтов слабокислая или нейтральная, в минеральных горизонтах понижается до кислой.

Тундровые глеевые типичные почвы слабо дифференцированы по механическому составу и валовому содержанию химических элементов, но в то же время содержат большое количество подвижных форм кремнекислоты и полуторных окислов, особенно в тиксотропных горизонтах, которые образуют устойчивые органо-минеральные комплексы.

### **ТИП ТУНДРОВЫХ НЕГЛЕЕВЫХ (ИЛЛЮВИАЛЬНО-ГУМУСОВЫХ) ПОЧВ**

Распространены во всех подзонах субарктической зоны, во наиболее типичны для континентальных провинций арктической и типичной тундры и лесотундры. Такие почвы развиваются на хорошо дренированных супесчано-щебнистых отложениях и породах легкого механического состава. Песчаные и супесчаные почвы оттаивают на большую глубину по сравнению с суглинистыми и глинистыми почвами и обладают большей водопроницаемостью, что способствует лучшей аэрации почв и создает условия для вымывания и выщелачивания.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A<sub>0</sub> - живая мохово-лишайниковая подушка с спадом кустарничков и трав, мощностью 1-5 см;

A<sub>1</sub> - органогенный горизонт мощностью 3-12 см торфянистого, перегнойного или грубогумусового характера, серый с коричневатым или буроватым оттенком, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, пронизан корнями; переход ясный;

B<sub>hf</sub> - иллювиально-гумусово-железистый горизонт мощностью 20-30 см, бурый, буро-коричневый и красновато-бурый, супесчаный или песчаный, рыхлый, бесструктурный, корней мало; переход ясный;

BC - переходный к почвообразующей породе горизонт мощностью 20-40 см, обычно светлее предыдущих, буроватого, зеленоватого или сероватого цвета песок, рыхлый, бесструктурный, иногда щебнистый, в нижнем слое мерзлый, с небольшим количеством льда, непрочный; переход по границе оттаивания;

C<sub>m</sub> - песчаная, иногда щебнистая почвообразующая порода, мерзлая.

В почвах южной подзоны тундры и лесотундры под органогенным горизонтом A<sub>1</sub> выделяется подзолистый горизонт A<sub>2</sub> различной степени выраженности.

По содержанию гумуса и степени его разложения органогенные горизонты тундровых неглеевых почв довольно четко разделяются на торфянистые (содержание органического вещества 50-60%), торфянисто-перегнойные и перегнойные (20-40%) и грубогумусовые горизонты (с содержанием гумуса от 6 до 15%). В континентальных провинциях тундровых почв с более разложившим растительным покровом развиваются преимущественно перегнойные и гумусовые горизонты, тогда как в океанических — западных и восточных — провинциях чаще формируются торфянистые органогенные горизонты. Для всех почв характерно преобладание фульвокислот над гуминовыми и глубокое проникновение органического вещества по профилю почвы. На глубине 50 см содержание гумуса доходит до 4%, а в иллювиально-гумусовом горизонте В — до 8%. Надмерзлотная аккумуляция гумуса не выражена.

Почвы имеют кислую и сильнокислую реакцию верхних органогенных горизонтов (рН Н<sub>2</sub>О около 4,0), а в нижних горизонтах значение рН несколько повышаются (до 5,0-5,3). Содержание поглощенных катионов в верхних горизонтах сильно варьируется в зависимости от содержания органического вещества, а в нижних — убывает до 5-10 мг-экв на 100 г почвы. Все почвы характеризуются ненасыщенным поглощающим комплексом. Степень насыщенности колеблется от 20 до 80 %. Гидролитическая и обменная кислотность высокая (доходит в верхних горизонтах до 40 мг-экв на 100 г почвы).

Легкий механический состав почв, а в ряде случаев сильная щебнистость обеспечивают их малую влагоемкость, высокую водопроницаемость и свободный дренаж, быстрое и достаточно глубокое оттаивание, отсутствие или малую длительность процессов сезонного переувлажнения и оглеения. Преобладают почвы с накоплением ила в верхней и средней частях профиля или с равномерным его распределением по профилю почвы.



Тип тундровых неглеевых (иллювиально-гумусовых) почв включает в себя следующие подтипы:

**Подтип тундровых иллювиально-гумусовых оподзоленных почв** Под органомогенным горизонтом залегает оподзоленный горизонт, выраженный в виде осветленных пятен или маломощной белесой прослойки (2-3 см).

Такие почвы встречаются в южной подзоне тундр и лесотундре на различных по составу массивно-кристаллических и рыхлых породах.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0A_1$  - грубогумусовый, иногда торфянистый горизонт мощностью 3 см, серовато-бурый или серовато-коричневый, супесчаный или песчаный, рыхлый, бесструктурный, пронизан живыми и отмершими корнями, иногда сверху выделяется маломощная подстилка около 1 см; переход ясный;

$A_2(A_1A_2)$  - оподзоленный горизонт мощностью 2-3 см (иногда в виде осветленных пятен), светло-серый или белесый, супесчаный или песчаный, рыхлый, бесструктурный; переход ясный;

$B_h$  - иллювиально-гумусовый горизонт мощностью 20-40 см, ярко-бурый, красноватый или коричневатый-бурый, постепенно бледнеющий с глубиной, супесчаный или песчаный, бесструктурный; возможно подразделение на горизонты по степени осветления ( $BC'$ ,  $BC''$  и т. д.); переход постепенный;

$C$  - почвообразующая порода, серовато-желтая или светло-бурая, песчаная, иногда щебнистая, мерзлота встречается на глубине 150-200 см.

Содержание гумуса в оподзоленных иллювиально-гумусовых почвах не превышает 6-7%. Реакция верхних горизонтов, а часто и всего профиля сильноокислая и кислая. Гидролитическая кислотность высокая. Степень насыщенности основаниями - 20-70%. Для этих почв характерны высокое содержание вымытого гумуса в почвенной толще, глубокое его проникновение в форме органо-минеральных соединений и ясно выраженные морфологические и химические признаки оподзоленности.

**Подтип тундровых иллювиально-малогумусовых почв** Почвенный профиль небольшой мощности, под гумусовым горизонтом, не превышающим 7 см, залегает бледный иллювиально-гумусовый горизонт буровато-желтых или светло-коричневых тонов.

Распространены преимущественно в северных районах субарктической зоны, но могут встречаться и в других районах тундры под мохово-лишайниковой растительностью. Отличаются от других подтипов более светлой окраской минеральных горизонтов.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A<sub>0</sub> - живая мохово-лишайниковая подушка с спадом трав мощностью 1-3 см;

A<sub>1</sub> - гумусовый горизонт мощностью 3-7 см, светло-серый с коричневым оттенком, супесчаный, бесструктурный, пронизан корнями; переход ясный;

B<sub>h</sub> - иллювиально-гумусовый горизонт мощностью 15-20 см, буровато-желтый с коричневыми пятнами, супесчаный, бесструктурный, корней меньше; переход заметный;

BC - переходный горизонт мощностью 20-30 см, светло-бурый с расплывчатыми желтыми и сероватыми пятнами, песчаный, бесструктурный, корней мало, встречается щебень песчаника; переход постепенный;

C - серовато-желтый или светло-бурый песок с редким щебнем песчаника. Мерзлота встречается с 50-60 см.

Такие почвы характеризуются грубогумусовым составом органогенного горизонта (с содержанием гумуса 4-5%), малым содержанием гумуса в иллювиальном горизонте (1-2%), неглубокой пропитанностью гумусом, кислой реакцией верхней части профиля и слабокислой или нейтральной нижних его слоев, слабой насыщенностью почвенного поглощающего комплекса.

**Подтип тундровых иллювиально-гумусовых почв** (рис.) Мощность органогенного горизонта 12 см. Под ним выделяется бурый, коричнево-бурый или красновато-бурый мощный ил-лювиально-гумусовый горизонт (20-30 см).

Формируются в основном на повышенных, хорошо дренированных территориях южной подзоны тундры, а также встречаются в других районах тундровой зоны под мохово-лишайниково-кустарничковым растительным покровом.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A<sub>0</sub> - мохово-лишайниковая подушка с растительным спадом трав и кустарников мощностью 1-5 см;

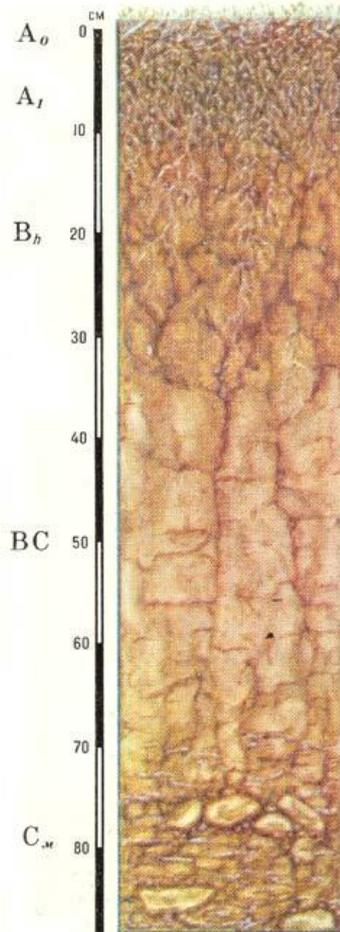
A<sub>1</sub> - гумусовый горизонт мощностью 3-5 см, темно-бурый или серо-бурый, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, пронизан корнями; переход ясный;

B<sub>h</sub> - иллювиально-гумусовый горизонт мощностью 20-30 см, бурый или коричнево-бурый, супесчаный или песчаный, рыхлый, бесструктурный; переход заметен;

BC - переходный горизонт мощностью 20-40 см, светлее предыдущего, бледных серовато-буроватых тонов, супесчаный или песчаный, бесструктурный, рыхлый; переход ясный;

C<sub>м</sub> - песчаная, иногда щебнистая почвообразующая порода, мерзлая.

Для этого подтипа характерны высокое содержание гумуса в иллювиальном горизонте и глубокое его проникновение в толщу почвы, кислая реакция верхней и средней части профиля, довольно слабая насыщенность основаниями верхних горизонтов, а иногда и всего профиля.

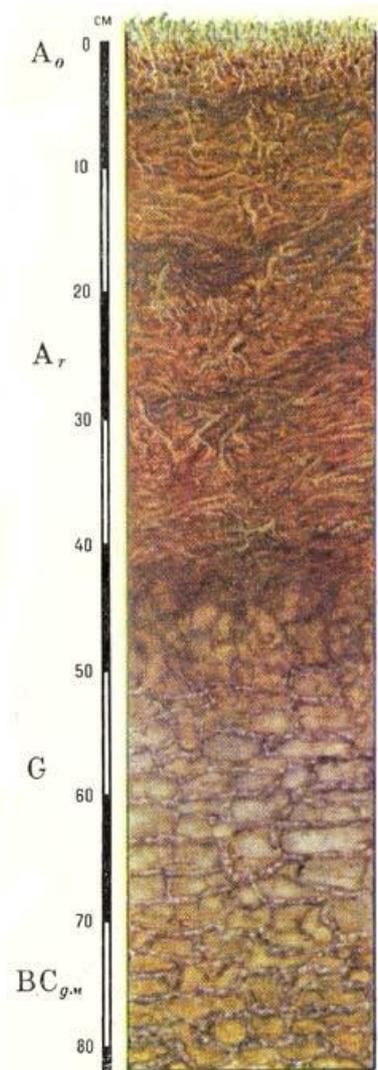


### ТИП ТУНДРОВЫХ БОЛОТНЫХ ПОЧВ

Широко распространены в тундровой зоне и занимают обширные выровненные понижения, плоские, выровненные участки, а также небольшие понижения микрорельефа, где постоянно избыточное увлажнение создает условия для накопления значительного количества плохо разложившихся органических остатков, формирующих торфяные горизонты тундровых

болотных почв. Наиболее распространенные виды растений, под покровом которых образуются болотные почвы, - осоки и гипновые мхи.

В связи с неглубоким оттаиванием торфяных почв (30-80 см), тяжелым механическим составом почвообразующих пород (от суглинков до глин), постоянным переувлажнением почв и отсутствием периодов окисления минеральных горизонтов процессы оглеения в тундровых болотных почвах выражены очень четко. Почвы представлены в основном низинными торфяниками, маломощными и среднемощными.



Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - живая моховая подушка с опадом осоки мощностью 3-6 см;

$T$  - торфяной горизонт мощностью от 20 до 200 см, делится на несколько слоев по степени разложения растительных остатков; сверху - бурый, слабо разложившийся торф, затем следует слой коричнево-бурого торфа средней степени разложившийся, мажущийся слой; в верхней части горизонта много живых корней; переход ясный;

$G'$  - глеевый минеральный горизонт мощностью около 10 см, пропитан гумусом, грязно-сизый с многочисленными коричневыми и охристыми пятнами, тяжелосуглинистый, бесструктурный, иногда встречаются корни; переход заметный;

$G''$  - глеевый тиксотропный горизонт мощностью 10-12 см, сизый, голубоватый или зеленоватый;

$BC_g$  - переходный горизонт мощностью 20-25 см, оглеенный, грязно-бурый или бурый с сизым оттенком, мерзлый; прослойки льда создают характерный сетчатый рисунок; иногда линзы льда достигают толщины 3-4 см; переход постепенный;

$C_m$  - почвообразующая порода бурого цвета со слабым сизоватым оттенком, мерзлая.

На севере тундровой зоны, в арктической тундре, болотные почвы характеризуются малой мощностью торфяного слоя (от 20 до 35 см). По мере продвижения на юг мощность торфяных горизонтов увеличивается, достигая на южной границе зоны глубины 1-2 м. Торфяные горизонты тундровых болотных почв характеризуются довольно низкой зольностью,

кислой реакцией, высокой гидролитической кислотностью, содержат значительные количества подвижного калия и железа и относительно небольшие количества поглощенных оснований.

Показатели для более дробного таксономического деления тундровых болотных почв не разработаны.

*Тиксотропность почвы — способность некоторых п. и грунтов в переувлажненном состоянии разжижаться (приобретать текучесть) под влиянием механических воздействий (встряхивания, перемешивания) и снова переходить в твердообразное состояние при пребывании в покое.*

**Лабораторная работа 2**  
**2 часа**  
**ПОЧВЫ ТАЕЖНО-ЛЕСНОЙ ЗОНЫ**

**Цель работы** - Ознакомиться с основными типами почв зоны.

**Задачи работы**

1. Ознакомиться с условиями почвообразования в таежно-лесной зоне.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной зоны, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

**Обеспечивающие средства**

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

**Задание**

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Порядок работы:**

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

**Условия почвообразования:**

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.)  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_ водного режима \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. Рельеф \_\_\_\_\_ Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_ Растительность \_\_\_\_\_ (животный мир) \_\_\_\_\_

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2	3
---	---	---

О		А <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт
---	--	--------------------------------------------

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Дополнительные источники:**

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://infosoil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

<http://www.rus-nature.ru/01soils/index.htm> - Почвы России и СССР

**Теоретическая часть**

Таежно-лесная зона относится к умеренно холодному (бореальному) поясу. Она занимает огромные пространства в Евразии и Северной Америке. Эта зона пересекает территорию России с востока на запад, граничит на севере с тундрой, на юге - с лесостепью.

В таежно-лесной зоне выделяют следующие почвенно-биоклиматические области: Северо-Европейская, Восточно-Европейская, Западно-Сибирская, Среднесибирская, Восточно-Сибирская и Камчатская.

*Условия почвообразования.* В связи с большой протяженностью с востока на запад и с севера на юг природные условия зоны весьма разнообразны.

**Климат.** В основном климат умеренно холодный и умеренно влажный. В Северо-Европейской области климат наиболее мягкий, отсутствует мерзлота, в Восточно-Европейской области климат более континентальный, в Восточной Сибири - резко континентальный, на Камчатке - муссонный. Среднегодовая температура изменяется от 2...4 °С в европейской части зоны до -6...-17 °С в Восточной Сибири и до 7,5 °С на Камчатке. Зима в Северо-Европейской области умеренно холодная, длинная, снежная, со средней температурой наиболее холодного месяца в северной тайге до -15 °С и в южной тайге до -4 °С. Весна и осень длинные и влажные, а лето короткое, прохладное и влажное со средней температурой наиболее теплого месяца 10...17,5 °С.

В Западно-Сибирской области зима длинная и умеренно снежная. Лето короткое, прохладное или умеренно теплое. Температура января -16...-25 °С, июля 11...18 °С. В Восточной Сибири зима длинная, суровая и снежная. Температура января -25...-45 °С.

Лето короткое. Среднегодовая сумма температур за вегетационный период составляет в северной тайге 400... 1200 °С, в средней - 1200...1600 °С, в южной - 1400...2000 °С и в европейской части южной тайги-до 2450 °С

Северная тайга в Восточно-Европейской области и в большей части Западно-Сибирской области лежит в зоне распространения островной вечной мерзлоты. Среднесибирская область находится в границах распространения вечной мерзлоты между 55...65° с.ш. и на юге, в Приангарье - островной. В Восточной Сибири вечная мерзлота распространена севернее 54° с.ш.

В европейских областях России осадков выпадает 400...700 мм в год в Западной Сибири - 425...565 мм, в Восточной Сибири - 180...600 мм, в Приамурье - 500 мм. Максимум осадков выпадает в теплые периоды года, особенно летом. Среднегодовое количество осадков в основном превышает испаряемость в 1,1...1,3 раза. Следовательно, в целом зона относится к территориям с достаточным и избыточным увлажнением. Отдельные районы Восточной Сибири отличаются недостаточным увлажнением.

Почвообразование протекает преимущественно в условиях промывного водного режима, а в районах с вечной мерзлотой - в условиях мерзлотного (застойного) водного режима.

**Рельеф.** Его можно разделить на равнинный, плоскогорный и горный. Восточная граница расположения равнин - река Енисей. В Северо-Европейской области (Карелия) широко распространены холмисто-волнистые моренные равнины (Западно-Карельская возвышенность и др.), пониженные слабохолмистые равнины, камовые<sup>1</sup> и озовые<sup>2</sup> формы.

Восточно-Европейская область расположена в пределах Восточно-Европейской равнины, где встречаются на общем равнинном фоне возвышенности и пониженные пространства. На севере простирается плоская приморская равнина с абсолютными высотами 80...100 м, продолжающаяся в виде низменностей по рекам - Северной Двине, Онеге, Сухоне, Печоре, среди которых выделяются Беломорско-Кулойское плато, Тиманский кряж, Северные Увалы. В западной части прослеживается полоса возвышенных равнин с холмисто-моренным рельефом, а на востоке - преимущественно полого-увалистых<sup>3</sup> равнин. Наиболее крупные из них Валдайская возвышенность, Клиско-Дмитровская гряда, Смоленско-Московская возвышенность, они сильно расчленены речными и овражно-балочными системами. Из крупных низменностей (абсолютные отметки 100...150 м) особо следует отметить Мещёрскую низину, представляющую собой слабоволнистые или плоские равнины с заболоченными участками, озерами.

Западно-Сибирская равнина плоская, слабодренированная, слегка повышающаяся к краям. Возвышенности занимают незначительные площади (Сибирские Увалы, Белогорский Материк, Верхнетазовская возвышенность) с превышениями над равниной

---

<sup>1</sup> КАМЫ [нем. Камм - гребень] - ледниковые аккумулятивные холмистые формы рельефа, беспорядочно разбросанные в виде округлых конусовидных куполов часто с плоскими вершинами, никогда не превышающими определенного уровня. Разделены понижениями, иногда в виде бессточных котловин, занятых озерами, или заболоченных. Склоны холмов обычно крутые - до 45°.

<sup>2</sup> ОЗЫ [швед. asar] - гряды в виде узких извилистых валов с волнистой линией гребня длиной до 30-40 км, а с небольшими перерывами - до сот км (в Швеции и Финляндии). Ширина О. у основания 50-150 м, у гребня до 5 м, высота от 15 до 50, редко до 100 м; крутизна склонов 30-45.

<sup>3</sup> УВАЛ - вытянутая возвышенность значительной длины (до 10-15 км) с пологими склонами, ровными или выпуклыми, и со слабо выраженной подошвенной линией. Вершинные поверхности увалов плоские или слегка выпуклые. Увалы являются замкнутыми формами рельефа, простыми или сложными, и имеют относительную высоту до 200 м.

на 50...100 м. Равнина осложнена термокарстовыми и озерными понижениями, староречьями. Средняя глубина расчленения 10 м, преобладают уклоны крутизной 0,5...1,5°.

Среднесибирская область занимает преимущественно Среднесибирское плоскогорье (300...800 м), Центрально-Тунгусское плато (300...400 м в центре и 600...1000 м на периферии), Приангарское плато (500...1000 м). Северо-западная и южная части области наиболее приподнятые, с крутыми склонами; здесь проявляется и вертикальная зональность (на плато Путорана, Енисейском кряже).

Восточно-Сибирская область занимает в основном горы и нагорья Забайкалья (Северо-Байкальское нагорье, Витимское плоскогорье, северную часть Яблонового хребта, Становой хребет, Алданское нагорье и др.). Абсолютные высоты колеблются от 500 до 2500...2600 м. В северной части области выделяются хребты: Верхоянский, Черского, Момский, Сетте-Дабан, Сунтар-Хаята, Джугджур с плоскогорьями, плато и котловинами между ними. В Камчатско-Алеутско-Аляскинскую область в пределах России входят Камчатка и Курильские острова. Потухшие и действующие вулканы образуют горные сооружения и нагорья Камчатки меридионального простирания, а на Курильских островах - островные гряды высотой 500...1000 м с отдельными вершинами выше 2000 м.

**Почвообразующие породы.** В Северо-Европейской области преобладают завалуненные моренные, водно-ледниковые, озерно-ледниковые песчано-супесчаные и суглинистые наносы, реже двучленные отложения (пески и супеси, подстилаемые суглинками и глинами), элювий кристаллических горных пород, главным образом гранитов, гнейсов. В Восточно-Европейской области доминируют моренные и водно-ледниковые, двучленные отложения, а в южной тайге - также покровные суглинки и глины, редко лёссовидные суглинки, элювий и делювий коренных пород, ленточные глины. К древним речным террасам приурочены древнеаллювиальные, главным образом песчаные и супесчаные, отложения, а к поймам рек - современный аллювий. На Западно-Сибирской равнине почвообразующие породы представлены ледниковыми, аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями. На Среднесибирском плоскогорье распространены преимущественно элювий коренных пород (красноцветных карбонатных песчаников, известняков, туфов, сланцев и др.) и аллювий, в Западном Приангарье - покровные суглинки и глины, локально древние коры выветривания, на Прилеиском плато - элювий долеритов, базальтов, габбро-долеритов. В горах распространен грубоскелетный элювий коренных пород, на Камчатке и Курильских островах - в основном вулканические отложения.

**Растительность.** Зональный тип растительности - лесной, а интразональные типы - пойменный и болотный. Широко распространена и луговая растительность, преимущественно вторичная. В европейских таежных (хвойно-лесных) областях главные лесобразующие темнохвойные породы - ель европейская и ель сибирская, а в Приуралье появляется пихта сибирская. Из свет-лохвойных пород распространена сосна обыкновенная, на востоке встречается лиственница сибирская. Из мелколиственных пород произрастают береза повислая и пушистая, ольха серая и черная, а из широколиственных (главным образом в южной тайге) - дуб, клен, вяз, ясень, липа.

В северной тайге распространены изреженные (редкостойкие) еловые леса с примесью березы пушистой, с моховым напочвенным покровом. Из кустарничков и кустарников встречаются багульник, голубика, вороника. Вырубки заболачиваются. Ельники зеленомошной группы приурочены к самым дренируемым и прогреваемым местообитаниям (склоны гряд, озв, коренные берега рек). После пожаров, вырубок

чаще формируются березовые леса. Атмосферное переувлажнение обусловило большое распространение болот, в основном верховых разных стадий развития. В средней тайге распространены темнохвойные еловые леса, обычно в меньшей степени заболоченные. Доминируют зеленомошные ельники, а в более благоприятных условиях среди них встречаются кисличники. На легких почвах произрастают ельники-брусничники, а на месте их вырубок - сосновые и еловые леса. Значительные площади занимают долгомошные ельники. На песках много сосняков. В еловых лесах подлесок отсутствует или представлен в слабой степени ивой, рябиной, крушиной, черемухой, можжевельником. Моховой покров сплошной. После пожаров и вырубок формируется вторичный лес из березы, сосны, осины.

В южной тайге на моренном рельефе произрастают ельники - кисличники (с примесью березы повислой и пушистой, осины) с травяным покровом. В подлеске встречаются лещина, бересклет. На флювиогляциальных песках распространены сосняки в сочетании со сфагновыми болотами. Встречаются и вторичные суходольные луга с преобладанием полевицы обыкновенной, овсяницы красной, душистого колоска, мятлика лугового. На вырубках и гарях сформированы осиново-березовые, осиновые, сероольховые леса или луга. На покровных суглинках в средней части равнины распространены смешанные широколиственно-еловые, в основном липово-еловые, дубово-липово-еловые, ясенево-дубовые, леса. Антропогенные воздействия приводят к смене этих лесов липовыми, дубовыми, еловыми кисличными лесами.

В средней тайге сельскохозяйственные земли встречаются преимущественно в долинах рек, а в южной тайге большие площади лесов вырублены и на их месте сформированы сельскохозяйственные угодья.

В Западной Сибири громадные площади заболочены. Лесистость в северной тайге составляет примерно 20 %. Леса из ели сибирской и лиственницы с кустарниковой березой занимают гряды и увалы. На водоразделах распространены бугристые болота. В средней тайге лесистость возрастает до 50 %, а остальные площади заняты в основном сфагновыми болотами. Доминируют темно-хвойные зеленомошники, преимущественно из ели сибирской и пихты сибирской.

В южной тайге лесистость составляет примерно 60 %; возрастает роль пихты, появляется липа сибирская, больше травяных типов леса; на песках - сосняки. Болота преимущественно мохово-травяные с березой и гипновыми мхами. Широко распространены травяные березняки и осинники, среди них - тростниковые низинные болота.

В Средней Сибири для северной тайги характерны редкостойные моховые, кустарничково-моховые и иногда лишайниковые лиственничники. В средней тайге появляются мохово-травяно-кустарничковые лиственничники с участием темнохвойных пород, редко с подлеском кустарников, ерником. В бассейне Подкаменной Тунгуски наблюдаются сосняки. Для южной тайги характерны лиственнично-сосновые и сосновые травянистые леса. Лесистость составляет 80...90 %.

В Восточной Сибири доминируют лиственничные леса из лиственницы сибирской и даурской. На равнинах и в нижних частях склонов преобладают в северной тайге лишайниковые лиственничники, в средней - зеленомошные елово-лиственничные и лиственничные леса с ярусами ерника и брусники в напочвенном покрове, в южной-лиственнично-сосновые и сосновые леса, главным образом с травяным покровом. В горах распространены темнохвойные леса с преобладанием кедра. Болот мало. В Приамурье и Приморье распространены хвойно-широколиственные леса, преимущественно кедрово-широколиственные.

На Камчатке леса занимают около 26 % территории и состоят в основном из каменной березы. Однако в Центральной Камчатке встречаются лиственничные, парковые каменно-березовые леса с пышным травяным покровом. Выше лесного пояса в горах распространены кедровые и ольховые стланики. Каменно-березовые леса на западе уступают в Приморской низменности полосе верховых болот.

В таежно-лесной зоне органические остатки поступают на поверхность почв в виде опада; надземная биомасса резко преобладает над подземной. Опад накапливается в виде подстилки. В северной тайге в редкостойных хвойных лесах с опадом ежегодно поступает в почву в среднем 80...95 кг зольных элементов и азота на 1 га, а в южной тайге в ельниках - 120 кг/га.

*Почвы зоны.* Почвы объединяют в связи с основными почвообразовательными процессами (подзолистым, дерновым и болотным) в типы: подзолистый, дерновый, болотный, дерново-подзолистый, болотно-подзолистый; выделяют также особую группу мерзлотно-таежных почв.

**Подзолистые почвы.** Наименование этих почв происходит от русского слова «подзол», т. е. белесый, напоминающий цвет печной золы. Этот термин введен В. В. Докучаевым.

Подзолообразование - абиотический процесс, протекающий в хвойных таежных лесах с бедной травянистой растительностью или без нее в условиях промывного водного режима и кислой среды. Сущность подзолистого процесса - разрушение в верхней части профиля почвы первичных и вторичных минералов, вынос продуктов разрушения, кроме кремнезема, в нижележащие горизонты и грунтовые воды. Отмирающие части таежной растительности, бедные питательными веществами и основаниями, разлагаются под влиянием грибной микрофлоры с образованием различных водорастворимых органических соединений, главным образом фульвокислот и низкомолекулярных кислот. Они в наибольшей степени разрушают минералы. Значительная часть продуктов разрушения переходит в раствор и в форме минеральных, органо-минеральных соединений вымывается с нисходящим током, достигая почвенно-грунтовых вод. В результате под лесной подстилкой обособляется светло-серый или белесый горизонт, обычно имеющий кислую реакцию, сильно не насыщенный катионами, обедненный илом, полутораоксидами и питательными элементами.

Другая часть веществ, преимущественно илестые частицы и полутораоксиды, закрепляется ниже подзолистого горизонта, образуя уплотненный горизонт вмывания (иллювиальный).

При слабокислой или нейтральной реакции почвенного раствора под лиственными лесами при участии менее кислого гумуса илестые частицы передвигаются из верхних горизонтов в нижние без химического разрушения, т.е. происходит лессиваж (иллимиризация). Почвы, у которых осветленный элювиальный горизонт образуется вследствие лессиважа и поверхностного оглеения, называют **псевдоподзолистыми**.

Главная особенность климата, определяющая формирование подзолистых почв, - преобладание количества осадков над их испарением.

Среднегодовые температуры изменяются от +4°C до -10°C. Продолжительность теплого периода со среднесуточной температурой выше 10° - от 40 до 155 дней. Сумма температур выше 10° - от 400° до 2400°C.

Территория распространения подзолистых почв делится на равнинную и плоскогорную части, границей между которыми служит Енисей; на формирование

поверхности равнинных территорий существенное влияние оказала ледниковая деятельность.

Основными почвообразующими породами являются: 1) моренные отложения, бескарбонатные и карбонатные, разного механического состава, главным образом в пределах оледенения; 2) покровные суглинки и глины и лёссовидные карбонатные легкие и средние суглинки - в центральных и южных районах; 3) водно-ледниковые песчаные и супесчаные отложения низменностей; 4) древнеаллювиальные, преимущественно песчаные и супесчаные отложения древних речных террас; 5) двучленные породы - пески и супеси, подстилаемые с глубины 40-60 см суглинком или глиной (главным образом в северных районах); 6) ленточные глины; 7) элювий и делювий коренных пород; 8) современные аллювиальные отложения в поймах рек.

Растительность представлена формациями: древесной – лесной (таежные, преимущественно хвойные, леса) и травянистой - луговой и болотной.

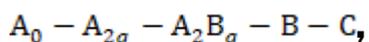
Подзолистые почвы песчаного механического состава отличаются от описанных выше суглинистых почв. Горизонт  $A_2$  в них очень светлый, почти белой окраски, мучнистый, бесструктурный, часто языковат, резко переходит в иллювиальный горизонт В. Последний менее растянут, но выражен резко; нередко представляет собой плотно сцементированный слой, почти водонепроницаемый.

Подзолистые почвы характеризуются резким обеднением илистыми частицами и полуторными окислами верхних почвенных горизонтов и накоплением их в иллювиальном горизонте В. Они имеют кислую реакцию, высокую ненасыщенность основаниями (40-85% в подзолистых и 20-70% в дерново-подзолистых почвах). Содержание гумуса различно, может достигать иногда 9%, но падение его содержания с глубиной очень резкое, состав фульватный.

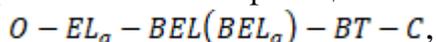
Большинство пахотных подзолистых почв нуждается в известковании и регулярном внесении минеральных и органических удобрений. Последние необходимы не только как источник питания растений, но и как средство, увеличивающее емкость обмена и улучшающее водно-воздушный режим пахотного слоя. После проведения улучшительных мелиораций на месте подзолистого горизонта образуется мощный гумусированный пахотный слой с высоким содержанием гумуса и элементов питания растений, образуется окультуренная дерново-подзолистая почва.

**Глееподзолистые почвы.** Подзолистый горизонт  $A_2$  оглеен, имеет сизовато-светло-серый цвет. Формируются под северо-таежными хвойными и смешанными лесами с мохово- и лишайниково-кустарничковым напочвенным покровом, на породах суглинистого и более легкого механического состава.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:



или (по новой классификации почв, 2004)



$A_0$  - лесная подстилка мощностью 5-10 см, слой слабооторфованной, грубогумусной лесной подстилки из растительного опада (хвоя, ветки, кора, шишки), отмерших и живых мхов, лишайников;



$A_{2g}$  - подзолистый оглеенный горизонт, сизовато-светло-серый с буроватыми пятнами или белесый с сизоватыми пятнами, плитчатый или чешуйчато-порошистый, с большим количеством ортштейнов, суглинистый, содержит мало корней, переход заметный, мощность горизонта 3-15 см;

$A_2B_g$  - переходный элювиально-иллювиальный, мощностью 5-10 см; неоднородно окрашенный буровато-палевые и белесовато-сизоватые пятна и залинки (языки) чередуются с более темными пятнами; суглинистый, уплотненный, содержит много железомарганцевых стяжений (ортштейнов), единично встречаются корни; переход заметный;

$B(B_g)$  - иллювиальный, различной мощности, бурых тонов окраски, тяжелосуглинистый, плитчато-призматический или комковато-ореховатый, плотный, содержит белесую присыпку по граням структурных отдельностей; начиная с 30-50 см постепенно переходит в почвообразующую породу.

$C$  - почвообразующая неоглеенная порода, светло- или желто-бурые суглинки или глины.

Для почв характерны поверхностное оглеение, отсутствие горизонтов  $A_0A_1$ ,  $A_1$ ,  $A_1A_2$ . Реакция почв сильнокислая (рН 3,2...4,3) с максимумом кислотности в горизонтах  $A_{2g}$  и  $A_2B_g$ . Обменная кислотность обусловлена преимущественно алюминием. Фульватного гумуса содержится 2...4 %. Степень насыщенности основаниями низкая (менее 50 %).

Горизонты  $A_{2g}$  и  $A_2B_g$  обогащены легкооблизуемыми формами алюминия и железа, обеднены илом. Почвы имеют низкое содержание легкодоступных форм азота и фосфора, низкую биологическую активность.

Водный и тепловой режимы неблагоприятны для развития растений. Почвы бесструктурные, переувлажненные, особенно осенью и весной, слабодопроницаемые (суглинистые и глинистые разновидности), холодные длительно промерзающие.

**Подзолистые почвы.** Подзолистый горизонт  $A_2$  белесый, светло-серый, иногда светлый палево-бурых тонов, не оглеен. Формируются под среднетаежными хвойными лесами с моховым или мохово-кустарничковым напочвенным растительным покровом на различных породах.

Профиль подзолистых почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - слаборазложившаяся лесная подстилка мощностью 5-10 см, состоящая из древесного опада, остатков мхов, слаборазложившаяся, оторфованная и пронизанная гифами грибов, переходящая постепенно в горизонт

$A_0A_1$ - грубогумусовый слой (1...3см), или фульватный гумус из подстилки, сильно обогащенный органическими остатками, или сменяющаяся сильно прокрашенным гумусом горизонтом  $A_1A_2$  мощностью 2-3 см, переход ясный;

$A_2$  - подзолистый (элювиальный) горизонт мощностью 1...25 см, белесой, светло-серой или палевой окраски, пластинчато-листоватой, плитчатой или чешуйчатой структуры, иногда бесструктурный, мучнистой консистенции, рыхлый, с темно-бурыми и черными конкрециями в нижней части; языки и карманы проникают в горизонт  $B$  на глубину 1 м и более;

$A_2B$  - переходный элювиально-иллювиальный пестроокрашенный (на общем буром или красновато-буром фоне белесые затеки, клинья, карманы, пятна из горизонта  $A_2$ ), ореховато-комковатый, с обильной кремнеземистой присыпкой по граням структурных отдельностей, уплотненный, корней мало; переход заметный;

$B_1$  — иллювиальный оглиненный подгоризонт (10...35 см), бурый, коричнево-бурый или красно-бурый, плотный и наиболее тяжелый по гранулометрическому составу, ореховато-комковатый, крупно-комковатый, с белесой кремнеземистой присыпкой по граням структурных отдельностей, коричневыми глянцеватыми пленками на агрегатах, единично встречаются корни; переход постепенный;

$B_2$  — иллювиальный подгоризонт (30...50 см), коричневатобурый или бурый, крупнокомковатый, глыбистый или крупно-призматический, с глянцевыми плоскостями и острыми гранями, с меньшим количеством белесой кремнеземистой присыпки, плотный, единично встречаются корни растений; переход постепенный;

$BC$  — переходный горизонт, менее плотный, плоско-крупно-комковатый или глыбисто-призматический; переход постепенный;

$C$  — почвообразующая порода, в основном бескарбонатная, суглинистая и глинистая.

Реакция элювиальных горизонтов подзолистых почв сильноокислая или кислая (рН КС1 3,0-5,0). Содержание гумуса - 1-7%, насыщенность основаниями - 20-50%.

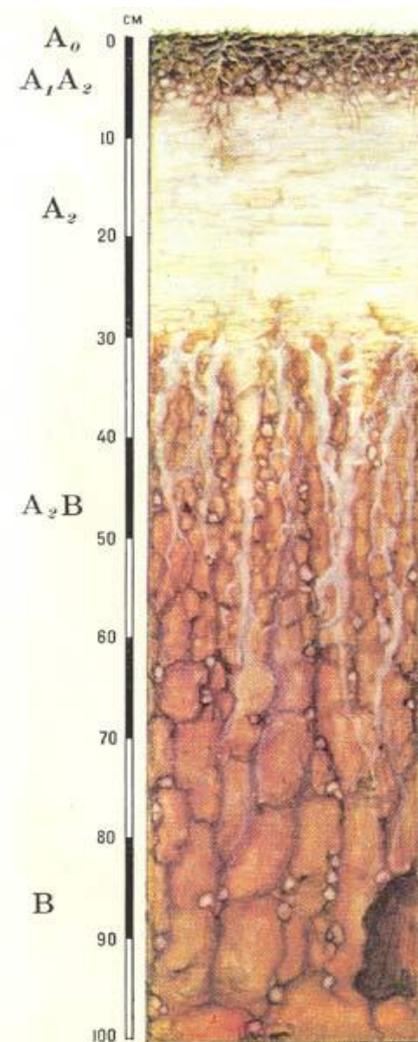
Мощность почв достигает 120...150 см. Профиль почв дифференцирован по количеству илестых частиц — меньше всего их в горизонте  $A_2$  и больше всего в горизонте  $B$ . Максимальное количество органического вещества в горизонтах  $A_0$  (до 30 %),  $A_0A_1$  (до 2 %) и наименьшее в горизонтах  $A_2$  и  $B$  (0,1...0,4 %). В гумусе преобладают фульвокислоты. Реакция сильноокислая и кислая (рН 3,0...5,5). Насыщенность основаниями 20...50 %. Подзолистый горизонт обеднен оксидами железа и алюминия, обогащен кремнеземом. Почвы бедны азотом, подвижным фосфором, содержат повышенное количество подвижного железа и алюминия. Емкость поглощения в горизонте  $A_1$  15...20 мг·экв., в  $A_2$  — 5...10, а в горизонте  $B$  — до 30 мг экв /100· г почвы; наименьшей емкостью поглощения отличаются песчаные почвы. Почвы умеренно холодные промерзающие и длительно промерзающие, обладают плохими водно-физическими свойствами, бесструктурны, часто с избыточным сезонным переувлажнением.

Подзолистые почвы различаются по степени подзолистости, глубине нижней границы подзолистого горизонта в целинных почвах (от нижней границы подстилки).

По степени подзолистости выделяют: *слабоподзолистые* (горизонт  $A_2$  выражен пятнами); *среднеподзолистые* (горизонт  $A_2$  сплошной, плитчатый или плитчато-комковатый); *сильноподзолистые* (горизонт  $A_2$  сплошной, рассыпчато-листоватый, чешуйчатый); подзолы (горизонт  $A_2$  сплошной, мучнистый, белесый).

По глубине оподзоливания (от нижней границы  $A_0$ ) выделяют *поверхностно-подзолистые* ( $A_2 < 5$  см), *мелкоподзолистые* ( $A_2$  в пределах 5...20 см),

горизонт (10...15см),



неглубокоподзолистые ( $A_2$  в пределах 20... 30 см), глубокоподзолистые ( $A_2 > 30$  см) почвы.

Глееподзолистые почвы подразделяют по степени оглеения на *глееватые* и *глеевые*. В глееватых почвах сизовато-ржавые пятна наблюдаются в горизонте  $A_2$ , а в глеевых появляются с горизонта  $A_0A_1$  и отсутствуют в почвообразующей породе.

При грунтовом увлажнении оглеение в глееватых почвах отмечается в горизонтах В и С, а в глеевых — с горизонта  $A_2$  и на всю глубину профиля.

**Дерново-подзолистые почвы.** Под оторфованной лесной подстилкой из мхов, лесного опада и разнотравья залегает гумусовый горизонт  $A_1$  сменяющийся подзолистым горизонтом  $A_2$ .

Формируются в южной тайге под хвойно-широколиственными, хвойно-мелколиственными, сосново-лиственничными, мохово-травянистыми и травянистыми лесами на породах различного состава.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - лесная подстилка бурых или коричневых тонов, состоящая из растительных остатков различной степени разложения, при мощности более 7 см разделяется на два-три подгоризонта;

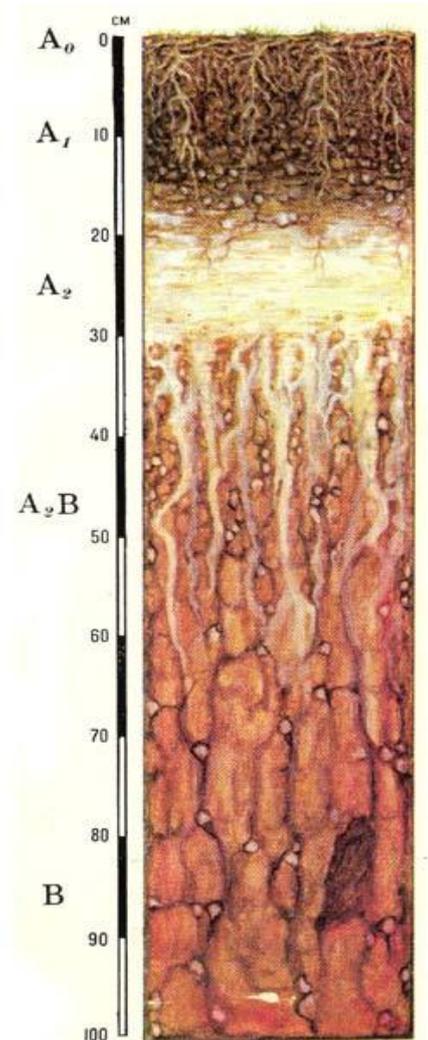
$A_0A_1$  - переходный органоминеральный горизонт мощностью 1...2 см, серовато-коричневый, содержащий значительное количество как минеральных частиц, так и полуразложившихся органических остатков;

$A_1$  - гумусовый горизонт мощностью от 3 до 20 см и более, в основном от светло-серой до серой, редко темновато-серой окраски, плохо выраженной непрочной мелкокомковатой, комковато-порошистой или порошистой структуры, внизу структура листоватая; горизонт рыхлый, содержит много корней растений; переход отчетливый;

$A_1A_2$  - переходный элювиальноаккумулятивный горизонт (5... 10 см), белесовато-светло-серый или серый, порошистый или неяснослоистый, иногда непрочно-мелкокомковато-порошистый, рыхлый, содержит корни растений; переход ясный или резкий;

$A_2$  - подзолистый (элювиальный) горизонт мощностью от 1...2 до 20...30 см, белесый или белесовато-светло-серый с палевым оттенком, листовато-пластинчатый или плитчатый, с тонкой чешуйчатостью, а в песчаных почвах бесструктурный, с неоформленными железистыми пятнами в нижней части, содержит мало корней растений; переход неровный, извилистый, языковатый;

$A_2B$  - оподзоленный иллювиальный горизонт мощностью 10... 15 см, пестроокрашенный, преимущественно буроватый и буровато-белесый, непрочный комковато-мелкоореховатый или ореховато-плитчатый, с обильной белесой кремнеземистой присыпкой, уплотненный, с железистыми пятнами, единично встречаются корни; переход ясный;



$B_1$  - иллювиальный подгоризонт (20...40 см), коричневато-бурый, бурый или красно-бурый, с частыми пятнами, иногда затеками белесой кремнеземистой присыпки, ореховато-комковатый, с белесой присыпкой  $SiO_2$  и коричневатыми пленками на поверхности структурных отдельностей, плотный, содержит мелкие железо-марганцевые ортштейны, самый тяжелый по гранулометрическому составу, единично встречаются корни; переход постепенный;

$B_2$  - иллювиальный подгоризонт (25...40 см и более), темно-бурый, менее плотный, ореховато-комковатый или ореховато-призматический, с хорошо выраженными коричневатыми пленками на поверхности структурных отдельностей, меньшим количеством кремнеземистой присыпки; переход постепенный;

BC - переходный к почвообразующей породе горизонт, светло-коричневый или буроватый, плоскокрупнокомковатый, плотный; переход постепенный;

C — почвообразующая порода, в основном светло-бурая, плотная, преимущественно суглинистая, реже глинистая и песчаная.

Дерново-подзолистые глееватые почвы имеют сизовато-ржавые пятна, примазки и затеки в горизонтах B, BC и C.

Мощность и свойства дерново-подзолистых почв варьируют в значительных пределах в зависимости от фациальных особенностей климата, гранулометрического, минералогического и химического составов, почвообразующих пород. Наибольшую мощность (более 250 см) имеют дерново-подзолистые суглинистые почвы океанической фации центральной части Европы, а наименьшую (до 100...130 см) — почвы Зауралья, Восточной Сибири. В дерново-подзолистых почвах Северо-Европейской таежно-лесной области слабее, чем в таких же почвах других областей, развиты дерновый и подзолистый процессы (преобладают слабоподзолистые почвы). Они имеют преимущественно легкий гранулометрический состав; иллювиальный горизонт B сильно растянут, с большим количеством мобилизованных оксидов железа и алюминия в виде коллоидов, образующих пленки вокруг минералов; часто отмечается второй гумусовый горизонт. Мощность почв Восточно-Европейской области в основном не превышает 150...250 см, лесная подстилка менее мощная (1...5 см) в связи с большей интенсивностью разложения растительного опада.

Дерново-подзолистые почвы подразделяются на *дерново-слабоподзолистые* (горизонт  $A_1 > A_2$  или имеет форму пятен), *дерново-среднеподзолистые* ( $A_1 = A_2$ ), *дерново-сильноподзолистые* ( $A_1 < A_2$ ). По мощности гумусового горизонта  $A_1$  различают почвы: *слабодерновые* ( $A_1 < 10$  см), *среднедерновые* ( $A_1 = 10...20$  см), *глубокодерновые* ( $A_1 > 20$  см).

По глубине нижней границы подзолистого горизонта выделяют почвы: *поверхностно-подзолистые* ( $A_2 < 10$  см), *неглубокоподзолистые* ( $A_2 = 20...30$  см), *глубокоподзолистые* ( $A_2 > 30$  см).

Видовые различия почв выражаются и по степени поверхностного оглеения: неоглеенные, поверхностно-слабоглееватые с железомарганцевыми конкрециями в горизонте  $A_2$ .

По содержанию гумуса в горизонте  $A_1$  их подразделяют на *слабогумусированные* (до 3 % в целинных и до 2 % в пахотных), *среднегумусные* (3...5 % в целинных и 2...4 % в пахотных), *высокогумусные* (более 5 % в целинных и более 4 % в пахотных).

Дерново-подзолистые и подзолистые почвы, используемые в земледелии, выделены в особую группу. Они представлены освоенными, окультуренными, сильноокультуренными и культурными почвами.

Дерново-подзолистые почвы имеют весьма разнообразный гранулометрический состав: от песчаного (2...10% физической глины) до глинистого (60...80 % физической глины). Высокое содержание пыли (иногда 40...60 % и более в почвах Зауралья, Западной и восточной Сибири) способствует уплотнению и заиливанию па

Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию по всему профилю, высокую (20-70%) ненасыщенность основаниями. Содержание гумуса может достигать 7-9%, но падение его содержания с глубиной очень резкое, а в составе гумуса преобладают фульвокислоты. Верхние горизонты дерново-подзолистых почв обеднены полуторными окислами и обогащены кремнеземом.

**Дерновые почвы.** В научную литературу название «дерновые почвы» введено В. В. Докучаевым. В таежно-лесной зоне они развиваются под луговой травянистой растительностью на разных породах, а под лесами травянистыми и мохово-травянистыми — лишь на породах карбонатных и богатых первичными минералами. Выделяют три типа дерновых почв: дерново-карбонатные (рендзины), дерновые литогенные и дерново-глеевые.

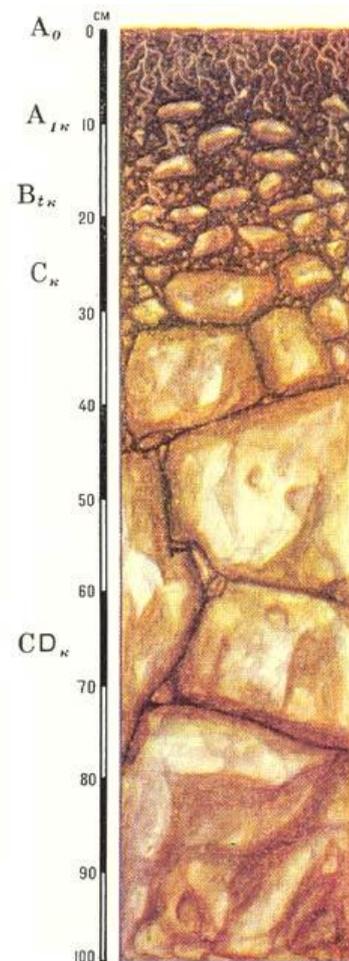
*Дерново-карбонатные* почвы формируются на карбонатных породах (известняках, мраморах, доломитах, мергелях, известняково-песчаных сланцах, карбонатных моренах) при промывном или периодически промывном водном режиме. В таких условиях образуется темно-серый, а иногда и черный с зернистой и зернисто-комковатой структурой гумусовый горизонт, обладающий высокой емкостью поглощения.

Профиль этих почв имеет следующее строение:  $A_0$  — лесная подстилка мощностью 1...8 см, слаборазложившаяся или оторфованная;  $A_1$  — гумусово-элювиальный горизонт (3...40 см), обычно темноокрашенный (чаще темно-серый) с коричневым оттенком, зернистый или мелкокомковато-зернистый, рыхлый, содержит массу корней растений, в основном с обломками известковистых пород; переход заметный;  $B$  — иллювиальный горизонт (5...40 см), серовато-бурый, часто с красноватым оттенком, зернисто-комковатый или ореховатый, уплотненный, содержит корни растений, обломки известковистых пород, иногда с охристыми пятнами или конкрециями (у оподзоленных почв) и редко с пятнами белоглазки или прослойками карбонатов (особенно у выщелоченных почв); переход постепенный;  $BC$  — переходный к материнской породе горизонт, бурый или красный с сероватостью, с обломками известковистых пород; переход постепенный;  $C_k$  — элювий карбонатной породы с большим количеством обломков пород; при малой мощности рыхлого элювия отсутствует;  $D_k$  — плитняк коренных карбонатных пород или карбонатная морена.

*Рис. Дерново-карбонатная типична почва* →

Этот тип разделяют на подтипы: типичные, выщелоченные и оподзоленные дерново-карбонатные почвы.

Среди них преобладают по мощности гумусового горизонта маломощные (< 15 см) и среднемощные (> 15 см). По содержанию гумуса почвы подразделяются на



перегнойные (> 12 %), многогумусные (12...5 %), среднегумусные (5...3 %) и малогумусные (< 3 %).

Типичные почвы формируются чаще на маломощных элювиальных отложениях карбонатных пород. Профиль их не превышает 50 см; вскипают с поверхности или в горизонте  $A_1$ . Встречаются и неразвитые, маломощные щебнистые почвы с фрагментарным горизонтом  $A_1$ . Содержание гумуса 5...22 %, реакция от близкой к нейтральной в горизонте  $A_1$  до щелочной в горизонте С. Богаты элементами питания растений.

Мощность профиля дерново-карбонатных выщелоченных почв 60...100 см. В этих почвах гумуса меньше (3...10 %), реакция в горизонте  $A_1$  слабокислая (рН 5,5...6,5). Вскипание наблюдается с горизонта В. В дерново-карбонатных оподзоленных почвах в нижней части горизонта  $A_1$  появляются кремнеземистая присыпка в виде едва выраженных пятен или светло-серый, белесый горизонт  $A_1A_2$ . Реакция почв в гумусовом горизонте слабокислая, вскипание наблюдается в нижней части горизонта В.

Дерново-карбонатные почвы в основном суглинистые и глинистые, реже легкосуглинистые и супесчаные. С глубиной, особенно в горизонте В, возрастает количество ила и физической глины. В составе гумуса доминируют гуминовые кислоты, связанные с кальцием. Наибольшая насыщенность основаниями характерна для типичных почв (90...99 %), наименьшая (65—85 %) — для горизонта  $A_1A_2$  оподзоленных почв. Емкость поглощения колеблется от 7...15 · (у супесчаных разновидностей) до 40...50 мг · экв/100 г почвы (у глинистых).

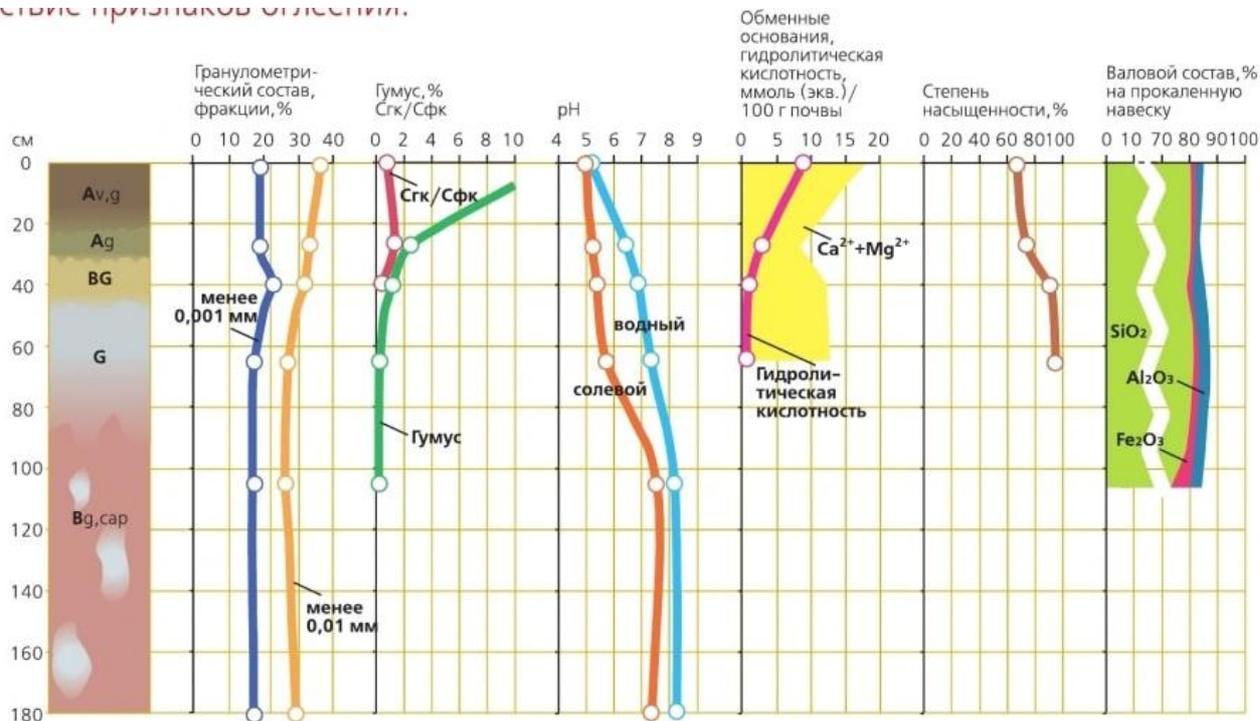
*Дерновые (перегнойные) литогенные* почвы развиваются на почвообразующих породах с большим количеством силикатного кальция и магния и на элювии пород, содержащих много железа. Среди них выделяют подтипы: дерновые насыщенные, кислые и оподзоленные. В них выделяют горизонты:  $A_0$  — лесная подстилка мощностью до 5 см, слаборазложившаяся;  $A_1$  — гумусово-элювиальный горизонт (3...20 см), темно-серый, зернистый или комковато-мелкозернистый, содержит много корней растений, рыхлый; переход заметный; В — иллювиальный горизонт, серо-бурый, уплотненный, комковатый, содержит корни растений; переход постепенный; ВС — бурый, уплотненный, плоскокомковатый горизонт, содержащий много корней растений; переход постепенный; С — светло-бурая, щебнистая, суглинистая порода.

В горизонте  $A_1$  гумуса содержится 5...10 %, его количество резко уменьшается вниз по профилю; реакция близка к нейтральной. Наибольшее количество пылевато-илистых частиц сосредоточено в верхних горизонтах. В дерновых литогенных кислых и оподзоленных почвах гумуса содержится меньше (2...4 %), структура непрочная мелкокомковатая.

*Дерново-глеевые* почвы развиваются под хвойными, смешанными, лиственными лесами с мохово-травяным и травяным покровом, под луговой растительностью на слабодренированных равнинах, в понижениях рельефа на карбонатных породах, чаще суглинистых или глинистых, при избыточном увлажнении. Под лесной подстилкой  $A_0$  (5...30 см) и темно-серым комковато-зернистым горизонтом  $A_1$  (до 15 см) залегает оглеенный творожисто-зернистый горизонт  $B_g$  на оглеенной карбонатной породе.

Гуматно-фульватного гумуса содержится от 5...7 до 10...14%. Реакция в верхних горизонтах нейтральная и слабокислая, а в нижних — слабощелочная. Степень насыщенности основаниями 70...90 %. Характерна высокая обеспеченность элементами питания растений. Емкость поглощения 20...40 мг · экв/100 г почвы; в верхних горизонтах содержится ионов водорода 3...6 мг · экв/100 г почвы, а ненасыщенность составляет 30...40 % (у оподзоленных почв).

устойчивых признаков оглеения.



**Болотно-подзолистые почвы.** Распространены в основном в подзонах глееподзолистых и подзолистых почв таежно-лесной зоны на плоских слабодренированных равнинах и в неглубоких понижениях при временном избыточном застое поверхностных вод или высоком уровне мягких грунтовых вод. Растительность — мохово-кустарничковые еловые и сосново-еловые леса или мохово-травяные смешанные леса, иногда влажные послелесные луга.

Эти полугидроморфные почвы имеют следующую систему горизонтов:  $A_0$  — лесная подстилка или очес мхов; ниже залегает слаборазложившийся торфянистый ( $A_T$ ) или среднеразложившийся перегнойно-торфянистый ( $A_{пт}$ ), а иногда и сильноразложившийся горизонт (перегнойный —  $A_{п}$ ). На влажных лугах присутствует  $A_d$  (плотная дернина).

Общая мощность примерно до 20...30 см.

Под этим слоем расположены горизонты  $A_0A_1$  и  $A_1$ . Последний имеет темно-серый или буровато-черный цвет, зернисто-комковатую структуру. В северной тайге этот горизонт оглеен ( $A_{1g}$ ). Мощность его не превышает 20 см. В некоторых случаях  $A_1(A_{1g})$  отсутствует и за  $A_0$  следует подзолистый горизонт ( $A_2$  или  $A_{2g}$ ) белесовато-грязноватой окраски с сизоватостью и железистыми конкрециями, бесструктурный или слоегато-плитчатый, чешуйчатый. Мощность его колеблется от 3...7 до 45 см. Ниже  $A_2$  или  $A_{2g}$  расположен иллювиальный глеевый горизонт  $B_g$  неоднородной бурой окраски с глеевыми и ржаво-охристыми пятнами и потеками. Его мощность до 40...55 см.  $BC_g$  — переходный горизонт с ослабленными свойствами иллювиального горизонта, сизыми и охристыми пятнами. С глубиной от .60 до 150...250 см залегают материнские породы ( $C_g$ ): песчано-супесчаные, суглинки и глины валунные и безвалунные, карбонатные и бескарбонатные моренные наносы, флювиогляциальные, древнеаллювиальные и озерные отложения, преимущественно оглеенные; они переходят в водоносный горизонт. Эти почвы отличаются от подзолистых наличием устойчивых признаков оглеения, а также торфянистых или перегнойных горизонтов, а от болотных — присутствием подзолистого горизонта и меньшей оглеенностью минеральной части профиля.

Рис. Болотно-подзолистые почвы →

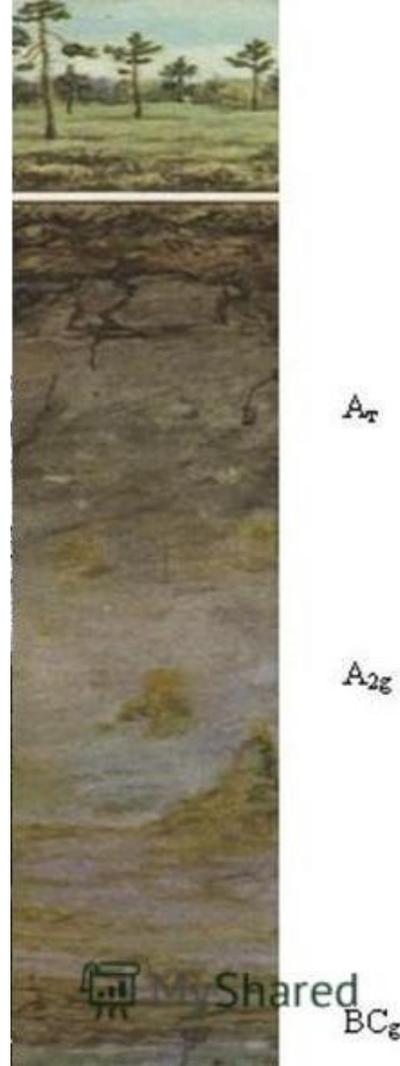
По характеру увлажнения они подразделяются на почвы поверхностного увлажнения и почвы грунтового увлажнения, а по характеру органогенного горизонта — на торфянистые, дерновые и перегнойные.

Болотно-подзолистые почвы делятся на виды по мощности и положению глеевого горизонта: *поверхностно-глееватые* почвы (слабое оглеение с поверхности); *поверхностно-глеевые* (оглеены с поверхности, включая горизонт В<sub>1</sub>, до глубины 40...50 см); *профильно-глееватые* (слабое оглеение с поверхности, включая горизонт ВС); *глубокоглееватые* (слабое оглеение в горизонте ВС глубже 80...100 см); *глубокоглеевые* (оглеение в горизонте ВС на глубине более 80...100 см). По глубине оподзоленности (от нижней границы торфянистого горизонта до нижней границы горизонта А<sub>2</sub>) почвы подразделяются на *мелкоподзолистые* (до 20 см), *неглубокоподзолистые* (20...30 см), *глубокоподзолистые* (более 30 см). По мощности и оторфованности органогенного горизонта выделяют *подстилочные* (А<sub>0</sub> < 10 см), *торфянистые* (А<sub>Т</sub> в пределах 10... 20 см), *торфяные* (А<sub>Т</sub> в пределах 20...40 см) почвы.

В горизонте А<sub>0</sub> содержится до 20...30 % перегноя, а в горизонте А<sub>1</sub> — до 10...15 % гумуса с резким уменьшением его количества по глубине. Реакция почв кислая (рН 3,0...4,5). Степень ненасыщенности высокая (50...90 %), она снижается в породе до 30...40 %. Емкость поглощения в А<sub>Т</sub> до 40...50 мг • экв/100 г.

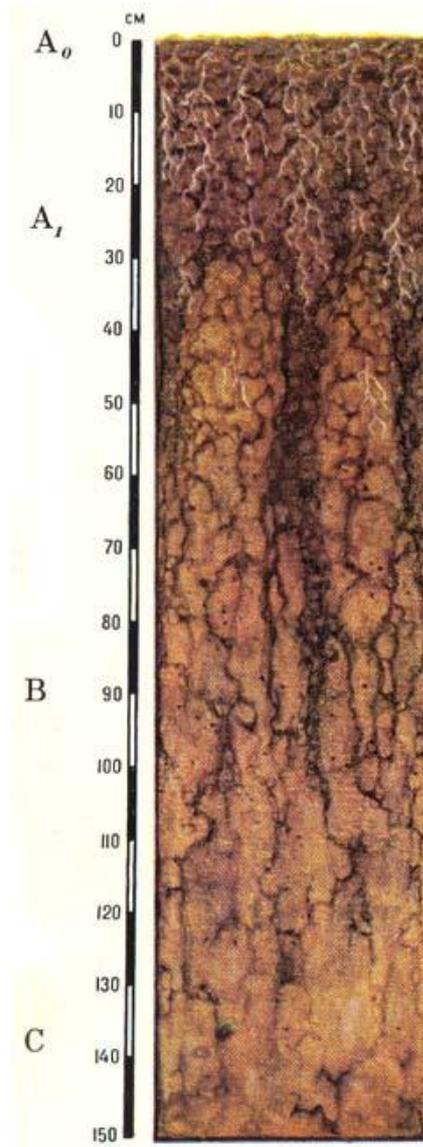
**Мерзлотно-таежные почвы.** Мерзлотно-таежные почвы формируются под светлохвойными лиственничными лесами северной и средней тайги восточнее Енисея в Средней и Восточной Сибири при наличии многолетней мерзлоты. Среди них различают подтипы: глемерзлотно-таежные и мерзлотно-таежные кислые почвы.

*Глемерзлотно-таежные* почвы северной тайги развиваются на суглинисто-глинистых отложениях под лиственничными лесами, имеют с поверхности лесную подстилку мощностью 5...8 см, в нижней части хорошо разложившуюся, часто в виде перегнойного темно-бурого горизонта, под которым залегает серо-сизый оглеенный тиксотропный минеральный горизонт (В<sub>г</sub>), постепенно переходящий в мерзлую породу. Почвы не оподзолены, редко слабо оподзолены, кислые; летом оттаивают до глубины 50...100 см. В зависимости от условий формирования выделяют недифференцированные и дифференцированные почвы. У недифференцированных почв верхняя часть профиля состоит из торфянистого, гумусово- или торфянисто-перегнойного горизонта, сменяющегося коричневато-бурой с сизоватостью или сизоватой минеральной недифференцированной толщей. Мерзлотные трещины заполнены торфянистой массой. В почвах отсутствуют вынос илесто-пылеватых частиц, элювиально-иллювиальное перераспределение растворимых форм SiO<sub>2</sub> и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Органического гумуса в горизонте содержится 46,1 %; с глубиной количество его резко падает (до 1,6 % в горизонте В<sub>г</sub>). Отмечается надмерзлотная аккумуляция гумуса (до 2,5... 3,0 %). Почвы кислые, не насыщены основаниями, Дифференцированные мерзлотно-таежные почвы отличаются выраженностью элювиального и иллювиального перераспределения ила, SiO<sub>2</sub>, полутораоксидов, более кислой реакцией. Характерна нисходящая миграция



подвижных соединений, ила в надмерзлотную часть профиля.

Для *мерзлотно-таежных кислых почв* характерен слабодифференцированный буроватый профиль с признаками оглеения (ржавые и сизые примазки и пятна), оттаивающий летом до глубины 1 м. Почвы кислые, с низкой емкостью поглощения, слабой насыщенностью основаниями, повышенным содержанием подвижного железа. Содержат 3...5 % сульфатного гумуса.



*Мерзлотно-таежные почвы  
типичные почвы*

*мерзлотные лугово-лесные  
почвы*

## Лабораторная работа 3 2 часа БОЛОТА И БОЛОТНЫЕ ПОЧВЫ

**Цель работы** - Ознакомиться с характеристиками и причинами образования болотных почв.

### **Задачи работы**

1. Ознакомиться с условиями почвообразования болотных почв.
2. Разобрать классификацию почв болот, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

### **Обеспечивающие средства**

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

### **Задание**

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

### **Порядок работы:**

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой местности по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

### **Условия почвообразования:**

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.)  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_ водного режима \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. Рельеф \_\_\_\_\_ Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_ Растительность \_\_\_\_\_ (животный \_\_\_\_\_ мир)

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2
О	

3
A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Дополнительные источники:**

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://infoil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

<http://www.rus-nature.ru/01soils/index.htm> - Почвы России и СССР

**Теоретическая часть**

Болота и болотные почвы встречаются во всех природных зонах, в основном в бессточных понижениях при избыточном увлажнении, однако наиболее широко они распространены в таежно-лесной и тундровой зонах. С точки зрения почвоведения и геоботаники под термином «болото» следует понимать участки с постоянным или длительным застойным увлажнением, влаголюбивой растительностью, торфяными, торфянистыми, торфяно-глеевыми и иловато-глеевыми почвами.

**Образование болот.** Зарастание водоемов, заболачивание суши (суходолов - первоначальных сухих почв), выход грунтовых вод на склонах, неправильное использование земель приводят к образованию болот. Болота при зарастании водоемов (замкнутых стоячих озер, речных заводей, мелководий, стариц, лиманов) образуются в результате прямого заполнения водоема отложениями с последующим зарастанием мхами и высшими растениями; постепенного заполнения водоема отложениями и зарастания растительностью от берегов ко дну с образованием определенных поясов - мелководных растений, камышей, водяных лилий, широколиственных рдестов; надвигания на водоем с плавины со стороны господствующих ветров; затягивания водоема всплывающим со дна илом и торфом с последующим зарастанием. При постепенном зарастании водоемов масса отмирающего планктона смешивается на дне с минеральным илом, образуется гниющий ил (*сапрпель*), мощность которого иногда достигает 50...70 м. С заполнением водоема сапрпелем поселяются рогоз, камыш, хвощ и др. При их отмирании растительные остатки постепенно заполняют мелководье. В

образовании торфа участвуют и плавающие растения — трифоль, сабельник, телорез, образующие ковер — сплави́ну. Нижние части сплави́ны отрываются и опускаются на дно, а сверху нарастают новые слои переплетенных живых и отмерших растений. Таким образом происходит заторфовывание сверху и снизу, а также и с берегов. В результате часто наблюдаются все стадии болот. При заторфовывании водоемов мощность торфяников достигает 20 м и более.

На территории России преобладают болота суходольного происхождения, возникшие главным образом в предшествующие климатические периоды. Заболачиванию подвергаются неглубокие плоские понижения водоразделов и первых-вторых террас, пойменные притеррасные понижения, участки с подпором стока, окраины существующих болот.

*Заболачивание происходит:* при избытке атмосферных осадков на территориях, сложенных тяжелыми слабоводопроницаемыми породами; при подъеме пресных грунтовых вод на бескарбонатных, чаще легких породах, подстилаемых тяжелосуглинистыми или глинистыми моренными, покровными и озерными отложениями; при подъеме жестких (минерализованных) грунтовых вод.

На первых стадиях формируется оторфованная лесная подстилка, а в нижних горизонтах появляются признаки оглеения. При заболачивании атмосферными и пресными грунтовыми водами развиваются перегнойно-подзолистые поверхностно-глееватые почвы, в дальнейшем преобразующиеся при постепенном оторфовывании в торфянисто- и торфяно-подзолисто-глеевые, торфяно-глеевые и торфяные почвы.

При заболачивании минерализованными грунтовыми водами, в которых содержатся различные минеральные соединения и много бикарбоната кальция, создается более благоприятный питательный режим, поэтому развиваются разнообразная влаголюбивая травянистая растительность, заросли черной ольхи, ив, березы пушистой, смородины черной при реакции почв от близкой к нейтральной до слабощелочной. В таких условиях формируются дерново-глеевые почвы, которые при длительном переувлажнении превращаются в болотные низинные торфяные почвы.

Образование переувлажненных земель может происходить и вследствие их неправильного использования. Так, часто наблюдается заболачивание вырубок и гарей, территорий, подтопленных гидротехническими сооружениями.

Болотные почвы формируются под воздействием двух процессов: торфообразования и оглеения.

*Торфообразование* — биохимический процесс накопления на поверхности полуразложившихся растительных остатков вследствие их замедленной гумификации минерализации в анаэробных условиях. Избыточное увлажнение затормаживает разложение органического вещества и вовлечение зольных элементов и азота в новые циклы биологического круговорота веществ.

*Оглеение* — сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в условиях затрудненного доступа кислорода при обязательном наличии органического вещества, участии анаэробных микроорганизмов или продуктов их деятельности ( $H_2$ ,  $H_2S$ , низкомолекулярные органические кислоты).

В процессе глееобразования окисное железо превращается в закисное с последующим его выщелачиванием (вымыванием), восстанавливаются также марганец, сера, исчезают нитратные формы азота из-за развития денитрификации, образуются фосфаты типа вивианита. При устойчивом оглеении ионы закисного железа вступают в реакцию с кремнеземом и глиноземом с образованием вторичных

аллюмоферрисиликатов сизой, голубоватой или грязно-зеленой окраски. Горизонты с такой окраской называют *глеевыми*.

*Типы болот.* Классификация болот основана на особенностях питания растений и условиях заболачивания территорий (рис. 1). По своеобразию питания растений выделяют *болота верховые* (олиготрофные), *низинные* (эутрофные), *переходные* (мезотрофные).

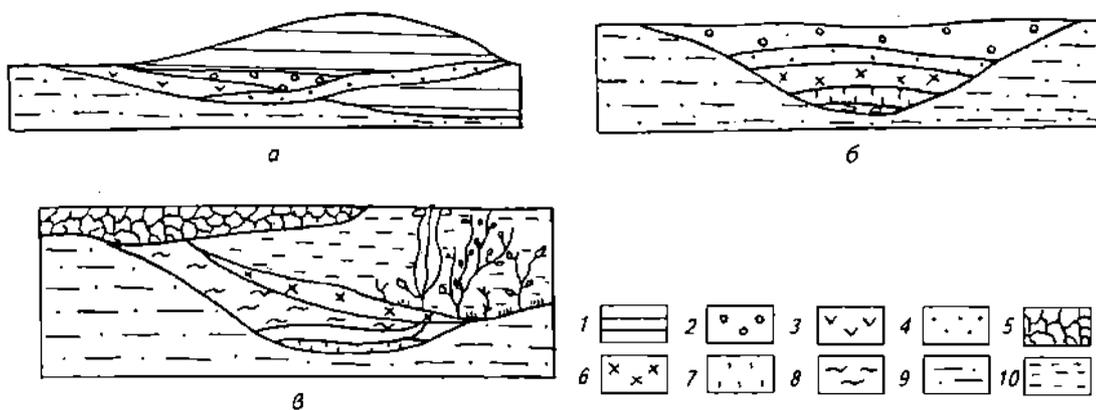
*Верховые болота* образуются на водоразделах и верхних террасах речных долин. Их питают атмосферные осадки, бедные минеральными веществами. Такие болота широко распространены в таежно-лесной зоне, меньше их в лесостепи и южной тундре.

Растительность состоит главным образом из различных сфагновых мхов с участием пушицы, морошки, осоки топяной, росянки круглолистной, шейхцерии, кустарничков — подбела, клюквы, вереска, мирта, багульника и др., а из деревьев — сосны, березы. Кроме сфагнумов обитают некоторые виды зеленых мхов (кукушкин лен), лишайники (кладонии). Корни растений не соприкасаются с минеральным грунтом, а расположены в толще торфа. Питательные элементы поступают из атмосферы в виде оседающей пыли, с дождевой водой, при разложении остатков растений и животных, поэтому зольность низкая (меньше 5 %).

Поверхность верховых болот выпуклая, с кочками, грядами, мочажинами, озерами. Мощность торфа в неосушенном состоянии колеблется от 50 см до 15 м, а в осушенном она составляет не менее 30 см.



Торф верховых болот слабо разложившийся, волокнистый, переходящий сверху в моховой очес. Его окраска светлая или светло-бурая; он беден питательными веществами, имеет резко выраженную кислую реакцию.



**Рис. 1. Структура болот разных типов:**

*а - верховое болото; б - низинное болото; в - болото, образовавшееся при зарастании озера.*

*Торф: 1 - сфагновый; 2 - осоковый и осоково-ивовый; 3 - гипновый; 4 - тростниковый; 5 - плавающий различного состава; 6 - сапронелевый. 7—сапронель; 8— ил; 9— порода; 10 - вода*

*Низинные болота* располагаются чаще в долинах и поймах рек, озерных котловинах, различных мелких депрессиях всех зон. Их питают грунтовые и поверхностные воды, содержащие много питательных элементов, поэтому такие болота обладают высоким потенциальным плодородием.

Поверхность их обычно ровная, покрытая травянистой (различные осоки, тростник обыкновенный, вахта трехлистная, вейник, молиния, хвощ, мытник, аир и др.) и древесной (черная ольха, береза пушистая, ель, сосна) растительностью. Из кустарников встречаются ивы, черемуха, рябина, а из мхов - в основном зеленые гипновые, реже - некоторые сфагновые. Лесные болота (черноольховые и др.) и кустарниковые (ивовые) располагаются в притеррасных частях пойм.

В зависимости от условий обводнения, растительности образуются различные виды торфа. Торф низинных болот темного цвета, преимущественно сильно разложившийся, со значительной примесью минеральных частиц, имеет нейтральную или слабокислую реакцию. Зольность таких торфов высокая (10...25 % и более).

*Переходные болота* занимают промежуточное положение между верховыми и низинными. Их питают не только атмосферные осадки, но и грунтовые воды. Растительный покров таких болот характеризуется сочетанием «низинных» и «верховых» растений. Моховой покров образован гипновыми и сфагновыми мхами. Торф характеризуется слабокислой реакцией, средней зольностью (5...10%). Залежи большой мощности встречаются редко, чаще в нижней части залегают слои низинных, а сверху - верховых торфов.

*Торф* — органическая горная порода, содержащая не более 50 % минеральных веществ, образовавшаяся вследствие отмирания и неполного разложения растений при избыточном увлажнении в условиях анаэробнозиса.

Степень разложения торфа в полевых условиях определяется по следующим признакам:

- неразложившийся торф (степень разложения — до 15%): поверхность торфа шероховатая от остатков растений, которые хорошо различимы, вода выжимается струей, как из губки, прозрачная, светлая;

- весьма слабо разложившийся (степень разложения — 15-20%); вода слабо-желтоватого цвета, выжимается частыми каплями, почти образуя струю;

- слабо разложившийся (степень разложения — 20-25%): вода желтого цвета, отжимается в большом количестве, растительные остатки заметны хуже;

- среднеразложившийся (степень разложения — 25-35%): масса торфа почти не продавливается в руке, остатки растительности заметны. Вода светло-коричневого цвета, отжимается частыми каплями, торф начинает пачкать руки;

- хорошо разложившийся (степень разложения — 35-45%): масса торфа продавливается слабо, вода выделяется редкими каплями коричневого цвета;

- сильно разложившийся (степень разложения — 45-55%): масса торфа продавливается между пальцами, пачкая руку, в нем заметны лишь некоторые растительные остатки, вода отжимается в малом количестве, темно-коричневого цвета;

- весьма сильно разложившийся (степень разложения — более 55%): торф продавливается между пальцами в виде грязеподобной черной массы, вода не отжимается, растительные остатки совершенно неразличимы.

*Торфяная почва* — верхний биологически активный слой (до 70 см) торфяника, в котором анаэробные процессы периодически сменяются аэробными, а следовательно, активнее разлагаются растительные остатки. Нижняя граница почвы обычно совпадает с нижней границей корнеобитаемого слоя и максимальным понижением уровня грунтовых вод в летний сезон.

### **Болотные (торфяные) почвы**

Торфяные болотные почвы занимают площадь около 1 400 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет около 10% территории России. На Европейской территории России они распространены в Архангельской, Вологодской, Ленинградской, Мурманской областях и в Карелии. В Азиатской части болотные почвы распространены на территории Западно-Сибирской равнины, в Барабе, Восточной Сибири, на Дальнем Востоке.

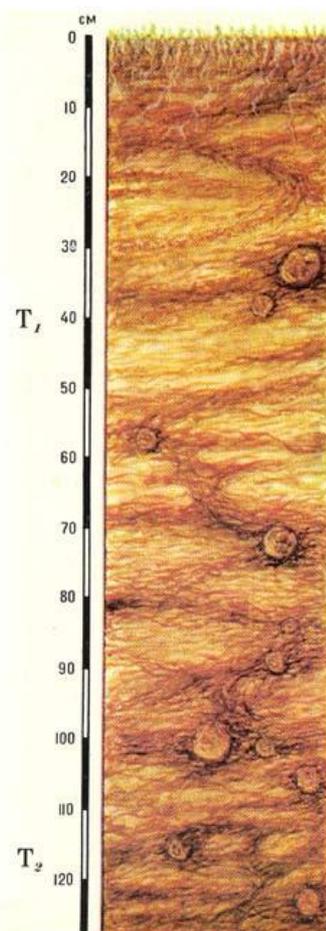
Почвы болотного типа формируются в специфических условиях при избыточном увлажнении атмосферными, застойными грунтовыми минерализованными водами под влаголюбивой растительностью. Отмершие остатки растений в условиях бореального климата подвергаются неполному разложению благодаря проникновению кислорода в результате летнего опускания уровня грунтовых вод. В процессе ежегодного отмирания растений и их органов и постепенного их разложения на поверхности минеральной части болотной почвы формируется органогенный торфяной горизонт, делящийся на несколько подгоризонтов в зависимости от степени разложения растительных остатков, а часто и их ботанического состава.

Их подразделяют на типы: *болотные торфяные верховые* и *болотные торфяные низинные*.

**Болотные торфяные верховые** почвы (рис.) встречаются на верховых болотах. Широко распространены на территории таежных лесов, в лесостепи встречаются реже. Растения-индикаторы для этих почв: сфагновые мхи, из древесных - сильно угнетенная сосна или ель, карликовая береза, а из полукустарников - багульник, Кассандра, морошка, голубика, клюква, шейхцерия, пушица.

Торфяные болотные верховые почвы имеют сильнокислую реакцию среды (рН КСl 2,5-3,8), низкую зольность (2,4-6,5%), степень насыщенности основаниями - 10-50%. Они характеризуются низким содержанием как валовых, так и подвижных форм азота, фосфора, калия.

Выделяют два подтипа: *болотные торфяно-глеевые верховые* (имеет органогенный торфяной горизонт мощностью 20-50 см;



профиль хорошо дифференцирован) и *болотные торфяные верховые почвы* (органогенный торфяной горизонт мощностью свыше 50 см; профиль слабо дифференцирован).

*Рис. Профиль болотной торфяной верховой почвы*

*Болотные торфяно-глеевые верховые почвы* встречаются в неглубоких бессточных понижениях равнинных водоразделов и по краям верховых болот. В их профиле различают следующие горизонты:  $A_c$  — сфагновый очес мощностью 10...20 см из неразложившихся стебельков сфагновых мхов с примесью корневищ полкустарничков, древесных корней и трав; Т — торфяной горизонт мощностью 30...50 см, от светло-бурого до темно-бурого цвета, подразделяющийся на подгоризонты  $T_1$  (слаборазложившийся) и  $T_2$  (с повышенной степенью разложения); G — минеральный глеевый горизонт, мокрый; верхняя часть в глинистых и суглинистых почвах имеет сизовато-серые или сизовато-темно-серые тона, а нижняя окрашена в зеленовато-оливковые или голубовато-сизые тона; на песках под торфяным горизонтом часто образуется коричневый или ржаво-коричневый гумусово-железистый горизонт, сменяющийся голубовато-светло-серым глеевым горизонтом.

Почвы сильнокислые (рН 2,6...3,8). Насыщенность основаниями низкая (10...50%), зольность низкая (2,4...6,5 %), плотность невысокая (0,03...0,1 г/см<sup>3</sup>), влагоемкость высокая (700...1500 %). Зольность верхней части торфяного горизонта низкая (2-6%), нижние части торфяного горизонта имеют более высокую зольность.

Болотные торфяно-глеевые почвы распространены в краевых частях плоских, слабо углубленных в рельефе обширных водораздельных депрессий, образуя кайму большей или меньшей ширины. Иногда расположены на равнинных водоразделах таежной зоны и занимают сплошь неглубокие бессточные депрессии.

В сельском хозяйстве могут использоваться лишь после коренных мелиорации: осушения, известкования, внесения полного набора минеральных удобрений и биологически активных веществ.

*Болотные торфяные верховые почвы* распространены в центральных частях верховых торфяных болот. Дифференциация профиля на горизонты выражена слабо. Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:  $O_c$  - сфагновый очес, соломенно-желтый или светло-буроватый, состоит из живых или слаборазложившихся стебельков мхов с небольшой примесью опада; Т - торфяной горизонт мощностью свыше 50 см, бурый или желтовато-бурый, состоит из растительных остатков, хорошо сохранивших свою форму, горизонт насыщен водой; G - минеральный, сильнооглеенный горизонт, сизовато-серый или голубовато-сизый, мокрый, бесструктурный.

Почвы низкозольны, имеют сильнокислую реакцию среды (2,5-3,6), низкую насыщенность основаниями (10-30%), емкость поглощения 80-90 мг · экв/100 г почвы. Содержание валовых форм кальция, калия и фосфора низкое - 0,1-0,7, 0,03-0,08 и 0,03-0,20% соответственно.

В земледелии могут быть использованы после коренных мелиорации. Обычно занимают центральные части верховых болот на водораздельных равнинах и террасах.

По мощности органогенного горизонта выделяют: торфянисто-глеевые маломощные почвы с мощностью торфа 20...30 см; торфяно-глеевые (30...50 см); торфяные на мелких торфах (50... 100 см); торфяные на средних торфах (100...200 см); торфяные на глубоких торфах (> 200 см).

По степени разложения торфа в верхней толще (30...50 см) выделяют торфяные (> 25 %) и перегнойно-торфяные (25...45 %) почвы.

**Болотные торфяные низинные почвы** (рис.) развиваются на глубоких понижениях рельефа водораздельных территорий, понижениях речных террас и на склонах в таежно-лесной и лесостепной зонах при избыточном увлажнении минерализованными грунтовыми водами, слабозастойных или проточных. Гидрологический режим обуславливает произрастание специфической растительности.

Профили почв имеют следующее морфологическое строение:

**T** - торфяной горизонт мощностью 20-100 см и более, бурый, буровато-темно-серый, темно-бурый или коричнево-бурый; в верхней части густо переплетен корнями растений; степень разложения невысокая, ниже увеличивается, и горизонт приобретает черты перегнойно-торфяного; горизонт делится на несколько подгоризнтов в зависимости от степени разложения растительных остатков; торф нижних горизонтов, как правило слаборазложившийся, светло-желтый или желто-бурый, быстро темнеет на воздухе;

**A<sub>1</sub>** - гумусовый оглеенный горизонт, грязно-серый или сизовато-темно-серый, насыщен водой, по ходам корней много ржавых полос, пятен и примазок;

**G** - минеральный глеевый горизонт, сизый, голубовато-сизо-серый, мокрый, вязкий.

Торфяные болотные низинные почвы имеют слабокислую или нейтральную реакцию среды (рН КС1 5,0-6,5), высокую зольность (более 10%). При высоком содержании валового азота (1,6-3,8%) бедны его подвижными формами, а также бедны подвижными формами калия и фосфора. Почвы слабо насыщены основаниями при довольно высокой емкости обмена, достигающей 100-200 мг-экв на 100 г почвы.

Подтипы болотных торфяных низинных почв: *болотные низинные обедненные торфяно-глеевые*, *болотные низинные (типичные) торфяно-глеевые* (торфяного органогенного горизонта почвы не превышает 50 см), *болотные низинные обедненные торфяные*, *болотные низинные (типичные) торфяные* (торфяного органогенного горизонта почвы свыше 50 см). Подтипы обедненных и типичных почв не имеют четких морфологических различий и отличаются лишь по составу и свойствам (зольность, реакция среды, емкость обмена, степень насыщенности основаниями и т.д.).

Болотные низинные торфяно-глеевые почвы распространены под требовательной к элементам питания (эутрофной) травянистой древесно-кустарниковой растительностью и гипновыми мхами в депрессиях на водоразделах и террасах рек, по окраинам низинных болот. В профиле выделяют горизонты: торфяно-перегнойный ( $T_{п}$ ) мощностью 30...50 см, темно-бурого цвета, переплетенный корнями, часто можно разделить  $T_1$  - торфяной горизонт мощностью 10-15 см, буровато-темно-серый, густо переплетен корнями растений, степень разложения невысокая;  $T_2$  - торфяной горизонт мощностью 20-35 см, темно-бурый или коричнево-бурый; степень разложения торфа довольно высокая, структура непрочно-комковатая, с глубиной увеличивается степень заиленности торфа;; гумусовый ( $A_{lg}$ ) — гумусовый горизонт, черной, сизовато-темно-серой окраски, по ходам корней много ржавых полос, примазок и пятен, горизонт насыщен водой; глеевый (G) — минеральный глеевый горизонт, сизой, оливково-сизой окраски, вязкий, мокрый. По корням растений наблюдаются ржавые пятна, полосы, примазки гидроксида железа и черные марганцевые образования.

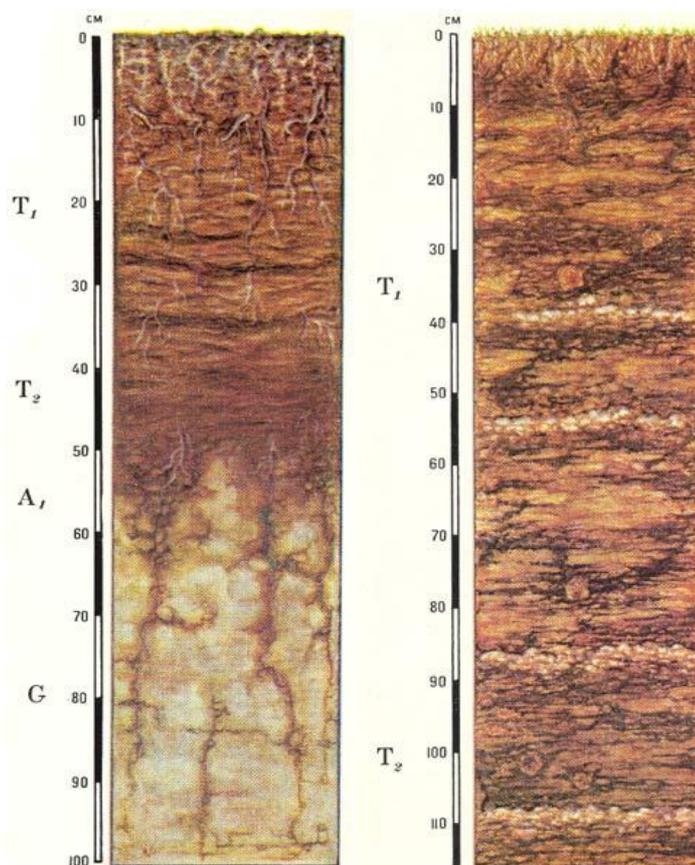


Рис. А - Профиль болотных низинных торфяно-глеевых почв  
 Б - Профиль болотных низинных торфяных почв

Реакция почв слабокислая или нейтральная (рН КСl 5,0-6,5), степень насыщенности основаниями - 70-80%. Зольность - более 10%, содержат 1,5-2,0% кальция, 1,6-3,8% азота.

Болотные торфяные низинные почвы встречаются в центральной части низинных болот. Их профиль развивается в пределах торфяных слоев мощностью от 30...50 см (в сильнообводненных болотах) до 60...70 см (в слабообводненных). Торфяной горизонт Т подразделяется на подгоризонты:  $T_1$  - торфяной горизонт мощностью 10-15 см, буровато-темно-серый, густо переплетен корнями растений степень разложения невысокая;

$T_2$  - торфяной горизонт мощностью 20-50 см, темно-бурый или коричневый; торф, хорошо разложившийся, содержит остатки древесной растительности; горизонт постепенно переходит в слаборазложившуюся торфопороду светло-бурой или желто-бурой окраски. Общая мощность торфа достигает 1 м и более. Почвы отличаются от торфоорганогенной породы по окраске и степени разложения. Породы обычно светло-желтая, желто-бурая, из хорошо сохранивших форму растительных остатков.

Зольность этих почв - свыше 10% и может достигать 30-50%. Реакция слабокислая и нейтральная, емкость поглощения - 130-150 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями - 90-97%. Содержание кальция - 1,5-5,0%, азота -

1,6-3,8%. Почвы бедны калием (0,08-0,20%) и фосфором (0,05-0,46%). Распространены в центральных частях болотных массивов водораздельных равнин и речных террас южно-таежных и лесостепных территорий.

Подроды почв: моховые, древесные, травяные. Виды этих почв аналогичны видам верховых болотных почв.

*Контрольные вопросы и задания.* 1. Что такое болото? 2. Как зарастают водоемы и развиваются болота? 3. Назовите основные пути заболачивания суши. 4. Какие бывают типы болот? 5. Изложите сущность процесса заболачивания. 6. Что такое торфяная почва?

## **Лабораторная работа 4**

**2 часа**

### **БУРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ**

**Цель работы** - Ознакомиться с типами и подтипами почв распространенные в широколистных лесах.

#### **Задачи работы**

1. Ознакомиться с условиями почвообразования в широколистных лесах.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной территории, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

#### **Обеспечивающие средства**

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

#### **Задание**

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

#### **Порядок работы:**

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

#### **Условия почвообразования:**

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.)

2. Тип водного режима \_\_\_\_\_

3. Рельеф \_\_\_\_\_

4. Почвообразующие породы \_\_\_\_\_

5. Растительность (животный мир) \_\_\_\_\_

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2	3
О		A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Дополнительные источники:**

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

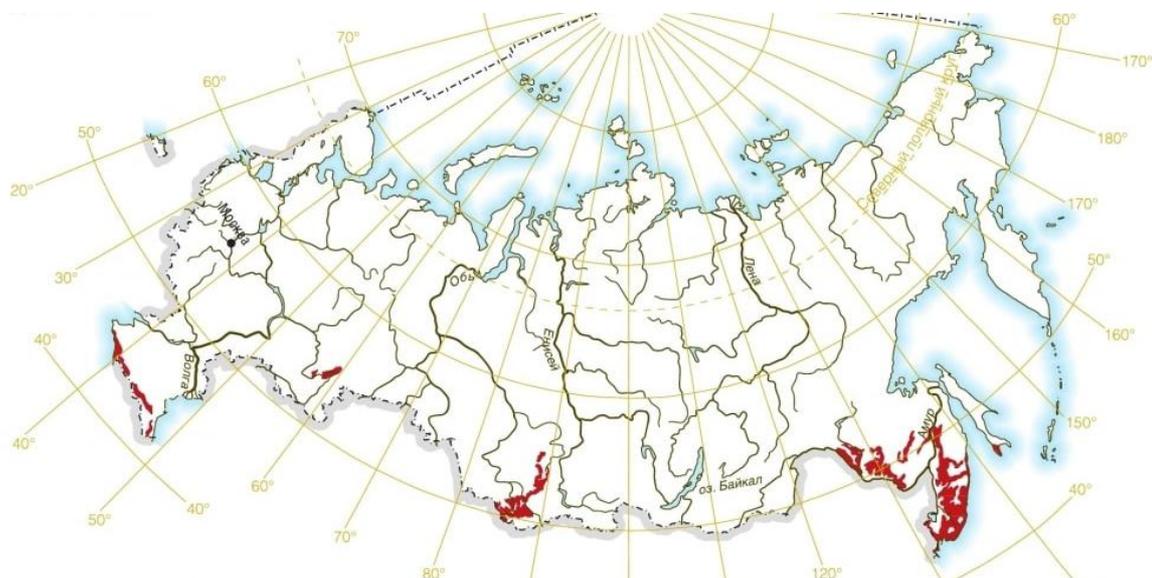
<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://infooil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

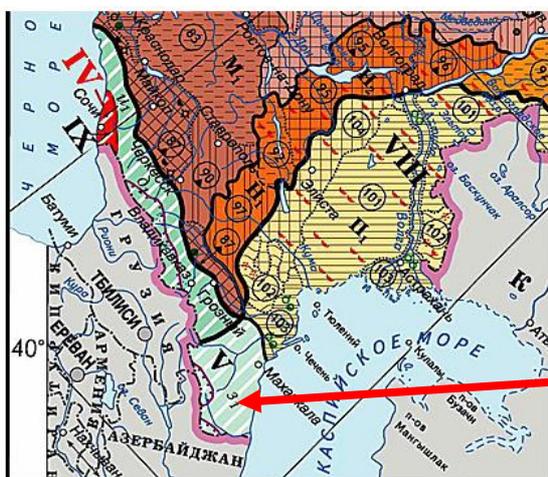
<http://www.rus-nature.ru/01soils/index.htm> - Почвы России и СССР

**Теоретическая часть**

Бурые лесные почвы встречаются в Западной и Восточной буроземно-лесных областях суббореального пояса. Суббореальный пояс расположен к югу от бореального. Сумма температур выше 10°C колеблется от 1800-2200° на севере до 3200-3500° на юге.



### Западная буроземно-лесная область – V



Западная буроземно-лесная область, расположенная на западной окраине азиатского континента, включает обширные пространства Западной и Центральной Европы. На территорию России область заходит лишь своей крайней восточной частью в предгорных и горных районах Кавказа, которые выделяются в качестве одной горной провинции – Северо-Кавказской.

#### Северо-Кавказская горная провинция

Провинция занимает 0,3% территории России. Она охватывает северный склон Большого Кавказа от его западной оконечности до восточной границы Чеченской котловины (от 800-4000 до 5600 м) и небольшую часть южного склона с восточной границей в районе Туапсе.



Структура вертикальной зональности в разных частях провинции имеет свою специфику в связи с особенностями пород и климата. В общем виде она представляет собой смену снизу вверх следующих высотных зон:

- степи на черноземах типичных и выщелоченных мицелярно-карбонатных,
- дубовые леса на серых лесных почвах,
- буковые, пихтовые и еловые

леса на буроземлах слабонасыщенных,  
- хвойные леса на буротаежных почвах,

- субальпийские и альпийские луга на горно-луговых дерновых и дерново-торфянистых почвах,

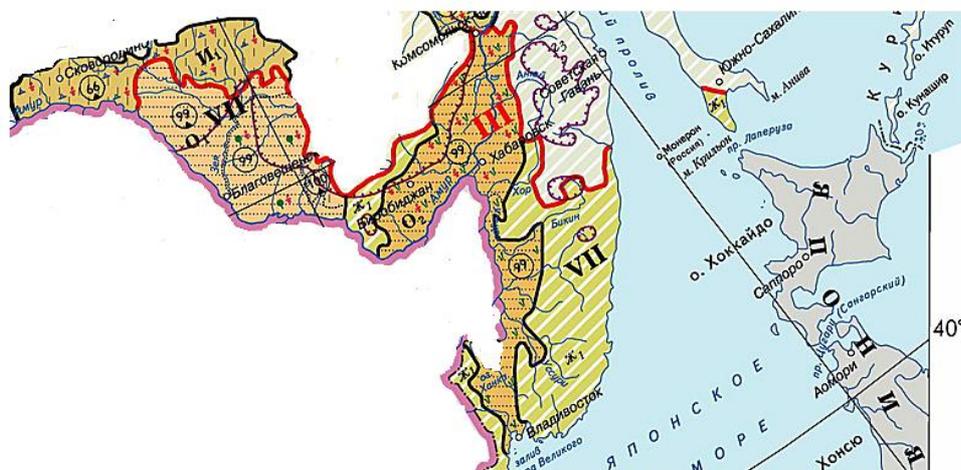
На южном низкогорном склоне с чертами средиземноморского климата, развит только лесной пояс с *буроземами кислыми оподзоленными* и дерново-карбонатными почвами, а в наиболее засушливых местообитаниях – горными коричневыми почвами сухих лесов и кустарников.

**Климат.** Зона в целом отличается умеренно теплым и влажным климатом. Характерны: высокая сумма температур выше 10 °С (2800...3000 °С), теплое лето (средняя температура июля 18...21 °С), мягкая зима (средняя температура января - 3...- 5 °С), среднегодовая сумма осадков 600... 1000 мм, испаряемость 500...600 мм, промывной тип водного режима.

**Рельеф и почвообразующие породы.** На Кавказе доминируют пологоувалистые и холмистые предгорные равнины, на которых почвообразующие породы представлены карбонатными и бескарбонатными элювиальными, элювиально-делювиальными и делювиальными отложениями.

**Растительность.** По всей зоне были распространены травяные и мертвопокровные широколиственные и хвойно-широколиственные леса, однако значительная часть лесов вырублена и заменена сельскохозяйственными угодьями.

#### *Восточная буроземно-лесная область – VII*



Восточная буроземно-лесная область отличается от Западной буроземно-лесной области пониженной обеспеченностью теплом и муссонным климатом. В пределах России равнинные территории области относятся к зоне

*буроземов и подзолисто-буроземных* почв хвойно-широколиственных и широколиственных лесов, а горные районы входят в состав Южно-Сихотэалинской горной провинции.

Территория зоны охватывает обширные межгорья и предгорные равнины юга Дальнего Востока: Амуро-Зейское плато, Зейско-Буреинскую и Приуссурийскую равнины, Приханкайскую и Среднеамурскую низменности, окруженные хребтами Джагды, Буреинским, Сихотэ-Алинь. Площадь зоны составляет 1,1% территории РФ.

**Климат** зоны муссонный с максимумом осадков летом и с малоснежной суровой зимой. Для зимы характерны континентальные северо-западные ветры, очень низкая температура воздуха, крайне малое количество осадков, маломощный снежный покров. Все это способствует глубокому и длительному промерзанию почв. Почвы промерзают до глубины 2...3 м и медленно оттаивают. Температура наиболее холодного месяца от - 25 – -29° на западе до -11 – -25° на востоке зоны. Сумма температур более 10°С составляет 1900-2300° (на западе) и 2000-2600° (на востоке). Годовой коэффициент увлажнения изменяется в том же направлении от 0,8-1,2 до 1,00-1,33 и более. Осадков выпадает 450...600 мм, испаряемость составляет 430...550 мм.

### **Рельеф и почвообразующие породы.**

В восточной части зоны почвы располагаются на равнинах - межгорных и предгорных, сильнорасчлененных с увалистым рельефом, древнеаллювиальных слаборасчлененных, иногда на склонах сопок и увалов. Почвообразующие породы - суглинистый щебнистый элювий коренных пород (гранитов, гранодиоритов, гранитогнейсов, кварцевых порфиров, базальтов и др.), озерные и аллювиальные глины, подстилаемые песками с глубины 1...2 м, редко полиминеральные третичные пески и древние красноцветные коры выветривания. Для всех равнин, расположенных в депрессиях, заполненных рыхлыми отложениями, характерно развитие трех комплексов террас: высоких, средних и низких, различающихся по рельефу и возрасту (третичные и четвертичные). Среди равнин поднимаются отдельные сопочные возвышенности.

**Почвообразующими породами** поверхностей четвертичного возраста являются аллювиальные и озеро-аллювиальные отложения преимущественно тяжелого гранулометрического состава.

На территории зоны распространены хвойно-широколиственные и широколиственные леса. Характерная особенность этих лесов – многоярусность и многовидовой состав древостоя, богатство и разнообразие подлеска, папоротниково-травяной покров, обилие лиан (виноград, лимонник и др.). На юге Зейско-Буреинской равнины в прошлом были распространены остепненные разнотравно-злаковые луга.

**Растительность.** На Дальнем Востоке преобладают хвойно-широколиственные леса, состоящие из саянской ели, пихты, кедра, дуба, клена, липы и других пород. В Приамурье кроме хвойно-широколиственных лесов встречаются широколиственные из дуба, клена, липы, бархата амурского и др.

На наиболее возвышенных и хорошо дренированных территориях под широколиственными и хвойно-широколиственными лесами в зоне формируются *буроземы слабонасыщенные и буроземы слабонасыщенные оподзоленные*. Особенности этих почв являются глубокое промерзание и позднее оттаивание, высокое содержание гумуса (7-15%) с резким спадом по профилю, широкое отношение Сгк/Сфк (1,0-1,7) и преобладание среди гуминовых кислот фракции, связанной с кальцием, слабокислая реакция, высокая насыщенность основаниями. Отличия буроземов слабонасыщенных оподзоленных заключаются в некоторой цветовой и текстурной дифференциации профиля, а также наличии слабого перераспределения по профилю валовых и подвижных форм полуторных оксидов. Свойства буроземов изменяются в связи с ухудшением условий дренажа в сторону развития поверхностного оглеения и дифференциации профиля. Этому способствуют летне-осенний пик выпадения осадков, тяжелый гранулометрический состав почвообразующих пород и длительно сохраняющаяся в профиле сезонная мерзлота.

Среди буроземов на слабодренированных территориях, избыточно увлажняемых поверхностными водами, формируются *буроземы глееватые и глеевые со слабой цветовой дифференциацией профиля* и признаками глееватости. Они занимают обширные пространства на плоском водоразделе Амура и Зеи.

На плоских участках высоких террас с поверхностным и грунтовым переувлажнением значительно распространены *подзолисто-буроземные глубокоглееватые* и глеевые почвы. Они отличаются резкой дифференциацией профиля по морфологии, гранулометрическому составу и физико-химическим свойствам, обусловленной лессиважем и элювиально-глеевым процессом. Благодаря наличию в профиле отбеленного подгумусового горизонта их называют также лесными подбелами.

*Южно-Сихотэалинская горная провинция*

Провинция занимает 0,8% от территории РФ. Она включает южную часть хребта Сихотэ-Алинь (от 800-1500 до 1850 м), юго-западную горную оконечность Сахалина и Малый Хинган. Почти всю область гор занимает лесной пояс. Лишь самые высокие вершины безлесны и заняты стлаником и фрагментами мохово-лишайниковых тундр. Вертикальный ряд образуют *буроземы кислые и слабонасыщенные широколиственных и хвойно-широколиственных лесов*, буротаежные, преимущественно иллювиально-гумусовые почвы темнохвойных лесов, в зоне стланика развиты подбуры сухоторфянистые, среди которых фрагментарно встречаются подбуры тундровые.

### *Генезис, классификация, состав и свойства бурых лесных почв*

Процесс формирования бурых лесных почв называется **буроземообразовательным**. Он состоит из гумусово-аккумулятивного процесса, *оглинения и лессиважа*. Почвы развиваются при отсутствии подтока грунтовых или застоя атмосферных вод, при промывном типе водного режима (среднегодовой коэффициент увлажнения превышает 1). Однако имеется и сухой период, в основном в августе-сентябре, а на Дальнем Востоке - в сентябре-октябре, когда коэффициент увлажнения снижается до 0,6...1,0. К тому же в почвах преобладают невысокие положительные температуры, а почвенные растворы насыщены угольной кислотой. Все это способствует освобождению гидроксидов железа, оглинению, т.е. внутрипочвенному образованию вторичных глинистых минералов гидрослюдисто-монтмориллонитового состава в результате слабого гидролиза первичных минералов и вторичного синтеза. Глинистые минералы и гидроксиды железа накапливаются в верхней части профиля и в наибольшем количестве - в средней. Оксиды и гидроксиды железа равномерно прокрашивают весь профиль почвы в бурые цвета. Для почв характерен возврат оснований с опадом. Обильны микрофлора и фауна беспозвоночных, участвующих в интенсивном разложении опада и растительных остатков, в результате образуется муллевый гумусовый горизонт. Дальнейшие процессы гумификации приводят к возникновению относительно подвижных бурых гуминовых кислот при подчиненном содержании фульвокислот, образующих с железом комплексы. В почвах много копролитов дождевых червей, что способствует формированию водопрочной структуры. Карбонаты в верхних горизонтах почв отсутствуют, возможно, в связи с выносом в форме бикарбонатов. Для генезиса бурых лесных почв важен и процесс лессиважа (перенос коллоидов и пылевато-илистых частиц без разрушения минералов).

В общем виде морфологический профиль состоит из следующих генетических горизонтов:

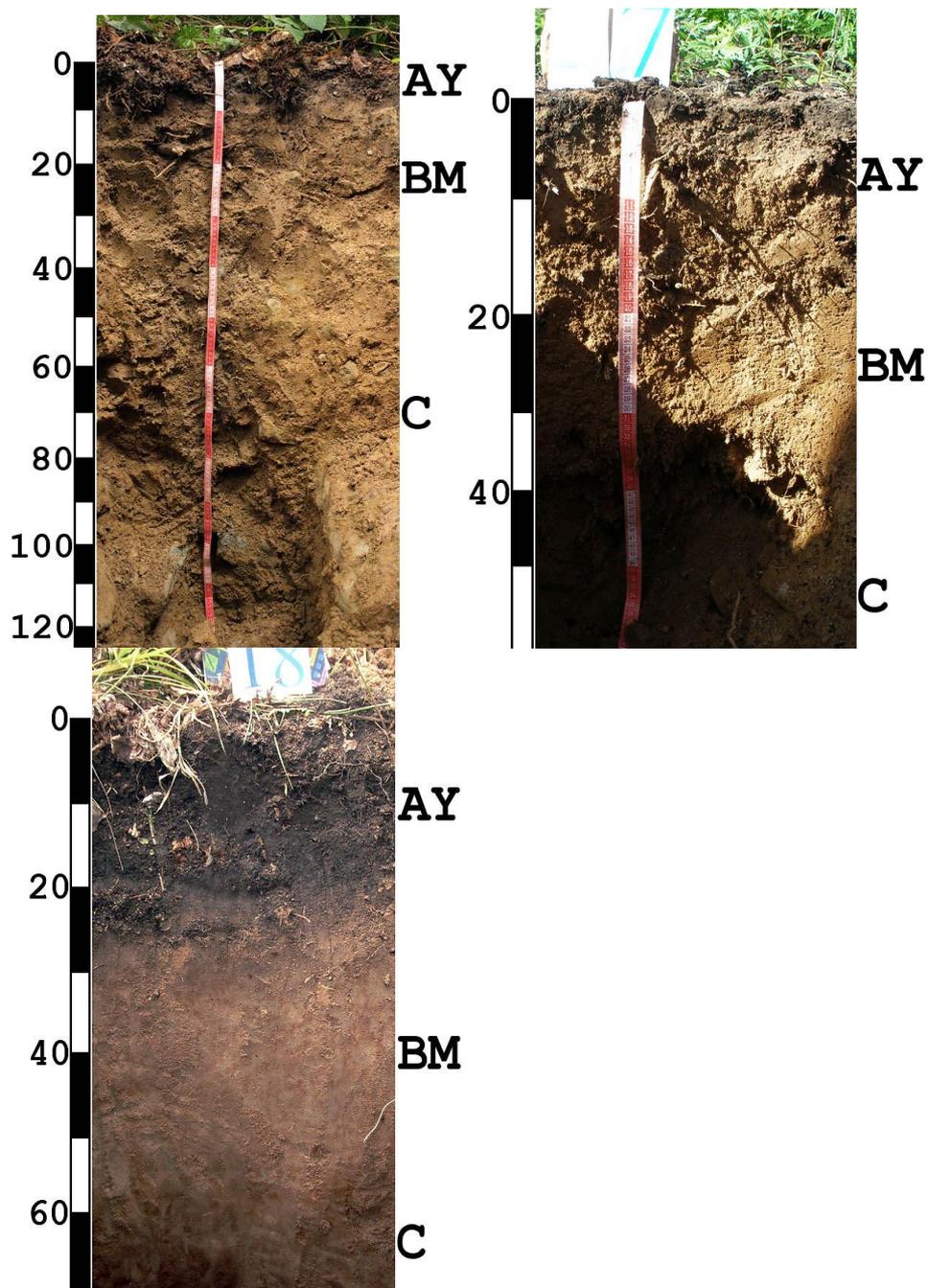
$A_0$  - лесная подстилка мощностью 0,5-5,0 см, состоящая из опада - листьев, хвои и древесных остатков (в распаханых почвах отсутствует);

$A_0A_1$  - грубогумусный перегнойный горизонт, темно-серый, рыхлый (в распаханых почвах отсутствует);

$A_1$  - гумусовый горизонт мощностью 10-20 см, темновато-бурый или серовато-бурый, рыхло-комковатой или комковато-зернистой структуры, суглинистый, иногда содержит включения щебня (на пашне гумусовый горизонт выделяется как  $A_{пах}$ );

$B_t$  - переходный к породе метаморфический горизонт мощностью 25-50 см, бурый или коричнево-бурый, суглинистый, комковато-ореховатой или зернисто-ореховатой структуры, уплотненный, по граням структурных отдельностей отмечаются коллоидальные органико-минеральные пленки, часто большое количество щебня и обломков породы, переход постепенный;

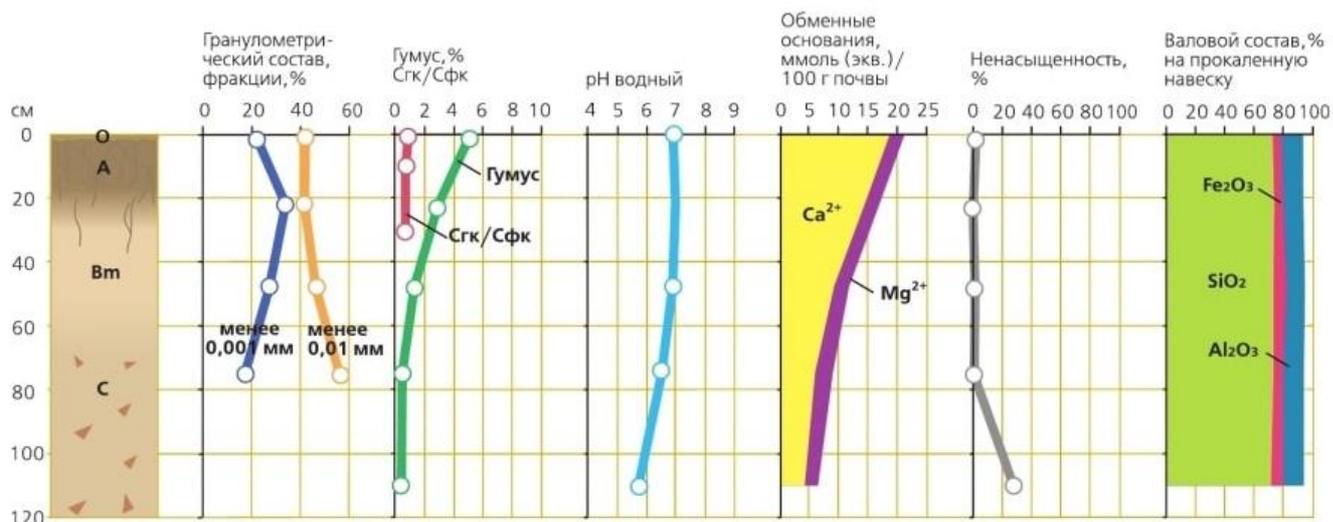
С - материнская порода представлена, как правило, суглинистым каменисто-щебнистым элювием и элюво-делювием плотных пород, реже мелкоземистыми осадочными породами.



*В однородном по цвету буром профиле средней мощности (не более 1м (Рисунок ниже 1 – Бурозем Карпаты)) ясно выделяется рыхлый серогумусовый горизонт или горизонт мягкого лесного гумуса с комковатой, реже зернисто-комковатой, структурой мощностью от 10 до 20–25 см (2, 3 - Бурозем). В его окраске прослеживаются бурые тона, отчетливо заметны следы деятельности почвенной фауны.*

Состав и свойства почв значительно варьируются. Для них характерны: высокое содержание гумуса в верхней части профиля, достигающее до 10-16%; резкое преобладание в составе гумуса фульвокислот над гуминовыми (так,  $S_g : S_f < 0,5$ ); слабокислая или кислая реакция; ненасыщенность основаниями. Для них также характерны оглинение, т. е. процесс образования вторичных глинистых минералов, по

всему профилю почв; отсутствие выноса ила, небольшое обеднение верхних горизонтов почв илистой фракцией; отсутствие или слабая дифференциация почвенного профиля по валовому составу.



Бурые лесные почвы используются под лесные угодья; в сельском хозяйстве они пригодны под зерновые, овощные, технические, плодовые культуры.

Тип бурых лесных почв подразделяется на **подтипы**: *бурые лесные типичные, бурые лесные кислые, бурые лесные оподзоленные, бурые лесные лессивированные, бурые лесные насыщенные (эутрофные), бурые лесные глеевые, бурые лесные карбонатные (остаточные), бурые лесные оподзоленные глеевые*. На Дальнем Востоке выделяются *бурые лесные типичные, оподзоленные, отбеленные, глеевато- и глеево-отбеленные, желто-бурые почвы*.

По содержанию гумуса почвы делятся на *многогумусные (>10%), среднегумусные (5...10%), малогумусные (< 5 %)*, по щебнистости и каменистости — на *поверхностно-слабощебнистые или каменистые (> 10% камней и щебня), поверхностно-среднещебнистые или каменистые (10...20 %), поверхностно-сильнощебнистые или каменистые (20...40 %) и очень сильнощебнистые или каменистые (>40 % покрытия)*. По глубине появления щебнистости или каменистости почвы могут быть *поверхностно- (0...30 см), неглубоко- (30...50 см) или глубокощебнистые (50...100 см) или каменистые*.

*Бурые лесные типичные* почвы в России распространены на Зейско-Буреинской и Амурско-Зейской равнинах Дальнего Востока. В Европе они приурочены в основном к областям распространения карбонатных морен и лёссовидных суглинков. На Дальнем Востоке они развиваются на суглинистом щебнистом элювии коренных пород, аллювиальных глинах, подстилаемых с глубины 1...2 м песками, под дубовыми и дубово-черноберезовыми лесами с подлеском из рододендрона.

Почвы отличаются слабо-дифференцированным профилем ( $A_0 - A_1 - V_{t(ta)} - C$ ). В них отсутствует горизонт грубого гумуса. Слой подстилки небольшой мощности (редко превышает 2 см). Опад разлагается в течение вегетационного периода вследствие довольно высокой микробиологической активности. Горизонт  $A_1$  (мощность 15...30 см) буро-серый, с прочной мелкокомковатой или копролитовой (зернисто-комковатой) структурой, с массой корней и многочисленными ходами дождевых червей, рыхлый или слабоуплотненный, с постепенным переходом в горизонт (до глубины 30...40 см). Этот горизонт имеет более крупную комковатую или комковато-ореховатую структуру; постепенно переходит в метаморфический горизонт  $V_t$  (мощность 30...130 см) - бурый,

более тяжелый по гранулометрическому составу, плотный, ореховатый, с ходами корней и дождевых червей, по граням структурных отдельностей заметны органоминеральные пленки, часто с обломками пород или щебнем. Ниже залегает переходный к почвообразующей породе буроватый горизонт ВС. Почвообразующая порода желтовато-бурая, чаще из суглинистого каменисто-щебнистого элювия, элюво-делювия плотных пород, реже мелкоземистых отложений. ...

*Бурые лесные оподзоленные* почвы имеют осветленный буровато-светло-серый гумусово-элювиальный горизонт  $A_1A_2$  порошисто-комковатой структуры, а иногда и оподзоленный горизонт. Они развиваются на породах легкого гранулометрического состава, чаще под сосново-дубовыми лесами Дальнего Востока. Для почв характерны кремнеземистая присыпка в верхней части горизонта  $B_1$ , железомарганцевые конкреции и примазки, коричнево-бурые пленки по ореховатым отдельностям (рис. 10).

*Бурые лесные карбонатные* почвы развиваются на элюво-делювии меловых, юрских, триасовых известковых пород, карбонатных моренах и лёссах. Для них характерны: темно-бурая окраска, водопрочная зернистая или мелко-ореховатая структура, тяжелосуглинистый или глинистый гранулометрический состав, часто с включениями известковых пород. Некоторые из почв недостаточно мощные, если развиваются непосредственно на известняках.

В бурых лесных почвах отмечается увеличение содержания физической глины и илистой фракции вниз по профилю с максимумом в иллювиально-текстурном горизонте  $B_t$ , что отражает процессы оглинения и лессиважа. В оподзоленных почвах наибольшее количество ила содержится в горизонте  $A_1$  и в верхней части горизонта  $B_t$ .

Физико-химические свойства бурых лесных почв в основном зависят от состава пород, подтипов почв. Наибольшим плодородием обладают бурые лесные типичные суглинистые почвы, в горизонте  $A_1$  которых содержится 5...10% гумуса. Вниз по профилю его содержание резко убывает (на глубине 20...30 см всего 1,5...3 % гумуса). В составе гумуса преобладают гульминовые кислоты. Реакция почв слабокислая и близкая к нейтральной (рН 5,5...6,0). Степень насыщенности основаниями высокая (70...90 %). В составе поглощенных оснований доминирует кальций (> 50 %). Емкость поглощения значительная (20...40 мг экв/100 г почвы).

*Бурые лесные кислые* почвы в отличие от типичных имеют кислую реакцию по всему профилю, особенно в верхней части (рН<sub>сол</sub> 3,5...5,0). Степень насыщенности катионами низкая (10... 40) емкость поглощения незначительная (5...20 мг · экв/100 г почвы); в обменном состоянии находятся преимущественно катионы железа и алюминия. В горизонте  $A_0A_1$  содержится 15...30 % гумуса, в горизонте  $A_1$  — 5... 10, в горизонте  $B_t$  — до 1...2 %. В составе гумуса преобладают гульминовые кислоты, связанные с полутораоксидами. Почвы обеспечены подвижным калием, а подвижного фосфора и гидролизуемого азота мало. Почвы имеют водопрочную структуру, высокую скважность, хорошую воздухо- и водопроницаемость.

В бурых лесных оподзоленных почвах реакция почв кислая и слабокислая (рН<sub>сол</sub> 4,0...5,8). В горизонте  $A_1$  содержание гумуса составляет 3...10 %, оно резко уменьшается в оподзоленном горизонте. В горизонте  $A_1$  Сгк: Сфк= 1. В составе поглощенных катионов (20...35 мг · экв/100 г почвы) доминируют кальций и магний, а водорода и алюминия мало. Степень насыщенности основаниями 40...60%.

В бурых лесных насыщенных (эуτροφных) и карбонатных почвах реакция слабокислая в верхней части профиля и нейтральная или щелочная в нижней. Количество ульматного гумуса в них колеблется от 6 до 15%. Сумма обменных

оснований наибольшая (30...65 мг • экв/100 г почвы). Почвы обладают лучше выраженной и более прочной структурой по сравнению с ненасыщенными почвами.

### ***Сельскохозяйственное использование бурых лесных почв***

Бурые лесные почвы обладают довольно высоким плодородием, их широко используют в земледелии в качестве сенокосных, пастбищных и лесных угодий. На них выращивают зерновые, технические и овощные культуры. В районах распространения этих почв развиты также садоводство и виноградарство.

При внесении органических и минеральных (азотных и фосфорных) удобрений, рациональной агротехнике на этих почвах получают устойчивые высокие урожаи различных сельскохозяйственных культур. При освоении оподзоленных почв органические и минеральные удобрения вносят на фоне известкования с постепенным углублением пахотного горизонта. Для повышения плодородия бурых лесных глеевых почв необходимы мероприятия по улучшению водно-воздушного режима (осушительные мелиорации, отвод избыточных вод и др.) и культуртехнические работы. На территориях с сильно расчлененным рельефом важно осуществлять противоэрозионные мероприятия, применять специальную противоэрозионную агротехнику на пахотных почвах, регулировать выпас скота, правильно использовать лесные насаждения. Для улучшения свойств бурых почв большое значение имеет травосеяние.

***Контрольные вопросы и задания.*** 1. Чем характеризуются природные условия почвообразования в зоне широколиственных лесов? 2. Как классифицируют бурые лесные почвы? 3. Назовите основные процессы, формирующие профиль бурых лесных почв. 4. Дайте характеристику состава и свойств бурых лесных почв по подтипам. 5. Как используют бурые лесные почвы в сельском хозяйстве?

## **Лабораторная работа 5**

**2 часа**

### ***СЕРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ***

***Цель работы*** - Ознакомиться с типами и подтипами серых лесных почв

#### ***Задачи работы***

1. Ознакомиться с условиями почвообразования.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной территории, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

#### ***Обеспечивающие средства***

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

#### ***Задание***

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Порядок работы:**

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

**Условия почвообразования:**

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.) \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_ водного режима \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. Рельеф \_\_\_\_\_ Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. Растительность \_\_\_\_\_ (животный мир) \_\_\_\_\_

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2	3
О		A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

- 1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)
- 2 – профиль почвы
- 3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

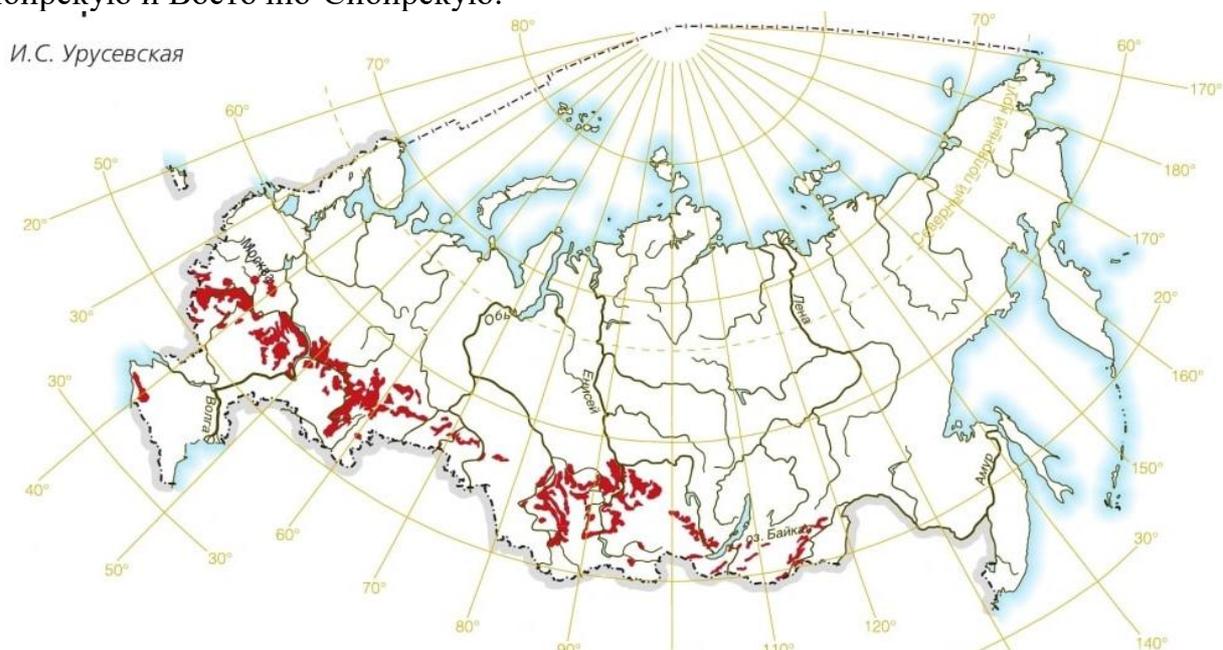
5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Дополнительные источники:**

- <https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации
- [http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв
- <http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

### **Теоретическая часть**

Эти почвы распространены в северной части лесостепи под широколиственными лесами или мелколиственными с примесью хвойных пород (в Сибири) в виде прерывистой полосы от предгорий Карпат до Забайкалья в Восточной Сибири. Она расположена узкой полосой к югу от таежно-лесной и занимает площадь более 60 млн. га, что составляет 2,8% площади всех почв страны. В пределах этой полосы можно выделить почвенно-биоклиматические области: Восточно-Европейскую, Западно-Сибирскую и Восточно-Сибирскую.



#### *Условия почвообразования*

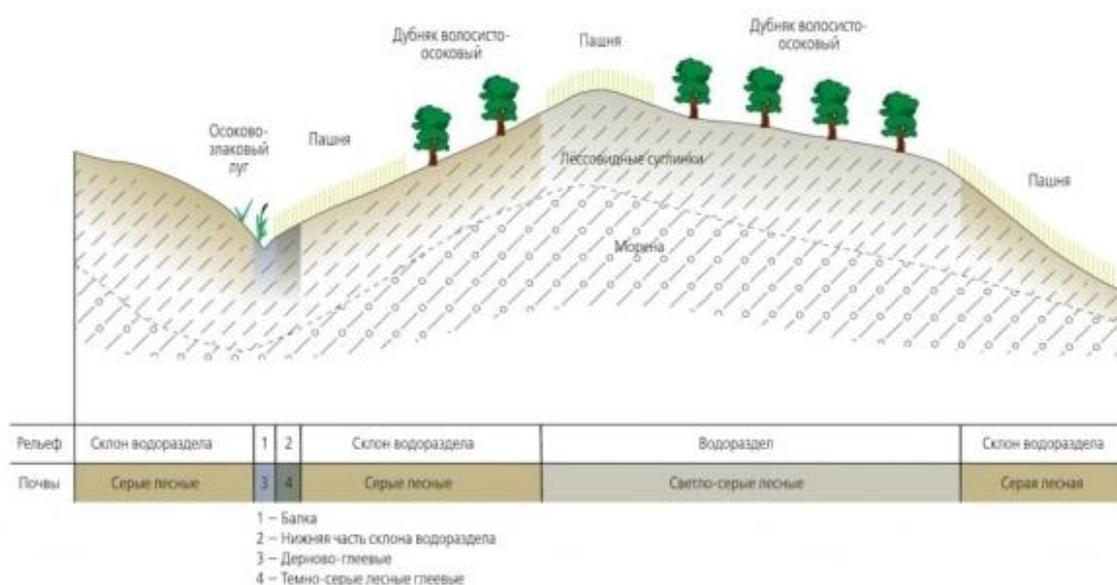
**Климат.** В Восточно-Европейской области климат в целом субконтинентальный умеренный, в Западной Сибири – континентальный, в Восточной – резко континентальный. Так, среднегодовая температура воздуха изменяется от 7 до 2,5 °С в европейской части и до 0,8...1,8 °С в Восточной Сибири (в Западно-Присяянской островной лесостепи). Зима в Восточно-Европейской области умеренно холодная со средней температурой января от – 8...-13°С (Средне-Русская провинция) до 16°С (на Верхнекамской возвышенности), а лето характеризуется умеренно высокими температурами (средняя температура июля 18,5...20 °С). Безморозный период длится от 170...200 дней на западе до 115... 130 дней на востоке области, а сумма температур выше 10 °С составляет 2200... 2600 °С. Осадков выпадает 500...550 мм на территории Средне-Русской провинции и 350...400 мм в Предуралье. Основное количество осадков выпадает в теплый период. Испаряемость 500...550 мм в год. Коэффициент увлажнения 1,0... 1,2. В Зауралье средняя температура января колеблется от –16... -19 до -19...-25 °С, а июля – от 17,5 до 18,5 °С. Осадков выпадает от 380...420 мм в Западной Сибири до 360...450 мм в Восточной Сибири при испаряемости 380...470 мм. Коэффициент увлажнения 0,77... 1,0. От Урала до Оби климат более суровый, почвы промерзают на глубину до 1,5 м и находятся в мерзлотном состоянии до 5 мес. В Восточной Сибири почвы промерзают на глубину до 2 м. Среднегодовая температура в слое до 1 м 2,5...3,0°С. Безморозный период длится 116... 120 дней в Западной Сибири, 83... 104

дня в Восточной Сибири, сумма температур выше 10 °С составляет соответственно 1750... 1850 и 1400... 1600°С.

**Рельеф и почвообразующие породы.** В европейской части лесостепь находится главным образом в пределах Уфимского плато, средней части Среднерусской и Приволжской возвышенностей, Рельеф волнистый, пологоувалистый или увалисто-холмистый, сильно расчлененный овражно-балочной и речной сетью. Почвообразующими породами служат покровные и лёссовидные суглинки и глины, лёссы, моренные, реже делювиальные, флювиогляциальные и аллювиальные отложения, элювий коренных пород.

На территории Западно-Сибирской равнины доминирует плоскоравнинный рельеф, слабо расчлененный речными долинами. Овраги встречаются лишь в узкой полосе, прилегающей к склонам долин крупных рек. Много западин, озер. В южной части Западно-Сибирской равнины широко распространены гривы и заболоченные лощины. На подгорной эрозионной равнине Зауралья и Приобском плато господствуют увалы. Почвообразующие породы – преимущественно карбонатные лёссовидные суглинки и глины, озеро-аллювиальные и аллювиальные отложения.

К востоку от реки Оби до озера Байкал находятся холмисто-увалистые и пологоувалистые предгорные равнины, водораздельные пространства, межгорные котловины. Восточная Присаянская часть лесостепи имеет сильно-увалистый рельеф. Почвообразующие породы – покровные суглинки и глины, часто облессованные, лёссовидные суглинки и глины, супеси, пески и валунно-галечниковые наносы.



**Растительность.** До освоения человеком в Восточно-Европейской области были распространены луговые степи, остепненные луга в сочетании с широколиственными лесами, а в Сибири – в сочетании с мелколиственными. Большая часть территории лесостепи распахана, в нетронутом виде сохранились лишь отдельные крупные массивы, приуроченные к возвышенным участкам водоразделов и хорошо дренированным балкам, а также к поймам и склонам балок. Эти участки покрыты травянистыми лесами: западнее Днепра – буковыми, буково-грабовыми и дубово-грабовыми, от Днепра до Волги в центральной полосе – липово-дубовыми с примесью ясеня, клена, вяза, от Волги до Урала – дубовыми, липовыми, дубово-липовыми. За Волгой заметны березы, часто с примесью пихты и сосны. Повсеместно на местах вырубок и гарей распространены вторичные леса – березовые, липово-березовые,

сосновые; на террасах крупных рек – дубово-сосновые и сосновые. В западинах пойм встречаются осинники. В качестве подлеска часто выступают лещина, бересклеты, крушина, жимолость и др. В травяном покрове липово-дубовых и дубовых лесов наиболее характерны сныть, осока волосистая, сочевичник, медуница лекарственная, фиалка удивительная, мятлик лесной, барвинок, душица, поповник, лазурник и др. По опушкам и на полянах разрастаются кустарники (терн, степная вишня, бобовник и др.).

В луговой степи в отличие от настоящей степи произрастают не только ксерофитные степные злаки, но и луговые мезофитные злаки и луговое разнотравье. Для луговой степи характерна высокая видовая насыщенность. Из злаков господствуют типчак, тонконог, ковыль-волосатик, из бобовых – астрагал пушисто-цветковый и клевер горный, из разнотравья – тимьян Маршалла и обыкновенный, шалфей луговой, качим метельчатый, синяк красный, зопник, колокольчики, подмаренники, нивяник, ясменник и др. Слабонарушенные участки луговой степи сохранились в Центрально-Черноземном заповеднике. На территории Западно-Сибирской равнины доминируют в колках мелколиственные березовые и березово-осиновые леса, в их подлеске господствуют ивы. Колки занимают 10...20 % территории. На открытых безлесных пространствах северной подзоны – гривах распространены остепненные луга, состоящие из корневищных злаков (мятлик луговой, тимофеевка, вейник), бобовых (чина, клевер, мышиный горошек). В понижениях преобладают солодка, бескильница, подорожник большой. Много болот и заболоченных лугов. В южной подзоне распространения серых лесных почв преобладают из злаков типчак, тонконог, перистые ковыли, ковыль-волосатик, а из бобовых – люцерна и эспарцет. Разнотравье представлено полынью, прострелом, тысячелистником, качимом и др. В поймах развиты крупнотравные луга.

В Восточной Сибири лесостепные ландшафты имеют прерывистый характер, в основном в виде замкнутых островов. Они представляют собой сочетание травянистых редкостойных березовых и березово-сосновых, иногда сосново-лиственничных лесов на водоразделах с луговыми степями по нижним частям склонов, увалам и террасам рек. Подлесок и кустарники развиты слабо. Площадь лесов составляет примерно 30 %. Травяной покров богат и разнообразен в связи с благоприятным водным режимом. Большое распространение имеют из злаков вейник тростниковидный, коротконожка перистая, ежа сборная, тимофеевка, мятлики, тонконог, из бобовых – мышиный горошек, клевер люпиновидный и др., из разнотравья – борщевик рассеченнолистный, реброплодник, сочевичники, борец вьющийся, медуница, крестовник цельнолистный, зопник и др.

#### ***Генезис, классификация, состав и свойства почв***

Серые лесные почвы по свойствам занимают переходное положение от дерново-подзолистых к черноземам. Впервые они были описаны В. В. Докучаевым под названием «типичных лесных земель». Он выделил их в самостоятельный тип, сформировавшийся в результате своеобразного процесса почвообразования под травянистыми широколиственными лесами в условиях лесостепи. В таких лесах подзолистый процесс протекает в весьма слабой степени, а дерновый развивается в лучших условиях, чем в таежно-лесной зоне, что связано с более благоприятными климатическими условиями, своеобразием биологического круговорота веществ и водного режима.

В почвы и на их поверхность ежегодно поступает опад лесной и травянистой растительности (его масса составляет 7...11 т/га, а иногда и больше), богатый азотом (50...90 кг/га) и основаниями, особенно кальцием (70... 100 кг/га). На фоне ослабленного

промывного режима при слабом сезонном анаэробнозисе или его отсутствии, при более благоприятном тепловом режиме органическая масса разлагается быстрее, чем в таежно-лесной зоне. Однако опад полностью не разрушается, а также накапливается в виде лесной подстилки. Кальций не весь вымывается из лесной подстилки, частично закрепляясь в ней в качестве новообразования – оксалата кальция. Вследствие насыщенности опада и лесной подстилки кальцием разложение растительных остатков в почвах сопровождается большей нейтрализацией гумусовых кислот по сравнению с дерново-подзолистыми почвами. Частично гумусовые образования в виде гуматов кальция задерживаются в гумусовом горизонте, а более подвижные соединения (фульваты алюминия, железа и кальция) мигрируют в нижележащие горизонты. Процессы разрушения минералов на месте, или внутрипочвенное выветривание, из-за нейтрализации значительной части гумусовых кислот выражены слабо. Характерны процессы лессиважа, вернее, вымывания высокодисперсных минералов без их химического разрушения в нижнюю часть профиля. Взаимодействуя с подвижными фульвокислотами, они обуславливают дифференциацию профиля. Основные процессы почвообразования: гумусонакопление, накопление зольных элементов в горизонте  $A_1$ , лессиваж, слабое оподзоливание (наличие горизонтов  $A_1A_2$ ,  $A_2B$ ). Развитие подзолистого процесса заметно в самой северной части зоны (преобладают светло-серые лесные почвы), где в меньшей степени участвуют в опаде остатки травянистой растительности, более выражен нисходящий ток воды и увеличен вынос оснований.



Профиль серой лесной почвы

Профили почв имеют следующее морфологическое строение:

$A_0$  – лесная подстилка мощностью 2-5 см, состоит из побуревшего лесного опада;

$A_1$  – гумусовый горизонт мощностью 10-55 см, серый или темно-серый, иногда буровато-темно-серый, зернистой неясно комковато-порошистой структуры, содержит много живых корней растений;

$A_1A_2$  – переходный гумусово-элювиальный горизонт мощностью до 15 см, серовато-белесый или серовато-буроватый, плитчатой, комковато-плитчатой или ореховато-комковатой со слоеватостью структуры;

$A_2B$  – переходный горизонт, на буром, темно-буром или коричневом фоне белесые пятна, языки и присыпка, ореховатой, комковато-ореховатой, остроугольно-мелкоореховатой структуры, темная глянцевая корочка по граням структурных отдельностей; иногда не имеет признаков оподзоливания и выделяется как переходный горизонт  $AB$ ;

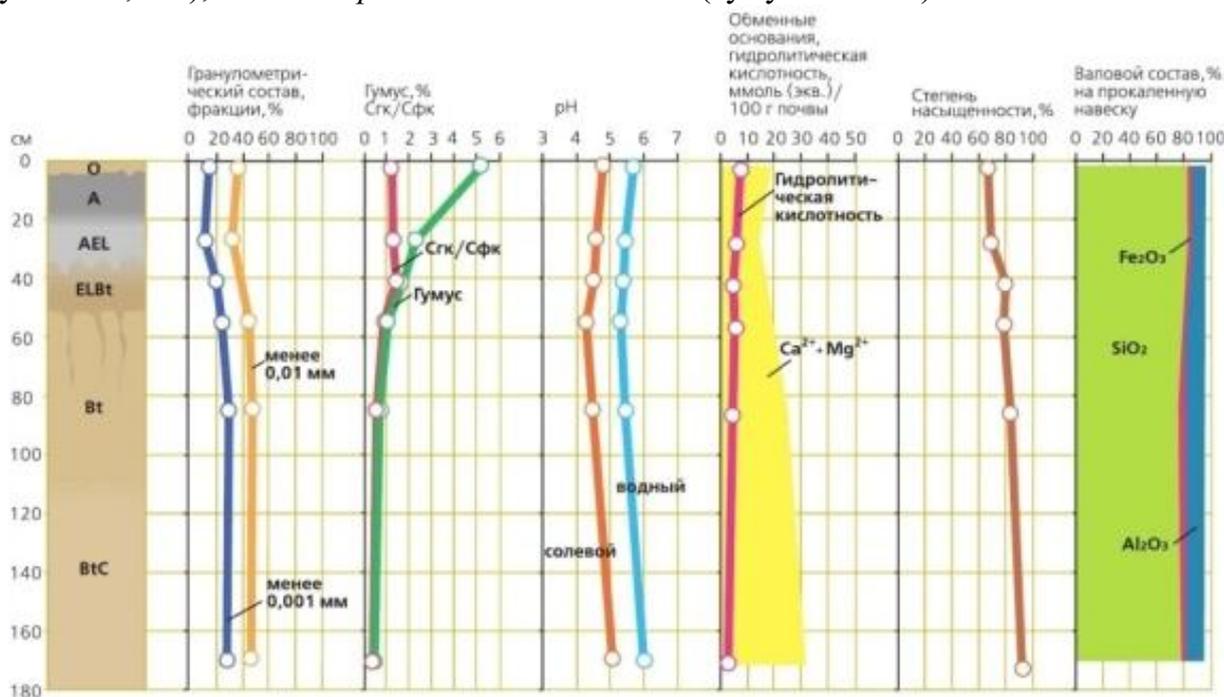
$B$  – иллювиальный горизонт, темно-бурый или темно-коричневый, ореховатой или ореховато-призматической структуры, плотный, грани структурных отдельностей покрыты блестящими глянцевитыми пленками;

$BC$  – переходный горизонт более светлой окраски, структура выражена хуже, плотность меньшая; в этом горизонте чаще всего появляются выделения карбонатов; горизонт постепенно переходит в почвообразующую породу.

Выделяются три подзональных подтипа серых лесных почв: *светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы.*

Почвы разделяются по глубине вскипания: *высоковскипающие* (выше 1 м) и *глубоковскипающие* (глубже 1 м), а также по мощности гумусового горизонта ( $A_1 + A_1A_2$ ): *мощные* (более 40 см), *среднемощные* (40...20 см), *маломощные* (менее 20 см).

Среди серых лесных почв, используемых в земледелии, выделяются **подтипы**: *светло-серые лесные освоенные* ( $A_{\text{пах}} = 20...25$  см, гумуса 1,5%); *светло-серые лесные окультуренные* ( $A_{\text{пах}} > 20$  см, гумуса 4...5 %); *серые лесные освоенные* ( $A_{\text{пах}} > 20...25$  см, гумуса 2...3,5 %); *темно-серые лесные освоенные* (гумуса 3...4 %).



**Светло-серые лесные** почвы среди почв данного типа отличаются наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта.

Их почвенный профиль включает следующие горизонты:

$A_0(A_d)$  – в целинных почвах лесная подстилка мощностью 2-4 см или дернина темно-бурого цвета, в верхней части состоит из малоперегневших, побуревших листьев, веточек и другого растительного спада, в нижней – из довольно связанной войлокообразной массы полуперегневших растительных остатков с большой примесью земляного материала;

$A_1$  – гумусово-элювиальный горизонт (15...25 см и меньше, реже до 35 см) – обычно светло-серый или белесо-светло-серый, неравномерной окраски, ореховатой с пластинчатостью или комковато-ореховато-пластинчатой структурой, с обильной белесой кремнеземистой присыпкой, густо пронизан корнями; на пахотных почвах горизонт  $A_{\text{пах}}$  бесструктурный и распыленный, переход постепенный;

$A_1A_2$  – переходный гумусово-элювиальный горизонт серовато-белесоватого цвета, пластинчатый или плитчато-ореховатый, с кремнеземистой присыпкой, постепенно переходит в горизонт  $A_2B$ ;

$A_2B$  – переходный элювиально-иллювиальный горизонт серовато-бурого цвета, угловато-мелкоореховатый или плитчато-ореховатый, с кремнеземистой присыпкой, буровато-коричневыми коллоидами на гранях структурных отдельностей, уплотненный; переход постепенный; мощность  $A_1A_2 + A_2B$  в основном не превышает 15...20 см;

$B$  – иллювиальный горизонт, бурый, плотный, вязкий во влажном состоянии, с ореховатой и крупноореховатой структурой в верхней части и ореховато-

призматической или призматической в нижней, с коричневыми пленками на гранях структурных отдельностей, гумусовые пленки отсутствуют; переход постепенный;

С – преимущественно светло-бурые покровные суглинки, в которых карбонаты наблюдаются примерно лишь с глубины 2 м в виде прожилок, журавчиков, известковых трубочек.

Верхние горизонты светло-серых лесных почв имеют кислую ( $pH_{KCl}$  3,5-4,5) или слабокислую ( $pH_{KCl}$  5,0-6,0) реакцию. Степень насыщенности основаниями изменяется по профилю от 60% в верхних горизонтах до 90-95% в нижних. Содержание гумуса варьируется от 2,5 до 7,0%. Почвы ясно дифференцированы по содержанию ила и полуторных окислов.

**Серые лесные** почвы отличаются от светло-серых почв ослаблением подзолистого и большим развитием дернового процесса (см. рисунок справа →).

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  – лесная подстилка мощностью 1-2 см, в Восточной Сибири мощность достигает 3-5 см; состоит из слаборазложившегося растительного опада;

$A_1$  – гумусово-аккумулятивный мощностью 15-30 см, иногда до 40 см, серый в сухом состоянии, темно-серый во влажном, комковато-пылеватой, комковато-порошистой или комковато-ореховатой структуры, рыхлый, густо пронизанный корнями; переход в следующий горизонт постепенный; Переход в следующий горизонт  $A_1A_2$  (10...15 см) постепенный.

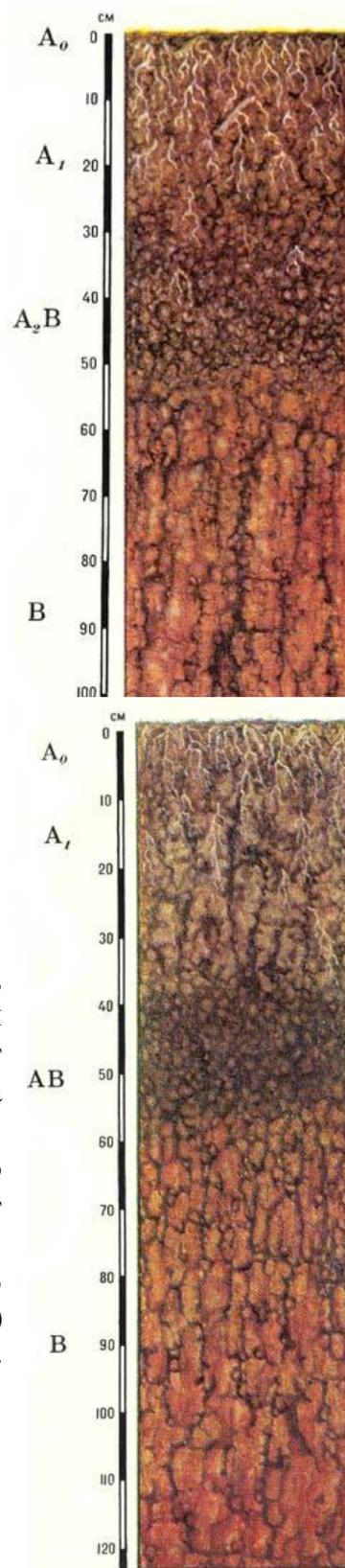
Горизонт  $A_1A_2$  не имеет ясно выраженного белесоватого оттенка, интенсивнее прокрашен гумусом, обычно крупнопористый, комковато-ореховатый с  $SiO_2$  на гранях структурных отдельностей; переход постепенный.

$A_2B$  – переходный, оподзоленный, мощностью около 20 см, буровато-серый, коричнево-серый или темно-серый, неравномерной окраски, ореховатой структуры, поверхности структурных отдельностей глянцевиты, содержат обильную белесую присыпку, рыхлый; переход замечен по окраске и структуре;

В – иллювиальный, мощность различна, нижняя его граница может проходить на глубине 90-120 см, бурый или коричнево-бурый, ореховатой, ореховато-призматической структуры, плотный, вязкий. На поверхности структурных отдельностей часто содержатся черно-бурые (лаковые) пленки; переходит в следующий горизонт языками; на всю мощность горизонта проникают белесые пятна кремнеземистой присыпки;

С – почвообразующая порода светло-бурых тонов, неясно призматической структуры, слаботрещиноват, содержит карбонатные конкреции.

Верхние горизонты серых лесных почв имеют слабокислую реакцию ( $pH_{KCl}$  4,0-6,5). Степень насыщенности основаниями – 70-80 % в верхних горизонтах и 90-95% в нижних. Содержание гумуса – 4-



9 %. Дифференциация серых лесных почв по содержанию ила и окислов незначительна, а иногда отсутствует совсем.

**Темно-серые лесные** почвы (см. рисунок) в отличие от светло-серых и серых лесных *не всегда* имеют в профиле горизонты  $A_0$  и  $A_1A_2$ , а в горизонте, переходном от гумусового к иллювиальному, доминируют признаки гумусового. Они представлены следующими горизонтами:  $(A_0) - A_1 - (A_1A_2) - AB - B_1 - B_2 - BCK(BC) - CK(C)$ . По свойствам почвы близки к черноземам оподзоленным.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  — лесная подстилка, маломощна, темно-бурая, состоит из хорошо разложившихся растительных остатков с примесью мелкозема ;

Для них характерен довольно мощный горизонт  $A_1$  — гумусово-аккумулятивный мощностью до 30...40, а иногда и до 45...55 см, темно-серый, в основном комковатый, реже ореховато-комковатый, с массой корней, постепенно переходит в следующий горизонт;

Горизонт  $A_1A_2$  определяется по наличию кремнеземистой присыпки, но чаще отсутствует.

$A_2B$  ( $AB$ ) — переходный, оподзоленный (гумусово-иллювиальный), интенсивно окрашен гумусом, преимущественно темно-бурый или темно-коричневый, мелкоореховатый или ореховатой структуры, белесая кремнеземистая присыпка содержится не всегда;

$B$  ( $B_1$ ) — иллювиальный, текстурный, бурый или темно-бурый, плотный, четко выраженной ореховато-призматической или ореховатой структуры, кремнеземистая присыпка необильна; на гранях структурных отдельностей заметны темные пленки, обычно окрашен светлее иллювиального горизонта, содержит редкие и неинтенсивные затеки органоминеральных коллоидов, на глубине 100-150 см встречаются карбонатные конкреции.

Эти почвы имеют слабокислую реакцию в верхних горизонтах и ( $pH_{KCl}$  6,0-6,6). Содержание гумуса высокое (6-12 %), насыщенность основаниями достигает 95-99 %. Дифференциация профиля по содержанию ила отчетлива, по содержанию полуторных окислов выражена слабо.

Наибольшая мощность горизонтов характерна для серых лесных почв фации субконтинентального климата. В фации резко континентального климата (от Оби до озера Байкал) серые лесные почвы отличаются пониженной интенсивностью почвообразования, заторможенной промерзанием, что отражается на мощности горизонтов (мощность горизонта  $A_1$  в серых лесных почвах 7...12, в серых — 10 и в темно-серых — 15...25 см). В этих почвах заметны признаки оглеения (с глубины 80...100 см ржавые пятна и сизоватые разводы), отсутствуют на структурных отдельностях гумусово-глинистые натеки и пленки в темно-буром ореховатом горизонте. Диспергированность и подвижность пылевато-илистых частиц в горизонтах  $B$  и  $BC$  больше, миграционная способность железа по всему профилю в связи с временным переувлажнением более высокая.

Среди них встречаются и серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом ( $A_n$ ), который наблюдается обычно под горизонтом  $A_1A_2$ , что свидетельствует о его реликтовом характере. В различных районах Забайкалья на периферии межгорных котловин, на пологих склонах сопков, внутри межгорных депрессий сформированы *серые лесные мерзлотно-глеевые* почвы, в которых многолетняя мерзлота залегает на

глубине 3,5...5,0 м. В нижней части профиля отмечается сезонное переувлажнение из-за надмерзлотной верховодки.

На территории Западно-Сибирской равнины распространены среди обычных *серые лесные осолоделые* почвы в связи с пульсацией водного режима и со слабой минерализацией почвенно-грунтовых вод. На слабодренированных плоских междуречьях встречаются *серые лесные глеевые, глеевые осолоделые, солонцеватые и солончаково-солонцеватые луговые почвы, солоды, а в депрессиях – дерново-глеевые, торфяно-болотные, лугово-болотные.*

На склонах крутизной 2° и более распространены *серые лесные эродированные почвы*, а на элювии карбонатных пород – *остаточно-карбонатные серые лесные почвы*, для которых характерны неглубокое залегание карбонатов (выше 50 см), отсутствие или слабое оподзоливание, хорошо выраженная зернисто-ореховатая структура.

Гранулометрический состав серых лесных почв варьирует от легкосуглинистого до глинистого. Верхние горизонты легче нижних, особенно они обеднены илом. С глубиной содержание ила возрастает в горизонте В в связи с лессиважем.

В горизонте А<sub>1</sub> светло-серых почв содержится до 3...4 % гумуса, в серых лесных – до 4...6 и в темно-серых лесных – до 5...8 %. Пахотные слои содержат меньше гумуса – от 1,5...2,5 % в светло-серых до 3...5 % в темно-серых лесных почвах. По сравнению с дерново-подзолистыми содержание гумуса в серых лесных почвах уменьшается более постепенно, однако еще довольно резко у светло-серых подтипов. В горизонте А<sub>1</sub> С<sub>ГК</sub>: С<sub>Фк</sub> = 0,7...0,98, а в горизонтах А<sub>1</sub>А<sub>2</sub> и А<sub>2</sub>В С<sub>ГК</sub>: С<sub>Фк</sub> = 1,5...2,6, ниже уменьшается с преобладанием фульвокислот. В горизонте А<sub>1</sub> кроме черных гуминовых кислот содержатся бурые, слаборастворимые в воде и не способные удерживать кальций от вымывания.

В серых лесных мерзлотно-глеевых почвах содержится в верхних горизонтах 5...8 % (в серых лесных) и 8... 14 % (в темно-серых) гумуса; количество его резко уменьшается на глубине 50 см (до 1 %). В составе гумуса большое количество негумифицированных органических остатков, преобладают гуминовые кислоты.

Реакция почв кислая и слабокислая. Светло-серые лесные почвы имеют преимущественно сильнокислую и кислую реакцию по всему профилю (рН<sub>сол</sub> 3,5...5,5) с насыщенностью основаниями в верхних горизонтах (60...80 %). Серые и темно-серые почвы характеризуются кислой и слабокислой реакцией (рН<sub>сол</sub> 4,5...6,0), значительной насыщенностью основаниями – от 70...85 % у серых лесных до 80...96 % у темно-серых лесных. Емкость поглощения в верхних горизонтах варьирует от 10...20 мг · экв/100 г почвы у светло-серых до 25...50 мг · экв/100 г почвы у темно-серых в зависимости от гранулометрического состава и содержания гумуса. Из поглощенных катионов доминируют кальций и магний. Во всех горизонтах, кроме карбонатного, имеются водород и алюминий, причем последнего больше. В некоторых осолоделых почвах количество магния возрастает до 25 % емкости поглощения. В них отношение С<sub>ГК</sub>: С<sub>Фк</sub> больше 1; гумусовые кислоты большей частью связаны с кальцием. Содержание общего азота в горизонте А<sub>1</sub> 0,1...0,4 %, подвижного фосфора – менее 15 мг/100г почвы по Кирсанову, подвижного калия – 5...10 мг/100 г по Масловой, т.е. в основном низкое и среднее. При сильном окультуривании содержание подвижного фосфора возрастает до 30...45 мг/100 г, а подвижного калия – до 20...30 мг/100 г почвы.



A<sub>1</sub>

A<sub>2</sub>

A<sub>2</sub>B

B

a)



A<sub>1</sub>

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>

A<sub>2</sub>B

B

b)



A<sub>1</sub>

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>

A<sub>2</sub>B

B

b)

**Тип серых лесных глеевых почв.** Серые лесные глеевые почвы распространены на территориях, занятых серыми лесными почвами; они формируются в условиях повышенного увлажнения - в западинах, на нижних выположенных участках склонов, слабодренированных водоразделах на тяжелых по механическому составу породах. Для таких участков территорий характерны застой поверхностных вод или близкое залегание грунтовых. Специфика условий почвообразования приводит к увеличению мощности гумусово-аккумулятивного горизонта  $A_1$  и развитию процессов оглеения.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_1$  – гумусово-аккумулятивный, темно-серый, при повышенном увлажнении имеет стальной оттенок в окраске, структура зернисто-комковатая; в некоторых случаях нижняя часть этого горизонта может выделяться в переходный оподзоленный горизонт  $A_1A_2$ ; структурные отдельности в этих случаях покрыты белесой кремнеземистой присыпкой;

$AB$  ( $A_2B$ ) – переходный (гумусово-иллювиальный), бурый или грязно-бурый, мелкоореховатой структуры с черными гумусовыми пленками по граням структурных отдельностей; иногда имеют следы оподзоливания (белесая присыпка) и оглеения (охристые и сизоватые пятна и примазки, железистые дробовины);

$B$  - переходный (иллювиальный), темно-бурый, может иметь больше или меньше выраженные признаки оглеения, структура призмовидно-ореховатая, дифференцирован на горизонты  $B_1, B_2, B/C$ ;

$C_g$  ( $C$ ) – почвообразующая порода, почти всегда имеет ясные признаки оглеения, содержит карбонатные конкреции, исключение составляют почвы легкого механического состава.

Серые лесные глеевые почвы имеют высокое содержание гумуса (2,5-11%) при постепенном уменьшении его количества с глубиной; в составе гумуса много гуминовых кислот, большей частью связанных с кальцием. Реакция среды в верхних горизонтах кислая ( $pH$   $KCl$  4,0-4,5), степень насыщенности основаниями - 90-97%. Верхние горизонты содержат 25-45 мг-экв на 100 г почвы обменных оснований; величина гидролитической кислотности доходит до 8-14 мг-экв. В оподзоленных вариантах этих почв дифференциация профиля выражена слабее, чем в серых лесных почвах.

Тип серых лесных глеевых почв включает в себя следующие подтипы:

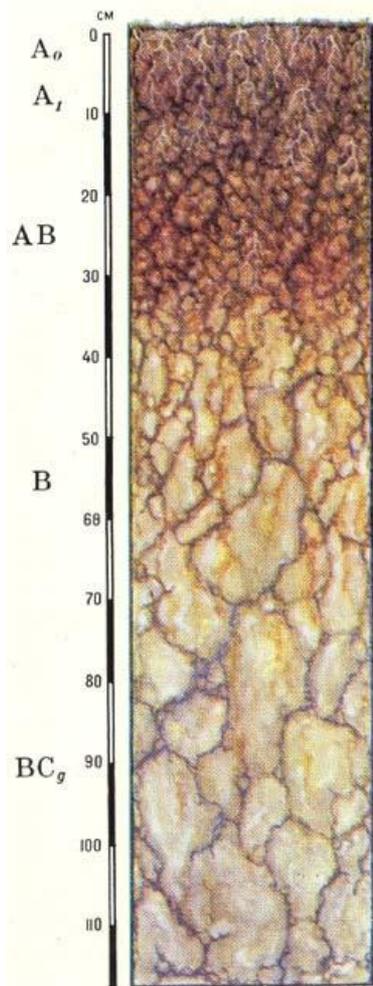
*Серые лесные грунтово-глееватые почвы.* (см. рисунок) В профиле почвы признаки оглеения наблюдаются ниже иллювиального горизонта.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_0$  - перегнойный горизонт мощностью 4-6 см, буровато-темно-серый, состоит из хорошо разложившихся растительных остатков, перемешанных с мелкоземом, во влажном состоянии мажется, на ощупь мягкий;

$A_1$  - гумусовый горизонт мощностью 40-50 см, темно-серый, комковато-зернистой структуры, в нижней части обнаруживается слабая белесоватость;

$B$  - переходный горизонт бурого цвета, ореховатой или призмовидно-ореховатой структуры, грани структурных



отдельностей покрыты глянцевитой корочкой; есть слабые признаки оглеения в виде сизоватых пятен, ржавых примазок и железистых дробовин; ниже степень оглеенности увеличивается, преобладают сизые тона в окраске, может обособляться сизый глеевый горизонт, структура его глыбистая, грани структурных отдельностей лишены глянцевитых корочек; при смешанном увлажнении признаки оглеения имеются по всему профилю.

Почвы содержат 8-11% гумуса, гумус подвижный; этим объясняется постепенный спад его количества с глубиной. Переходные горизонты этих почв менее кислы, иногда нейтральны. Степень насыщенности основаниями - 90-97%, оподзолены слабо.

При земледельческом освоении требуют улучшения водного режима.

*Серые лесные поверхностно-глееватые почвы.* Мощность гумусового горизонта почвы не превышает 35 см.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A<sub>0</sub> - лесная подстилка мощностью 3-5 см, состоит из побуревшего, слаборазложившегося растительного спада;

A<sub>1</sub> - гумусовый горизонт, темно-серый с сизоватым оттенком (стальным), зернисто-комковатой структуры, содержит мелкие марганцовисто-железистые новообразования, в нижней части горизонта иногда содержится белесоватая присыпка, в этом случае может выделяться подгоризонт A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>;

AB - переходный горизонт, грязно-бурый с черными глянцевыми пленками по граням структурных отдельностей, мелкоореховатой структуры, содержит сизоватые пятна, охристые примазки, железистые новообразования, в нижней части может быть оподзолен, в этом случае выделяется подгоризонт A<sub>2</sub>B;

B - переходный или иллювиальный горизонт, грязно-бурый, с сизыми и охристо-ржавыми пятнами, призмовидно-ореховатой структуры, содержит глянцевитые пленки по граням структурных отдельностей, которые с глубиной исчезают, и горизонт постепенно переходит в почвообразующую породу, почти всегда имеет признаки оглеения (сизоватые пятна, охристо-ржавые пятна, примазки), часто вскипает от HCl и содержит карбонатные новообразования.

Содержание гумуса в этих почвах - 6-12%. Реакция в верхних горизонтах кислая (pH<sub>HCl</sub> 4,5-5,0), степень насыщенности основаниями - 85-90%, содержание обменных оснований - 22-40 мг-экв на 100 г почвы. Дифференциация почв по содержанию ила и окислов слабая.

При земледельческом освоении требуют осушительных мелиорации. Посевы на этих почвах во влажные годы подвержены вымочкам, а весной бывает затруднена обработка из-за повышенной влажности. В сухие и средневлажные годы эти почвы имеют оптимальную для растений влажность.

*Серые лесные грунтово-глеевые почвы.* Мощность гумусового горизонта почвы больше 40 см.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A<sub>0</sub> - лесная подстилка мощностью 3-5 см и более состоит из побуревшего растительного опада;

A<sub>1</sub> - гумусовый горизонт мощностью 20-35 см, темно-серый, зернисто-комковатой структуры, в нижней части иногда обособляется оподзоленный горизонт A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>;

AB - переходный горизонт бурого цвета с черными глянцевитыми корочками по граням структурных отдельностей, мелко-ореховатой структуры, иногда содержит белесую присыпку, и тогда обособляется подгоризонт A<sub>2</sub>B;

В - переходный или иллювиальный горизонт (в случае оподзоленности), бурый или темно-бурый, призмовидно-ореховатой структуры, содержит глянцевитые корочки по граням структурных отдельностей;

BCg - переходный горизонт, бурый или грязно-бурый, глянцевитые корочки выражены менее четко, а с глубиной исчезают; горизонт содержит сизые и ржаво-охристые пятна и примазки, железистые новообразования, постепенно переходит в почвообразующую породу с такими же признаками оглеения.

Содержание гумуса в этих почвах высокое (5-11%); реакция в верхних горизонтах кислая (рН КС1 4,0-4,5), с глубиной реакция становится слабокислой. Содержание обменных оснований - 22- 45 мг-экв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями - 85-90%. Гидролитическая кислотность в верхних горизонтах - 8-14 мг-экв на 100 г почвы, в нижних - 1-3 мг-экв на 100 г почвы.

### ***Сельскохозяйственное использование почв***

По условиям режима питания, физическим и физико-химическим свойствам лучшими почвами считаются темно-серые, худшими – светло-серые лесные, обедненные подвижными формами азота и фосфора. Земледельческая освоенность почв высокая – до 70 %, причем в структуре земельных угодий преобладает пашня. В северной европейской части лесостепи освоено 47...66 % земель; основное направление сельского хозяйства – свекловично-зерновое и зерновое. Здесь выращивают озимую пшеницу, кукурузу, подсолнечник, хмель, картофель, лен, бахчевые, сахарную свеклу и др. Широко развито садоводство. В Заволжской лесостепи сельскохозяйственными угодьями занято 60...70 % земель; направление – зерновое (яровые и озимые).

В связи с развитием водной эрозии в этих регионах, а также и во всей европейской части распространения серых лесных почв необходимо проводить противоэрозионные мероприятия (обработка почв поперек склонов, бороздование, щелевание, устройство земляных гребней и др.).

В лесостепи Западной Сибири развито молочно-мясное животноводство; выращивают яровые зерновые, так как зимы малоснежные, довольно суровые. Заболоченные и осолоделые почвы используют как пастбища и сенокосы. При освоении серых лесных почв этой провинции необходимо систематически вносить органические и минеральные удобрения, особенно азотные и фосфорные, и применять противоэрозионные меры.

В Восточной Сибири основное направление сельского хозяйства на серых лесных почвах – зерновое. Запасы доступных форм органических и минеральных элементов в почвах находятся на среднем уровне. Однако необходимо применять азотные удобрения, так как продолжительные холодные весны снижают количество нитратов. Для улучшения теплового режима рекомендуются снегозадержание, прикатывание посевов. Важен подбор средне- и раннеспелых холодостойких культур и слабополегающих сортов зерновых.

При окультуривании светло-серых и серых лесных почв необходим комплекс мероприятий, направленных на создание плодородного мощного пахотного горизонта: углубление пахотного горизонта с обязательным внесением органических и минеральных Удобрений, посев многолетних трав, известкование.

В лесном хозяйстве на серых лесных почвах выращивают дуб, липу, ясень и другие ценные древесные породы.

***Контрольные вопросы и задания.*** 1. Как размещены серые лесные почвы на территории Российской Федерации? 2. Какие процессы формируют профиль серых лесных

почв? 3. Чем отличаются условия почвообразования серых лесных почв от бурых лесных почв? 4. Как классифицируют серые лесные почвы? 5. Какое строение имеет профиль серых лесных почв? 6. Как используют серые лесные почвы в сельском хозяйстве?

## Лабораторная работа 6

2 часа

### ЧЕРНОЗЕМНЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН

**Цель работы** - Ознакомиться с типами и подтипами черноземных почв

#### Задачи работы

1. Ознакомиться с условиями почвообразования.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной территории, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

#### Обеспечивающие средства

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

#### Задание

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

#### Порядок работы:

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

#### Условия почвообразования:

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.)  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_ водного режима \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. Рельеф \_\_\_\_\_ Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_ Растительность \_\_\_\_\_ (животный \_\_\_\_\_ мир)

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2	3
О		A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

***Дополнительные источники:***

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://info-soil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

<http://www.rus-nature.ru/01soils/index.htm> - Почвы России и СССР

***Теоретическая часть***

Эти почвы относятся к суббореальному поясу, занимают значительные территории в Евразии и Северной Америке. В России они распространены в Поволжье, Предкавказье, Центрально-Черноземных областях, южной части Западной Сибири, в межгорных котловинах Восточной Сибири.



### Условия почвообразования

**Климат.** Природные условия в зоне распространения черноземов разнообразны в связи с большой протяженностью зоны. Климат суббореальный умеренно теплый. При движении с запада на восток континентальность и сухость возрастают, а количество тепла и осадков снижается. В восточных провинциях наблюдается дефицит влаги. В южноевропейской части зоны почвы развиваются в условиях короткой, теплой и влажной зимы, теплого лета и сухой осени. Среднегодовая температура воздуха составляет 7...10 °С, января -1,5...-5 °С, июля 20...23 °С. Осадков выпадает 400...650 мм в год. Почвы почти не промерзают.

В восточноевропейской части среднегодовая температура воздуха 4...11 °С, января -7...-13 °С, июля 19...21 °С, осадков выпадает 350...600 мм в год. Наименьшим количеством осадков отличается Поволжье (350...450 мм). Почвы промерзают до глубины 50...100 см и находятся в замерзшем состоянии 3...4 мес.

В Западной и Восточной Сибири черноземы формируются в условиях резко континентального климата. Среднегодовая температура в основном отрицательная, особенно в Восточной Сибири (-1...-3 °С). Лето короткое с температурой самого теплого месяца до 20 °С. Зима малоснежная или почти бесснежная с температурой самого холодного месяца до -21...-28 °С в Восточной Сибири. Осадков выпадает не более 300...350 мм в год. Почвы промерзают на глубину до 3...3,5 м. Нижние горизонты почв в течение всего лета холодные (5...7 °С).

С запада на восток уменьшаются количество безморозных дней (от 200 до 100...110 дней) и сумма температур выше 10 °С (от 2300...3500 до 1400...2300 °С). Осадки выпадают преимущественно летом - 30...40 % в европейской части и до 50 % в азиатской, причем часто в виде ливней, вследствие чего усиливается поверхностный сток. Тип водного режима в основном непромывной и периодически промывной.

**Рельеф и почвообразующие породы.** В восточноевропейской части России значительные площади заняты равнинами и возвышенностями с более или менее

мощными покровами суглинков и глин- Возвышенности сильно расчленены овражно-балочной сетью. Высота равнин около 100 м, а возвышенностей преимущественно 200...300 м. Характерны асимметричные террасированные долины рек Дона, Волги и их притоков, в левобережье которых распространены песчаные отложения, а также отчетливая асимметрия междуречий. В степях встречаются курганы. На плоских междуречьях наблюдаются западины, поды, лиманы, блюдца. Местами по склонам долин развит оползневый рельеф. Из микрорельефа преобладают холмики землероев (байбачины, сурчины) диаметром до 1 м и высотой 0,5 м и более.

В азиатской части почвы распространены на южной оконечности слабодренированной Западно-Сибирской равнины с хорошо развитым микрорельефом (главным образом в виде западин), в междуречьях Зауральского эрозионного плато, на Приобском плато и др. Отдельные массивы черноземов встречаются на увалистых предгорных равнинах Алтая, в межгорных котловинах Забайкалья.

Почвообразующими породами в европейской части являются преимущественно лёссы, лёссовидные суглинки, реже глинистые отложения, красно-бурые песчано-глинистые суглинки и глины (на отдельных участках Среднерусской возвышенности). В пределах Поволжья широко распространен щебнистый элюво-делювий коренных плотных пород, часто засоленный. Нередки засоленные суглинки и глины в Западной Сибири. В Забайкалье и на предгорных равнинах распространены пролювиально-делювиальные, делювиальные суглинки и глины, аллювиально-делювиальные и аллювиальные наносы.

**Растительность.** Естественная растительность сохранилась частично лишь по балкам, речным террасам, в заповедниках. В прошлом в лесостепи леса чередовались с луговыми степями. В европейской части России лесные участки представлены широколиственными породами, в основном дубом с липой, ясенем и кленом, в Западной и Восточной Сибири — по колкам березой с примесью осины и ивы. Участки остепненных лугов и луговых степей отличаются высокой видовой насыщенностью и представлены в основном разнотравно-злаковой густой растительностью. Так, в европейской лесостепи развиты типчак, тонконог, ковыли (в основном волосатик), костер, шалфей, лядвенец, колокольчики, зопник, ясенник, тимьян Маршалла и обыкновенный, клевера, желтая люцерна и др. В Восточной Сибири основное растение луговой степи — прострел желтеющий. Из злаков доминируют типчак ложноовечий, овсец пустынный и Шелля, тимофеевка степная, мятлики (узколистный, степной, луговой), тонконог стройный, ковыль красный; из разнотравья — крестовник цельнолистный, астра альпийская, подмаренник желтый и другие лугово-степные и луговые виды.

В степной зоне с севера на юг выделяют разнотравно-типчаково-ковыльные и типчаково-ковыльные степи, насчитывается до 500 видов цветковых растений. Широко распространены ковыли перистые, типчак, житняк, мятлик, тонконог (келерия), к которым примешивается разнотравье — стержнекорневые растения (васильки, гвоздики), корневищные (вероника седая, подмаренник русский), корнеотпрысковые (полынь австрийская) и др. с севера на юг травостой все более разреживается, уменьшается роль многолетних растений и увеличивается роль однолетних, снижается видовая насыщенность, увеличивается количество ксерофитов; наибольшее обилие ковылей наблюдается в южных степях.

На склонах оврагов и балок встречаются заросли кустарников: терна, степной вишни, бобовника, спиреи, дерезы и др. Среди степей сохранились отдельные массивы

водораздельных лесов: Шипов лес, Закалачский лес, Теллермановская роща, Бузулукский бор.

В степях Западной Сибири растительный покров однообразный. Среди сибирских видов растений преобладают ковыль тырса, перистые ковыли, типчак; разнотравье немногочисленно. Задернованность почв составляет 60...88 %. На засоленных почвах доминируют кермек и солодка.

В Восточной Сибири ковылей меньше. В межгорных впадинах доминируют крупнополынные степи с полынью сизой и степными злаками. На юго-востоке Забайкалья преобладают пионовые степи, в Даурии — пижмовые степи. На солонцах формируются группировки галофитов. Степи почти повсеместно распаханы и заняты посевами сельскохозяйственных культур.

#### *Генезис, классификация, состав и свойства*

Изучению черноземов уделяют большое внимание в связи с их высоким плодородием. В.В. Докучаев назвал их «царем почв». Существуют различные гипотезы и теории о происхождении черноземов. Одни исследователи рассматривали черноземы как морской ил, оставшийся после отступления Каспийского и Черного морей, другие считали чернозем продуктом переотложения ледниковым морем и айсбергами черной юрской сланцевой глины. Была выдвинута теория болотного происхождения чернозема, согласно которой черноземная зона в прошлом представляла собой сильно заболоченную тундру. При дренировании территории с наступлением теплого климата болотная и тундровая растительность, болотный ил разлагались, поселялась наземная растительность, в результате чего и сформировались черноземы: ...

М. В. Ломоносов в работе «О слоях земных» (1763) писал, что чернозем — не первообразная и не первозданная материя, но произошел от согнития животных и растительных тел со временем.

Ф. Рупрехт (1866) считал черноземы продуктом травянистых растений и накопления перегноя при их разложении, но не Придавал важного значения другим факторам почвообразования.

О.А. Костычев в работе «Почвы черноземной области России» (1886) определил особую роль корневых систем травянистой растительности в накоплении гумуса черноземов.

По В. Р. Вильямсу, Генезис черноземов — результат развития дернового процесса под дугвыми степями.

Происхождение черноземов на научной основе было доказано В. В. Докучаевым в работе «Русский чернозем» (1883). Он считал образование черноземов результатом накопления в горной породе перегноя от согнивания травянистой степной, а не лесной растительности, при взаимодействии климата, возраста страны, растительности, рельефа и материнских пород.

*Черноземы* — почвы, сформировавшиеся под многолетней травянистой растительностью лесостепи и степи в условиях непромывного или периодически промывного водного режима. Ведущим процессом почвообразования является интенсивный дерновый процесс, вследствие которого развивается мощный гумусово-аккумулятивный горизонт, накапливаются питательные элементы и оструктурируется почва.

Травянистые сообщества, состоящие в основном из злаков и разнотравья с мощной сетчато-мочковатой корневой системой, ежегодно на 1 га дают 20...30 т органических остатков, причем большая их часть (65...75 %) приходится на корневую массу. Растительные остатки богаты белковым азотом, основаниями (кальцием,

магнием). Зольность опада составляет 7...8 %. Опад разлагается в основном спорообразующими бактериями) и актиномицетами при достаточном доступе кислорода, оптимальном увлажнении, без интенсивного выщелачивания в нейтральной среде. Ежегодно с опадом на 1 га поступает 600...1400 кг азота и зольных элементов.

Весной, когда в почве достаточно влаги, происходит быстрое разложение органического вещества, а элементы питания, усвояемые растениями, высвобождаются. В летний засушливый период запас влаги снижается до влажности разрыва капилляров или влажности завядания. В таких условиях приостанавливается минерализация органических остатков, вследствие чего образуется и накапливается гумус. В связи с неглубокой фильтрацией вод атмосферных осадков питательные элементы аккумулируются в верхних горизонтах. Закреплению гумуса способствует кальций. Зимнее охлаждение и замораживание почва также способствуют накоплению гумуса, так как при низких температурах происходит денатурация гумуса. Периоды летнего иссушения и зимнего промерзания вызывают не только закрепление, но и усложнение гумусовых веществ. В составе их доминируют гуминовые кислоты и гуматы кальция, обладающие клеящей способностью, что приводит к образованию водопроочной зернистой структуры. К тому же большую роль в формировании такой структуры имеют карбонатные почвообразующие породы, высокая зольность растительных остатков, большая насыщенность зольными основаниями. Наиболее благоприятные условия черноземообразования характерны для южной части лесостепи. Южнее уменьшается количество влаги и поступающего опада и в результате снижается интенсивность гумусообразования.

Классификация черноземов впервые была дана В.В. Докучаевым, который выделил их в самостоятельный тип и подразделил на водораздельные, склоновые и террасные. Черноземы подразделяются на **подтипы**: в лесостепи — *оподзоленные, выщелоченные и типичные*, а в степи — *обыкновенные и южные*. Наиболее четко с севера на юг эти подзоны выражены в европейской части. В азиатской части России типичные черноземы встречаются только в Преддальнейской провинции.

В видовом отношении все черноземы делятся: по мощности гумусового горизонта (А + АВ) - *сверхмощные* (более 120 см), *мощные* (80...120 см), *среднемощные* (40...80 см), *маломощные* (25...40 см), *очень маломощные* (менее 25 см); содержанию гумуса - *тучные* (более 9 %), *среднегумусные* (6...9 %), *малогумусные* (4...6 %), *слабогумусированные* (менее 4 %); степени выраженности сопутствующего процесса (например, *слабо-, средне-, сильно- выщелоченные; слабо-, средне-, сильносолонцеватые* и т.п.).

В обобщенном виде профиль черноземов имеет следующее строение:

А<sub>0</sub> - степной войлок мощностью 3-4 см;

А<sub>д</sub> - степной войлок (3...5 см) из переплетенных стеблей и корней трав на целинных территориях; в пахотных почвах отсутствует;

А - гумусово-аккумулятивный горизонт (40... 120 см и более) черного или темно-серого цвета с зернистой, реже комковато-зернистой структурой, на корнях образует бусы;

АВ - переходный гумусовый горизонт, темно-серый с заметным побурением книзу или неоднородно окрашенный (темные участки с темно-бурыми пятнами), но с преобладанием темной окраски, зернистой или комковато-зернистой структуры;

В - горизонт гумусовых затеков (40...80 см), переходный к почвообразующей породе, буро-серой окраски, преимущественно комковатый. По степени

гумусированности, структуре может подразделяться на подгоризонты В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>к</sub>; присутствуют карбонаты кальция в виде псевдомицелия, журавчиков, белоглазки и пр. (за исключением сильновыщелоченных и оподзоленных черноземов);

В<sub>Ск</sub> - иллювиально-карбонатный переходный к породе горизонт, буровато-палевый, комковато-призматический;

С - почвообразующая порода, палевая или желтовато-бурая или белесоватая, призматической структуры, на разной глубине встречаются выделения карбонатов, гипса и легкорастворимых солей; в случае значительных аккумуляций карбонатов или гипса выделяются соответственно подгоризонты С<sub>к</sub> и С<sub>с</sub>.

Переходы между горизонтами постепенные; по всему профилю встречаются в виде пятен кротовины (следы деятельности сусликов, хомяков и других животных).

**Новообразования** карбонатов в виде белоглазки, мучнистых выделений округлой формы представляют собой более старые выделения и присущи, как правило, черноземам обыкновенным и южным. Выделения карбонатов в виде твердых конкреций - журавчиков и дутиков - приурочены к черноземам типичным. В черноземах Восточной Сибири выделения карбонатов имеют мучнистую форму и часто образуют сплошной мучнистый горизонт.

Для химического состава черноземов характерно высокое содержание гумуса (от 6 до 15% и выше), которое постепенно убывает с глубиной параллельно сокращению числа корней в почве. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные преимущественно с кальцием. Отношение  $C_T/C_{\phi} = 1,5-2$ . Такой состав гумуса способствует формированию водопрочной структуры черноземных почв.

Реакция перегнойно-аккумулятивных горизонтов черноземов близка к нейтральной (рН 6,5-7,5), иллювиальных карбонатных горизонтов — слабощелочная (рН 7,5-8,5).

*Черноземы оподзоленные* (рис. →) сформированы под широколиственными травянистыми лесами на лёссовидных и покровных суглинках, лёссах. Рельеф территории отличается чередованием сильнорасчлененных возвышенностей, где широко развиты эрозионные процессы, и низменных равнин.

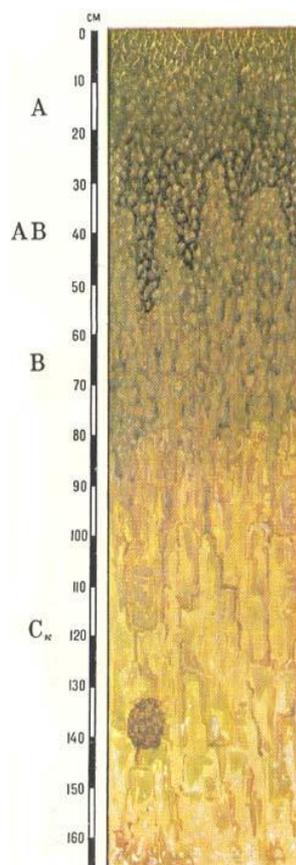
Профиль имеет следующее морфологическое строение:

А - гумусовый горизонт мощностью 30-70 см, иногда до 120 см, серый или темно-серый, комковато-зернистой или пороховато-зернистой структуры (при распашке структура становится комковатой или глыбисто-комковатой), переход постепенный;

А<sub>2</sub> - переходный гумусовый горизонт, темно-серый с седоватым оттенком, зернистой, книзу ореховатой структуры, по граням структурных отдельностей мучнистая белесоватая присыпка, наибольшее количество которой обнаруживается у нижней границы гумусового горизонта;

А<sub>2</sub>В - переходный горизонт бурого цвета с многочисленными потеками гумуса, ореховатой и тонко-призматической структуры, по граням структурных отдельностей белесоватая присыпка;

В - бескарбонатный переходный горизонт мощностью до 70 см, бурого цвета с темными пятнами и потеками гумуса, ореховато-призматической структуры, по граням структурных отдельностей коричневые пленочки; горизонт имеет несколько более плотное сложение и более тяжелый механический состав, чем вышележащие



горизонты; встречаются кротовины;

(BC<sub>к</sub>)C<sub>к</sub> - карбонатный горизонт, начинается с глубины 100-125 см и глубже, палево-бурый, призматической структуры содержит многочисленные жилки и твердые карбонатные конкреции - журавчики.

Между гумусовым и иллювиальным карбонатным горизонтами лежит невскипающая прослойка. Мощность невскипающей прослойки 50-70 см. В нижней части гумусового горизонта хорошо выражена белесоватая присыпка по граням структурных отдельностей. Содержание гумуса в верхнем (10 см) слое - 5-12%, вниз по профилю постепенно и равномерно падает.

Реакция верхних горизонтов слабокислая, близкая к нейтральной (рН 5,5-6,5). Наименьшие значения рН и наличие гидролитической кислотности приурочены к подгорizontам, содержащим белесую присыпку по граням структурных отдельностей. Емкость поглощения - 30-45 мг-экв на 100 г почвы; поглощающий комплекс практически насыщен основаниями, и только в подгорizontе A<sub>2</sub>B изредка может содержаться 2-3% обменного водорода.

Черноземы слабооподзоленные имеют кремнеземистую присыпку в нижней части горизонта АВ и в горизонте В<sub>1</sub> а средне- оподзоленные — по всему гумусовому слою и в горизонтах В<sub>1</sub> В<sub>2</sub>.

В почвах отмечается незначительное обеднение полуторными окислами верхней части профиля и некоторое обогащение ими горизонта В. В этом же горизонте наблюдается накопление илистой фракции, что вызвано не столько вымыванием сверху тонких частиц, сколько образованием глинистых минералов за счет продуктов разрушения первичных минералов на месте.

*Черноземы выщелоченные* (рис.). Почвы сформировались под луговыми разнотравно-злаковыми степями лесостепной зоны. В настоящее время луговые разнотравно-злаковые степи повсеместно распаханы. Рельеф территории распространения выщелоченных черноземов отличается чередованием сильно расчлененных возвышенностей (где широко развиты эрозионные процессы) и низменных равнин. Преобладающими почвообразующими породами являются лёссы, лёссовидные и покровные тяжелые суглинки.

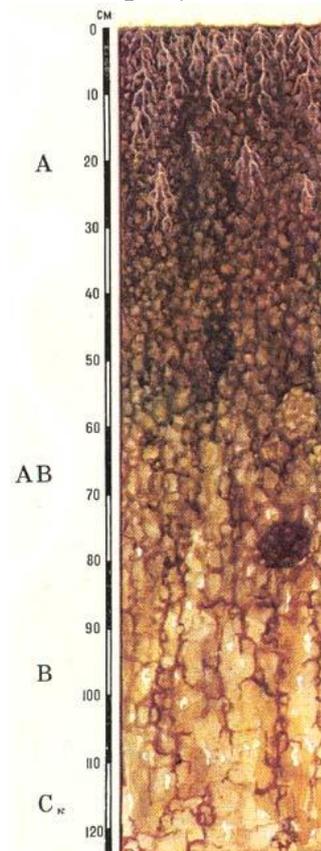
*Профиль черноземов выщелоченных, умеренно теплых, промерзающих →*

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А - гумусовый горизонт, темно-серый или серовато-черный, хорошо выраженной зернистой или комковато-зернистой структуры, рыхлого или слабоуплотненного сложения; переход постепенный, нижняя граница определяется по заметному общему побурению или появлению бурых пятен между гумусовыми языками. В нем белесая кремнеземистая присыпка отсутствует. ;

АВ - гумусовый горизонт, неравномерно прокрашенный, темно-серый с буроватым оттенком, с темно-серыми гумусовыми и бурыми пятнами, ореховатой или мелкокомковатой структуры; при полном высыхании по граням структурных отдельностей может проступать белесоватая присыпка.

Горизонт (А + АВ) мощностью от 30...50 см (холодная восточносибирская фация) до 80...150 см (теплая фация)



В - переходный бескарбонатный горизонт мощностью 20-40 см, с отдельными темными узкими гумусовыми языками, комковато-ореховатой структуры, отмечаются более темные пленки по граням структурных отдельностей; постепенно переходит в карбонатный горизонт;

В<sub>Ск</sub> - иллювиально-карбонатный горизонт, палево-бурый, ореховатой или ореховато-призматической структуры; наличие прожилок карбонатов определяет более светлую окраску горизонта; выделения карбонатов могут быть в виде псевдомицелия, мергелистых бесформенных пятен, мучнистых скоплений; в нижней части горизонта выделения карбонатов в форме журавчиков;

С<sub>к</sub> - карбонатная материнская порода палевого цвета.

Гипс и легкорастворимые соли в профиле почв отсутствуют. Содержание гумуса в верхних 10 см - 6-10%, падение его вниз по профилю постепенное. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами, отношение С<sub>г</sub> / С<sub>ф</sub> = 1,5-2,0. В верхней части гумусового горизонта реакция среды близка к нейтральной или нейтральная, и лишь к нижней границе гумусового горизонта происходит ее слабое подкисление. Почвы имеют высокую емкость поглощения (40-50 мг·экв на 100 г почвы), в подгумусовом горизонте — 25-35 мг·экв на 100 г почвы, поглощающий комплекс практически полностью насыщен основаниями. Валовой состав говорит об отсутствии заметного передвижения полуторных окислов в профиле почв; отмечается некоторая (до 10-15%) обедненность полуторными окислами и илом верхней части гумусового горизонта.

Эти почвы разделены на **виды**: *слабовыщелоченные* (линия вскипания проходит не более чем в 20 см от нижней границы горизонта АВ), *средневыщелоченные* (на глубине 20...50 см от границы гумусового слоя), *сильновыщелоченные* (ниже 50 см от границы АВ). Особенностью почв является отсутствие свободных карбонатов в горизонтах А и АВ.

*Черноземы типичные* (рис. →). В этих почвах черноземный процесс получает свое максимальное выражение, отсюда и название подтипа. Они формируются под разнотравно-злаковой (лугово-степной) растительностью в южной подзоне лесостепной зоны на лёссах, лёссовидных и покровных суглинках.

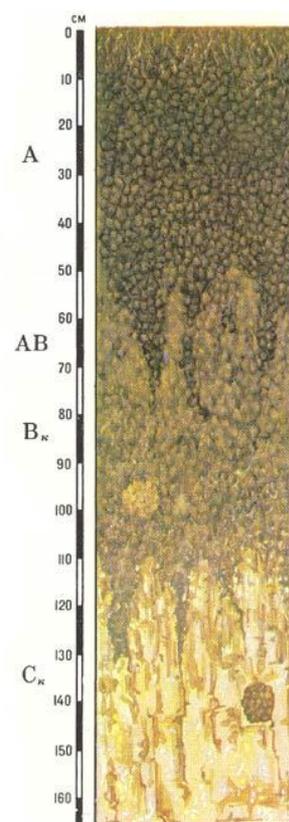
Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А<sub>0</sub> - степной войлок, состоит из переплетенных стеблей и листьев степных трав, мощность 3-4 см;

А - гумусовый горизонт мощностью от 60 до 100 (130) см, преобладает мощность 80-100 см, черный или серовато-черный, хорошо выраженной зернистой структуры, на корнях образуются бусы;

АВ - гумусовый горизонт, однородно окрашен, темно-серого цвета с явным буроватым оттенком или неоднородно окрашен, с чередованием темных, пропитанных гумусом затеков и пятен с более светлоокрашенными участками бурого или серо-бурого цвета; структура зернистая, книзу становится комковатой, в нижней части горизонта может отмечаться вскипание;

В<sub>к</sub> - переходный иллювиально-карбонатный горизонт, светло-палевый или буровато-палевый, нередко с языками и затеками гумуса, комковато-призматической или призматической структуры, уплотнен; выделения карбонатов в виде выцветов и псевдомицелия в верхней части горизонта и в виде журавчиков в нижней части; максимум карбонатов приурочен к



нижней границе горизонта; граница вскипания совпадает с нижней границей гумусового горизонта; в профиле почв много кротовин;

Горизонт ВС<sub>к</sub> - палево-бурый, переходный к породе, со значительным количеством карбонатных прожилок и журавчиков.

С<sub>к</sub> - карбонатная материнская порода палевого цвета.

Почва характеризуется большой мощностью гумусового слоя - от 50...70 см (холодная фация) до 100...190 см (теплая фация), присутствием карбонатов в форме мицелия, известковых трубочек в горизонте АВ. Чаше карбонаты отмечаются с глубины 60...70 см. Гипс и легкорастворимые соли отсутствуют во всем профиле почв. В почвах много кротовин.

Содержание гумуса в черноземах типичных высокое (6-12%), в отдельных почвах может достигать 15% и более. Падение его содержания вниз по профилю происходит равномерно и постепенно. В составе гумуса гуминовые кислоты устойчиво преобладают над фульвокислотами, отношение С<sub>г</sub> / С<sub>ф</sub>=2. Реакция почв близка к нейтральной (рН 6,5-7,0), в карбонатных горизонтах слабощелочная. Емкость поглощения высокая (35-60 мг·экв на 100 г почвы) в верхней части гумусового горизонта, постепенно уменьшается с глубиной. Содержание ила и полутонких окислов остается постоянным по всему профилю, колебания валового состава почв связаны только с изменением состава почвообразующих пород.

*Черноземы обыкновенные* (рис.). Распространены в северной части степной зоны. Сформировались под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью. В настоящее время почвы почти повсеместно распаханы. Целинные степи сохранились лишь в заповедниках (Аскания-Нова). Почвообразование ведется на лёссах и лёссовидных суглинках, на бурых и красно-бурых тяжелых суглинках и частично на элювии коренных пород.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А - гумусовый горизонт мощностью 30-40 см, темно-серый или черный, зернистой или комковато-зернистой структуры;

АВ - гумусовый горизонт (до глубины 40-120 см), темно-серый с бурым оттенком, с темными гумусовыми затеками, комковатой и комковато-призматической структуры; в нижней части этого горизонта наблюдается вскипание.

Нижняя граница гумусового горизонта может быть потечно-языковатой, резко-языковатой, карманистой, или переход может быть плавным в виде постепенного ослабления гумусовой окраски;

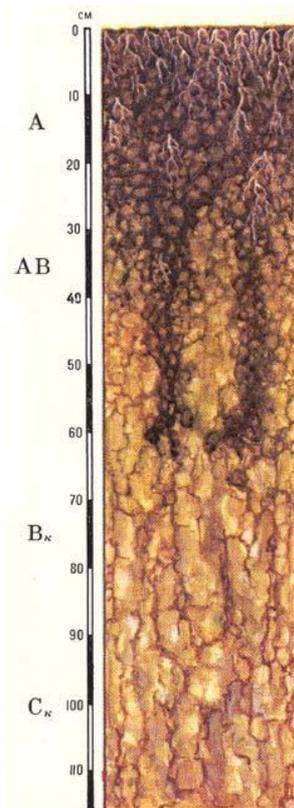
В отличие от типичного чернозема они имеют значительно меньшую мощность гумусового слоя - от 35...45 см (холодная восточносибирская фация) до 80... 120 см (редко 140 см) (теплая фация).

В<sub>к</sub> - иллювиально-карбонатный горизонт буровато-палевого цвета, призматической структуры; выделения карбонатов в виде псевдомицелия и белоглазки, но могут быть в виде общей мучнистой пропитки и отдельных пятен; максимум карбонатов сосредоточен в подгоризонте выделения карбонатов в форме белоглазки;

(ВС<sub>к</sub>)С<sub>к</sub> - карбонатная материнская порода палевого цвета.

В профиле почв много кротовин. Выделения гипса могут появляться на глубине 200-300 см.

Содержание гумуса достигает 6-9%, при легком механическом составе - 4-5%, в крайних западных и восточных ареалах распространения черноземов обыкновенных - 3-



6 %. Падение гумуса вниз по профилю плавное. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами (отношение  $C_g / C_f=2$ ). Реакция почв нейтральная (рН 7,0-7,5). Емкость поглощения высокая (35-55 мг·экв на 100 г почвы).

*Черноземы южные* (рис. →) распространены под типчаково-ковыльной степной растительностью в южной части степной зоны. Область распространения южных черноземов представляет собой на западе выположенную пониженную равнину, переходящую затем в ряд повышенных равнин и участков с наличием сопочных массивов на фоне равнинной местности. Почвообразование происходит на лёссах и лёссовидных породах, на бурых и красно-бурых тяжелых суглинках, содержащих до 5% карбонатов и легкорастворимые соли, на коренных породах (известняках) и продуктах разрушения коренных и осадочных пород.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А - гумусовый горизонт мощностью 20-30 см, темно-серый с коричневатым оттенком, в целинном состоянии вверху часто обособляется слой в 6-8 см, более светлоокрашенный, слоеватый; структура зернистая, при распашке - комковато-пылеватая. Вскипание начинается на нижней границе горизонта, пахотные почвы часто вскипают с поверхности;

АВ - переходный гумусовый горизонт мощностью 30-40 см, однородно окрашенный, буровато-темно-серый, зернисто-комковатой или ореховато-комковатой структуры. Уплотнен.

Общая мощность гумусовых горизонтов колеблется от 25-30 до 60-70 см, в отдельных случаях - до 100 см;

В<sub>к</sub> - переходный горизонт, бурый с более темными пятнами и потеками гумуса, ореховато-призматической структуры, уплотнен; выделения карбонатов в виде псевдомицелия, в нижней части в виде белоглазки, могут быть в виде неясных выцветов, мучнистых выделений;

ВС<sub>к</sub> - иллювиально-карбонатный горизонт, буровато-палевый, призматической структуры, уплотнен, с обильными выделениями карбонатов в форме белоглазки;

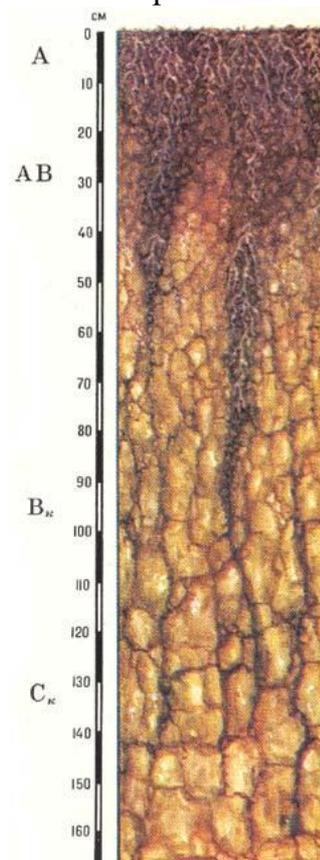
С<sub>к</sub> - слабо измененная или не измененная почвообразованием материнская порода, карбонатная, палевого цвета, призматической структуры;

С<sub>с</sub> - материнская порода, содержащая с глубины 150-200 см выделения гипса в виде мучнисто-кристаллических жилок, скоплений и друз; в этом же горизонте на глубине 200-300 см могут содержаться легкорастворимые соли.

В профиле почв встречаются кротовины.

Содержание гумуса может достигать 4-7%, падение его содержания с глубиной постепенное. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, прочно связанные с кальцием, отношение  $C_g : C_f > 1,5$ . Емкость поглощения высокая (35-45 мг·экв на 100 г почвы). Реакция среды в верхней части гумусового горизонта близка к нейтральной (рН 7,0-8,0), книзу подщелачивается. Распределение ила и валового химического состава по профилю почв характеризуется

Особо выделены *предкавказские черноземы*, имеющие с поверхности темно-серую с коричневатым оттенком окраску, мощный гумусовый слой (120... 150 см и более) и вскипающие в горизонте А.



Для черноземов Предкавказья в связи с теплым и мягким климатом характерны интенсивный биологический круговорот, большая перерытость профиля в результате деятельности дождевых червей, периодическое промывание профиля. Эти почвы отличаются большой мощностью гумусового горизонта при невысоком содержании гумуса (менее 8 %), отсутствием легкорастворимых солей и гипса, обильной карбонатностью в виде налетов, паутинок, жилок и пр. в верхних горизонтах и мицеллярных форм в нижних. Мицеллярные формы карбонатов свидетельствуют о миграции, сезонной пульсации их в почвах. Эти почвы называют *мицеллярно-карбонатными*.

В условиях повышенного увлажнения лесостепи и степи на слабодренированных равнинах, в пониженных элементах рельефа (депрессиях, лощинах, лиманах) под злаково-разнотравной растительностью развиваются *Лугово-черноземные* почвы. Грунтовые воды залегают на глубине 3...7 м. Почвы относятся к полугидро- морфным аналогам черноземов. Отличаются более темной окраской гумусового горизонта, повышенной гумусностью, растянутостью гумусового горизонта, наличием глубинной глееватости в виде ржаво-охристых пятен.

В черноземах европейской части России в связи с более сухим и холодным климатом мощность гумусового горизонта меньше, а гумуса содержится больше (7...12 %); профиль промыт от легкорастворимых солей лишь в лесостепи, тогда как в степях на глубине ниже 2 м наблюдаются новообразования гипса.

Для черноземов Западной Сибири характерны глубокие потечи гумуса по трещинам, образующимся при замерзании почв, высокое содержание гумуса (до 10... 14 %) с быстрым уменьшением его количества с глубиной, а также присутствие гипса в степи.

В Восточной Сибири биологический круговорот элементов подавлен низкими температурами, вследствие чего содержание гумуса в почвах невелико (4...9 %), мощность гумусового горизонта незначительная. В почвах мало карбонатов или же они отсутствуют, поэтому их называют малокарбонатными или бескарбонатными.

Гранулометрический состав почв в зависимости от почвообразующих пород колеблется от супесчаного до глинистого с преобладанием суглинистого.

Общая особенность черноземов — отсутствие заметных изменений гранулометрического состава при почвообразовании, лишь в оподзоленных и в некоторой степени в выщелоченных подтипах увеличивается содержание ила вниз по профилю. Во всех почвах по сравнению с почвообразующей породой профиль обогащается илом.

Черноземы — рыхлые, высоковолагодоемкие почвы с хорошей водопроницаемостью. В структурно-агрегатном составе целинных черноземов преобладают монотипные агрегаты зернистой формы, которые характеризуются высокой водопрочностью. Эти особенности в наибольшей степени проявляются у типичных, выщелоченных и обыкновенных черноземов. Оподзоленные и южные черноземы содержат меньше водопрочных агрегатов. Использование черноземов в сельскохозяйственном производстве приводит к Увеличению агрегатов до размера более 10 мм, уменьшению содержания зернистой и пылеватой фракций, снижению водоустойчивости. Хорошая структурность почв определяет их высокую пористость в гумусовых горизонтах (50...60 %).

**Контрольные вопросы и задания.** 1. Какие особенности почвообразования характерны для черноземной зоны? 2. Какие подтипы черноземов формируются в

лесостепи и степи? 3. Какое строение имеет профиль черноземов? 4. Назовите основные свойства черноземов. 5. Дайте агрономическую оценку структуры черноземов. 6. Какие процессы протекают при образовании черноземов?

## **Лабораторная работа 7** **2 часа** **ПОЧВЫ СУХИХ СТЕПЕЙ**

**Цель работы** - Ознакомиться с типами и подтипами почв сухих степей

### **Задачи работы**

1. Ознакомиться с условиями почвообразования.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной территории, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

### **Обеспечивающие средства**

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

### **Задание**

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

### **Порядок работы:**

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

### **Условия почвообразования:**

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.)  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_ водного режима \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. Рельеф \_\_\_\_\_ Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_ Растительность \_\_\_\_\_ (животный мир) \_\_\_\_\_

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2	3
О		A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

***Дополнительные источники:***

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://infosoil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

<http://www.rus-nature.ru/01soils/index.htm> - Почвы России и СССР

***Теоретическая часть***

Зона сухих степей расположена южнее черноземной. Зональный тип почв — каштановые. Они распространены в Нижнем Приднепровье, Приазовье, Восточном Предкавказье, затем от долины Маныча, Сальских и Нижнедонских сухих степей до предгорий Юго-Западного Алтая, в степных котловинах Забайкалья и Тывы.

Каштановые почвы занимают на земном шаре 262,2 млн. га, располагаясь почти исключительно в северном полушарии. В Евразии они образуют полосу южнее черноземной зоны, в Северной Америке - западнее черноземной зоны на более высоких абсолютных отметках. В России площадь каштановых почв составляет 107 млн. га (4,8%).

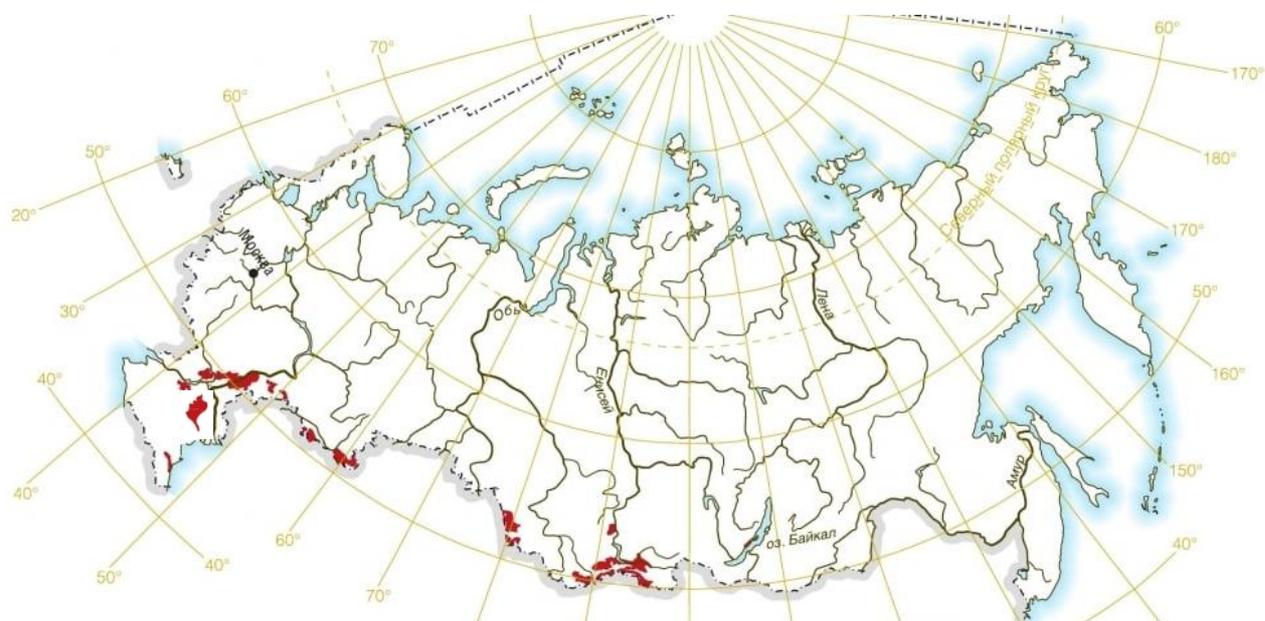


Рисунок 1 - Распространение каштановых и темно каштановых почв

#### Условия почвообразования

**Климат.** В сухих степях климат изменяется от сухого континентального (в европейской части) до резко континентального (в Восточной Сибири). На южно-европейской территории лето длинное и жаркое, осень короткая, теплая и сухая, зима короткая, умеренно теплая и довольно влажная. На остальной части европейской территории лето также долгое, но более засушливое, осень полузасушливая и засушливая, зима малоснежная и холодная, весна короткая и в основном засушливая. В Восточной Сибири климат отличается очень холодной долгой и почти бесснежной зимой, в течение которой почвы промерзают на глубину 3 м и более; весна и начало лета очень сухие, во второй половине лета выпадают сильные осадки. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 7...9 °С в европейской части до -3...-5 °С в азиатской (Восточная Сибирь); температура воздуха в июле составляет соответственно от 20...25 до 17...20 °С, а в январе от -4...-17 до -20... -27 °С. Безморозный период длится 150...220 дней в европейской части зоны и 80... 119 дней в котловинах Забайкалья. Часты суховейные ветры, губительные для растений. Годовое количество осадков в среднем составляет в северной части зоны 350...400 мм, в центральной - 300...350, в южной - 250...300 мм. В восточных регионах, особенно в Восточной Сибири, количество осадков уменьшается до 180...300 мм. На лето приходится 25...35 % всех осадков. Снежный покров зоны неустойчив; запасы влаги создаются за счет осенне-весенних осадков. Большая часть осадков испаряется, поэтому создается дефицит влаги. Водный режим непромывной. Коэффициент увлажнения колеблется от 0,35...0,45 в северных районах до 0,25...0,30 в южных.

**Рельеф и почвообразующие породы.** В зоне каштановых почв преобладает равнинный или слабоволнистый рельеф с большим количеством микропонижений и повышений (бугорков, западин, подов, лиманов и др.). В восточно-европейской части зоны каштановые почвы встречаются в Прикаспийской низменности (в северной части), в Приазовье, на предгорных равнинах Восточного Предкавказья, на возвышенности Ергени, в южной части Общего Сырта и др. Значительные площади каштановые почвы занимают в Кулундинской равнине и в котловинах Восточной Сибири.

Почвообразующие породы довольно неоднородны. В Предкавказье широко распространены лёссовидные тяжелые суглинки, на Приволжской возвышенности — в основном пески и супеси, желто-бурые лёссовидные четвертичные суглинки, элювий

пород, в Заволжье и на Прикаспийской низменности — главным образом карбонатные и засоленные суглинки, перекрывающие шоколадные морские глинистые отложения. В южной части Общего Сырта преобладают своеобразные сыртовые и акчагыльские глины, в основном засоленные. В южной части Западно-Сибирской равнины (Кулундинская равнина) распространены древнеаллювиальные отложения, подстилаемые морскими засоленными осадочными породами, а в Восточной Сибири — аллювиально-пролювиальные наносы.

**Растительность.** В зоне сухих степей растительный покров неоднородный, комплексный. Растительность в основном низкорослая, изреженная (проективное покрытие не превышает 50...70 %). В северной части распространены типчаково-ковыльные степи (подзона темно-каштановых почв), в которых доминируют злаки (ковыли, типчак, тонконог) с примесью разнотравья. В центральной части им на смену приходят полынно-типчаковые и полынно-типчаково-ковыльные степи (подзона каштановых почв), а в южной — типчаково-полынные и полынно-типчаковые (подзона светло-каштановых почв) с примесью эфемероидов и эфемеров (мятлик луковичный, тюльпаны, ирисы, кострец однолетний, клоповник, гулявник, аистник и др.). На солонцеватых почвах и солонцах в полынно-типчаковых степях встречаются камфоросма, черная полынь, кокпек, бюргун. В увлажненных понижениях встречаются пырейные растительные группировки. На почвах легкого гранулометрического состава растительность представлена пырейно-разнотравными и ковыльно-разнотравными ассоциациями с примесью полыни полевой, песчаной и метельчатой.

По склонам и днищам балок, по долинам рек встречается древесная растительность (клен татарский, дуб, осина, спирея, степная вишня и др.).

Котловины юго-востока Алтая заняты сухими дерново-злаковыми степями с полынью и караганой, а Забайкалья — сухими степями, в которых преобладают ковыли и пижма.

Темно-каштановые и каштановые почвы преимущественно распаханы.

*Генезис, классификация, состав и свойства*

Каштановые почвы образовались в условиях засушливого климата при непромывном водном режиме. Периоды активного почвообразования — весна, осень, иногда раннее лето. В эти почвы поступает меньше органического вещества, чем в черноземы. Масса растительного опада не превышает 40 т/га. Дерновый процесс ослаблен в связи с более жесткими условиями. Летом под влиянием аэробных микроорганизмов происходит минерализация растительных остатков, весной и осенью — гумификация, зимой — денатурация и незначительное накопление гумуса (до 4,5 %). Темп гумусообразования замедленный.

В составе опада содержится много зольных элементов, ежегодное поступление которых в почвы составляет 161 кг/га. В подзонах темно-каштановых и каштановых почв в растительном опаде преобладают кремний, кальций, магний, калий, а в подзоне светло-каштановых кроме этих элементов большое значение приобретает и натрий. Таким образом, наблюдается наложение на дерновый солонцового процесса, наиболее выраженного в светло-каштановых почвах. На солонцеватость почв влияют и засоленные почвообразующие породы.

В связи с недостаточным промачиванием почв из корнеобитаемых горизонтов вымываются лишь легкорастворимые соли, а карбонаты кальция и магния, сульфаты кальция перемещаются на незначительную глубину, образуя иллювиально-карбонатный горизонт, в котором много глазковых (конкреционных) форм, пропиточных

(мучнистых) или миграционных (мицеллярных) в зависимости от провинций. С увеличением содержания солей повышается значение рН.

В зоне сухих степей сильно выражена комплексность растительного и почвенного покрова в связи с наличием микрорельефа и засоленностью почвообразующих пород. Большую роль в возникновении неоднородности почвенного покрова играют слабая дренированность местности, аридность климата, жизнедеятельность роющих животных, эрозия, хозяйственная деятельность человека и др.

Таким образом, для зонального почвообразовательного процесса в полосе сухих степей характерно наложение солонцового процесса на дерновый. Степень солонцеватости возрастает с севера на юг от темно-каштановых почв к светло-каштановым, а степень развития дернового процесса (гумусированность) в этом же направлении падает.

Почвы тяжелого механического состава имеют более высокую степень солонцеватости, почвы песчаные и супесчаные, как правило, несолонцеваты или слабосолонцеваты.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A - гумусовый горизонт мощностью 15-30 см, буровато-темно-серый или серый с каштановым оттенком, пороховато-зернистой или комковатой структуры, в светло-каштановых почвах - бесструктурный;

$B_1$  - переходный гумусовый горизонт мощностью 10-25 см, более яркой коричневой или бурой окраски, плотнее предыдущего, крупнокомковатой структуры;

$B_2$  - переходный горизонт, неравномерно окрашен, на буром фоне пятна и потеки гумуса, комковато-призматической структуры;

$BC_K(C_K)$  - иллювиально-карбонатный горизонт мощностью 40-50 см, желтовато-бурый или желтый с выделениями карбонатов в виде белоглазки, ореховато-призматической структуры, плотный, могут быть кротовины; с глубиной плотность и количество карбонатов уменьшаются;

$C_C$  — материнская порода с выделениями гипса, начинается с глубины 110-200 см, значительно рыхлее и влажнее предыдущего; гипс в виде прожилок, мелкокристаллических легких стяжений, плотных крупнокристаллических друз; выделения легкорастворимых солей появляются с глубины 150-200 см.

Состав и свойства каштановых почв значительно варьируются. Для них характерно невысокое содержание гумуса (2-5%), преимущественно равномерное его падение с глубиной, нейтральная или слабощелочная реакция верхних горизонтов (рН 7,2-7,3) и слабощелочная — нижних. Емкость поглощения — 13-35 мг-экв на 100 г почвы, в составе поглощенных оснований преобладают кальций и магний, составляющие 85-97% емкости обмена, 3-15% может составлять поглощенный натрий.

В несолонцеватых каштановых почвах распределение ила и полуторных окислов равномерное. При возрастании степени солонцеватости и осолодения происходит накопление ила и полуторных окислов в горизонте В.

**Тип** каштановых почв впервые был выделен В. В. Докучаевым (1883) в качестве зонального для сухих степей умеренного пояса. В данном типе выделяют три подтипа почв: *темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые.*

Среди каштановых почв доминируют *обычные, солонцеватые, карбонатные и глубоко-вскипаящие роды* почв.

В видовом отношении все почвы подразделяются: по мощности гумусового горизонта (A +  $B_1$ ) — *мощные* (более 50 см), *среднемощные* (30...50 см), *маломощные*

(20...30 см), *маломощные укороченные* (менее 20 см); по степени солонцеватости — *несолонцеватые* (содержание натрия менее 3 % емкости поглощения), *слабосолонцеватые* (3...5 %), *среднесолонцеватые* (5... 10 %), *сильносолонцеватые* (10...15 %); по степени смытости для непахотных почв — *слабосмытые* (смыто не более половины горизонта А), *среднесмытые* (горизонт А смыт более чем наполовину или полностью), *сильносмытые* (смыт частично или полностью горизонт В); по степени смытости для пахотных почв — *слабосмытые* (смыто до 30 % первоначальной мощности горизонтов А + В<sub>1</sub>, в пашню вовлекается самая верхняя часть горизонта В<sub>1</sub>); *среднесмытые* (смыто 30...50 % мощности горизонта А + В<sub>1</sub>, в пашню вовлекается значительная часть или весь горизонт В<sub>1</sub>); *сильносмытые* (смыта большая часть горизонта А + В<sub>1</sub>, под пахотным слоем находятся нижние горизонты почвенного профиля).

*Темно-каштановые* почвы (рис.) расположены в северной подзоне сухих степей под ковыльно-типчаковой и типчаковой растительностью с примесью разнотравья на разнообразных почвообразующих породах.



Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А - хорошо выражен, темно-серого цвета с коричневым оттенком или буровато-темно-серой окраски, комковатой или пороховато- и комковато-зернистой структуры на целине и пылевато-комковатой — в пахотных почвах. Мощность горизонта А колеблется от 25...35 см в европейской части до 10...15 см в Восточной Сибири.

В<sub>1</sub> - переходный гумусовый горизонт, общая мощность А+В<sub>1</sub> - (35) 40-60 см, более яркого бурого или коричневого цвета, чем предыдущий, уплотненный, комковатой структуры;

В<sub>2</sub> — переходный горизонт, неравномерно прогумусированный, плотноватый, призмовидно-комковатый. Мощность гумусового слоя (А + В<sub>1</sub>): 60...70 см (европейская часть), 35...45 (60) см (Восточная Сибирь). Вскипание от НСI наблюдается на глубине 40...50 см.

В<sub>к</sub>(ВС<sub>к</sub>) — иллювиально-карбонатный горизонт, желто-бурый или желтый, призматической структуры, плотный, много белоглазки, а иногда и псевдомицелия, мучнистых скоплений, пропитанных пятен, натечных корок (на щебне в межгорных котловинах)

С<sub>с</sub> — материнская порода. В породе залегают легкорастворимые соли (в основном с глубины 1,5...2,0 м) и гипс, чаще всего с глубины 150-170 см, иногда 170-200 см. В Восточной Сибири в темно-каштановых почвах выделения гипса и легкорастворимых солей отсутствуют (Южный Алтай, Хакасия, Тыва, Забайкалье).

Темно-каштановые глинистые, тяжелосуглинистые и суглинистые почвы содержат в верхних 15 см до 3,5-5% гумуса, легкосуглинистые и супесчаные различия — 2,5-3%. Реакция почв нейтральная в верхнем горизонте и слабощелочная и щелочная ниже по профилю, емкость обмена — 25-35 мг-экв на 100 г почвы; в составе обменных оснований преобладают кальций и магний. Валовой химический состав однороден по профилю.

Типичный профиль  
темно-каштановой  
почвы

Почвы отличаются довольно высоким естественным плодородием, широко используются в сельском хозяйстве под посевы лучших сортов твердой пшеницы, кукурузы, проса, подсолнечника, под садовые и бахчевые культуры. Отзывчивы на внесение азотистых, калийных и фосфорных удобрений. Нуждаются в мероприятиях по накоплению и сохранению влаги.

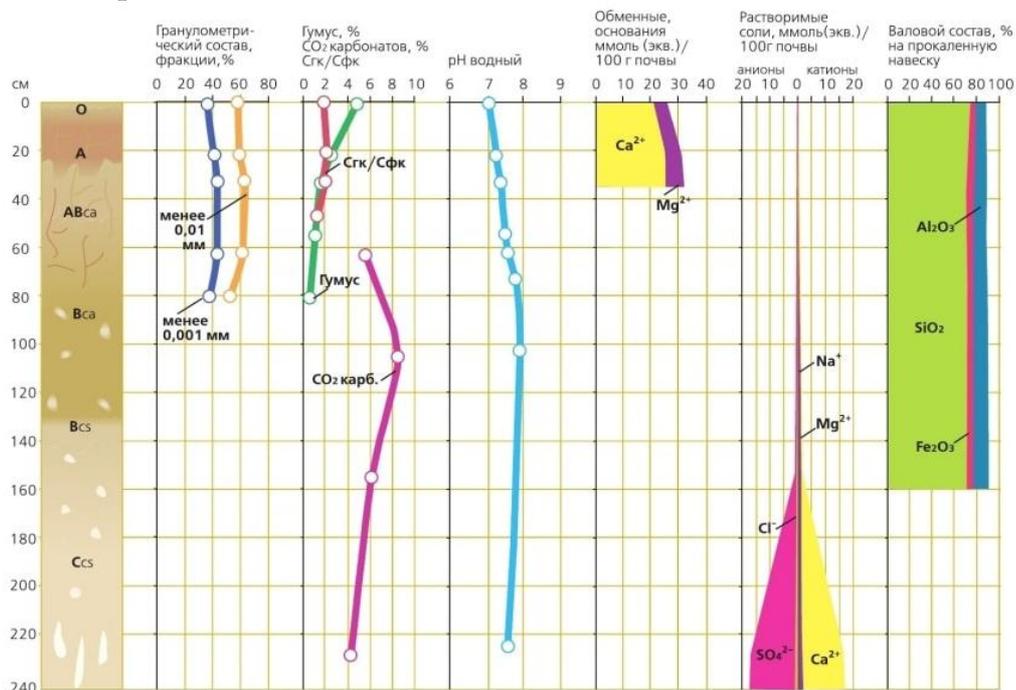


Рисунок - Аналитические характеристики темно-каштановых почв

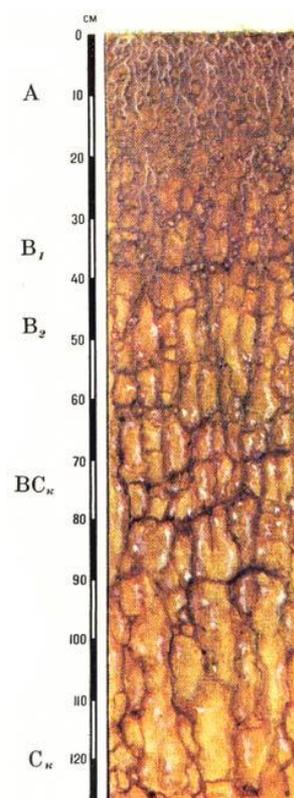
Каштановые почвы (рис.) распространены в средней подзоне сухих степей под полынно-типчаковой и полынно-типчаково-ковыльной растительностью на лёссовидных суглинках, сыртовых глинах, разнообразных по механическому составу отложениях каспийских трансгрессий, продуктах выветривания третичных отложений, желто-бурых карбонатных, часто скелетных суглинках, пестроцветных третичных засоленных отложениях.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А — гумусовый горизонт буровато- или коричнево-серый, комковато-порошистой структуры; на старопахотных и целинных землях в верхней части горизонта А обособляется осветленный подгоризонт неясной чешуйчато-слоевой структуры; вскипание отмечается с поверхности или на некоторой глубине в горизонте А; горизонта А имеет меньшую по сравнению с темно-каштановыми почвами мощность гумусового слоя (30...40 см), меньшую глубину вскипания (40...45 см)

В<sub>1</sub> — переходный горизонт мощностью 15-20 см, светлее предыдущего, но более яркой бурой окраски, призмовидно-крупнокомковатой структуры, граница часто резко языковатая, вскипает; в солонцеватых почвах горизонт уплотнен, по граням структурных отдельностей отмечается буровато-коричневая глянцевая корочка;

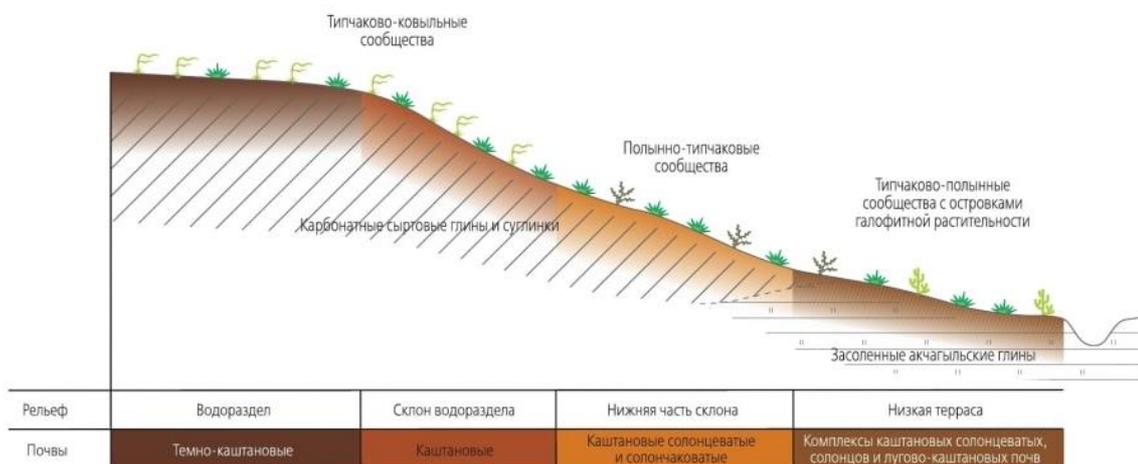
В<sub>2</sub> — переходный горизонт мощностью до 40 см, неоднородно окрашен, палево-бурый с отдельными гумусовыми затеками, крупнокомковато-призмовидной структуры;



В<sub>С<sub>к</sub></sub> — иллювиально-карбонатный горизонт, начало его отмечается на глубине 40-80 см, буровато-палевого цвета, сильно уплотнен, призматической структуры с обильными выделениями карбонатов в виде белоглазки; при высыхании, более высокое залегание гипса (90... 150 см) и легкорастворимых солей

С — карбонатная материнская порода с выделениями гипса на глубине 100-150 см, рыхлее предыдущего и несколько влажнее. Глубина выделения карбонатов, гипса и легкорастворимых солей может сильно варьироваться; в профиле почв межгорных котловин Восточной Сибири выделения гипса и легкорастворимых солей часто отсутствуют.

Схематический почвенно-геоморфологический профиль.  
Сухая степь. Общий Сырт [120, 188]



Каштановые почвы глинистого и суглинистого механического состава в верхнем горизонте содержат 2,5-4,0% гумуса, а легкосуглинистого и супесчаного — 1,5-2,5%. В составе гумуса содержится примерно равное количество фульвокислот и гуминовых кислот, нередко фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами. Емкость поглощения — 20-30 мг-экв на 100 г почвы, в составе обменных оснований 85-97% приходится на кальций и магний и 3-15% — на натрий. Реакция верхних горизонтов нейтральная или слабощелочная (рНН<sub>2</sub>O 7,2-7,6) и щелочная в нижних горизонтах. В несолонцеватых разностях каштановых почв отсутствует дифференциация профиля по содержанию илистых частиц и полуторных окислов.

Каштановые почвы используются под пастбища, сенокосы и пашни. Из сельскохозяйственных культур возделываются прежде всего пшеница, кукуруза, просо, подсолнечник и др. Почвы нуждаются в мероприятиях по накоплению и сохранению влаги, а также во внесении органических и минеральных удобрений.

**Светло-каштановые** почвы (рис.) формируются в южной подзоне сухих степей под полынно-злаковой и полынной растительностью.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

А — гумусовый горизонт мощностью до 15-18 см, светло-серо-коричневый, чешуйчато-слоевой непрочной структуры или бесструктурный, рыхлый; в целинном состоянии сверху обособляется слитная, пористая, хрупкая корочка, толщиной 3-8 см;

В — переходный горизонт мощностью 10-20 см, серовато-бурый, темнее предыдущего, уплотнен, комковатой структуры; поверхности структурных отдельностей покрыты блестящей корочкой;

Небольшую мощность гумусового слоя ( $A + B_1 = 25...35$  см).

$C_k$  — горизонт выделения карбонатов в форме белоглазки, бурый, призматической структуры, мощностью 45-85 см, очень плотный, сменяется на глубине 80-120 см более рыхлой толщей материнской породы, содержащей выделения гипса и легкорастворимых солей ( $C_c$ ).

Светло-каштановые почвы в основном обладают признаками солонцеватости (блестящая буровато-коричневая корочка на структурных отдельностях, большое уплотнение).

Верхняя граница иллювиально-карбонатного горизонта тем резче, чем континентальнее климат. Каштановые и *светло-каштановые мицеллярно-карбонатные* почвы встречаются только в Восточном Предкавказье.

Среди каштановых почв развиваются при длительном поверхностном или грунтовым увлажнении по блюдцеобразным понижениям, потяжинам, в межсопочных долинах под разнотравно-кустарничково-злаковой растительностью полугидроморфные почвы - *тип лугово-каштановые* (рис. ).

По морфологическому строению эти почвы близки к каштановым, отличаются от них большей мощностью гумусовых горизонтов (45...55 см), более высоким содержанием гуматного гумуса (4...6 %, а иногда и до 8 % в горизонте А).

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

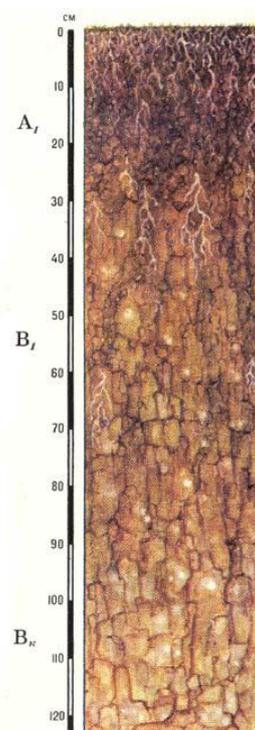
А — гумусовый горизонт мощностью около 30 см, темно-серый, комковатой структуры;

$B_t$  — переходный горизонт мощностью около 25 см, бурый, комковато-призматической структуры. Вскипает с 30-40 см, иногда почвы вскипают с поверхности;

$B_k$  — карбонатный горизонт, светло-бурый, выделение карбонатов в виде прожилок; глубина появления выделений карбонатов варьируется от 50 до 100 см;

С — материнская порода, содержит легкорастворимые соли с глубины 100 см, реже выцветы легкорастворимых солей отсутствуют.

Почвы содержат 6-8% гумуса, количество его постепенно падает вниз. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. Емкость поглощения равна 25-30 мг-экв на 100 г почвы с постепенным падением к материнской породе. Почвы практически не содержат поглощенного натрия. Реакция среды в верхних горизонтах нейтральная, книзу становится щелочной. Почвы обеспечены подвижными соединениями азота и калия, недостаточно обеспечены подвижными соединениями фосфора.



### Контрольные вопросы и задания.

1. Охарактеризуйте природные условия зоны сухих степей. В чем отличие от зоны степей. 2. Как классифицируют каштановые почвы (тип, подтип, род, вид)? 3. Чем объясняется комплексность почвенно-растительного покрова зоны сухих степей? 4. Назовите основные свойства каштановых почв. 5. Чем каштановые почвы отличаются от черноземов.

## Лабораторная работа 7

2 часа

### ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ И СОЛОДИ

**Цель работы** - Ознакомиться с причинами засоления почв. Изучить профили Солончаков, Солодей и Солонцов.

#### Задачи работы

1. Ознакомиться с условиями почвообразования.
2. Ознакомиться с классификацией почв данной территории, морфологическими и физико-химическими свойствами, географическим распространением, генетическими свойствами.

#### Обеспечивающие средства

Контурная карта Российской Федерации, картинки с почвенными монолитами и их описание, цветные карандаши, данные физико-химических анализов, стенд с иллюстрациями «Основные типы почв».

#### Задание

Изучить типы почв, описать условия их почвообразования, внести данные о характеристиках почвенного горизонта в таблицу (форму см. ниже), выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

#### Порядок работы:

1. Ознакомиться с природными условиями изучаемой зоны по учебникам, почвенным атласам, лабораторному практикуму, источниками интернет. На контурной карте с помощью цветных карандашей показать географическое распространение изучаемых почв.
2. Описать условия почвообразования каждого рассматриваемого типа почв

**Название почвы:** тип \_\_\_\_\_ подтип \_\_\_\_\_ род \_\_\_\_\_  
вид \_\_\_\_\_ разновидность \_\_\_\_\_ разряд \_\_\_\_\_

#### Условия почвообразования:

1. Климат (температура, влажность, осадки и т.д.)  
\_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_ Тип \_\_\_\_\_ водного режима \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. Рельеф \_\_\_\_\_ Почвообразующие породы \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_ Растительность \_\_\_\_\_ (животный мир) \_\_\_\_\_

3. Зарисовать весь профиль цветными карандашами. Рядом с зарисовкой следует указать индексы генетических горизонтов по рисунку приведенному ниже.

1	2
0	

3
A <sub>0</sub> - лесная подстилка горизонт

1 – обозначение горизонта (классификация 2004 года)

2 – профиль почвы

3 – расшифровка обозначения горизонта (классификация 1997)

4. Изучение морфологических признаков нужно закончить составлением полного морфологического описания почвы в виде таблицы. Изучить результаты физических, химических и физико-химических анализов почвы. В таблице нужно отметить содержание гумуса и илистой фракции и распространение их по профилю.

Генетич. горизонт	Мощность, глубина	Морфологические признаки (окраска, сложение, структура, новообразования (включения), гран. состав)	Хар-р перехода	Вскипание от HCl	Гумус	Ил фракция < 0,001	pH

5. Рассмотреть профили и описание подтипов почв. Выявить отличия основного типа от подтипа и других видов почв (особенности типа), записать сделанные выводы.

**Дополнительные источники:**

<https://soilatlas.ru/70-71> Национальный атлас почв Российской Федерации

[http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id\\_soil](http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1sem.html#id_soil) – Реестр почв

<http://soils.narod.ru> – Классификация почв России 2004 год

<http://infosoil.ru> - Информационно-справочная система по классификации почв России

<http://www.rus-nature.ru/01soils/index.htm> - Почвы России и СССР

**Теоретическая часть**

*Засоленными* называются почвы, в профиле которых содержатся легкорастворимые соли в токсичных для сельскохозяйственных растений количествах. К засоленным относятся *солончаки, солончаковатые, солончаковые и глубокозасоленные почвы, солонцы, солонцеватые почвы, а также солоды и осолоделые почвы*, образующиеся из солонцов и солонцеватых почв при их рассолонцевании, но сохранившие в нижних горизонтах признаки солонцева- тости и засоления.

Они широко распространены на юго-востоке европейской части России, особенно в Среднем и Южном Поволжье, в Северо-Восточном Предкавказье, на юге Западной и Восточной Сибири, в Якутии.

Образование этих почв связано с накоплением легкорастворимых солей в породах и грунтовых водах на бессточных территориях при засушливом климате, преимущественно в пустынях и полупустынях, где испаряемость превышает количество выпадающих осадков. Если капиллярная кайма поднимается близко к поверхности, то после испарения минерализованных вод остаются и накапливаются соли. Соли накапливаются также с выходом на поверхность засоленных пород. Значительное количество легкорастворимых солей может образоваться при извержении вулканов. Причиной накопления солей может быть и ветер, дующий с моря на сушу и захватывающий капельки воды с высокой концентрацией солей. Вполне вероятен и эоловый перенос солей с поверхности солончаков на незасоленные территории.

Известен также биологический путь накопления солей. Корни солянок достигают соленосных горизонтов и **транспортируют** соли к поверхности. После отмирания и

минерализации надземных частей растений соли накапливаются в поверхностных горизонтах. В результате за год иногда может накопиться до 100 кг солей на 1 га.

Наряду с природно-засоленными почвами в районах орошаемого земледелия значительные площади заняты вторично засоленными вследствие бездренажного орошения, больших потерь на фильтрацию на полях, строительства оросительных каналов без гидроизоляции, применения для орошения минерализованной воды. Они возникают и при осушении избыточно увлажненных почв с помощью обвалования в дельтах Кубани, Днепра, Буга, Волги и Дона, так как после прекращения затоплений промывной водный режим изменяется на выпотной, что при минерализованных грунтовых водах приводит к образованию засоленных почв. Вторичное засоление возможно при перегрузке пастбищ, так как при уплотнении почв и уничтожении травянистой растительности увеличивается физическое испарение влаги почвами.

*Засоленные почвы различаются по глубине залегания солевого горизонта, химизму засоления и степени засоления.*

При концентрации солей в грунтовых водах выше критического уровня в гидроморфных условиях проявляется солончаковый процесс; капиллярно-восходящие воды вызывают засоление верхних горизонтов почв и гибель растений. Наиболее токсичны для растений в почвах бикарбонаты и карбонаты щелочей, затем хлориды и нитраты щелочей, наименее токсичны сульфаты. В отличие от раствора солей какой-либо одной соли смеси более токсичны.

По степени вредности для большинства сельскохозяйственных растений легкорастворимые соли можно расположить в виде следующего ряда:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{NaCl} > \text{NaNO}_3 > \text{CaCl}_2 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgCl}_2 > \text{MgSO}_4$ .

При содовом засолении заметное угнетение растений начинается при содержании гидрокарбонатного аниона в горизонте  $A_{\text{пах}}$  0,08 % и значении pH 8,7...9,0, а при 0,1...0,2 % растения погибают. При содержании в почве 0,4...0,8 % солей большинство сельскохозяйственных растений плохо развивается, если солей содержится более 1,5 %, растения не дают продукции, погибают.

Оптимальная концентрация солей в почвенных растворах для орошаемых почв составляет 3...5 г/л. При концентрации более 12 г/л растения испытывают сильное угнетение, более 20... 25 г/л — погибают.

По глубине залегания солей засоленные почвы делятся на *солончаковые* (соли в слое 0...30 см), *солончаковатые* (30...80 см), *глубокосолончаковатые* (80... 150 см). Засоленные почвы различаются по составу солей. Тип (химизм) засоления определяется по данным водных вытяжек и основывается главным образом на соотношении анионов. В наименовании типа засоления встречаются те анионы, содержание которых превышает 20 % суммы анионов; преобладающий анион в названии ставится на последнее место.

По степени засоления почвы делятся на *незасоленные, слабозасоленные, средnezасоленные, сильно- и очень сильнозасоленные, или солончаки* (табл.).

Таблица - Классификация почв по степени засоления \*

Степень засоления	Тип (химизм) засоления						
	хлоридный	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	сульфатный	содово-хлоридный, хлоридно-содовый	содово-сульфатный, сульфатно-содовый	сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатный
Незасоленные	< 0,05	< 0,1	< 0,2	< 0,3	< 0,1	< 0,15	< 0,2

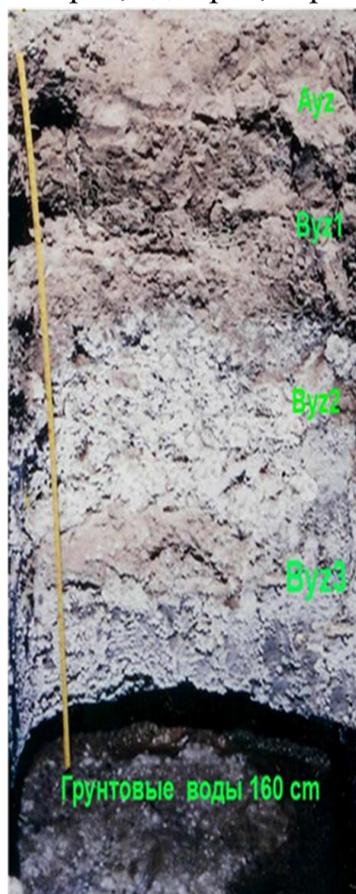
Слабозасоленные	0,05...0,15	0,1...0,2	0,3...0,4	0,3...0,4	0,1...0,2	0,15...0,25	0,2...0,4
Среднезасоленные	0,15...0,3	0,2...0,4	0,4...0,6	0,4...0,8	0,2...0,3	0,25...0,4	0,4...0,5
Сильнозасоленные	0,3...0,7	0,4...0,8	0,6...0,9	0,8...1,2	0,3...0,5	0,4...0,6	Не встречаются
Очень сильно засоленные(солончаки)	> 0,7	> 0,8	> 0,9	> 1,2	> 0,5	> 0,6	Не встречаются

\* Степень засоления оценивают по плотному остатку (сумме солей в процентах).

Солончаковые почвы широко распространены в приморских низменностях, пустынях. Солончаковая, солончаковатая и глубоко-солончаковатая разновидности засоления характерны для бурых полупустынных и светло-каштановых почв. Среди засоленных темно-каштановых почв и южных черноземов преобладают глубоко-солончаковатые почвы. Засоленные обыкновенные черноземы представлены глубокозасоленными разновидностями. По химизму засоления бурые полупустынные, светло-каштановые и каштановые почвы преимущественно хлоридные, сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные и сульфатные, а южные и обыкновенные черноземы — щелочные содово-засоленные. Широко распространено содовое засоление среди луговых и лугово-черноземных почв степей и лесостепей.

### СОЛОНЧАКИ

*Солончаки* — это почвы, содержащие большое количество (более 0,5... 1,2 % в зависимости от химизма) водно-растворимых солей с поверхности и по всему профилю (рис.). Содержание солей в верхней части может достигать 15...60%. Растительность на солончаках отсутствует или представлена специфическими видами (солянки, сведа, солерос, аджерек, кермек и др.), обычно изреженными.



Распространение солончаков связано с территориями, где на их образование влияют минерализованные (засоленные) грунтовые воды и присутствие засоленных пород. Солончаки занимают наибольшие площади в пустынях, полупустынях, в южной части степей — на юго-востоке России, в Средней Азии, Казахстане. Меньшие площади они занимают в бессточных областях Забайкалья и Западной Сибири.

Основная причина образования солончаков — сильное испарение воды с поверхности почвы. Если грунтовые воды минерализованы, то после испарения воды в капиллярах остаются соли, которые постепенно накапливаются.

По условиям образования солончаки делятся на *автоморфные* и *гидроморфные*.

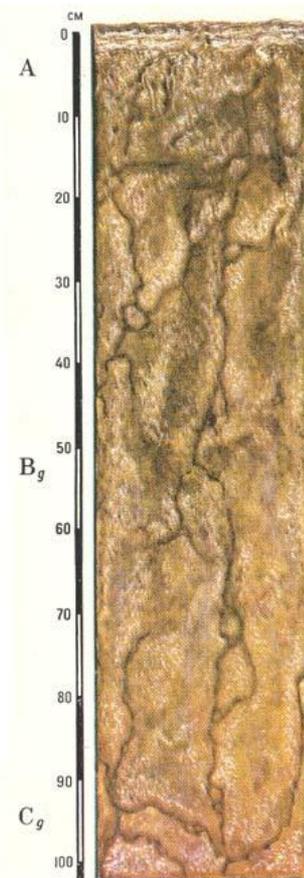
*Автоморфные солончаки* в основном приурочены к выходам засоленных пород и не имеют связи с грунтовыми водами залегающими на глубине более 6 м.

Профиль солончаков слабо дифференцированный. В нем выделяются гумусовый горизонт  $A_c$ , переходный горизонт  $B_c$  и почвообразующая порода  $C_c$  различного генезиса и гранулометрического состава, но чаще тяжелосуглинистая или глинистая, содержащая карбонаты

кальция, гипс, легкорастворимые соли (хлориды, сульфаты, бикарбонаты в форме прожилок, налетов, пятен, корочек, конкреций белого цвета). Состав солей разнообразный, но преобладают сульфаты и хлориды, иногда вместе с нитратами. На

поверхности наблюдаются солевые корки, содержащие до 20 % солей. По строению поверхностного горизонта эти солончаки бывают *пухлыми, отакыренными и выцветными*.

*Гидроморфные солончаки* развиваются при близком залегании (0,5...3 м) минерализованных грунтовых вод с преобладанием восходящих токов. Растительность либо отсутствует, либо она сильно разреженная и представлена различными солянками, сведой, петросимонией, солеросом, кермеком и др. Профиль солончаков характеризуется выделением солей, начиная с поверхности, и признаками оглеения. В верхнем горизонте содержится не менее 2 % легкорастворимых солей при хлоридно-сульфатном засолении и 0,1 % — при содовом. Наибольшее количество солей наблюдается в верхних горизонтах, особенно в самом поверхностном (до 20...30 %). Соли встречаются чаще всего в виде выцветов, прожилок, гнездышек. При большой влажности их выделения не видны, но при подсыхании стенок разреза становятся заметны белые выцветы солей. *Рисунок - профиль гидроморфного солончака* →



У гидроморфных солончаков выделяется солевая корка с содержанием солей до 50 % и более, а ниже — горизонт  $A_c$  с многочисленными солевыми прожилками и точками. На глубине 40...70 см в горизонте  $B$   $CaCO_3$  встречаются гнезда желтоватых и сероватых мелких кристаллов гипса. Глубже наблюдается мергелистый или шоховый горизонт с содержанием кальция более 50 %• При залегании грунтовых вод на глубине 1...2м большая часть профиля оглеена.

Солончаки разделяют по качественному составу солей, глубине их залегания. Наиболее широко распространены *хлоридные, сульфатно-хлоридные, сульфатные, содовые, сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатные*. Различают солончаки с *поверхностным засолением* (максимум солей в слое 0...30 см) и *глубоко-профильным* (соли по всему профилю до грунтовых вод).

Состав солей отражается на морфологических признаках солончаков. Выделяют *корковые, пухлые, мокрые, черные и белые* солончаки. Если в составе солей преобладает хлорид натрия, то на поверхности образуется корка. При преобладании хлорида кальция и магния развиваются мокрые солончаки, а при преобладании сульфата натрия — пухлые солончаки. При большом содержании соды профиль солончаков приобретает темную окраску, так как возрастает растворимость органического вещества. Белые солончаки характеризуются высоким содержанием выкристаллизовавшихся на поверхности солей.

По гранулометрическому составу солончаки чаще тяжелые. В них коллоидально-глинистый материал из-за большого количества электролитов коагулирован, поэтому они рыхлые, со слабой агрегированностью. Реакция среды колеблется от слабощелочной до щелочной (содовые солончаки). Концентрация солей в почвенном растворе высокая, выше концентрации в грунтовых водах, поэтому культурные растения не могут развиваться на солончаках. Емкость поглощения колеблется от 10...20 до 50...60 мг • экв/100 г почвы. Степень насыщенности обменными основаниями составляет 100 %.

## СОЛОНЦЫ

*Солонцы* формируются в основном в зонах каштановых и бурых полупустынных почв, где распространены в виде пятен, являясь интразональными почвами. В черноземной зоне их образование сдерживает значительное количество осадков (здесь солонцов значительно меньше), а в пустынях — насыщенность почв и пород кальцием. Главная особенность солонцов — образование очень плотного тяжелосуглинистого или глинистого горизонта **B** в связи с присутствием в составе обменных оснований натрия, а иногда и магния. Степень солонцеватости по натрию определяют по содержанию его в обменном состоянии в процентах от суммы обменных оснований.

Профиль солонцов резко дифференцирован на горизонты:

$A_1$  — гумусово-элювиальный слабодерновый надсолонцовый горизонт мощностью 2...20 см и более, от темно-серого (серо-каштанового) до серого цвета, рыхлого сложения, комковато-пылеватый или слоегато-пластинчатый, более легкого гранулометрического состава по сравнению с горизонтом B; переход резкий;

$B_1$  — иллювиально-гумусовый (солонцовый) горизонт мощностью 5...25 см и более, темно-бурый или бурый с коричневым оттенком, плотный, столбчатый, призматический, ореховатый или глыбистый с глянцевой поверхностью (с лакировкой), трещиноватый, а во влажном состоянии вязкий, бесструктурный; переход в горизонт  $B_2$  заметный;

$B_2$  — подсолонцовый горизонт, коричневато-бурый с темными затеками, менее плотный, чем  $B_1$ ; призматической или ореховатой структуры, часто с выделениями карбонатов в виде белоглазки, гипса и легкорастворимых солей в нижней части горизонта; переход постепенный;

$BC_c$  — переходный к материнской засоленной породе горизонт скопления солей — карбонатных гипса (гнезда), легкорастворимых солей (прожилок);

$C_c$  — засоленная почвообразующая порода (рис. 14, б).

**Типы солонцов:** *автоморфные, полугидроморфные, гидроморфные.*

*Автоморфные солонцы* образуются при непромывном водном режиме (глубина грунтовых вод 6...7 м) на засоленных почвообразующих породах. Они разделяются на **подтипы:** *черноземные, каштановые, бурые полупустынные.*

Солонцы черноземные распространены в черноземной зоне. Содержание гумуса в горизонте  $A_1$  колеблется от 3...5 % (в солонцах черноземных солончаковых) до 5...7 % (в солонцах черноземных глубокозасоленных). Содержание обменного натрия варьирует от 10... 15 % (солонцы глубокозасоленные) до 30...40 % емкости поглощения (солонцы солончаковые).

Каштановые солонцы менее гумусированы (1,5...4% в горизонте  $A_1$ ); гипс встречается выше (с 40 см), а солевые выделения (выцветы, прожилки, плесень) — с глубины 30...50 см.

Солонцы бурые полупустынные имеют укороченный профиль, малогумусны (менее 1,5 % в горизонте А); карбонаты и гипс отмечаются на глубине 20...40 см. Обменного натрия в солонцовом горизонте содержится 20...40 % емкости поглощения.

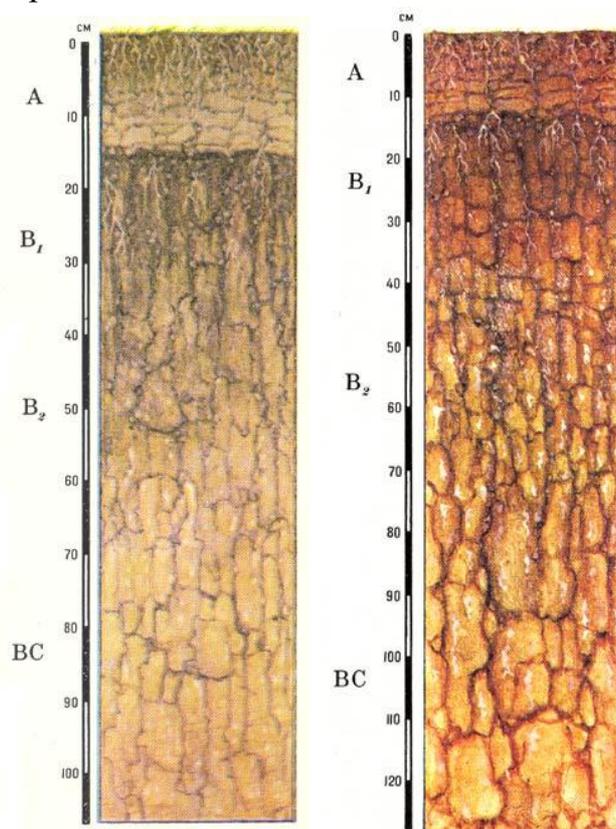
*Полугидроморфные солонцы* распространены на недренированных равнинах, речных террасах в пониженных участках при временном скоплении поверхностных вод и залегании грунтовых вод на глубине 3...6 м (на суглинисто-глинистых отложениях) и 2,5...4 м (на песках и супесях). Часто в них проявляются процессы осолодения и признаки оглеения (сизые и охристые пятна в нижних горизонтах).

*Гидроморфные солонцы* развиваются в поймах рек, понижениях аридных зон при близком залегании минерализованных вод (1...3 м). Подсолонцовые горизонты сильно оглеены.

Солонцы разделяют на **виды**: по мощности надсолонцового горизонта А — *корковые* (менее 5 см), *мелкие* (5... 10 см), *средние* (10... 18 см), *глубокие* (более 18 см); по содержанию обменного натрия в горизонте В<sub>1</sub> — *малонатриевые* (до 10 % емкости поглощения); *средненатриевые* (10...20 %), *многонатриевые* (более 20 %); по структуре горизонта В<sub>1</sub> — *ореховатые*, *столбчатые*, *глыбистые*. По глубине верхней границы залегания легкорастворимых солей солонцы подразделяют на *солончаковые* (выше 30 см), *солончаковатые* (30...80 см), *глубокосолончаковатые* (80... 150 см), *глубокозасоленные* (глубже 150 см), а по составу солей — на *щелочные* (содовые, содово-сульфатные, сульфатно-содовые, хлоридно-содовые, содово-хлоридно-содовые) и *нейтральные* (сульфатные, хлоридно-сульфатные, сульфатно-хлоридные). К наиболее злостным относятся солонцы щелочные в лесостепях и степях, в южных районах Западной Сибири; встречаются они и на Северном Кавказе, в Ростовской области. Щелочные солонцы многонатриевые содержат обменный натрий в количестве 40...65 % емкости обмена.

Наряду с солонцами широко распространены солонцеватые черноземы, каштановые, бурые полупустынные, лугово-степные и луговые почвы с солонцовым горизонтом, в котором содержание обменного натрия колеблется от 3...5 до 15...20 % емкости обмена. Эти почвы подразделяются на слабосолонцеватые (содержат 3...10 % Na<sup>+</sup>), среднесолонцеватые (10...15 %) и сильно-солонцеватые (15...20 % емкости поглощения).

Солонцы характеризуются крайне неблагоприятными водно-физическими свойствами: низкой водопроницаемостью, влагоемкостью и диапазоном содержания активной влаги; большой липкостью и вязкостью; сильным набуханием во влажном состоянии и высокой плотностью, твердостью и трещиноватостью в сухом состоянии; их трудно обрабатывать. Солонцовые свойства усиливаются с насыщением коллоидов натрием и в присутствии обменного магния.



Профиль солонцов  
черноземных

Профиль солонцов  
каштановых

В надсолонцовом горизонте  $A_1$  в связи с щелочным гидролизом наблюдаются остаточное накопление аморфной кремнекислоты, обеднение глинистыми минералами, оксидами алюминия и железа. Горизонт  $B_1$  обогащен коллоидами, оксидами железа и алюминия, глинистыми частицами; в нем возрастают емкость катионного обмена, содержание поглощенного натрия, значение рН.

В составе ППК солонцов кроме кальция и магния много обменного натрия (13...60 % емкости обмена), причем в содовых солонцах его больше. Часто в больших количествах содержится магний (25...45 % емкости поглощения). Щелочность солонцов высокая (рН 8...10). В солонцах содержится много водорастворимых фульватов и гуматов, мало подвижных форм фосфора, что также свидетельствует об их низком плодородии.

### СОЛОДИ

*Солоди* распространены преимущественно в лесостепной и степной зонах, реже в полупустынной на бессточных впадинах, в западинах, на слабодренированных равнинах и в лиманах. Наибольшие площади их находятся на Западно-Сибирской равнине, в Причерноморье.

Солоди — продукт рассоления солонцов и солонцеватых почв с замещением обменного натрия на водород в солонцовых горизонтах, а также с постоянным воздействием на незасоленные почвы слабых растворов натриевых солей. При осолодении образуются легкоподвижные гумусовые вещества, которые вымываются атмосферными осадками из верхних горизонтов. Одновременно происходит и распад под воздействием щелочных растворов алю-мосиликатной части почв на кремнекислоту и полуторные оксиды; последние затем выносятся в нижние горизонты. В верхних же горизонтах накапливается аморфная кремнекислота и формируется осолоделый горизонт белесого цвета, обычно более легкий по гранулометрическому составу. Процессу выноса полуторных оксидов и органического вещества способствует оглеение, сопутствующее осолодению. В результате формируется профиль, морфологически напоминающий профиль дерново-подзолистых почв. Солоди на глубине 50...120 см могут содержать карбонаты, гипс.



Профиль солодей (рис.) имеет следующее строение: горизонт  $A_0$  или  $A_d$  — лесная подстилка или дернина (иногда торфянистого характера) мощностью до 4...8 см; в пахотных почвах отсутствует; горизонт  $A_1$  — гумусово-элювиальный, темно-серый или серый, рыхлый, бесструктурный или комковато-пластинчатый, мощностью до 10...20 см; переход в горизонт  $A_2$  резкий;  $A_2$  — осолоделый горизонт, белесый, плитчатый, слоеваточешуйчатый или пластинчатый, с многочисленными железомарганцевыми ржавыми пятнами и конкрециями (дробинки, бобовины), мощностью 5...25 см; переход постепенный;  $A_2B$  — переходный неоднородно окрашенный горизонт (темно-бурый с белесыми пятнами или потеками), уплотненный, плитчато-мелкоореховатый, мощностью 5...15 см; переход заметный;  $B_1$  — иллювиальный горизонт, темно-бурый с гумусовыми затеками по трещинам, ореховато-призмовидный, по граням структурных отдельностей отчетливо выражены коллоидная лакировка и белесая кремнеземистая присыпка,

плотный, мощностью 40 см и более; переход постепенный;  $B_2$  — иллювиальный горизонт, бурый, с гумусовыми затеками, призматический, лакировка и присыпка уменьшаются;  $B_C$  или  $B_k$  — светло-бурый, переходный к почвообразующей породе горизонт, плотный, часто карбонатный (примерно с глубины 90 см), с выцветами или расплывчатыми пятнами и журавчиками карбонатов.

Наличие иллювиально-карбонатного горизонта — морфологический признак, отличающий солоды от дерново-подзолистых почв. Если отсутствует карбонатный горизонт, то тогда их отличием является сочетание с засоленными почвами. Часто внизу профиля отмечается оглеение (присутствие ржавых и сизоватых пятен). Почвообразующая порода — чаще желто-бурая, плотная, карбонатная с редкими расплывчатыми пятнами или журавчиками карбонатов, наблюдаются железомарганцевые конкреции, сизые пятна. В степных и полупустынных солодах в нижней части профиля встречаются легкорастворимые соли и гипс.

Выделяют *лугово степные* (дерново-глееватые), *луговые* (дерново-глеевые), *лугово-болотные солоды*, которые могут быть *бескарбонатными, незасоленными, несолонцеватыми, солончаковатыми, солонцеватыми*. Выделяют **виды солодей**: по мощности горизонта  $A_1$  — *дернинные, или типичные* (< 5 см), *мелкодерновые* (5... 10 см), *среднедерновые* (10...20 см), *глубокодерновые* (> 20 см); по содержанию гумуса в горизонте  $A_1$  — *малогумусные, или светлые* (< 3 %), *среднегумусные* (3...6 %), *высокогумусные, или темные* (> 6 %); по глубине осолодения ( $A_1 + A_2$ ) — *мелкие* (< 10 см), *среднемощные* (10...20 см), *глубокие* (> 20 см). Элювиальный горизонт  $A_2$  беден илистыми частицами, гумусом. Наибольшее количество ила характерно для иллювиального горизонта В. В горизонтах  $A_1$  и  $A_2$  наблюдается кислая реакция. Значение рН постепенно увеличивается вниз по профилю (вплоть до нижней части горизонта В) под влиянием поглощенного натрия. В связи с присутствием в ППК даже в верхних горизонтах наряду с водородом катиона натрия структурные и водно-физические свойства солодей неблагоприятны. Они бесструктурны, длительное время переувлажнены, при обработке сильно заплывают и образуют корку при высыхании.

### **Контрольные вопросы и задания.**

1. Где встречаются солончаки, солонцы и солоды? 2. Назовите основные причины образования засоленных почв. 3. Почему засоленные почвы считаются интразональными? 4. Что является причиной вторичного засоления почв? 5. Что характерно для солончаков? 6. Как образуются солонцы, каково строение их профиля? 7. Назовите характерные особенности солодей.