

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой РЭТЭМ  
\_\_\_\_\_ В.И. Туев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

**ПОЧВОВЕДЕНИЕ**

Методические указания к лабораторным занятиям для студентов направления  
подготовки 022000.62 – Экология и природопользование

Уровень основной образовательной программы –  
**бакалавриат**

Разработчик:  
Доцент кафедры РЭТЭМ, к.б.н.  
\_\_\_\_\_ Н.В. Горина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.

2013

### Перечень лабораторных работ

1.	Лабораторное исследование морфологических свойств почв	4
2.	Полевое исследование почв	4
3.	Генетические горизонты и их символика	2
4.	Миграция химических элементов в почве	2
	ИТОГО часов	12

## **Лабораторная работа №1 (4 часа).**

### **«Лабораторное исследование морфологических свойств почв»**

**Цель занятия:** изучить морфологические свойства почв и их связь с факторами почвообразования, овладеть навыками диагностирования элементарных почвенных процессов по морфологическим свойствам генетических горизонтов в лабораторных условиях.

#### **Материалы и оборудование**

Набор лабораторных почвенных образцов, представляющих серию генетических горизонтов почвенного профиля. Лабораторные образцы представляют основные типы почв Западной Сибири.

#### **Предмет и содержание занятия**

*Морфологические свойства* почв – сумма внешних признаков, которые являются результатом процессов почвообразования и, как следствие, отражают генезис (происхождение) почв, историю их развития, физические и химические свойства. Морфологические признаки доступны простому визуальному наблюдению, но для более точного анализа используют как простые приспособления (например, лента с сантиметровыми делениями для определения мощности почвы), так и достаточно сложные приборы (поляризационные микроскопы, применяемые для изучения микроскопических морфологических признаков).

В качестве основных морфологических признаков почвы выделяют: почвенный профиль, окраску и цвет почв, почвенную структуру, гранулометрический (механический) состав почв, сложение почв, новообразования и включения.

#### Окраска и цвет почвы

Окраска – наиболее выразительный морфологический признак, по которому выделяются генетические горизонты в профиле и устанавливаются их границы. Эти признаки характеризуют тип почвообразования и состав почвообразующих пород.

Понятия цвет и окраска в почвоведении различаются. Термин окраска – более общий и характеризует изменения (неоднородность, пятнистость) цветовых характеристик горизонта. Термин цвет – колористическое понятие, относится непосредственно к сочетанию тонов, интенсивности и другим хроматическим параметрам. Многие почвы получили свое название по преобладающему цвету: черноземы, красноземы, сероземы и т.д.

Окраска отдельного почвенного горизонта может быть однородной и неоднородной. Однородная – весь горизонт однообразно окрашен в какой-либо цвет, часто осветляется к нижней границе. Неоднородная – горизонт окрашен в различные цвета, при этом форма участков разного цвета может быть различной (пятна, полосы, мраморовидность). Окраска почвенной массы никогда не бывает «чистой» (монотонной), а сопровождается дополнительными тонами, придающими ей тот или иной оттенок.

Цвет почвы зависит от наличия в почве того или иного количества красящих веществ. Верхние горизонты окрашены гумусом в темные цвета (серые и коричневые). Чем больше гумуса содержит почва, тем темнее ее цвет. Железо и марганец придают почве бурые, охристые, красные тона. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почв). Белый цвет может быть признаком осолодения, засоления, окарбонирования, т. е. присутствия в почве кремнезема, каолина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей. Синие (сизые) и зеленые цвета всегда связаны с переувлажнением почв и с присутствием специфических минералов, содержащих закись железа.

Цвет нижних горизонтов почвенного профиля, в основном, определяется окраской почвообразующих пород, их составом и степенью выветривания. Наиболее характерны различные оттенки коричнево-бурого цвета, обусловленные окраской плейстоценовых отложений – широко распространенных почвообразующих пород.

Цвет почвы в значительной степени зависит от степени влажности и источника освещения, поэтому окончательное определение цвета принято делать по образцам в сухом состоянии при рассеянном дневном освещении.

Определение цвета носит несколько субъективный характер. Чтобы избавиться от субъективизма в описании цвета почв на протяжении всей истории почвоведения различные авторы пытались унифицировать почвенные цвета. В нашей стране наиболее широкое применение получил треугольник цветов С.А.Захарова (рис. 1). В вершинах этого треугольника – белый, черный и красный цвета, а по сторонам и медианам нанесены названия различных цветов, производных от смешения трех основных. За границей широко используются цветные таблицы Манселла, где каждый цвет характеризуется тоном (оттенком), интенсивностью (степенью осветленности) и насыщенностью тона (чистотой спектрального цвета) и может быть обозначен буквенно-цифровыми индексами, удобными для создания базы данных с целью компьютерной обработки информации.



Рисунок 1 – Треугольник цветов С.А.Захарова для определения названия цвета почвы

### Структура почв

Это способность почвы естественно распадаться на отдельные (агрегаты), состоящие из склеенных перегноем и иловатыми частицами механических элементов почвы. Форма структурных отдельных, их размер и прочность четко отражают характер процессов, протекающих в почве.

По форме структурные отдельные подразделяются на три основных типа (рис. 2): кубовидный тип (отдельности имеют одинаковые размеры по всем трем измерениям и обычно представлены неправильными многогранниками), призмовидный тип (преобладает одно из трех измерений, в силу чего отдельность более или менее вытянута вверх); плитовидный тип (отдельность уплощена по высоте и развита по двум другим измерениям). В нашей стране используют классификацию структурных отдельных по форме, размеру и характеру поверхности, разработанную в 1927 С.А.Захаровым.

Название структуры почвы дается по преобладающим отдельностям. Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту характерны определенные типы почвенных структур.



Таблица 1– Классификация механических элементов почв (Н.А.Качинский, 1965)

	<b>Название механических элементов</b>	<b>Диаметр механических элементов, мм</b>
Физический песок (> 0,01 мм)	Камни	> 3
	Гравий	3–1
	Песок крупный	1–0,5
	Песок средний	0,5–0,25
	Песок мелкий	0,25–0,05
	Пыль крупная	0,05–0,01
Физическая глина (< 0,01 мм)	Пыль средняя	0,01–0,005
	Пыль мелкая	0,005–0,001
	Ил грубый	0,001–0,0005
	Ил тонкий	0,0005–0,0001
	Коллоиды	< 0,0001

В основу разделения механических фракций положены различия, главным образом, в водно–физических свойствах частиц. Так, каменистая часть почвы ( $d > 1$  мм) с точки зрения водно–физических свойств не активна, инертна; она не способна удерживать влагу. Песок ( $d = 1,0–0,05$  мм) обладает слабой водоудерживающей способностью. Пыль ( $d = 0,05–0,001$  мм) очень хорошо удерживает воду и обладает хорошей водоподъемной способностью; ил ( $d < 0,001$  мм) имеет плохую водопроницаемость и меньшую, чем у пылеватых частиц, водоподъемную способность.

В почвоведении принята классификация почв по механическому составу, разработанная Качинским, по которой все почвы подразделяются в зависимости от содержания в них физической глины, т.е. частиц, диаметр которых менее 0,01 мм. Для каждого типа почвообразования нормы содержания физической глины не одинаковы (табл. 2).

Таблица 2 – Классификация почв по механическому составу (Н.А.Качинский, 1965)

Краткое название почвы по механическому составу	Содержание физической глины (частиц с диаметром < 0,01 мм), %		
	Тип почвообразования		
	Подзолистый	Степной, красноземы и желтоземы	Солонцы и сильно солонцеватые почвы
Песок рыхлый	0–5	0–5	0,5
Песок связный	5–10	5–10	5–10
Супесь	10–20	10–20	10–15
Суглинок легкий	20–30	20–30	15–20
Суглинок средний	30–40	30–45	20–30
Суглинок тяжелый	40–50	45–60	30–40
Глина легкая	50–65	60–75	40–50
Глина средняя	65–80	75–85	50–65
Глина тяжелая	> 80	> 85	> 65

Механический состав почвы является важной характеристикой, необходимой для определения производственной ценности почвы, ее плодородия, способов обработки и т.д. От механического состава зависят почти все физические и физико–механические свойства почвы: влагоемкость, водопроницаемость, порозность, воздушный и тепловой режим и др. В полевых условиях определение механического состава производится по степени пластичности –

наощупь. При известном навыке почвы можно достаточно четко разделять на глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные:

*Песчаные* почвы – бесструктурны, не обладают связностью, сыпучи, при большом увлажнении можно скатать в шарик.

*Супесчаные* почвы – в сухом состоянии сыпучи, бесструктурны, во влажном состоянии легко скатываются в шар, но «шнур» или «колбаски» не образуют.

*Суглинистые* почвы – в сухом состоянии легко втираются в кожу, во влажном состоянии пластичны и легко раскатываются в «шнур» или «колбаску». Чем тоньше «шнур» или «колбаска», тем данная почва ближе к глине.

*Глинистые* – в сухом состоянии при растирании на ладони дают тонкий однородный порошок (пудру), хорошо втирающийся в кожу, во влажном состоянии раскатываются в длинный, тонкий шнур, легко сворачиваемый в кольцо без трещин.




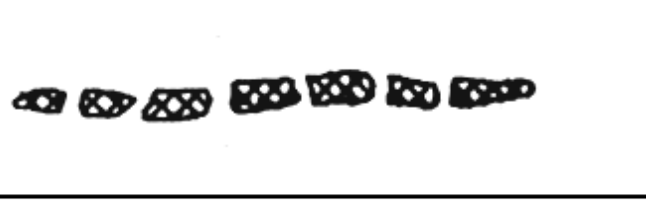
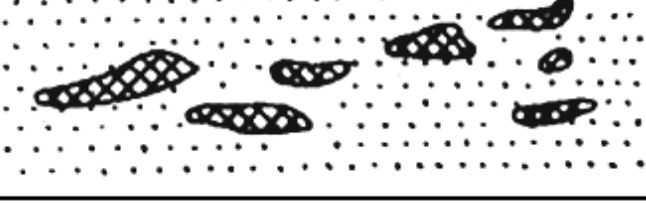

<p><i>Шнур сплошной, кольцо стойкое</i></p> <p><b>Глина</b></p>	
<p><i>Шнур сплошной, кольцо с трещинами</i></p> <p><b>Тяжелый суглинок</b></p>	
<p><i>Шнур сплошной, кольцо, распадающееся при свертывании</i></p> <p><b>Средний суглинок</b></p>	
<p><i>Шнур, дробящийся при раскатывании</i></p> <p><b>Легкий суглинок</b></p>	
<p><i>Зачатки шнура</i></p> <p><b>Супесь</b></p>	
<p><i>Шнур не образуется</i></p> <p><b>Песок</b></p>	

Рисунок 3 – Мокрый способ определения гранулометрического состава в полевых условиях

Окончательное название почвы по механическому составу производится в лаборатории при помощи специального анализа, и на основании этого дается название почвы. Общее название почвы по механическому составу дается по данным механического анализа верхнего горизонта (0–25 см). Например, чернозем южный, глинистый.

Простейший способ определения механического состава почвы в полевых условиях состоит в следующем (рис. 3). Образец почвы смачивают до консистенции теста и разминают между пальцами, затем хорошо размятую почву раскатывают на ладони в шнур толщиной около 3 мм, который свертывают в колечко диаметром около 3 см.

- если шнур не образуется – почва песчаная;
- если шнур формируется неустойчиво – супесчаная;
- если шнур распадается на дольки – легкосуглинистая;
- если при свертывании в колечко разламывается – среднесуглинистая;
- если шнур свертывается в колечко, и оно трескается – тяжелосуглинистая;
- если свертывается в колечко и при этом трещин не образуется – почва глинистая.

#### Сложение почвы

Под сложением почвы понимают внешнее выражение степени и характера ее плотности и порозности. Сложение оказывает большое влияние на сопротивление почвы почвообрабатывающим орудиям, на ее водопроницаемость и в значительной степени на глубину проникновения в нее корней растений.

#### Порозность почвы.

Почвенные частички и структурные элементы, входящие в состав почвы, прилегают друг к другу не всеми своими плоскостями, а лишь отдельными точками или гранями, вследствие чего сама почва приобретает характер пористого тела, пронизанного целой системой трещин, пор, ячеек, пустот. Общий объем всех этих воздушных пор, полостей, трещин и пр. в определенном объеме почвы называют порозностью или скважностью почвы. Суммарный объем почвенных пор составляет от 25 до 60% объема почвы.

На порозность почвы большое влияние оказывает, прежде всего, структурное строение почвы: чем почва структурнее, тем общая порозность больше (поскольку, помимо заключенных в комках пор, эти почвы имеют промежутки, находящиеся между структурными отдельностями). Всякое разрушение почвенной структуры, могущее произойти в результате воздействия на почву природных факторов или вследствие неправильной обработки почв, ведет за собой уменьшение общей порозности почвы. Заметное влияние на порозность почв оказывает также органическое вещество почв: чем органического вещества больше, тем больше порозность (так, например, порозность песка около 30%, а торфа – около 85%). Порозность заметно меняется в зависимости от глубины почвенного слоя: в верхних слоях она больше, в нижних – меньше. Объясняется это большим содержанием гумуса и лучшей структурой верхних горизонтов, большим воздействием на верхние слои почвы корней растений и роющих животных, а также меньшим давлением вышележащих слоев.

Размеры почвенных полостей различны, начиная от тончайших, так называемых капилляров, и кончая порами с диаметром 10 мм и крупнее. В связи с этим, помимо общей скважности, различают еще капиллярную и некапиллярную скважность почвы. Во всякой почве всегда есть оба вида скважности, причем преобладание того или иного вида зависит от механического и структурного состава почв.

Каждый вид скважности имеет различное значение в почвообразовательных процессах: капиллярная порозность, обычно заполненная водой, затрудняет свободный доступ воздуха в почву и продвижение атмосферной влаги из верхних горизонтов в нижние. Наличие же некапиллярной скважности устраняет эти нежелательные явления, создавая благоприятные условия как для почвообразовательных процессов, так и для развития растений.



### Плотность почвы

Это интегрированная плотность всех компонентов ее твердой фазы – различных минералов и органических веществ.

Степени плотности почв в сухом состоянии:

1). Рассыпчатое сложение – почва обладает сыпучестью, отдельные частицы не сцементированы между собой.

2). Рыхлое сложение – лопата легко входит в почву на полный «штык», почва хорошо оструктурена, но структурные агрегаты плохо сцементированы между собой.

3). Уплотненное сложение – лопата легко входит в почву на «полштыка», нож легко входит в стенку разреза, почва рассыпается на структурные и механические составляющие, во влажном состоянии обладает слабой связанностью.

4). Плотное сложение – лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4–5 см, почва с трудом разламывается руками; в сухом состоянии монолитна, выбивается крупными глыбами, во влажном состоянии – вязкая масса.

5). Очень плотное (слитое) сложение – почти не поддается копанию лопатой (входит в почву не глубже 1 см), нужны лом, кирка. В сухом состоянии монолитна, крупноглыбиста, нож не входит в стенку разреза, во влажном состоянии очень вязкая и упругая.

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

В пределах почвенного профиля сложение почвы (т.е. ее плотность и порозность) может сильно изменяться. Верхнему гумусово–аккумулятивному горизонту чаще всего бывает присуще рыхлое сложение и большая меж– и внутрискучурная порозность. Сложение иллювиального горизонта, как правило, более плотное, трещиноватое.

### Новообразования и включения

Это локальные обособленные вещества, отличающиеся по своему строению и вещественному составу от вмещающей их почвенной массы. Возникают в результате действия различных почвообразовательных процессов.

Каждое новообразование формируется в определенных условиях и поэтому является индикатором почвенных процессов, либо протекавших ранее, либо идущих сегодня – это делает новообразования важными диагностическими признаками для классификации почв.

Почвенные новообразования очень разнообразны и различаются по форме, цвету, химическому и минералогическому составу. Могут быть представлены налетами, пятнами, примазками, потеками, прожилками по ходам землероев и корням растений, а также более плотными формами – конкрециями или стяжениями, плотными сцементированными железистыми прослойками и др.

К включениям относятся инородные тела, происхождение которых не связано с процессом почвообразования: обломки горных пород, не связанных с материнской породой, валуны, щебень, захороненные остатки раковин, кости современных и вымерших животных, остатки материальной культуры человека (обломки кирпича, керамики, стекла, археологические находки и др.). Включения различного характера часто помогают судить о происхождении почвообразующей породы и возрасте почв.

### **Порядок выполнения задания**

#### Задание 1.

Ниже приведен ряд морфологических описаний почв. Проанализируйте морфологические свойства каждого почвенного профиля и установите элементарные почвообразовательные процессы, участвовавшие в формировании описанных почв.

Разрез № 1 *дерново–подзолистой почвы* заложен на верхней части склона водораздельной равнины (крутизна склона 5–6°) на ровном месте в темнохвойном разнотравно–осочковом лесу

At	0–9	Слаборазложенные остатки лесной растительности: хвоя, листва, остатки трав и кустарничков. Светло–бурый и коричневый. Густо пронизан корнями. Рыхлый. Влажный.
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	9–12	Окраска неоднородная, темно–серая с буроватым и коричневатым оттенками, со светло–серым налетом кремнеземистой присыпки. Пронизан корнями растений. Легкосуглинистый. Комковатый. Уплотнен. Влажный. Переход ясный по окраске. Граница ровная.
A <sub>2</sub>	12–23	Окраска неоднородная, светло–серая с буроватым оттенком. Обилие кремнеземистой присыпки. Легкосуглинистый. Комковатый и мелко–комковато–зернистый. Уплотнен. Влажный. Переход ясный по окраске. Граница языковатая.
A <sub>2</sub> B	23–41	Окраска однородная, серовато–бурая с легким налетом кремнеземистой присыпки. Среднесуглинистый. Комковатый и мелко–комковато–зернистый. Плотный. Влажный. Переход постепенный по окраске.
B <sub>1</sub>	41–71	Окраска однородная, темно–серая с буровато–охристым оттенком. Тяжелосуглинистый. Комковато–зернистый. Плотный. Влажный. Переход постепенный по окраске.
B <sub>2</sub> g	71–112	Окраска неоднородная, бурая с ясным ржавым оттенком, темно–охристыми пятнами гидроокиси железа. Тяжелосуглинистый. Комковато–зернистый. Плотный. Влажный.

Разрез № 2 *торфяно–подзолистой глеевой почвы* заложен на водораздельной равнине в пределах повышения поверхности среди болот в кедрово–еловом мертвопокровном лесу.

At	0–20	Слаборазложенные остатки лесной растительности: хвоя и листва. Серо–коричневый. Пронизан мелкими корнями деревьев. Рыхлый. Свежий. Переход ясный по составу почвенной массы.
A <sub>2</sub> g	20–36	Окраска неоднородная, серовато–бурая с обильной белесой кремнеземистой присыпкой. Среднесуглинистый. Комковато–зернистый. Очень плотный. Влажный. Переход ясный по окраске. Граница ровная.
B <sub>1</sub> g	36–58	Окраска неоднородная, темно–серая со слабым буроватым оттенком, местами редкие светло–охристые пятна гидроокиси железа; сизый оттенок при высыхании светлеет. Тяжелосуглинистый. Комковато–зернистый. Плотный. Сильно влажный. Переход ясный по окраске. Граница ровная.
B <sub>2</sub> g	58–75	Окраска неоднородная, ярко–бурая с грязно–серым оттенком различной интенсивности. Тяжелосуглинистый. Бесструктурный. Очень плотный. Мокрый.

Разрез № 3 *болотной верховой торфяной почвы* заложен на II надпойменной террасе р. Оби, на сосново–пушицево–кустарничково–сфагновом верховом (олиготрофном) болоте (рям)

Очес	0–7	Очес зеленых и сфагновых мхов.
T <sub>1</sub>	7–21	Торфяной горизонт неоднородной окраски – от желтовато–бурой до темно–коричневой. Слаборазложенный. Густо пронизан корнями. Рыхлый. Сырой. Переход постепенный по

T <sub>2</sub>	21–31	окраске. Торфяной горизонт темно–коричневой окраски. Хорошоразложенный. Уплотнен. Сырой. Мажется. Переход постепенный по окраске и структуре органического вещества.
T <sub>3</sub>	31–85	Торфяной горизонт однородной окраски – черной во влажном состоянии и буровато–коричневой при высыхании. Среднеразложенный, остатки сфагнов и древесины. Уплотнен. Мокрый. Насыщен водой с глубины 70 см.

Разрез № 4 *черноземной почвы* заложен на нижней части пологого склона водораздельной равнины (крутизна склона 3°) на ровном месте на поле люцерны.

Апах	0–25	Окраска однородная, темно–серая. Тяжелосуглинистый. Пылевато–порошисто–комковатый. Рыхлый, много мелких корней. Свежий. Переход постепенный.
А	25–51	Окраска однородная, темно–серая. Мелко–комковато–зернистый. Слабо уплотнен. Свежий. Переход постепенный.
АВ	51–100	Окраска неоднородная, темно–серая с бурым оттенком различной интенсивности. Тяжелосуглинистый. Комковато–крупно–зернистый. Слабо уплотнен, пористый, встречаются отдельные кротовины. Свежий. Вскипает от соляной кислоты с 83см. Переход постепенный.
Вк	100— 145	Окраска неоднородная, грязно–бурая с карбонатной плесенью. Тяжелосуглинистый. Комковатый. Уплотнен, пористый. Влажный. Переход заметный.
Ск	145—220	Окраска однородная, желто–палевая, лессовидная, с обилием белесоватых пятен и прожилок псевдомицельем карбонатов и единичными темными кротовинами. Тяжелый суглинок. Комковато–призматический. Уплотнен. Влажный.

Разрез № 5 *каштановой почвы* заложен на ровной поверхности на участке полынно–типчаковой степи с примесью разнотравья.

А	0–12	Окраска неоднородная, коричневато–темно–серая и темно–коричневая. Пронизан корнями растений. Легкосуглинистый. Комковатый. Уплотнен. Свежий. Переход ясный по окраске. Граница ровная.
В <sub>1</sub>	12–28	Окраска неоднородная, ярко–бурая разной интенсивности с сильно осветленными слабогумусированными пятнами. Легкосуглинистый. Комковато–призматический. Уплотнен. Свежий. Переход ясный по окраске. Граница ровная.
В <sub>2</sub>	28–55	Окраска неоднородная, бурая с коричневым оттенком разной интенсивности. Легкосуглинистый. Призматической крупно–комковатой структуры. Уплотнен. Свежий. Переход ясный по окраске. Граница языковатая.
Вк	55–92	Окраска однородная, бурая с темно–коричневым оттенком. Мелкие светло–серый пятнышки скопления карбонатов. Среднесуглинистый. Призматично–комковатый. Плотный. Свежий. Переход постепенный по окраске.
Ск	92–150	Окраска однородная, темно–коричневая. Мелкие светло–серый пятнышки скопления карбонатов. Тяжелосуглинистый. Комковато–зернистый. Плотный. Сухой.

### Задание 2.

Выполнить описание лабораторных образцов почвенных горизонтов, выданных преподавателем. Для характеристики образцов в качестве примера можно использовать приведенные выше описания почвенных разрезов.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие свойства должны быть указаны при морфологическом описании почвенного профиля?
2. Какая окраска характерна для почвенных горизонтов, что она отражает?
3. Какая структура характерна для почвенных горизонтов, что она отражает?
4. Дайте краткую характеристику почв разного гранулометрического состава.
5. Как влажность почвы сказывается на описании морфологических свойств?

## Лабораторная работа №2 (4 часа)

### «Полевое исследование почв»

**Цель занятия:** Познакомиться с правилами заложения почвенных разрезов, приемами отбора почвенных образцов. Овладеть методикой полевого описания почв и полевой диагностикой почв.

#### Материалы и оборудование

Лопата (штыковая) для заложения почвенного разреза, почвенный нож для отбора образцов (в чехле или сумке), полиэтиленовые пакеты для упаковки образцов, бумага для оформления этикеток к почвенным образцам.

#### Предмет и содержания занятия

##### Почвенный профиль.

В полевых условиях почвы определяют и дают им название по внешним, так называемым морфологическим признакам. Для описания почв, изучения их морфологических признаков, установления границ между различными почвами, отбора образцов для анализов закладывают специальные ямы, которые называются *почвенными разрезами*. Они бывают трех типов; полные (основные) разрезы, полуюмы и прикопки.

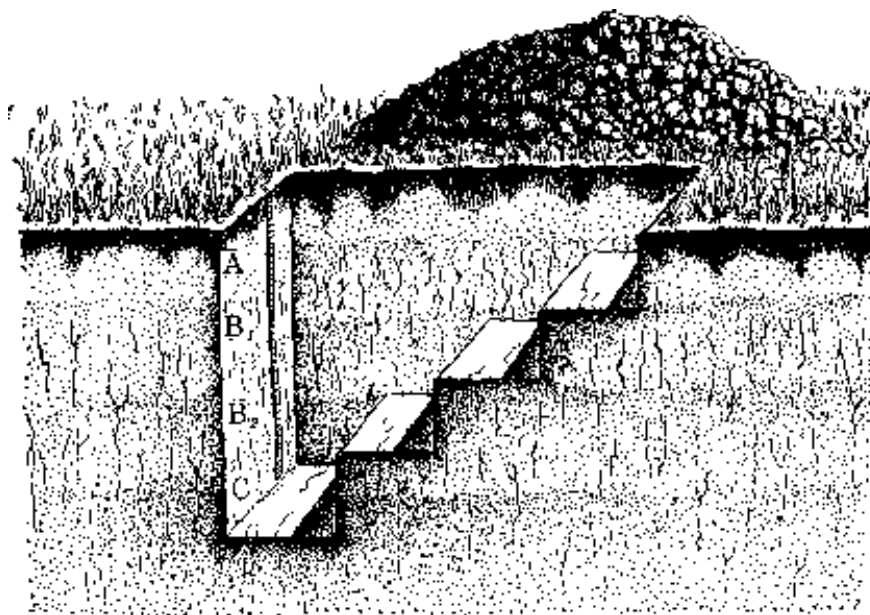


Рисунок 4 – Почвенный разрез

Для правильного выбора места заложения почвенного разреза необходимо осмотреть местность, определить характер рельефа и растительности. Разрез необходимо закладывать в наиболее характерном месте обследуемой территории. Почвенные разрезы не должны закладываться вблизи дорог, рядом с канавами, на нетипичных для данной территории элементах микрорельефа (понижения, кочки).

На выбранном участке местности копают почвенный разрез таким образом, чтобы три стенки его были отвесными, а четвертая спускалась ступеньками (рис. 4). Передняя, лицевая стенка разреза, предназначенная для описания, должна быть обращена к солнцу. При заложении разреза почву необходимо выбрасывать только на боковые стороны и ни в коем

случае не на лицевую стенку, что может привести к ее загрязнению, разрушению верхних горизонтов, изменению их мощности и т. д.

Полные, или основные, разрезы закладывают до глубины неизменной материнской породы. Обычно эта глубина колеблется от 1,5 до 5 м в зависимости от мощности почв и целей исследования. Такие разрезы служат для специального детального изучения морфологических свойств почв и взятия образцов для физических и химических анализов. Полуямы, или контрольные разрезы, закладываются на меньшую глубину – от 75 до 125 см (до начала материнской породы). Они служат для изучения мощности гумусовых горизонтов, глубины вскипания от соляной кислоты и залегания солей, степени выщелоченности, оподзоленности, солонцеватости и других признаков, а также для определения площади распространения почв, охарактеризованных полными разрезами. Если при описании полуямы обнаружались новые признаки, не отмеченные ранее, то на этом месте необходимо закладывать полный разрез.

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

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

Порядок описания почвенного разреза:

1. № разреза
2. Дата
3. Область, район, ближайший населенный пункт
4. Географические координаты
5. Общий рельеф, микрорельеф, положение разреза относительно рельефа и экспозиции
6. Растительный покров
7. Признаки заболоченности, засоленности и другие характерные особенности
8. Уровень почвенно–грунтовых вод
9. Название почвы
10. Описание морфологических свойств генетических горизонтов

При рассмотрении достаточно глубокого почвенного разреза можно увидеть, что почвенная толща имеет слоистое строение. Эта псевдослоистость обусловлена разделением почвенной толщи на почвенные горизонты, каждый из которых более или менее однороден по гранулометрическому, минералогическому, химическому составу, физическим свойствам, структуре, цвету и другим признакам. Почвенные горизонты обособляются постепенно в процессе формирования почвы, отсюда их другое название – «генетические» горизонты. Однако даже в окончательно сформированных почвах горизонты, как правило, не имеют резкой границы и постепенно переходят один в другой. Совокупность генетических горизонтов образует почвенный профиль.

Задание 1. Под руководством преподавателя заложить полнопрофильный почвенный разрез.

Задание 2. Выполнить полевое описание почвенного разреза, определить основные факторы почвообразования, дать название почвы.

Задание 3. Отобрать почвенные образцы, упаковать для транспортировки, подписать этикетки. Доставить образцы на кафедру.

Задание 4. В лабораторных условиях распаковать почвенные образцы и разместить для просушивания.

Задание 5. Сравнить морфологическое описание почвы в полевых и лабораторных условиях.

### **Контрольные вопросы**

1. В каких случаях допустимо заложение почвенной полаямы вместо почвенного разреза?
2. Как выбирается место для заложения почвенного разреза?
3. Какие мероприятия необходимо выполнить после описания разреза и отбора образцов.
4. Каков порядок отбора почвенных проб?
5. Какая информация должна быть указана на этикетке почвенного образца в обязательном порядке?
6. Каков объем почвенного образца?
7. Чем отличается лабораторное морфологическое описание от описания в полевых условиях?

## Лабораторная работа №3 (2 часа)

### «Генетические горизонты и их символика»

**Цель занятия:** изучить общепринятую систему обозначения генетических горизонтов, порядок построения формулы почвенного профиля.

#### Материалы и оборудование

Набор лабораторных почвенных образцов, представляющих серию генетических горизонтов почвенного профиля.

Почвенные образцы, отобранные при выполнении лабораторной работы №2.

#### Предмет и содержания занятия

##### Основные генетические горизонты почвенного профиля.

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

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

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

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

**Горизонт  $A_0$**  — самая верхняя часть почвенного профиля — лесная подстилка или степной войлок, представляющая собой опад растений на различных стадиях разложения — от свежего до полностью разложившегося.

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

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

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

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

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

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

**Горизонт  $B$**  — располагающийся под элювиальным горизонтом, имеет иллювиальный характер. Это бурый, охристо-бурый, красновато-бурый, уплотненный и утяжеленный, хорошо оструктуренный горизонт, характеризующийся накоплением глины, окислов железа, алюминия



и других коллоидных веществ за счет вымывания их из вышележащих горизонтов. В почвах, где не наблюдается существенных перемещений веществ в почвенной толще, горизонт В является переходным слоем к почвообразующей породе, характеризуется постепенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса, разложения первичных минералов и может подразделяться на **В<sub>1</sub>** — горизонт с преобладанием гумусовой окраски, **В<sub>2</sub>** — подгоризонт более слабой и неравномерной гумусовой окраски и **В<sub>3</sub>** — подгоризонт окончания гумусовых затеков.

**Горизонт В<sub>к</sub>** — горизонт максимальной аккумуляции карбонатов, обычно располагается в средней или нижней части профиля и характеризуется видимыми вторичными выделениями карбонатов в виде налетов, прожилок, псевдомицелия, белоглазки, редких конкреций.

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

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

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

Кроме указанных горизонтов выделяются **переходные горизонты**, для которых применяются двойные обозначения, например **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**); **A<sub>1</sub>C** — переходный горизонт от гумусового к материнской породе и т. д. Второстепенные признаки обозначаются индексом с дополнительной малой буквой, например **A<sub>2g</sub>** — подзолистый горизонт с признаками оглеения, **B<sub>g</sub>** — иллювиальный горизонт с пятнами оглеения, **Bt** — метаморфический горизонт, характеризующийся аккумуляцией глины без заметных следов ее перемещения, **C<sub>к</sub>** — карбонатная почвообразующая порода и др. Иногда применяются и дополнительные индексы: **T** — торфяной горизонт (содержание органического вещества — более 70% со степенью разложенности менее 50%), **A<sub>t</sub>** — торфянистый горизонт, **A<sub>d</sub>** — дерновый горизонт, **B<sub>h</sub>** — иллювиально-гумусовый, **B<sub>f</sub>** — иллювиально-железистый горизонт и т. д.

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

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

#### Почвенный профиль автоморфных почв.

Автоморфные почвы – это почвы, формирование которых проходит в условиях хорошо дренируемых водоразделов, т.е. под влиянием атмосферной влаги, систематические нисходящие токи которой обуславливают перемещение химических элементов сверху вниз. Режим почвенной влаги в этих условиях может быть как промывным, так и непромывным. Грунтовые воды расположены относительно глубоко. Формирование профиля автоморфных почв схематически изображено на рисунке 5.

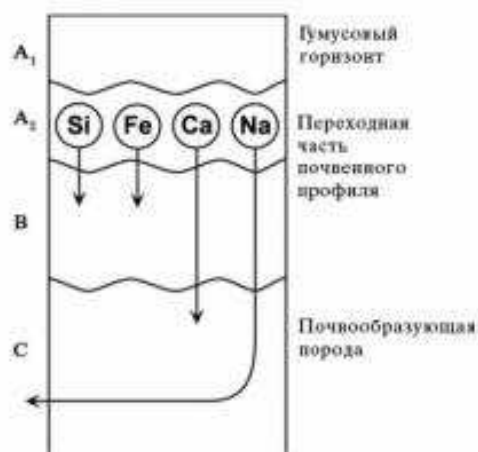


Рисунок 5 – Почвенный профиль автоморфных почв

Перегнойно–аккумулятивная часть профиля. Здесь преобразуется отмершее органическое вещество, систематически накапливается почвенный перегной и гумус и аккумулируются зольные элементы, необходимые для нормального питания растений. В перегнойно–аккумулятивной части профиля идут не только процессы накопления: часть химических элементов в виде подвижных как органических, так и неорганических соединений выносятся за пределы гумусового горизонта, однако, в целом, преобладает тенденция к накоплению. Цвет этой части профиля меняется от черного, бурого и коричневого до светло–серого, что обусловлено составом и количеством гумуса. Мощность этой части профиля меняется в различных почвах от нескольких сантиметров до 1 метра. В эту часть профиля входят следующие горизонты:

Переходная часть профиля представляет собой постепенный переход от гумусового горизонта к почвообразующей породе, здесь происходят различные, часто противоположно–направленные процессы.

Для верхнего горизонта переходной части профиля характерно вымывание подвижных соединений в более низкие почвенные горизонты, в некоторых почвах очень сильное (например, в подзолистых). В этом случае обособляется самостоятельный горизонт вымывания A<sub>2</sub>, откуда вынесены все более или менее подвижные соединения. Горизонт вымывания также называют элювиальным горизонтом, он резко выделяется в почвенном профиле своим внешним видом. Вследствие вымывания у него белесая, напоминающая цвет золы окраска, он бесструктурный или слойный, рыхлый. Элювиальный горизонт обеднен илистыми частицами, гумусом и другими соединениями частицами за счет вымывания их в нижележащие слои и относительно обогащен остаточным кремнеземом.

В нижней половине переходной части профиля преобладает вмывание, т.е. выпадение (осаждение) соединений тех химических элементов и мелких частиц, которые были вымыты из верхней части почвенной толщи. Глубина перемещения частиц и соединений в разных условиях различна, однако, в общем, более растворимые соединения мигрируют глубже, чем менее растворимые, поэтому понятие горизонта вмывания несколько неопределенно. Обычно в качестве горизонта вмывания (или иллювиального горизонта) выделяют горизонт, характеризующийся накоплением глины, окислов железа, алюминия и марганца.

Этот горизонт четко выделяется своей бурой, охристо-бурой или красновато-бурой окраской, оструктуренностью и большей (по сравнению с другими почвенными горизонтами) плотностью. Иллювиальный горизонт обозначают символом В.

В почвах, где не наблюдаются существенные перемещения веществ, в почвенной толще нет обособления элювиального и иллювиального горизонтов. В таких почвах символом В обозначают переходный слой между гумусовым горизонтом и почвообразующей породой, характеризуемый постепенным ослаблением процессов аккумуляции гумуса, разложения первичных минералов, он может подразделяться на В<sub>1</sub> – горизонт с преобладанием гумусовой

окраски, В<sub>2</sub> – подгоризонт с более слабой и неравномерной гумусовой окраской и В<sub>3</sub> – подгоризонт окончания гумусовых затеков.

#### Почвенный профиль гидроморфных почв

Почвенный профиль гидроморфных почв, т. е. почв, формирование которых происходит в условиях близкого расположения грунтовых вод. В этом случае процесс почвообразования идет под воздействием грунтовых вод, которые периодически или постоянно обогащают почвенную толщу определенными химическими элементами и создают специфическую геохимическую обстановку. Режим почвенной влаги в этих условиях соответствует выпотному или застойному.

При близком залегании грунтовых вод и капиллярном их подъеме в почвенную толщу различные соединения выпадают примерно в той же последовательности, как и при нисходящем движении вод. Однако в то время как при нисходящем движении ближе к поверхности расположены менее растворимые соединения, при восходящем движении грунтовых вод картина обратная – более растворимые соединения находятся близко к поверхности или располагаются непосредственно на ней.

Почвенный профиль гидроморфных почв состоит, во-первых, из более или менее выраженной перегнойно-аккумулятивной части, и во-вторых, из системы минерально-аккумулятивных горизонтов, каждый из которых называется по слагающему его соединению. На рисунке 6 выделяется (снизу вверх) карбонатный, гипсовый и сульфатно-натриевый горизонты.

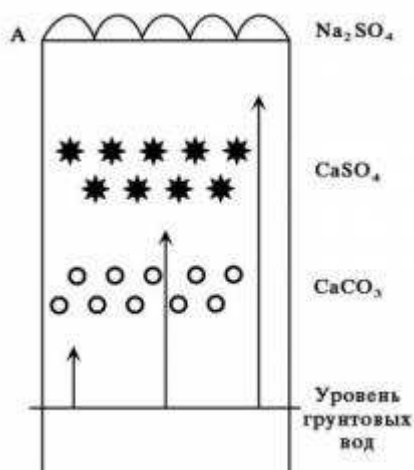


Рисунок 6 – Почвенный профиль гидроморфных почв

Помимо двух основных типов строения почвенного профиля – автоморфного и гидроморфного, в природе встречаются многочисленные случаи переходного строения, это объясняется сменой условий автоморфного и гидроморфного почвообразования.

#### **Порядок выполнения заданий**

Задание 1. По формуле профиля, приведенной ниже, установить элементарные почвообразовательные процессы, факторы почвообразования и типы почв.

1.  $A_1 - A_1C - C$
2.  $A_0 - A_2 - A_2B - B - C$
3.  $A_0 - A_2 - A_2Bg - Bg - Cg$
4.  $A_0 - A_2 - A_2B^h - B - C$
5.  $A_0 - A_1 - A_1A_2 - A_2B - B - C$
6.  $A_0 - A_1 - Bt - C$

7. Ад – АВ – В – С
8. Ад – В<sub>1</sub> – В<sub>2</sub> – ВС<sub>к</sub> – С<sub>к</sub>
9. Ак – В<sub>к</sub> – С<sub>к</sub>
10. Оч – Т<sub>1</sub> – Т<sub>2</sub> – Т<sub>3</sub>

#### Задание 2.

Установить факторы почвообразования и названия генетических горизонтов для лабораторных почвенных образцов, выданных преподавателем и для почвенных образцов, отобранных при выполнении лабораторной работы №2.

#### **Контрольные вопросы**

1. По каким признакам в почвенном профиле выделяют генетические горизонты?
2. Какие обозначения приняты для горизонтов верхней гумусово-аккумулятивной части профиля?
3. Какие обозначения приняты для горизонтов нижней иллювиальной части профиля?
4. В каких горизонтах может быть отмечено присутствие органического вещества? Как это отражается в формуле профиля?
5. В каких горизонтах может быть отмечено присутствие карбонатов? Как это отражается в формуле профиля?
6. В каких горизонтах может быть отмечено присутствие глеевых процессов? Как это отражается в формуле профиля?
7. Каким индексом принято обозначать органогенные горизонты?

## Лабораторная работа №4 (2 часа)

### «Миграция химических элементов в почве»

**Цель занятия:** познакомиться с основными понятиями геохимической миграции элементов в почве.

#### Материалы и оборудование

Набор лабораторных почвенных образцов, представляющих серию генетических горизонтов почвенного профиля.

Почвенные образцы, отобранные при выполнении лабораторной работы №2.

#### Предмет и содержания занятия

*Миграция* – это передвижение и перераспределение элементов как результат эндогенных и экзогенных процессов в составных частях ландшафта, в том числе в почвах.

Процесс миграции химических элементов должен рассматриваться как важнейшее явление природы, определяющее многообразие и разнообразие геохимических реакций.

К наиболее активным мигрантам относятся галогены и щелочные металлы. Для всех других элементов миграционная способность зависит от геохимической обстановки.

Миграция химических элементов зависит от внутренних и внешних факторов. Внутренние факторы связаны с химическими свойствами самого элемента, с его способностью давать соединения различной растворимости, летучести, твердости, со способностью поглощаться организмами.

Ландшафт, как открытая система, открыт для активного проявления внешних факторов миграции. В основном это термодинамические условия миграции – температура, давление, рельеф, окислительно-восстановительные условия и т.д.

Важным геохимическим агентом перераспределения различных химических элементов является вода. Вода участвует в процессах гидратации, растворении, гидролизе. Природные воды, независимо от происхождения, взаимодействуют со всеми компонентами ландшафта. В присутствии воды в почве протекают многие процессы – выщелачивание, оподзоливание, растворение. При недостатке воды происходит образование малорастворимых соединений, замедляется их миграционная способность, выпадают в осадок.

Между катионами природных вод и катионами почв и пород существует тесная связь. По составу обменных катионов пород и почв можно судить о составе и свойствах природных вод. Если ППК насыщен Ca и Mg, то циркулирующие грунтовые воды имеют нейтральную или слабощелочную реакцию, компонентный состав – кальциевый. Если в ППК – Al и H, то грунтовые воды имеют слабокислую реакцию и содержание Ca значительно меньше. Если в ППК Na, то в циркулирующих водах будет присутствовать сода.

В почвенной среде в присутствии воды химические элементы мигрируют в ионной и коллоидной форме: Преобладающими элементами, которые мигрируют в виде *ионов*, являются  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl, кроме того K, P, Si, Ti. Как правило, присутствуют  $\text{H}^+$  и OH. Их присутствие определяет кислотность и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП).

*Коллоидная форма* миграции характерна для гумуса, соединений Si, Al, Fe, Mn, Ti, Cr, Ni. Коллоидные растворы, как правило, менее устойчивы, чем истинные, не достигают высоких концентраций и подчиняются законам коллоидной химии. В почвах обычно мигрируют отрицательно заряженные коллоиды (гумусовые и глинистые вещества, гели кремниевой кислоты, гидроксиды Fe, Mn, Al). Они способны поглощать и удерживать катионы – идет катионно-обменная адсорбция. Меньше положительно заряженных коллоидов, которые могут обменивать анионы.

Все процессы миграции воды и растворенных элементов прямо или косвенно протекают под влиянием *рельефа*, который приводит в движение атомы химических элементов.

Выпавшие атмосферные осадки частично стекают в пониженные места. В результате почвы верхней части склонов получают меньше влаги, находящиеся рядом почвы понижений — значительно больше. Это способствует более высокому расположению грунтовых вод, или верховодки, в понижениях. Поэтому в отрицательных элементах микро- и особенно мезорельефа почва может быть хорошо увлажнена и даже переувлажнена, хотя на соседних, более высоких участках будет ощущаться недостаток влаги. Расположенные в одном и том же ландшафте, часто разделенные лишь десятками метров почвы отрицательных и положительных элементов рельефа существенно отличаются водно-воздушным режимом, значениями pH, содержанием подвижных форм химических элементов, особенностями большого и малого круговоротов веществ.

Поверхностный сток и перемещение почвенно-грунтовых вод обуславливают направленную миграцию твердых частиц и растворимых соединений и своеобразный обмен вещества между элементами мезо- и микрорельефа. В результате поверхностного стока талых или дождевых вод верхние горизонты почвы размываются и почвенная масса переносится в относительно пониженные места.

В еще большей степени влияет мезорельеф на миграцию водорастворимых веществ. В процессе инфильтрации атмосферных осадков, внутрипочвенного и грунтового стока растворимые химические соединения выносятся из почв, расположенных на относительно повышенных участках рельефа, и частично задерживаются в почвах, расположенных ниже. В результате этого от верхней части склона к депрессии располагается серия почв, находящихся в определенной геохимической связи. Почвы положительных элементов рельефа формируются в независимых, автономных, ландшафтно-геохимических условиях и называются автоморфными. Почвы понижений развиваются под воздействием поверхностных и грунтовых вод, обогащенных химическими элементами и соединениями, извлеченными из почв вышерасположенных участков. Следовательно, почвы отрицательных элементов мезорельефа находятся в подчиненных ландшафтно-геохимических условиях. Почвы, формирующиеся под воздействием грунтовых вод, называются гидроморфными. Геохимическая зависимость гидроморфных почв от автоморфных называется геохимическим сопряжением.

В условиях мезорельефа геохимическая связь имеет одностороннюю направленность: от водораздела к депрессии располагается закономерное сочетание почв, причем почвы относительно низких участков находятся под влиянием более высоких (рис. 7, а). В условиях микрорельефа геохимическое сопряжение почвы, находящейся на разных элементах рельефа, имеет иной характер. Химические элементы, мигрирующие с поверхностным стоком в микрозападины, вымываются с фильтрующимися водами и обогащают почвы. Вместе с тем быстрое иссушение микроповышений вызывает энергичное подтягивание почвенных вод по капиллярам. При этом почвенные воды микрозападин поступают в почвы микроповышений и, в свою очередь, приносят определенные химические соединения. Происходит как бы взаимообмен подвижными соединениями (рис. 7, б). Под влиянием микрорельефа образуется комплекс почв, геохимическая связь между которыми имеет двухстороннюю направленность.

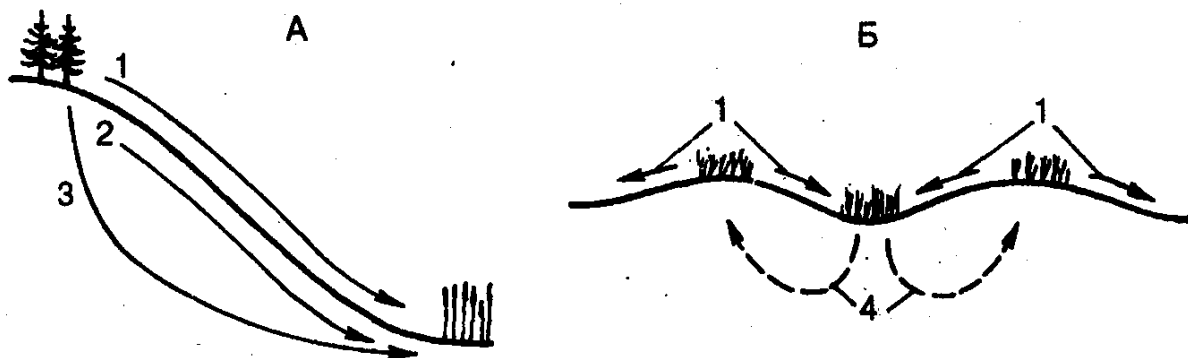


Рисунок 7 – Схема геохимического сопряжения почв:

А – условия мезорельефа; Б – условия микрорельефа. 1 – поверхностный сток; 2 – внутрипочвенный сток; 3 – грунтовый сток; 4 – подъем воды по капиллярам

При движении воды и растворенных веществ вглубь почвенного профиля на некоторых участках происходит смена геохимической обстановки – окислительно-восстановительных, кислотно-основных свойств. На этих участках происходит осаждение мигрирующих элементов и формирование геохимических барьеров.

Для почвенного покрова характерны следующие геохимические барьеры:

*Окислительный* – формируется на границе смены восстановительной обстановки на окислительную. В почве осаждаются гидрооксиды Fe, Mn (в местах выхода глеевых вод), образуются различные ожелезнения, Fe- Mn конкреции, болотные руды

*Восстановительный глеевый без сероводорода* – при встрече кислородных вод с глеевой средой. В осадок выпадают U, Se, V, Cu.

*Восстановительный глеевый с сероводородом*. Вступая в химическую реакцию с металлами, H<sub>2</sub>S образует сульфиды металлов, которые выпадают в осадок – Fe, Zn, Ni, Cu, Pb, As, Cd, Ag и др. Этот процесс характерен для почв и пластовых грунтовых вод.

*Кислый* – при смене щелочной или нейтральной реакции почв на кислую. Задерживается миграция Si, Mo, Se, т.е. тех элементов, которые в кислой среде слабо растворимы.

*Щелочной* – на границе смены кислой среды почв на нейтральную или щелочную. Осаждаются Fe, Ca, Mn, Mg, Cu, Zn, Ni, Co, Cd.

*Нейтральный* (кальциевый) – образуется при наличии карбонатных пород или жестких вод. Приостанавливается миграция Fe, Ba, Sn

*Сульфатный* – характерен для вод, обогащенных сульфат-ионом (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). Осаждаются Ba, Sn, Ca.

*Испарительный* – формируется в ландшафтах с аридным климатом и характерен для верхних горизонтов почв. В осадке – легко растворимые соли – хлориды (Cl<sup>-</sup>), сульфаты (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), карбонаты (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>).

*Сорбционный* – характерен для почв, в которых сосредоточено много коллоидных частиц (гумус, глинистые минералы). Осаждаются практически все элементы, встречающиеся в ионной форме.

Геохимическая миграция элементов имеет свои особенности в различных природных зонах. Для тундровой зоны характерны восстановительные и окислительные барьеры. Для хвойно-широколиственных лесов – окислительные, восстановительные, сорбционные барьеры. В степной и сухостепной зоне обычны сероводородный, карбонатный, адсорбционный барьеры. Для засоленных территорий – сероводородный, карбонатный, щелочной, испарительный барьеры. В зоне субтропических лесов формируются окислительные, кислотные и сорбционные барьеры. В поймах рек обычны комплексные геохимические барьеры.

Миграция и сорбция химических элементов в почвах является неотъемлемой частью элементарных почвообразовательных процессов, формирующих морфологический облик генетических горизонтов почв и их физико-химические свойства. С миграцией вещества связаны элювиальные, иллювиально-аккумулятивные и гидрогенно-аккумулятивные элементарные почвообразовательные процессы:

Иллювиально-аккумулятивные – процессы отложения, преобразования, закрепления и аккумуляции принесенных с верхней части профиля веществ в его средней части.

Процессы получили свое название в зависимости от того соединения, которое перемещается и аккумулируется:

*Глинисто-иллювиальный процесс* – накопление вторичной глины, выносимой из элювиального горизонта в неразрушенном состоянии. Морфологически – наиболее глинистый и уплотненный горизонт, призматической или ореховатой четко оформленной структуры. Вмывание глин не изменяет окраски, а если с одновременным вмыванием гумуса, то темная и пестрая окраска.

*Гумусово-иллювиальный* – процесс накопления гумуса, выносимого из элювиального горизонта. Обычен для песчаных и супесчаных почв, морфологически – несколько прослоек красно-коричневого цвета.

*Железисто-иллювиальный* – в песчаных почвах образуются ярко-желтые, буро-желтые, красные прослойки.

*Глиноземно-гумусово-иллювиальный процесс* – процесс накопления аморфных оксидов Al вместе с гумусом. Морфологически – равномерно буроокрашенный профиль, нет A2, уплотненный с признаками оглинивания B.

*Железисто-гумусово-иллювиальный процесс* – процесс накопления аморфных оксидов Fe вместе с гумусом. Морфологически – на гранях отдельностей темные глянцевые пленки.

*Подзолисто-иллювиальный процесс* (собственно подзолистый) – происходит накопление  $R_2O_3$  и глинистых частиц, вынесенных из A2. Морфологически – уплотненный оглиненный с хорошо оформленной структурой, часто пестрая окраска.

*Карбонатно-иллювиальный* – иллювиальное накопление  $Ca_2CO_3$ . Морфологически – пропитка, конкреции.

*Солонцово-иллювиальный* – миграция глины,  $R_2O_3$ , гумуса в условиях щелочной среды при участии Na. В результате образуется солонцовый горизонт. Выносимые коллоиды обратимо коагулируют с Na (Na больше чем Ca обладает коагулирующей способностью). В сухом состоянии – столбчатая или призматическая структура очень темного цвета.

Гидрогенно-аккумулятивные процессы – связаны с современным или прошлым влиянием грунтовых вод на формирование профиля. Условие – выпотной тип водного режима. Аккумуляция может происходить в поверхностных и глубоких горизонтах.

*Засоление* – процесс накопления водно-растворимых солей в почвенной толще при поднятии минерализованных грунтовых вод. Солончаки, вторичное засоление (полив солеными водами больше допустимой нормы при слабом дренаже). Белые выцветы на поверхности – признак интенсивного сезонного или постоянного засоления. Засоление приводит к потере структуры, глыбистости, массивному сложению.

*Орудинение* – процесс гидрогенного накопления  $Fe_2O_3$  разной степени гидратации. Морфологически – округлые ортштейны, рыхлые скопления, ярко-охристый цвет, до образования сцементированного горизонта.

*Окремнение* – гидрогенное накопление  $SiO_4$ . Прежде всего в тропическом поясе в условиях аридного и полуаридного климата с периодами иссушения, где идет интенсивное высвобождение кремния (который входит в состав алюмосиликатов), миграция в коллоидном состоянии и аккумуляция в подчиненных ландшафтах.

*Олуговение* – действие грунтовых вод на нижнюю часть профиля, но в целом с хорошим дренажем, т.е. увлажнение высокое, но без заболачивания. Морфологически – интенсивное прокрашивание A1 черным, мощность горизонта больше, чем в черноземах, немногочисленные гидроокисные и глеевые пятнышки.

*Латеритизация* – процесс накопления аллохтонного Fe из грунтовых вод, поступающих при боковом перемещении из элювиальных ландшафтов. Это процесс древнего или современного ожелезнения, обуславливающий вывод из круговорота значительного количества Fe и Al, приводит к образованию сплошных панцирных прослоев (латер – кирпич).

*Отложение наилка* – гидрогенный, пойменный, делювиальный процесс аккумуляции минерального вещества на поверхности почвы при ее осаждении из водного потока. Главный признак – слоистость.

Элювиальные процессы – процессы, связанные с разрушением или преобразованием минеральной и органической массы почвы в специфическом элювиальном горизонте с выносом из него продуктов разрушения нисходящим или латеральным (боковым) водным внутрипочвенным потоком. Элювиальный горизонт всегда обедняется теми или иными соединениями и относительно обогащается оставшимися. Элювиальный процесс есть во всех почвах, другое дело, может не проявляться морфологически, так как облик почвы формирует основной процесс, который может нивелировать последствия элювиального процесса.



*Выщелачивание* – процесс обеднения горизонта щелочными элементами.

*Кислотный гидролиз глинистых силикатов (подзолообразование)* – глубокое разложение минеральной части почв и вынос продуктов разложения из верхней части почвенной толщи. Верхняя часть профиля обедняется полуторными окислами и коллоидными частицами, в ней накапливается устойчивый к разложению кварц, формируется белесой, плитчатой или листоватой структуры подзолистый гор А2.

*Псевдоподзоливание* – процесс образования осветленного горизонта в верхней части профиля в результате совместного действия лессивирования и поверхностного оглеения.

*Лессивирование* – это процесс пептизации, отмывки илистых частиц с поверхности зерен песчаного или крупно-пылеватого материала и их вынос из этого горизонта в ненарушенном состоянии. Морфологически – горизонт белесой и желтовато-белесой окраски, непрочной слоеватой структуры.

*Осолodение* – это процесс разрушения минеральной части почвы под воздействием щелочных растворов с накоплением остаточного аморфного кремнезема и вынос из осолоделых горизонтов продуктов щелочного гидролиза. Морфологически – серовато-белесый цвет, орштейны, поверхностное оглеение

*Элювиально-гумусовый* – процесс образования и накопления гумуса с преобладанием в его составе подвижных соединений, слабозакрепленных катионами металлов, которых недостаточно для полного насыщения гумусовых кислот. Формируется т.н. потечно-гумусовый горизонт. Морфологически – потечная граница гор. А.

*Альфегумусовый* – процесс мобилизации Fe и Al пленок кислыми гумусовыми веществами и их миграция без разрушения минеральной части.

#### Задание 1.

Выявить связь между морфологическими свойствами почвенных образцов и элементарными почвообразовательными процессами, связанными с миграцией и аккумуляцией химических элементов в почвенном профиле. Письменно аргументировать выявленные зависимости. Для выполнения задания использовать лабораторные почвенные образцы, выданные преподавателем и почвенные образцы, отобранные при выполнении лабораторной работы №2

#### **Контрольные вопросы**

1. В какой форме мигрируют химические элементы в почве?
2. Какую роль играет рельеф в миграции элементов в почве?
3. Какие процессы характерны для повышенных элементов рельефа?
4. Какие процессы характерны для отрицательных форм рельефа?
5. Как формируются геохимические барьеры?
6. Какие геохимические барьеры характерны для почвенного покрова Западной Сибири?
7. Какие морфологические признаки свидетельствуют о протекании иллювиально-аккумулятивных процессах в почве?
8. Какие элементы накапливаются в почвенном профиле при гидрогенной аккумуляции?
9. Какие процессы приводят к обеднению почв химическими элементами?