

ПЕРМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ МИРА



Пермь 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ МИРА

*Допущено методическим советом
Пермского государственного национального
исследовательского университета в качестве
учебного пособия для студентов, обучающихся
по направлению подготовки бакалавров
«Экология и природопользование»*



Пермь 2020

УДК 631.4
ББК 40.3
Г353

Составители: канд. биол. наук **Н. В. Москвина**,
канд. биол. наук **И. Е. Шестаков**

География почв мира [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. Н. В. Москвина, И. Е. Шестаков ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 8,30 Мб ; 88 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/moskvina-shestakov-geografiya-pochv-mira.pdf>. – Заглавие с экрана.

ISBN 978-5-7944-3488-0

Издание содержит теоретические сведения по разделам курса «География почв мира». В пособие включены фотографии и описание профилей основных типов почв России и мира, справочные материалы по интерпретации данных химического анализа почв, а также задания для практической и самостоятельной работы студентов.

Предназначено для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование».

УДК 631.4
ББК 40.3

*Печатается по решению ученого совета биологического факультета
Пермского государственного национального исследовательского университета*

Рецензенты: кафедра биологии Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации (зав. каф. – канд. биол. наук **В. Е. Ефимик**);

ассистент кафедры микробиологии Пермской государственной фармацевтической академии, канд. биол. наук **А. В. Баландина**

© ПГНИУ, 2020

© Москвина Н. В., Шестаков И. Е.,
составление, 2020

ISBN 978-5-7944-3488-0

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СТРОЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ И ОСНОВНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ПОЧВ.....	5
Практическая работа 1. Почвы тундровой и таежно-лесной зон.....	24
Практическая работа 2. Почвы лесостепной и степной зоны.....	32
Практическая работа 3. Почвы сухих степей, полупустынь и субтропиков.....	41
2. ХИМИЧЕСКИЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ.....	47
Практическая работа 4. Чтение результатов химического и грануло- метрического анализов почвы.....	56
3. ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ.....	74
Практическая работа 5. Работа с почвенными картами.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	80
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Курс «География почв мира» создает у студентов представление о механизмах образования различных типов почв и структуре почвенного покрова России и мира.

Пособие призвано сформировать у студентов навыки диагностики почв на основе изучения морфологического строения профиля, гранулометрического состава, данных химического анализа. Работа с почвенными картами поможет изучить особенности почв различных природных зон России и мира, объяснить роль абиотических факторов и живой природы в почвообразовании. Понимание взаимосвязи строения профиля и химических свойств, обусловленных генезисом почвы, позволит оценить плодородие почвы, возможности ее хозяйственного использования, а также поможет в разработке мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану почв.

В пособии приведены теоретические сведения по разделам курса «География почв мира», справочные материалы по интерпретации данных химического анализа почв. Даны иллюстрированные описания морфологического строения профилей основных типов почв России и мира. Пособие содержит задания для практической и самостоятельной работы студентов.

Подготовка студентов проводится в часы, отведенные для внеаудиторной самостоятельной работы. Студенты самостоятельно знакомятся с теоретическими вопросами, используя курс лекций, материалы настоящего пособия и рекомендуемую литературу.

Пособие предназначено для подготовки студентов бакалавриата, обучающихся по направлению 05.04.06 «Экология и природопользование».

1. СТРОЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ И ОСНОВНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ПОЧВ

В основе диагностики типов почв лежит строение почвенного профиля.

Почвенный профиль – это определенная совокупность и вертикальная последовательность генетических горизонтов.

Генетические горизонты – относительно однородные слои почвы, отличающиеся друг от друга и от материнской породы по окраске, структуре, составу, сложению, характеру новообразований и другим признакам.

Система генетических горизонтов уникальна для каждого типа почвы и сформирована под влиянием особого сочетания факторов почвообразования.

На поверхности почвы могут залегать органогенные слои, не являющиеся генетическими горизонтами. К ним относятся: лесная подстилка – растительный опад из хвои, листьев в разной степени разложения; очес мхов – отмершая, но не разложившаяся часть мха с примесью корней трав и кустарников; степной войлок – отмершие, неразложившиеся и слаборазложившиеся остатки травянистой степной растительности; дернина – скопление корней растений, преимущественно травянистых, составляющее более 50 % от массы почвы.

Для обозначения генетических горизонтов используют заглавные буквы латинского алфавита. Переходные горизонты, сочетающие признаки выше- и нижележащих горизонтов, обозначают соответствующими индексами: АВ, ВС.

Дополнительные характеристики основных горизонтов, такие как наличие карбонатов, гипса и пр., обозначают малыми индексами. Они ставятся справа после основного индекса и обозначаются строчными латинскими буквами.

Если в почвах отсутствует срединный горизонт, а его место занимает почвообразующая (подстилающая) порода со слабым проявлением почвообразования в ее верхней части, то индекс генетического признака добавляется к индексу породы.

При необходимости обозначения нескольких генетических признаков, относящихся к одному диагностическому горизонту или породе, соответствующие индексы разделяются запятыми (Вm,g,f).

Признаки, локализованные в виде прослоек (малых горизонтов), в формуле профиля обозначаются индексами, отделяемыми с помощью тире от соседних диагностических горизонтов.

Признак «второй гумусовый горизонт» заключается в квадратные скобки.

Генетические признаки и малые горизонты в большинстве случаев не «привязаны» строго к определенным типам почв и могут встречаться во многих почвах.

В таблицах 1 и 2 даны наиболее часто употребляемые индексы горизонтов и малые индексы, обозначающие дополнительные свойства основных почвенных горизонтов.

Основные горизонты почв (по В.Ф. Валькову и др., 2004)

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
AУ, AU, AJ	Гумусовый. AУ – серогуму-совый; AU – темно-гумусовый AJ – светлогуму-совый	Хорошо оструктуренный органогенный горизонт. AУ – светло-серого цвета, с содержанием фульватного или гуматно-фульватного гумуса до 4–6%. Реакция среды от кислой до нейтральной. AU – темноокрашенный, с содержанием гуматного или фульватно-гуматного гумуса более 4%. Реакция среды близка к нейтральной. AJ – светло-серый или палево-серый, имеет комковатую структуру и компактное сложение. Содержание гумуса менее 5%. Насыщен основаниями, часто содержит карбонаты. Реакция от щелочной до нейтральной. Характерен для почв сухостепных и полупустынных подзон с теплым аридным климатом	Ведущую роль в формировании горизонта играет дерновый процесс. Горизонт хорошо выражен в биоценозах с травянистой растительностью.

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
АО	Грубогумусовый	Как правило, имеет небольшую мощность. Сложен растительными и животными остатками и минеральной частью почвы. Темно-бурый либо темно-коричневый цвет. Реакция среды от кислой до нейтральной	Встречается в лесных почвах, часто залегает под лесной подстилкой
Н	Перегнойный	Темно-коричневый до черного, мажущейся консистенции, более 5 см. Бесструктурный или со слабо выраженной структурой. Состоит из сильно разложившихся растительных остатков (разложение > 50%), что отличает его от торфяных горизонтов. На протяжении большей части вегетационного периода находится во влажном состоянии. Содержание органического вещества составляет более 25% от массы горизонта	Наиболее характерен для почв холодных гумидных ландшафтов, а также почв переувлажненных лугов и лесов более теплых областей

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
<p>TJ TO TE</p>	<p>Сухоторфяной (TJ), олиготрофно-торфяный (TO), эутрофно-торфяный (TE)</p>	<p>Высокое содержание органического вещества (более 35%), кислая pH, анаэробные условия. Чрезвычайно высокая влагоемкость. Подстиляется минеральным горизонтом, часто водонасыщенным.</p> <p>TO – горизонт верховых болот, состоит преимущественно из сфагновых мхов; светлая окраска, сильноокислая или кислая реакция.</p> <p>TE – горизонт низинных болот, состоит из остатков гигрофильной растительности разного ботанического состава. Темная окраска, pH от кислой до нейтральной.</p> <p>TJ – состоит из остатков мезофильных растений разной степени разложения. Большую часть года находится в сухом состоянии, подстиляется не глеевым минеральным горизонтом</p>	<p>Олиготрофный торф верховых болот не имеет земледельческой ценности. Эутрофный торф низинных болот используют в сельском хозяйстве</p>

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
PY, PU	Пахотный горизонт. Верхняя часть профиля любых почв, преобразованная земледельческой обработкой	В нижней части горизонта обычно формируется плотный слой – «плужная подошва», слабо водопроницаемая, может служить временным водоупором. Физико-химические свойства, как правило, оптимальны для возделываемых сельскохозяйственных культур	Образуется из одного или нескольких горизонтов естественных почв, при этом они утрачивают свою структуру и свойства
AEL	Гумусово-элювиальный	Светлоокрашенный, обеднен илом и полуторными оксидами в сравнении с нижележащим. Содержание гумуса низкое (1–2%), pH от слабокислой до близкой к нейтральной	Формируется под влиянием дернового и подзолистого процессов. Характерен для серых лесных почв

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
EI	Элювиальный	Наиболее светлый в профиле (серые, палевые, буроватые оттенки), состоит преимущественно из кремнезема, структура плитчатая, пластинчатая либо отсутствует. Резкое обеднение илом и полуторными окислами, низкое содержание органического углерода, слабокислая pH	Встречается в почвах лесных биоценозов: подзолистых, подзолисто-глеевых, солодах
E	Подзолистый	Светлый, белесоватый минеральный горизонт легкого гранулометрического состава. Бесструктурный. Обеднен полуторными окислами и илом. Состоит преимущественно из кремнезема. Крайне низкое содержание органического вещества и зольных элементов	Формируется в результате кислотного гидролиза минералов под воздействием фульвокислот лесной подстилки. Продукты разрушения вымываются в нижележащие горизонты в условиях промывного водного режима

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
ELM	Элювиально-метаморфический	Светло-бурый с оттенками желтых, красноватых, палевых тонов, светлее срединного горизонта. Окраска связана с повышенным содержанием оксалаторастворимых форм оксидов железа, хотя признаков иллювиирования железа не диагностируется. Структура ореховато-комковатая. Слабо обеднен илом и полуторными окислами по сравнению с нижележащим горизонтом. Содержит до 1,5% гумуса, в составе которого преобладают гумусовые соединения, связанные с железом	
BEL	Субэлювиальный	Состоит из комбинации светлых и бурых фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре. Представляет собой зону деградации верхней части текстурной толщи (часто в виде чередования светлых языков и бурых пятен)	Характерен для текстурно-дифференцированных почв: дерново-подзолистых, серых и темно-серых

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
BT, BM	Минеральный внутрипочвенный горизонт	Залегают под горизонтами A, O, E1, AE1, отличается от них цветом и структурой, как и от горизонтов C и G. Может быть иллювиальным, метаморфическим (Bt, Bhf, Bsn, Bm)	
BI	Иллювиальный	Ореховато-призматическая структура. Накопление илстой фракции и продуктов разрушения минералов, поступающих из элювиального горизонта. Незначительное содержание гумуса, кислая pH. Повышенное содержание свободных окислов железа придает горизонту характерный бурый или буро-коричневый цвет	Результат лессиважа из верхних горизонтов
BT	Текстурный	Накопление ила и валовых алюминия и железа, утяжеление гранулометрического состава. Бурый или коричневатобурый цвет. Ореховато-призматическая структура. Кислая или слабокислая pH	Горизонт распространен в почвах гумидных областей таежно-лесной зоны (подзолистые, солоды и пр.)

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
ВМ	Метаморфический	Минеральный горизонт в средней части профиля. Имеет признаки оглинивания – накопления ила и валового алюминия на месте, без признаков иллювиирования. Морфологические признаки – изменение структуры и окраски (с приобретением красных и охристых тонов) по сравнению с вышележащими горизонтами. Реакция среды – от кислой до слабощелочной	Характерен для широкого спектра почв гумидных и аридных областей со слабодифференцированным профилем, развитых преимущественно в горах, в меньшей степени на равнинах
ВМК	Каштановый метаморфический	Впервые показан как типодиагностический горизонт в субстантивно-генетической классификации. Коричневато-бурый (каштановый) цвет. Оструктурен. Плотный, с низкой порозностью. Содержит 1,5–2% гумуса, карбонаты	Характерен для каштановых почв

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
ВНН	Альфегумусовый	Обильные гумусово-железистые пленки на поверхности агрегатов мелкозема. Обогащен гумусом и оксидами железа и алюминия по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами	Горизонт образован при иллювиировании органо-минеральных соединений железа и алюминия из вышележащих горизонтов (О, АО, Е) и отчасти процессами внутрипочвенного выветривания. Распространен в подбурях, подзолах в гумидных областях тундры и таежно-лесной зоны

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
BCA	Аккумулятивно-карбонатный	Цвет палевый или буровато-палевый, наследующий цвет почвообразующей породы. Структура морфологически слабо оформлена, глыбистая или крупнокомковатая. В горизонте идет иллювиально-десуктивная аккумуляция карбонатов. Обилие CaCO_3 до 12–14%	Новообразования карбонатов в виде псевдомицелия (прожил-ки), белоглазки (мучнистые скопления), журавчиков (плотных каменистых конкреций). Встречается в степных и сухостепных почвах
BCcs, s	Иллювиальный горизонт гипса (cs) и легкорастворимых солей (Sa)	Нижняя часть профиля почв с непромывным водным режимом. Новообразования в виде выцветов солей и кристаллов гипса	Токсичен для корней растений и животных вследствие высокого содержания солей. Может служить источником солей для вышележащих горизонтов в периоды избыточного увлажнения

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
BSN	Солонцовый	Горизонт с максимальным содержанием обменного натрия. Высокое содержание обменного натрия (более 15–20% от ЕКО) обеспечивает неблагоприятные физико-химические свойства почвы: щелочную реакцию среды, пептизацию коллоидов. Почва слитая и вязкая во влажном состоянии, приобретает глыбисто-столбчатую структуру при высыхании	Абиотичен для корней растений и животных
S	Солончаковый	Легкорастворимые соли в верхнем 10-сантиметровом слое почвы в количестве 1% и более. Обычно содержит мало гумуса (меньше 2%). В сухом состоянии заметны солевые выцветы и/или солевая корка	Характерен для почв аридных областей
G	Глеевый	Сизая, голубоватая, зеленоватая окраска, с присутствием локальных ржавых и охристых пятен, тяготеющих к корневым ходам, макротрещинам и другим зонам окисления. Бесструктурный	Переувлажненная бескислородная среда

Обозначение горизонта	Название горизонта	Физико-химические свойства	Экологическая значимость
Q	Квазиглеевый (гидрометаморфический)	Длительное время переувлажнен. Реакция среды от кислой до нейтральной. Закисные соединения железа. Оливковая окраска с пятнами сизого и охристого цветов. В криптоглеевом горизонте, формирующемся в условиях переменного увлажнения, возможен гипс, легкорастворимые соли и карбонаты, железисто-марганцевые конкреции; pH нейтральная или слабощелочная	Переувлажненная бескислородная среда
C	Почвообразующая порода	Не затронута или мало затронута почвообразованием	
D	Подстилающая порода	Выделяется в том случае, когда почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже расположена другая. Или массивно-кристаллическая почвообразующая порода	

Малые индексы, обозначающие дополнительные свойства основных почвенных горизонтов
(по В.Ф. Валькову и др., 2004)

Индексы	Название горизонта и его диагностические признаки	Физико-химические свойства
ao	Грубогумусированный	Темный грубогумусовый материал, состоящий из механической смеси различных по степени разложения органических остатков с минеральными компонентами. Мощность слоя этого материала менее 10 см, что недостаточно для выделения грубогумусового горизонта. Часто выделяется как малый горизонт под подстильно-торфяным
hi	Потечно-гумусовый	Наличие в минеральном горизонте коричневой или темно-серой прокраски подвижным органическим веществом, поступающим из вышележащего органогенного горизонта. Проявляется в минеральном горизонте
h	Перегнойный	Наличие перегнойного материала мажущейся консистенции, распределенного в массе торфяного или гумусового горизонтов или локализованного в виде малого горизонта у нижней границы подстильно-торфяного, торфяного горизонтов, а также на поверхности темногумусового горизонта темногумусово-глеевых почв

Индексы	Название горизонта и его диагностические признаки	Физико-химические свойства
el	Элювиированный	Наличие в нижней части гумусового горизонта осветленного материала в виде минеральных зерен, рассеянных в массе горизонта, и скелетан на гранях структурных отдельностей, что создает эффект «седоватости». Является признаком, накладывающимся на гумусовый горизонт. Служит основанием для выделения оподзоленных подтипов (чернозем глинисто-иллювиальный оподзоленный)
f	Ожелезненный	Наличие признаков аккумуляции железистых соединений в виде тонких желтоватых или желтовато-охристых пленок иллювиирования или выветривания на поверхности минеральных зерен и агрегатов
y	Языковатый	Наличие белесых клиновидных языков, проникающих в текстурный или альфегумусовый горизонт на глубину более 30–40 см. Языки заполнены осветленным материалом подзолистого или элювиального горизонтов
r	Стратифицированный	Наличие на поверхности почвы наноса негумусированного природного минерального материала мощностью 5–40 см. Выделяется как малый горизонт над засыпанным гумусовым (органогенным) горизонтом

Индексы	Название горизонта и его диагностические признаки	Физико-химические свойства
g	Глееватый	Наличие сизоватых или зеленоватых тонов окраски, охристо-ржавых пятен, а также конкреций и примазок, свидетельствующих о перераспределении оксидов железа в условиях периодического переувлажнения. В отличие от глеевого горизонта холодные тона окраски занимают менее 50% площади вертикального среза. Относится к любому минеральному горизонту
q	Квазиглееватый	Наличие оливковых и грязно-серых пятен, а также карбонатной пропитки и крупных конкреционных новообразований, связанных с периодическим переувлажнением. Отличается от квазиглеевого горизонта отсутствием сплошной оливковой окраски. Может выделяться так же, как малый горизонт в случае сплошной оливковой окраски на глубине более 120 см
ox	Окисленно-глеевый	Наличие в глеевом горизонте охристо-ржавых пятен и разводов, преобладающих на вертикальном срезе по площади над сизо-голубыми тонами окраски. Является результатом понижения уровня грунтовых вод в глеевых почвах вследствие природных процессов или гидротехнической мелиорации. Проявляется в глеевом горизонте или локализуется над ним как малый горизонт

Индексы	Название горизонта и его диагностические признаки	Физико-химические свойства
s	Солевой	Горизонт с наличием визуально различимых выделений легкорастворимых солей (концентрация выше 0,1–0,2%)
cs	Гипс-содержащий	Наличие отдельных кристаллов гипса, их скоплений, или друз, рассеянных в почвенной массе или приуроченных к порам. Характерен для степных и полупустынных почв, иногда встречается в почвах лесостепи, а также в различных химически преобразованных почвах
ca	Остаточно-карбонатный	Наличие в бескарбонатной массе горизонта обломков карбонатных пород и/или равномерно вскипающих от 10%-ной HCl отдельных морфонов, количество которых варьирует в широких пределах вплоть до сплошного вскипания всего горизонта. Педогенные карбонатные новообразования отсутствуют
nc	Конкреции карбонатов	Наличие в аккумулятивно-карбонатном горизонте скоплений карбонатов кальция округлой формы диаметром 0,5–3 см («белоглазка»), свидетельствующих о быстром летнем пересыхании профиля и коротком периоде миграции почвенных растворов. Характерен для степных почв (каштановая, солонец, чернозем)

Индексы	Название горизонта и его диагностические признаки	Физико-химические свойства
u	Темноцветный	Темная окраска всех подгумусовых горизонтов почвенного профиля, связанная с особенностями цвета почвообразующей породы (шунгиты, углистые сланцы и др.)
[hh]	«Второй гумусовый горизонт»	Выделяется в пределах элювиального, субэлювиального или в верхней части текстурного горизонтов в виде сплошного слоя или линз темного цвета, часто темнее, чем современный гумусовый горизонт. Имеет хорошо оформленную мелкоореховатую или чечевицеобразную структуру, иногда приобретает черты структуры вмещающего горизонта. Темная поверхность агрегатов часто покрыта светлой скелетаной
ro	Красноцветный	Все горизонты почвенного профиля (кроме органогенного) имеют красные тона, связанные с особенностями окраски почвообразующей породы (пермские красноцветные отложения и пр.)

Индексы	Название горизонта и его диагностические признаки	Физико-химические свойства
tu	Поверхностно-турбированный	Механическое нарушение естественного залегания горизонтов верхней части профиля в результате первичной распашки, ветровалов и иных механических воздействий. При этом сохраняются достаточно крупные, легко идентифицируемые фрагменты почвенных горизонтов
pa	Постагрогенный	Признак, свидетельствующий о различной степени изменения агрогоризонта в связи с выводом почвы из пахотного состояния: от начальных проявлений естественного почвообразования в агрогоризонте до остаточных свидетельств прошлой распашки в верхней части современного почвенного профиля. Признак может проявляться в особенностях окраски, структуры или в неестественно ровной нижней границе, маркирующей бывший агрогоризонт. Служит основанием для выделения одноименного подтипа в залежных агропочвах (например, постагрозернозем с горизонтом RU _{pa}) или в естественных почвах, восстановленных из бывших агропочв (например, чернозем постагрогенный с горизонтом AU _{pa}). Остаточные агрогенные признаки могут прослеживаться как в гумусовом, так и в подгумусовом горизонте

Практическая работа 1. Почвы тундровой и таежно-лесной зон

Цель работы – по морфологии почвенного профиля (рис. 1–7):

- определить тип почвы;
- указать ее географическое распространение;
- выделить основные элементарные почвообразовательные процессы, влияющие на формирование данного типа почв;
- записать формулы горизонтов для каждого типа почвы;
- описать связи между почвенными свойствами и рельефом, почвообразующими породами, растительностью;
- отметить уровень природного плодородия почв и приемы его повышения;
- оценить возможности сельскохозяйственного использования почвы.

По окончании работы для самопроверки усвоения материала следует ответить на контрольные вопросы по теме.

Контрольные вопросы

1. В каких регионах России встречаются почвы тундровой и таежно-лесной зоны?
2. Какие основные почвообразовательные процессы протекают в таежно-лесной зоне?
3. Какими факторами (или степенью их выраженности) обусловлено протекание основных почвообразовательных процессов в тундровой зоне? В таежно-лесной зоне?
4. Перечислите основные диагностические горизонты описанных типов почв, назовите их морфологические признаки.
5. Какие интразональные почвы распространены в тундровой и таежно-лесной зоне? С чем это связано?
6. Какие из описанных типов почв таежно-лесной зоны наиболее пригодны для сельскохозяйственного использования? Какие приемы повышения почвенного плодородия применяют в таежно-лесной зоне?

Почвенный профиль №1. Морфологическое строение профиля



Рис. 1. Профиль почвы № 1

Профиль состоит из подстильно-торфяного (O) и глеевого горизонтов (G), подстилаемых оглеенной материнской породой.

Над горизонтом O залегает оторфованная подстилка мощностью несколько сантиметров, состоящая из полуразложившихся остатков мхов, лишайников, листьев, хвои.

Горизонт O сложен из органического материала разной степени разложения (не выше 50%) и разного ботанического состава. Содержание органического вещества $>35\%$ от массы горизонта. Может иметь стратификацию по степени разложения органического материала. Мощность не превышает 10 см.

В глеевом минеральном горизонте преобладают холодные тона окраски: сизые, зеленоватые или голубые, занимающие более 50% площади вертикального среза горизонта. Присутствуют локальные ржавые и охристые пятна, тяготеющие к периферии горизонта, корневым ходам, макротрещинам и прочим зонам окисления.

Горизонт бесструктурный, слабопористый, имеет компактное сложение. Характерен длительный период восстановительных условий, способствующих мобилизации и частичному выносу соединений железа. Реакция от кислой до нейтральной. В течение значительной части вегетационного периода насыщен водой.

Рис. 1. Профиль почвы № 1

Почвенный профиль № 2. Морфологическое строение



Рис. 2. Профиль почвы № 2

Профиль сформирован на рыхлых отложениях легкого гранулометрического состава и четко дифференцирован. Верхний горизонт (**O**) залегает под слоем опада и представляет собой маломощный (1–5 см) буро-коричневый слой неоднородного органического материала, степень разложения которого не превышает 50%.

Ниже залегает горизонт **E** – подзолистый, мощностью до 20–30 см. Он самый светлый в профиле (белесый до белого) за счет выноса всех красящих соединений железа и гумуса. Гранулометрический состав супесчаный. Отмечается слабовыраженная тенденция к горизонтальной делимости.

Под подзолистым расположен альфегумусовый горизонт (**BHF**). Он окрашен в бурые и охристые тона, имеет несколько более тяжелый гранулометрический состав по сравнению с подзолистым горизонтом за счет иллювиальной аккумуляции силикатных и несиликатных форм железа и алюминия. Окраска в пределах горизонта ослабевает с глубиной. Гранулометрический состав супесчаный, структура практически отсутствует. Ниже альфегумусового горизонта залегает песчаная материнская порода.

В целом для данного типа почв характерны кислая и очень кислая реакция среды, низкая степень насыщенности основаниями, фульватный, реже гумматно-фульватный состав гумуса. Содержание оксалаторастворимых форм Fe_2O_3 и Al_2O_3 в альфегумусовом горизонте в 1,5–2 раза выше, чем в подзолистом горизонте и почвообразующей породе.

Почвенный профиль № 3. Морфологическое строение профиля

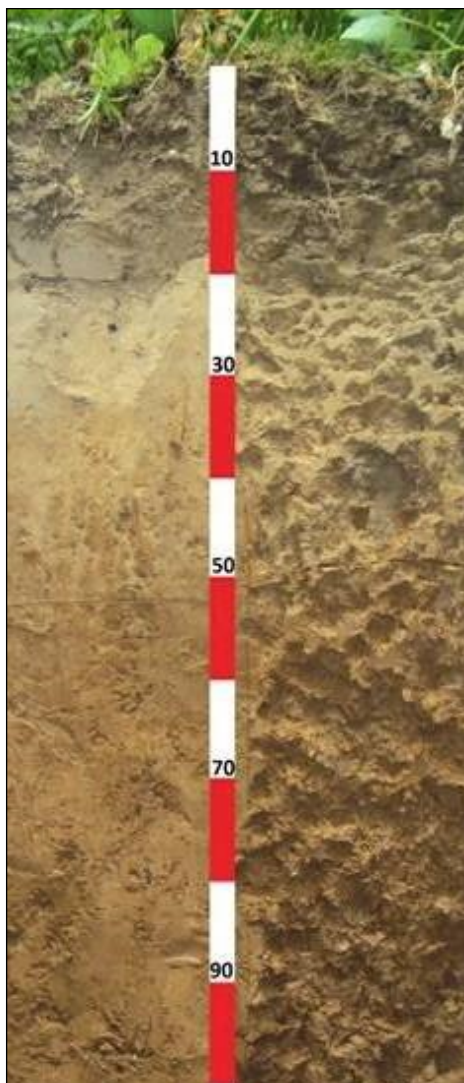


Рис. 3. Профиль почвы №3

С поверхности залегает серогумусовый (дерновый) горизонт (**AY**), серых тонов, мощностью 4–9 см, он может достигать 15 см; структура непрочная, мелко-комковатая или порошистая.

Горизонт постепенно, через осветление окраски, переходит в элювиальный горизонт. Элювиальный горизонт (**EL**) – самый светлый в профиле, мощностью 10–30 см, верхняя его часть окрашена за счет железосодержащих пленок на поверхности минеральных зерен и агрегатов; нижняя – светлая, отбеленная на контакте с плотным текстурным горизонтом.

Еще ниже расположен переходный субэлювиальный горизонт (**BEL**) (зона активной деградации текстурной толщи), представленный комбинацией светлых и бурых фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре; для него характерны мелкие и узкие языковатые внедрения светлого материала, проникающие в верхнюю часть текстурного горизонта.

Текстурный горизонт (**BT**), самый плотный в профиле, бурый, часто с желтоватым или красноватым оттенком; характерна многопорядковая ореховато-призмовидная структура, хорошо выраженные многослойные глинистые, гумусово-глинистые кутаны (пленки) иллювиирования на поверхности структурных отдельностей. Ниже него залегает тяжелосуглинистая материнская порода.

Реакция среды кислая по всему профилю, содержание гумуса изменяется от 1,5 до 6% в гумусовом и от 0,2 до 0,5% в текстурном горизонтах. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Поглощающий комплекс ненасыщен основаниями.

Почвенный профиль №4. Морфологическое строение профиля

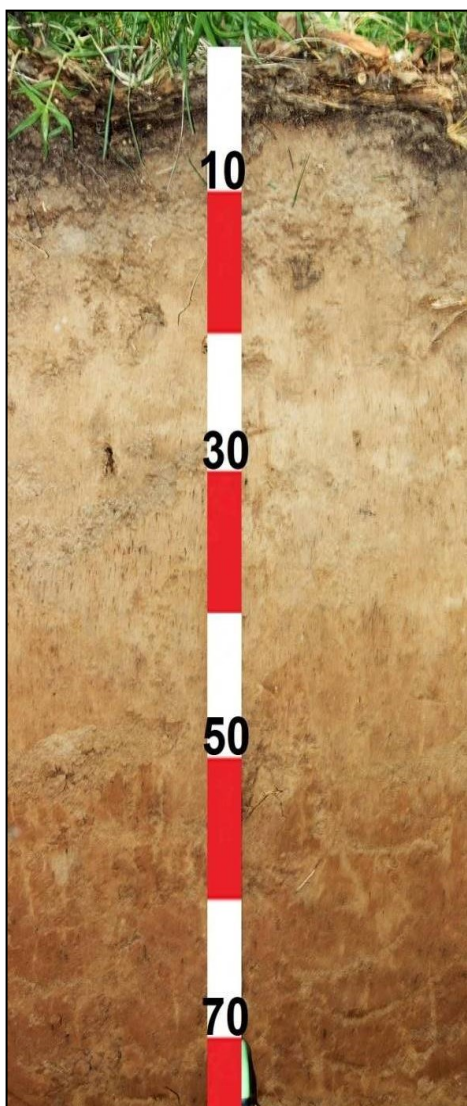


Рис. 4. Профиль почвы № 4

Профиль отличается ясной минералого-гранулометрической дифференциацией, являющейся результатом комплекса процессов, обеспечивающих избирательное разрушение минералов илистой фракции и вынос продуктов разрушения за пределы профиля.

Гумусовый горизонт отсутствует. На поверхности залегает маломощный подторфованный слой (**O**) мощностью 1–3 см.

Залегающий ниже элювиальный горизонт (**EL**) имеет однородную белесую или палевую окраску, иногда – сероватый или сизоватый оттенок. Структура тонкоплитчатая или чешуйчатая; по механическому составу горизонт легче нижележащего. Мощность 10–30 см.

Элювиальный горизонт сменяется текстурным, в верхней части которого отчетливо проявляется зона элювиальной деградации (горизонт **BEL**). Белесые и светлые фрагменты легче по гранулометрическому составу, бесструктурные или имеют тенденцию к горизонтальной делимости. Более темные суглинисто-глинистые фрагменты сохраняют элементы ореховатой структуры, свойственной текстурному горизонту.

Текстурный горизонт (**BT**) бурых тонов; плотный, суглинистый, отчетливо выражена ореховато-призмовидная структура. Наблюдаются ясные признаки иллювиирования в виде глинистых и железистых кутан на поверхности структурных отдельностей.

В целом для почв характерна сильноокислая и кислая реакция, гумус фульватного типа, его содержание достигает 1–4%; насыщенность основаниями 15–20% (в элювиальной части профиля почва не насыщена основаниями).

Почвенный профиль №5. Морфологическое строение профиля



Рис. 5. Профиль почвы № 5

Профиль имеет ясно выраженный органо-генный или гумусовый горизонт, постепенно сменяющийся малоизмененной карбонатной почвообразующей породой (тип профиля А–С).

Гумусовый горизонт серого цвета с коричневатым или буроватым оттенком и комковатой, иногда зернисто-комковатой структурой, пронизан корнями растений.

Срединный горизонт, как самостоятельное генетическое образование, не выражен, часто фрагментарный как переход к горизонту С: не имеет педогенной структурной организации, ясно обозначенных свидетельств суспензионного переноса, иллювиирования органо-минеральных соединений, аккумуляции солей как результата миграции растворов и др.

Почвообразующая порода представлена рыхлыми отложениями, элювием или делювием плотных карбонат-содержащих пород, щебень и остаточные карбонаты которых могут содержаться в мелкозем. На нижних поверхностях щебня иногда встречаются натечные формы карбонатов («бородки»).

Общая мощность рыхлой толщи превышает 30 см. При ее меньшей мощности почвы диагностируются как литоземы. Содержание гумуса до 4–6%. Гумус преимущественно гуматно-фульватного состава. Профиль не дифференцирован или слабо дифференцирован по гранулометрическому и валовому химическому составам.

Почвенный профиль №6. Морфологическое строение профиля



Характеризуется залегающим под очесом мхов и остатками травянистой растительности (мощность 10–20 см) эутрофно-торфяным (TE) горизонтом бурого цвета, мощностью до 50 см. Степень разложения торфа не превышает 50%.

Горизонт подстилается хорошо разложившейся торфяной толщей темно-коричневого цвета.

В случаях, когда в профиле (в пределах 0,5–1,0 м) вскрывается минеральная глеевая толща (G), ее верхняя часть прокрашена потечным органическим веществом в сизовато-серые или темно-серые тона, а нижняя представлена светло-оливковым или голубовато-сизым глеем.

Реакция почв варьирует от кислой до нейтральной, зольность колеблется от 6 до 18%, емкость катионного обмена – от 100 до 2000 мг-экв/100 г. Поглощающий комплекс может быть полностью насыщен основаниями. Содержание органического вещества более 35%, степень его разложения относительно высокая, содержание азота 1,5–4%.

Рис. 6. Профиль почвы № 6

Почвенный профиль №7. Морфологическое строение профиля



Рис. 7. Профиль почвы № 7

Характеризуется залегающим под очесом мхов (мощность 10–20 см) олиготрофно-торфяным горизонтом (ТО), мощностью 10–50 см, состоящим преимущественно из сфагновых мхов разной степени разложения, не превышающей 50%, при содержании органического вещества >35% от массы горизонта. Олиготрофно-торфяной горизонт имеет светлую окраску, сильноокислую или кислую реакцию. Горизонт сменяется органогенной породой (ТТ).

Органогенная порода представляет собой торфяную толщу, степень разложения материала которой обычно увеличивается с глубиной. Соответственно меняется цвет торфа – от желто-бурого до темно-бурого или коричневого.

В пределах 0,5–1,0 м может вскрываться минеральная глеевая толща (G), ее верхняя часть обычно прокрашена потечным органическим веществом в сизовато-серые или темно-серые тона, а нижняя представлена зеленовато-оливковым или голубовато-сизым глеем.

Почва характеризуется кислой реакцией среды (величина pH 3,2–4,2), низкой зольностью (2,4– 6,0% на сухое вещество), очень низкой плотностью твердой фазы. Влагоемкость почв достигает 700–1500% влаги на сухое вещество. Емкость поглощения – 80–90 мг-экв/100 г.

Практическая работа 2. Почвы лесостепной и степной зон

Цель работы – по морфологии почвенного профиля (рис. 8–15):

- определить тип почвы;
- указать ее географическое распространение;
- выделить основные элементарные почвообразовательные процессы, влияющие на формирование данного типа почв;
- записать формулы горизонтов для каждого типа почвы;
- описать связи между почвенными свойствами с рельефом, почвообразующими породами, растительностью;
- отметить уровень природного плодородия почв и приемы его повышения;
- оценить возможности сельскохозяйственного использования почвы.

По окончании работы для самопроверки усвоения материала следует ответить на контрольные вопросы по теме.

Контрольные вопросы

1. В каких регионах России встречаются почвы лесостепной и степной зоны?
2. Какие основные почвообразовательные процессы протекают в степной зоне?
3. Какими факторами (или степенью их выраженности) обусловлено протекание основных почвообразовательных процессов в лесостепной зоне? В степной зоне?
4. Перечислите основные диагностические горизонты описанных типов почв, назовите их морфологические признаки.
5. Какие факторы нарушают почвенную зональность в степной зоне? Как это проявляется в почвенном покрове?
6. Какие из описанных типов почв наиболее пригодны для сельскохозяйственного использования? С какими свойствами связано их плодородие?

Почвенный профиль № 8. Морфологическое строение профиля



Рис. 8. Профиль почвы №8

Характеризуется наличием серогумусового (AY) аккумулятивного горизонта, количественные характеристики которого приближены к нижним пределам показателей темnogумусового горизонта (AU). Он имеет мощность 20–25 см и комковатую, комковато-пороховидную или зернисто-комковатую структуру.

Под ним залегает специфический гумусово-элювиальный горизонт (AEL), имеющий комковатую и плитчато-комковатую структуру, а также более светлую, в сравнении с гумусовым горизонтом, окраску.

При переходе от элювиальной толщи к текстурной выделяется субэлювиальный горизонт (BEL), состоящий из комбинации белесых, светлых, бурых и темных фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре.

Текстурный горизонт (BT) буро-коричневый, плотный, с отчетливо выраженной многопорядковой призмовидно-ореховатой структурой. Поверхность отдельностей покрыта глянцевыми темно-серыми или темно-коричневыми плёнками, сформированными за счет иллювиирования органического вещества и глины, а также светлыми скелетами.

Реакция почв слабокислая, в нижней части может быть нейтральной. В верхних горизонтах поглощающий комплекс близок к насыщению. Сумма оснований составляет 20–40 мг-экв/100 г с преобладанием обменного кальция. Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 4–6%. Соотношение гуминовых и фульвокислот около 1.

Почвенный профиль № 9. Морфологическое строение профиля



Рис. 9. Профиль почвы № 9

С поверхности залегает серогумусовый горизонт (AY) рыхлый, комковатый, суглинистый, мощностью от 10 до 20–25 см, в окраске которого отчетливо прослеживаются бурые тона.

Залегающий под ним структурно-метаморфический горизонт (BM) насыщенного бурого или коричневато-бурого цвета, за счет присутствия красящих соединений железа в почвенной массе; уплотненный, отличается от почвообразующей породы ясной педогенной структурной организацией минеральной массы. Структура ореховато-комковатая или мелко-глыбистая, кутаны по граням педов отсутствуют или слабо выражены.

Для буроземов характерна кислая или слабокислая реакция, насыщенность поглощающего комплекса основаниями варьирует от 50 до 80%. Содержание гумуса в верхнем горизонте может достигать 10–15%.

Почвенный профиль № 10. Морфологическое строение профиля



Рис. 10. Профиль почвы №10

Профиль состоит из маломощного бурокоричневого подстильно-торфяного горизонта (**O**), иногда с существенной примесью грубогумусового материала, залегающего на альфегумусовом горизонте (**ВНФ**), постепенно переходящем в песчаную щебенистую почвообразующую породу (**C**).

В альфегумусовом горизонте заметны пленки на поверхности минеральных зерен и щебня, сам он окрашен в яркие желто-охристые и кофейно-коричневые тона, супесчаный.

В профиле содержится большое количество органического вещества: в горизонте **O** — до 60 % и даже более, в верхней части в горизонте **ВНФ** — до 5% и только на переходе к почвообразующей породе оно падает до 1–2%.

Характерна кислая реакция среды во всем профиле, максимальная степень ненасыщенности основаниями отмечается в средней части профиля — до 50–60%. Она обеспечивается присутствием в почвенном поглощающем комплексе ионов водорода, а

также алюминия. Емкость поглощения в большинстве горизонтов малая, до 15 мг-экв на 100

г почвы, только в горизонте **O** она может заметно превышать 20–25 мг-экв на 100 г почвы.

Почвенный профиль № 11. Морфологическое строение профиля

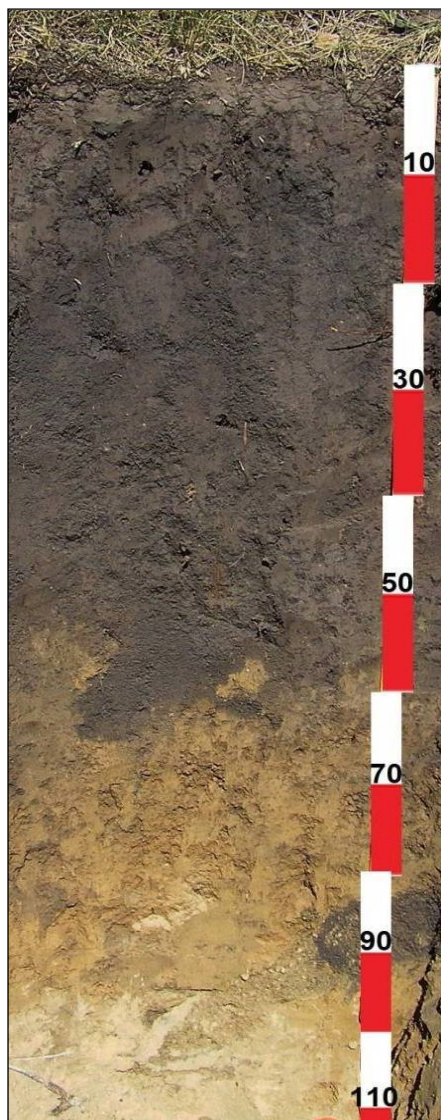


Рис. 11. Профиль почвы №11

Профиль включает два основных горизонта: темногоумусовый (AU) и глинисто-иллювиальный (BI).

Темногоумусовый горизонт темно-серый с бурым и коричневым оттенком, имеет хорошо оформленную водопрочную комковато-зернистую структуру, высокое содержание копролитов. Наличие ходов и камер дождевых червей в сочетании со структурностью определяют высокую водопроницаемость и воздухоемкость. Горизонт насыщен корнями трав, особенно в верхнем полуметре; присутствует плотная дернина. Мощность 30–60 см.

Глинисто-иллювиальный горизонт коричневато-бурый, уплотненный, призмовидно-ореховатый, со стойкими гумусово-глинистыми кутанами на поверхности педов. Присутствие карбонатов в нижней части. Почва формируется на рыхлых умеренно карбонатных отложениях (C(sa)).

Содержание гумуса 7–12%. Величина pH в гумусовом горизонте – около 6, глубже реакция среды нейтральная; в верхних горизонтах гидролитическая кислотность может достигать 7–10 мг-экв/100 г. Сумма обменных оснований составляет 30–45 мг-экв/100 г. Преобладает обменный кальций, обменный водород отсутствует.

Почвенный профиль № 12. Морфологическое строение профиля



Рис. 12. Профиль почвы №12

С поверхности залегает равномерно и однородно прокрашенный темногоумусовый горизонт (AU), темно-серого до черного цвета, рыхлого сложения и зернистой структуры, организованной в многопорядковые агрегаты. Мощность горизонта колеблется от 30–40 до 150–170 см. Горизонт богат мезо- и микрофауной, содержит много копролитов. Карбонаты могут присутствовать в любой части гумусового горизонта и морфологически не выражены или представлены лабильными формами – плесневидными «налетами» на поверхности педов.

Аккумулятивно-карбонатный горизонт (BCA), содержит устойчивые формы педогенных карбонатов (псевдомицелий, белоглазка), количество CaCO_3 в нем больше, чем в темногоумусовом горизонте. Горизонт слабо оструктурен, по цвету близок к палевой почвообразующей породе.

Содержание гумуса в верхней части темногоумусового горизонта колеблется в пределах от 5–6 до 12–14%. В составе гумуса преобладают гуматы кальция.

Реакция обычно нейтральная, в нижней части профиля слабощелочная. Сумма обменных оснований в гумусовом горизонте высокая (30–40 мг-экв/100 г), с глубиной уменьшается. Поглощающий комплекс насыщен основаниями с преобладанием обменного кальция; содержание обменного натрия обычно не более 5% от емкости поглощения.

Почвенный профиль № 13. Морфологическое строение профиля



Рис. 13. Профиль почвы №13

Поверхность почвы покрыта корочкой солей, в профиле выделяются многочисленные прожилки, стяжения кристаллов солей.

С поверхности залегает солончаковый горизонт, сформированный в пределах темногумусового горизонта (S[AU]), постепенно переходящего в засоленную почвообразующую породу с выраженными признаками оглеения.

В нижней части профиля (Cs,g) – сизые и ржавые пятна, количество которых с глубиной увеличивается, но не превышает 50% от площади вертикального среза.

Карбонаты в виде пятен и конкреций аккумулируются преимущественно в нижней, наиболее увлажняемой части профиля. Солончаковый горизонт сверху задернован, в сухом состоянии имеет солевые выцветы.

Почва имеет щелочную реакцию почвенного раствора, количество гумуса в зависимости от токсичности солей и развития растительности может колебаться от 2,5–4 и до 6–8%.

Карбонаты присутствуют с поверхности, в профиле есть гипс.

Почвенный профиль № 14. Морфологическое строение профиля



Рис. 14. Профиль почвы №14

Почва диагностируется по сочетанию серогумусового **AУ**, элювиального **EL** (осолоделого) и текстурного **BT** горизонтов с залегающим ниже аккумулятивно-карбонатным горизонтом **BCA**.

Серогумусовый горизонт в нижней части светло-серого цвета, непрочной комковатой структуры, отдельности распадаются на плитки и чешуйки.

Осолоделый горизонт белесый, с хорошо выраженной непрочной слоевато-листоватой структурой, имеет охристые пятна и часто содержит Mn-Fe стяжения.

Текстурный горизонт темно-бурый, характеризуется призматической структурой, в верхней части может выделяться зона деградации со светлыми скелетанами, очень твердый в сухом состоянии, нередко с признаками слитизации. Характерны вертикальные трещины шириной до 1–2 см. Наблюдаются сизовато-серые кутаны и мраморовидность окраски.

Под **BT** горизонтом формируется аккумулятивно-карбонатный горизонт, преимущественно с белоглазкой, ниже которого может присутствовать гипс.

Характерна ясно выраженная дифференциация профиля по показателям pH: верхняя часть профиля имеет слабокислую или кислую, а нижняя – щелочную реакцию среды. Количество гумуса резко убывает от серогумусового (содержащего 1,5–4%) к элювиальному горизонту. Осолоделый горизонт также по сравнению с текстурным горизонтом в 2–3 раза обеднен илом, полуторными оксидами и обменными основаниями.

Почвенный профиль № 15. Морфологическое строение профиля



С поверхности залегает светлогумусовый горизонт (**AJ**) с рыхлой комковато-чешуйчато-листоватой структурой, с содержанием гумуса менее 3%.

Ниже обособляется маломощный белесый тонкослоеватый или пластинчатый элювиальный горизонт (**EL**) (может быть представлен в виде мощной скелетаны по «головкам» столбчатых отдельностей).

Солонцовый горизонт (**BSN**) самый темный в профиле, коричнево-бурый, плотный, со столбчато-призматической многопорядковой структурой, со сплошными блестящими глинистыми и гумусово-глинистыми кутанами иллювиирования. Солонцовый горизонт отличается сильной уплотненностью и твердостью при иссушении, вязкостью, липкостью, низкой водопроницаемостью во влажном состоянии, набуханием при увлажнении.

Ниже залегающий ксерометаморфический «подсолонцовый» горизонт (**BMK**) отличается более тусклой окраской, мелкопризматической структурой. Призмы имеют горизонтальную де-

Рис. 15. Профиль почвы №15

лимность, образуя отдельности в виде «таблеток».

Горизонт содержит карбонаты, количество которых меньше, чем в ниже залегающем аккумулятивно-карбонатном горизонте.

Аккумулятивно-карбонатный горизонт (**BCA**) менее плотный, призматический, с карбонатными новообразованиями в виде белоглазки.

Надсолонцовые горизонты имеют нейтральную реакцию, солонцовый и подсолонцовые горизонты – слабощелочную и щелочную. Поглощающий комплекс насыщен основаниями. Содержание обменного натрия в солонцовом горизонте может варьировать от нескольких до 40% от суммы обменных оснований.

Практическая работа 3. Почвы сухих степей, полупустынь и субтропиков

Цель работы – по морфологии почвенного профиля (рис. 16–20):

- определить тип почвы;
- указать ее географическое распространение;
- выделить основные элементарные почвообразовательные процессы, влияющие на формирование данного типа почв;
- записать формулы горизонтов для каждого типа почвы;
- описать связи между почвенными свойствами с рельефом, почвообразующими породами, растительностью;
- отметить уровень природного плодородия почв и приемы его повышения;
- оценить возможности сельскохозяйственного использования почвы.

По окончании работы для самопроверки усвоения материала следует ответить на контрольные вопросы по теме.

Контрольные вопросы

1. В каких регионах России встречаются почвы зоны сухих степей? Субтропической зоны?
2. Какие основные почвообразовательные процессы протекают в субтропической зоне?
3. Какие факторы почвообразования и морфологические свойства указывают на тип почв?
4. Перечислите основные диагностические горизонты описанных типов почв, назовите их морфологические признаки.
5. Какие интразональные почвы распространены в зоне сухих степей? С чем это связано?
6. Какие из описанных типов почв наиболее пригодны для сельскохозяйственного использования?

Почвенный профиль № 16. Морфологическое строение профиля



Рис. 16. Профиль почвы №16

Почвенный профиль состоит из серо- или темногумусового **AУ(AU)**, структурно-метаморфического **ВМ** и аккумулятивно-карбонатного **ВСА** горизонтов.

Гумусовый горизонт коричневатых тонов, рыхлый, зернисто-комковатый, мощностью 10–15 см.

Он постепенно переходит в основной диагностический горизонт **ВМ**: более плотный, интенсивно коричневый, ореховато-комковатый, иногда слабо обогащенный илистой фракцией.

Ниже залегает аккумулятивно-карбонатный горизонт более светлой палево-бурой окраски, слабо оструктуренный, обычно с сегрегационными формами карбонатных новообразований.

Карбонаты, диагностируемые по вскипанию от HCl и не образующие морфологически выраженных форм, могут присутствовать в **ВМ**, а иногда и в **ВСА** горизонте.

Содержание гумуса в верхнем горизонте более 5%. Гумус глубоко проникает вниз по профилю (до 1% на глубине 100 см).

Дифференциация профиля по илу и полуторным оксидам выражена слабо. Характерна высокая емкость поглощения и практически полная насыщенность поглощающего комплекса основаниями. Реакция среды нейтральная или слабо щелочная в верхних горизонтах и щелочная в нижних.

Почвенный профиль № 17. Морфологическое строение профиля

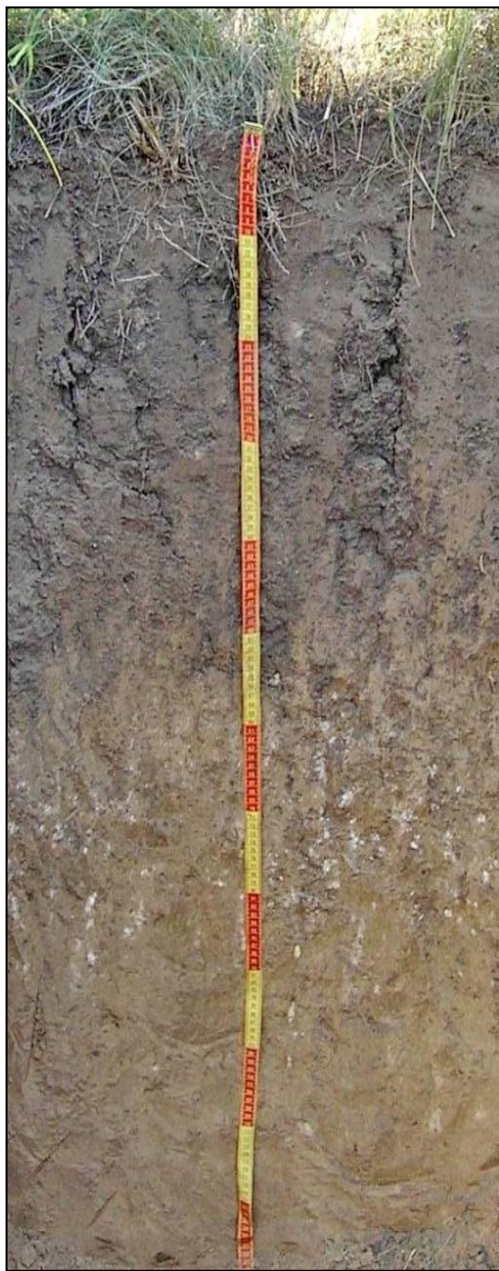


Рис. 17. Почвенный профиль №17

Почва диагностируется по наличию светлогумусового **AJ**, ксерометаморфического **ВМК** и текстурно-карбонатного **САТ** горизонтов.

Горизонт **AJ** отличается серым или светло-серым цветом с буроватым или палевым оттенками и комковато-пороховидной структурой. Содержание гумуса составляет 2–3,5%.

В ниже залегающем **ВМК** горизонте гумуса до 1,5–1,8%; горизонт каштанового цвета, с ореховато-мелкопризматической структурой. Поверхность отдельностей матовая, кутаны иллювиирования не выражены.

ВМК горизонт сменяется ореховато-призмовидным текстурно-карбонатным горизонтом, плотным, с темными кутанами и карбонатными новообразованиями в виде белоглазки. Много глубоких трещин с засыпками гумусированного материала до глубины 80–100 см. В связи с этим горизонт имеет неоднородную окраску: на буром или желто-буром фоне чередование темных полос и пятен.

Гранулометрический и валовой химический составы в основном стабильны по профилю. Сумма обменных оснований колеблется в зависимости от гранулометрического состава в пределах 25–40 мг-экв/100 г с максимумом в **ВМК** горизонте.

Обменного натрия мало – 3–5%, иногда до 10% от суммы. Реакция почв щелочная или слабощелочная, поглощающий комплекс полностью насыщен основаниями. В нижней части профиля обычны гипс и легкорастворимые соли.

Почвенный профиль № 18. Морфологическое строение профиля



Рис. 18. Профиль почвы №18

Под подстилкой залегает гумусовый горизонт (**AY**), серой или коричневатой окраски, копролитовой или мелкокомковатой структуры. Нижняя его часть окрашена в бурый или красновато-бурый цвет, структура комковатая, местами на гранях структурных отдельностей заметны глянцевитые коллоидные пленки.

Метаморфический горизонт **BM** буровато-красного цвета, рыхлый, с непрочной комковатой структурой, пронизан корнями растений, ходами насекомых; мощность его составляет 80–100 см; окраска с глубиной становится более яркой — кирпично-красной.

На всем протяжении профиля кислая реакция (рН вод. 4,0–5,5), самые низкие значения рН свойственны нижней части гумусового горизонта.

Содержание гумуса в самом верхнем 5-сантиметровом слое часто достигает 8–12%; однако уже на глубине 10 см содержание гумуса падает до 2%, в метаморфическом горизонте составляет 1% и менее. ЕКО невелика: в гумусовом горизонте – 10–12 мг-экв на 100 г, в горизонте **BM** 7–8 мг-экв/100 г.

Содержание поглощенных Са и Mg очень мало, в сумме они составляют 0,5–1,5 мг-экв/100 г и лишь в самой верхней части гумусового горизонта увеличиваются до 3,5–4,0 мг-экв/100 г. Основную массу поглощенных катионов составляет Al, обуславливающий вместе с поглощенным водородом высокую обменную кислотность (солевые рН 3,5–3,8). Степень ненасыщенности почв основаниями составляет 85–95% от ЕКО.

Почвенный профиль № 19. Морфологическое строение профиля



Гумусовый горизонт **AУ** серый или палево-серый, комковатый, непрочный.

Горизонт **ЕL** — элювиальный, желтовато-светло-серый, пылеватый, с непрочной пластинчатой структурой, с железо-марганцевыми конкрециями.

Горизонт **BT** — иллювиальный, желто-бурый, плотный, глинистый, крупнокомковато-ореховатый, по граням отдельностей — блестящие глинистые пленки, много мелких железо-марганцевых конкреций.

Горизонт **BTC** — переходный к породе, более ярко окрашен, крупнокомковато-глыбистой структуры, гляцевитых пленок меньше, чем в предыдущем горизонте, много мелких конкреций; на глубине 130–150 см переходит в горизонт **C** — почвообразующую породу.

Почвы бедны гумусом и питательными веществами — азотом, фосфором, калием и некоторыми микроэлементами.

Рис. 19. Профиль почвы №19

Почвенный профиль № 20. Морфологическое строение профиля



Рис. 20. Профиль почвы №20

Профиль имеет следующие генетические горизонты: светлогумусовый горизонт **АJ** мощностью 12–20 см, пылевато-суглинистый, в верхней части задернован, серый или светло-серый, чешуйчато-мелкокомковатой структуры, рыхлый, бурно вскипает при действии HCl, что свидетельствует о присутствии карбонатов.

Переходный горизонт – серовато-палевый, пылевато-суглинистый, непрочнокомковатой структуры, ячеистый и ноздреватый от обильных ходов и камер насекомых.

Горизонт **ВСА** – карбонатный иллювиальный горизонт – имеет мощность 50–80 см, пылевато-суглинистый, уплотненный, с новообразованиями карбонатов в виде белесоватых пятен и мучнистых стяжений и конкреций.

Содержание гумуса в верхней части профиля составляет 2,5–1,5%. Реакция почв щелочная.

Карбонаты кальция обнаруживаются с самой поверхности почв, но максимум их приурочен к глубинам 20–80 см. Емкость поглощения почв невелика – 8–10 мг-экв/100 г, преобладает кальций. Содержание поглощен-

ных калия и натрия не превышает в сумме 5%, легкорастворимых солей в верхней части почвенной толщи до глубины 80–90 см мало. Ниже содержание их несколько увеличивается, в небольшом количестве появляется гипс.

ХИМИЧЕСКИЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Гранулометрический состав. В мелкоземе почвы содержатся механические элементы (фракции) разного размера. Почвы классифицируются по гранулометрическому составу в зависимости от содержания физического песка ($>0,01$ мм) или фракции физической глины ($<0,01$ мм).

По содержанию физической глины определяют название почвы по гранулометрическому составу, используя классификацию почв Н.А. Качинского (табл. 3).

Таблица 3

Классификация почв по гранулометрическому составу

Название почвы	Содержание физической глины (частиц $<0,01$ мм), %		
	Почвы подзолистого типа почво- образования	Почвы степного типа почвообразования, красноземы и желтоземы	Солонцы и сильно- солонцеватые почвы
Рыхлопесчаные	0–5	0–5	0–5
Связнопесчаные	5–10	5–10	5–10
Супесчаные	10–20	10–20	10–15
Легкосуглинистые	20–30	20–30	15–20
Среднесуглинистые	30–40	30–45	20–30
Тяжелосуглинистые	40–50	45–60	30–40
Легкоглинистые	50–65	60–75	40–50
Среднеглинистые	65–80	75–85	50–65
Тяжелоглинистые	>80	>85	>65

Характер распределения фракций ила по профилю показывает степень процессов разрушения минеральной части почв. Чаще всего встречаются три варианта распределения илистой фракции по профилю:

1. Однородность горизонтов по содержанию ила свидетельствует об отсутствии процессов разрушения минеральной части почвы и передвижения

продуктов разрушения по профилю. Колебания в количестве фракции разных горизонтов незначительны и не входят за пределы 2–3%.

2. Верхние горизонты обеднены илистой фракцией, с некоторой глубины количество ила возрастает. Такое распределение свидетельствует об интенсивном разрушении высокодисперсных минералов, составляющих массу ила, и передвижении продуктов их разрушения вниз по профилю. Горизонты, обедненные илистой фракцией, относятся к категории элювиальных. Появление максимума ила в нижней или средней части профиля указывает на формирование здесь иллювиального горизонта.

3. В верхней или средней части профиля наблюдается некоторое увеличение количества илистых частиц по сравнению с нижними горизонтами. Увеличение содержания ила в этом случае объясняется процессом оглинивания горизонта, т.е. разрушением первичных, более крупных минералов и синтезом вместо них вторичных глинистых, более дисперсных минералов.

Валовой состав почвы. Валовой химический состав почв представлен количеством следующих оксидов: SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO на прокаленную (безводную, безгумусную, бескарбонатную) почву. Сумму $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ называют полуторными окислами и обозначают R_2O_3 . По соотношению $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ почвы и коры выветривания классифицируются по С.В. Зонну как:

- **аллитные** ($\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 < 2,5$) с подразделением на собственно аллитные (Al_2O_3 резко преобладает над Fe_2O_3), ферраллитные (Al_2O_3 преобладает над Fe_2O_3), и ферритные (Fe_2O_3 преобладает над SiO_2 и Al_2O_3). Такие почвы типичны для влажных тропиков и субтропиков;
- **сиаллитные** ($\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3 > 2,5$) с подразделением на сиаллитные и феррсиаллитные. Сиаллитные почвы характерны для умеренных широт.

По данным валового анализа почвы можно судить о специфичности состава почвообразующих пород, о наличии либо отсутствии процессов разрушения минералов.

По высокому содержанию SiO_2 (до 90–95%) можно судить о формировании почвы на песчаных породах.

Высокое содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ (до 30–50%) свидетельствует о специфичности материнской породы – ферралитной или аллитной коры выветривания.

Уменьшение содержания SiO_2 (Fe_2O_3 , Al_2O_3) при одновременном увеличении CaO в нижней части профиля почв говорит о накоплении карбонатов (см. содержание CO_2 карбонатов).

Если по данным валового состава почвы наблюдается относительно равномерное содержание окислов по профилю, это свидетельствует об отсутствии процессов разрушения минералов и передвижения продуктов разрушения вниз по профилю. Косвенно это указывает на формирование почвы при коэффициенте увлажнения <1 .

Если же для профиля характерно неодинаковое содержание основных окислов, то в ходе почвообразования произошло разрушение алюмосиликатов и вымывание продуктов их разрушения в нижние горизонты или за пределы профиля. В этом случае верхние горизонты почвы относительно обогащаются наиболее устойчивыми соединениями кремния и обедняются соединениями железа, алюминия, кальция и магния. В нижних же горизонтах содержание SiO_2 меньше, а Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO больше, чем в верхних.

Содержание гумуса. Содержание гумуса в почвах – важнейший показатель их плодородия. Для характеристики гумусного состояния почв в первую очередь следует обратить внимание на мощность гумусового горизонта. Мощность гумусового горизонта отражает интенсивность дернового процесса. К почвам с маломощным гумусовым горизонтом (2–10 см) относятся подзолы, сероземы; среднемощный гумусовый горизонт – от 10 до 25 см – имеют дерново-подзолистые почвы, серые лесные почвы, красноземы и желтоземы; мощный гумусовый горизонт – 30–150 см – встречается у черноземов.

Типы почв характеризуются как различным содержанием гумуса в верхнем горизонте, так и различной скоростью уменьшения его количества с глубиной (табл. 4). Содержание гумуса в верхних горизонтах может колебаться от 1–2% (сероземы, подзолы и др.) до 12–15% (черноземы и др.).

Таблица 4

Содержание гумуса в гумусовых горизонтах различных почв

Содержание гумуса в гумусовых горизонтах, %	Оценка содержания гумуса	Объекты наблюдения
<2	Очень низкое	Сероземы, подзолы
2–4	Низкое	Дерново-подзолистые, каштановые
4–6	Среднее	Серые лесные, красноземы и желтоземы
6–10	Высокое	Дерновые почвы, черноземы
>10	Очень высокое	Торфяные, перегнойные горизонты

По характеру распределения гумуса в почвах чаще всего встречаются два типа гумусового профиля:

1. Содержание гумуса высокое или среднее и постепенно убывает с глубиной, характерно для почв с глубоким проникновением ежегодно отмирающих корней травянистой растительности.
2. Основные запасы гумуса сосредоточены в верхнем горизонте и очень резко уменьшаются с глубиной, что свидетельствует о преимущественном накоплении органических остатков на поверхности почвы и в ее верхних горизонтах, как это характерно для лесной растительности.

Обменные катионы. Общее количество всех поглощенных катионов, которые могут быть вытеснены из почвы, называют «емкостью поглощения» или «емкостью катионного обмена ЕКО», выражают в мг-экв/100 г почвы. Величина емкости катионного обмена зависит от гранулометрического и минералогического составов, количества гумуса. Почвы, богатые органическими веществами, а также глинистыми минералами и органоминеральными коллоидами, имеют высокую емкость поглощения.

Емкость катионного обмена в различных почвах колеблется от 1–2 до 50–60 мг-экв/100 г почвы (табл. 5).

Вычислить емкость катионного обмена возможно суммированием обменных катионов.

Если емкость катионного обмена в верхних горизонтах наибольшая и уменьшается с глубиной сопряженно количеству гумуса, то в почве идет биогенная аккумуляция органических (гумусовых) коллоидов.

Резкое уменьшение емкости катионного обмена в верхней и (или) средней части профиля свидетельствует о разрушении коллоидной части почвы в результате кислотного или щелочного гидролиза и формировании элювиальных горизонтов.

Емкость катионного обмена в почвах

ЕКО, мг-экв/100 г почвы	Поглотительная способность	Объекты наблюдения
3–10	Крайне низкая	Элювиальные горизонты подзолов, песчаные и супесчаные почвы, малогумусные сероземы
10–15	Низкая	Почвы легкого суглинистого состава, почвы и коры выветривания влажных тропиков и субтропиков
15–25	Средняя	Почвы с промывным водным режимом и невысоким содержанием гумуса
25–35	Выше средней	Гумусовые горизонты сухостепных и полупустынных почв, лессовидные и покровные глины и суглинки
35–45	Высокая	Черноземы, слитоземы, глины, иллювиально-глинистые горизонты
45–60	Очень высокая	Среднегумусные и тучные черноземы, гумусово-аккумулятивные дерновые горизонты, торфяные и перегнойные горизонты

Состав обменных катионов. Основные обменные катионы, входящие в состав ППК – Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ .

- Наличие в составе ППК обменных катионов H^+ и Al^{3+} говорит о *ненасыщенности* почв основаниями, о выщелачивании почвы. Эти катионы встречаются, как правило, в лесных почвах влажного климата (красноземах, желтоземах, буроземах, подзолистых почвах), имеющих кислую pH.
- Отсутствие обменных катионов H^+ и Al^{3+} (в присутствии Ca^{2+} , Mg^{2+} и Na^+) свидетельствует о *насыщенности* почв основаниями. Насыщены основаниями почвы, формирующиеся под травянистой растительностью, карбонатные почвы (черноземы, каштановые почвы, сероземы).

Для почв, содержащих обменные H^+ и Al^{3+} , рассчитывают степень насыщенности основаниями – процентное содержание обменных Ca^{2+} и Mg^{2+} от общей емкости катионного обмена. По степени насыщенности основаниями определяют нуждаемость в известковании:

- **высокая** потребность в извести наблюдается при степени насыщенности основаниями от 50% и ниже,
- **средняя** при насыщенности от 50 до 70%,
- **слабая** при 70% и выше. При насыщенности основаниями более 80% – известкование не проводят.

Солонцеватость почв. Солонцеватость почв связана с внедрением в почвенный поглощающий комплекс обменных ионов натрия. Обменный натрий в тех или иных количествах встречается практически во всех почвах (табл. 6). Максимальный предел, который необходим для нормальной жизнедеятельности растений – 3%. При содержании обменного натрия свыше 5–20% от емкости поглощения почва приобретает неблагоприятные солонцовые свойства – щелочность, набухаемость, высокую плотность, дефицит влаги и др. Почва в сухом состоянии имеет глыбисто-столбчатую структуру. Солонцеватость резко снижает плодородие почв.

Таблица 6

Степень солонцеватости почвы в зависимости от содержания обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе

Степень солонцеватости	Содержание обменного натрия, % от ЕКО
Несолонцеватые почвы	Менее 3
Слабая	5–10
Средняя	10–15
Сильная	15–25

К солонцеватым почвам с содержанием обменного натрия менее 15% относят некоторые почвы, формирующиеся в условиях аридного климата, например, каштановые почвы.

Солонцы содержат обменный натрий в иллювиальном горизонте в количестве более 15% от емкости катионного обмена.

Величина pH. Величина pH характеризует кислотно-основные условия в почвах (табл. 7). Для почв, насыщенных основаниями, pH определяется из водной вытяжки или суспензии (pH вод.).

Величина pH и реакция среды

рН	Реакция среды
4–5	резкокислая
5–5,5	сильнокислая
6–6,5	слабокислая
6,5–7,5	нейтральная
7,5–8,5	слабощелочная
8,5–10	сильнощелочная
10–12	резкощелочная

1. При **рН менее 6** – кислые ненасыщенные почвы, в них также исследуют рН солевой вытяжки (суспензии), которая дает дополнительное представление о степени обменной кислотности почв благодаря вытеснению обменных H^+ и Al^{3+} . Кислая реакция среды характерна для почв влажного климата (подзолистые, дерново-подзолистые, бурые лесные, желтоземы, красноземы, болотные почвы).
2. Величина **рН=6–7** свидетельствует о нейтральной реакции и характерна для бескарбонатных горизонтов, содержащих в обменном состоянии только кальций и магний. Слабокислая (рН 6,0– 6,5) реакция среды встречается в почвах влажного климата (выщелоченные черноземы, серые и бурые лесные, насыщенные желтоземы и красноземы). Нейтральная реакция среды (рН 6,5–7,5) типична для черноземных почв.
3. При **рН=8** реакция будет щелочной, что, как правило, характерно для карбонатных горизонтов почв (южные черноземы, автоморфные почвы сухих и полупустынных степей).
4. При **рН более 8** почвы сильнощелочные из-за присутствия соды и обменного натрия. Такие величины рН характерны для материнских пород многих черноземов, каштановых почв. Резкощелочные почвы (рН 10–12) встречаются местами в аридном климате – солонцы, содовые солончаки.

Содержание карбонатов (CO_2 карбонатов). При характеристике почвы следует установить ее карбонатность или бескарбонатность, так как она свидетельствует о степени развития процессов выщелачивания почвы.

В почвах влажных и переменнно-влажных лесных областей, как правило, не содержатся карбонаты. Карбонатностью профиля характеризуются почвы аридных и субаридных областей. В результате выщелачивания карбонатов из верхних горизонтов почвенного профиля на некоторой глубине может сформироваться иллювиально-карбонатный горизонт. Карбонаты в нижней части профиля указывают на карбонатность материнских пород.

Состав водной вытяжки. Количество и состав водорастворимых солей определяется по результатам анализа водной вытяжки из почвы. В зависимости от величины плотного остатка водной вытяжки различают незасоленные почвы, солончаковатые почвы различных типов и солончаки.

Засоленные почвы широко распространены в пустынной зоне, в зонах сухих и пустынных степей, а также встречаются в степной и лесостепной зонах.

В профиле засоленных почв содержатся легкорастворимые соли в концентрациях, токсичных для растений.

В профиле незасоленной почвы плотный остаток обычно **меньше 0,3%**. При величине плотного остатка водной вытяжки **более 0,3%** почву, как правило, считают засоленной. В разных типах солончаковатых почв плотный остаток водной вытяжки колеблется **от 0,3% до 1%**, причем повышенное содержание водорастворимых солей характерно для нижних горизонтов почвы. Солончаки отмечены максимальным количеством водорастворимых солей (до нескольких процентов) в самой верхней части почвенного профиля.

В засоленных почвах по результатам анализа водной вытяжки определяют глубину залегания солей, степень засоления и тип засоления почвы.

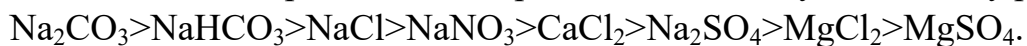
Группировка почв по глубине залегания водорастворимых солей:

- *солончаковые* – плотный остаток более 0,3% находится на глубине **0–30 см**;
- *солончаковатые*, при плотном остатке более 0,3% на глубине **30–80 см**;
- *глубокосолончаковатые*, при плотном остатке более 0,3% на глубине **80–150 см**.

Группировка почв по степени засоления (плотный остаток в горизонте максимального засоления):

- незасоленные	<0,3%
- слабозасоленные	0,3–0,4%
- средnezасоленные	0,5–1,0%
- сильнозасоленные	1,0–2,0%
- очень сильно засоленные	>2%

3. Засоленные почвы различают по составу солей. Разные соли неодинаково токсичны для растений. В солевых горизонтах почв могут присутствовать безвредные (из-за малой растворимости) для растений соли: CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Вредные водорастворимые соли подразделяются на хлориды, сульфаты и карбонаты. По степени вредности для большинства сельскохозяйственных растений соли располагаются по убывающему ряду



Одно и то же количество солей в зависимости от их состава может свидетельствовать о разной степени засоления почв вследствие неравноценной токсичности различных легкорастворимых солей для растений.

Химизм (тип) засоления основывается на соотношении анионов (табл. 8).

Тип засоления по составу анионов водной вытяжки
(Вальков и др., 2004)

Тип засоления	Отношение м.-экв анионов			Отношение катионов и анионов
	Cl:SO ₄	HCO ₃ :Cl	HCO ₃ :SO ₄	
Хлоридное и сульфатно-хлоридное	1–2,5 и выше	-	-	-
Хлоридно-сульфатное	0,2–1,0	-	-	-
Сульфатное	0,2	-	-	-
Содово-хлоридное	более 1	менее 1	более 1	HCO ₃ более Ca-Mg
Содово-сульфатное	менее 1	более 1	менее 1	Na более Mg
Хлоридно-содовое	более 1	более 1	более 1	Na более Ca
Сульфатно-содовое	менее 1	более 1	более 1	-
Сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатное	-	более 1	более 1	HCO ₃ более Na

В наименовании типа засоления участвуют анионы, содержание которых превышает 20% суммы анионов; преобладающий анион ставится в названии на последнее место.

Степень засоления почв устанавливается по величине плотного остатка (сумма солей) и содержанию ионов, определяющих химизм (тип) засоления (табл. 9).

Таблица 9

Классификация почв по степени засоления (Вальков и др., 2004)

Степень засоления	Химизм засоления, плотный остаток (сумма солей), %		
	Сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный	Содово-хлоридный и хлоридно-содовый
Незасоленные	менее 0,1	менее 0,2	менее 0,1
Слабозасоленные	0,1–0,2	0,2–0,4	0,1–0,2
Среднезасоленные	0,2–0,4	0,4–0,6	0,2–0,3
Сильнозасоленные	0,4–0,8	0,6–0,9	0,3–0,5
Очень сильно засоленные (солончаки)	более 0,8	более 0,9	более 0,5

Практическая работа 4. Чтение результатов химического и гранулометрического анализов почвы

Цель работы: научиться интерпретировать данные химического и гранулометрического анализов почвы, диагностировать на их основе тип почвы.

Задание: охарактеризовать почву (задания 1–26) по следующим показателям:

- 1) По содержанию физической глины определить название почвы по гранулометрическому составу, используя классификацию почв Н.А. Качинского (табл. 3). Отметить процессы оглинивания, элювиально-иллювиальной дифференциации профиля, а также другие процессы, о протекании которых можно судить по данным анализа гранулометрического состава почвы.
- 2) Определить особенности химического состава почвенных горизонтов по валовому содержанию основных оксидов. Сделать вывод о специфичности состава почвообразующих пород, о наличии либо отсутствии процессов разрушения минералов.
- 3) Охарактеризовать почву по мощности гумусового горизонта (считая, что он заканчивается там, где содержание гумуса менее 1%) и содержанию гумуса. Проанализировать данные по содержанию и распределению гумуса в почве. Сделать вывод о преобладающей растительности.
- 4) Вычислить емкость катионного обмена, суммируя обменные катионы. Охарактеризовать почву по величине ЕКО. Проследить изменение емкости поглощения с глубиной. Связать показатель емкости катионного обмена с гранулометрическим и минералогическим составом, содержанием гумуса. Сделать вывод.
- 5) Проанализировать состав обменных катионов. Определить условия почвообразования, на которые указывает этот показатель: тип водного режима, растительные сообщества. При необходимости рассчитать степень ненасыщенности основаниями, сделать вывод о нуждаемости почвы в известковании.

- 6) Если в составе обменных катионов присутствует Na^+ , рассчитать его долю (в процентах) от емкости катионного обмена и определить степень солонцеватости почвы.
- 7) Охарактеризовать почву по величине pH. Определить, на какие условия почвообразования указывает реакция среды.
- 8) Проанализировать содержание карбонатов в почве: установить ее карбонатность или бескарбонатность. Указать на наличие либо отсутствие процессов выщелачивания почвы, особенности материнской породы.
- 9) В засоленных почвах по результатам анализа водной вытяжки определить глубину залегания солей, степень засоления и тип засоления почвы.

Тип почвы диагностируется на основании предложенного комплекса данных химического и гранулометрического составов почвы. Необходимо сопоставить свойства почвы со свойствами основных генетических типов почв, используя учебник и материалы лекций, данные табл. 10 и 11. Следует диагностировать почву до типа, а при желании и достаточности данных – до подтипа, рода, вида.

Почвы влажных и переменно-влажных лесных областей, лесостепной и степной зоны

Физико-химические и химические свойства почв	Подзолистые почвы	Серые лесные	Торфяные	Коричневые	Красноземы, желтоземы	Черноземы
Дифференциация по гранулометрическому составу	дифференцированы	дифференцированы	не дифференцированы	дифференцированы	не дифференцированы	не дифференцированы, возможно перемещение
Элювиально-иллювиальная дифференциация профиля	выражена	слабо выражена	не выражена	не выражена	возможна в желтоземах	возможно наличие иллювиальных горизонтов
Мощность гумусового горизонта	небольшая	средняя	торфяной горизонт	выше средних значений	небольшая	значительная
Содержание гумуса	невысокое	среднее	высокое в торфяном горизонте, уменьшается по профилю	среднее, ближе к высокому	среднее	высокое
ЕКО	низкая	средняя	высокая, резко уменьшается	выше средней	низкая	высокая
Состав обменных катионов	H^+ , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}	Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+}	Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+}	Ca^{2+} , Mg^{2+}	Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+}	Ca^{2+} , Mg^{2+}
Соли	-	возможно присутствие карбонатов	-	карбонаты	-	карбонаты в средней и нижней части

Физико-химические и химические свойства почв	Подзолистые почвы	Серые лесные	Торфяные	Коричневые	Красноземы, желтоземы	Черноземы
CO ₂ карбонатов	-	возможно присутствие в нижней части	-	карбонаты	-	в средней и нижней части профиля
Изменение pH по профилю	кислая	слабокислая	слабокислая, кислая	слабощелочная	кислая, слабокислая	нейтральная / слабощелочная

Таблица 11

Почвы аридных и субаридных областей

Физико-химические и химические свойства почв	Сероземы	Каштановые почвы	Солончаки	Солонцы	Солоди
Дифференциация профиля по гранулометрическому составу	не дифференцированы/слабо дифференцированы	не дифференцированы, возможно перемещение	не дифференцированы	дифференцированы	дифференцированы
Элювиально-иллювиальная дифференциация профиля	не выражена	не выражена	не выражена	выражена	выражена
Мощность гумусового горизонта	небольшая	средняя	небольшая	от небольшой до средней	небольшая
Содержание гумуса	невысокое	среднее	невысокое	от невысокого до среднего	невысокое

Физико-химические и химические свойства почв	Сероземы	Каштановые почвы	Солончаки	Солонцы	Солоди
Содержание гумуса	невысокое	среднее	невысокое	от невысокого до среднего	невысокое
ЕКО	низкая	от низкой до средней	низкая	от низкой до средней	низкая
Состав обменных катионов	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+}	Ca^{2+} , Mg^{2+} , (Na^{+})	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+}	Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} много	H^{+} , Al^{3+} вверху, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} внизу
Соли	карбонаты, гипс	карбонаты. Гипс внизу	много легко- растворимых солей, максимум в верхней части профиля	могут быть легкорастворимые соли внизу	карбонаты внизу
CO_2 карбонатов	+	+	+	+	+
Изменение pH по профилю	щелочная/ слабощелочная	слабощелочная/ щелочная	щелочная / сильнощелочная		кислая/ щелочная

Задания

1. Определить тип почвы и описать природные условия, в которых формируется данная почва:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометри- ческий состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–6	2,8	34,6	14,8	82,1	3,2	11	0,5	0,5	1,8	0,6	6,3	3,3	4,1	нет
10–20	0,9	20,1	10,3	82,8	2,8	10,8	0,4	0,5	1,5	0,4	5,0	3,8	4,8	нет
20–30	0,4	29,7	18,6	82,4	2,9	10,7	0,6	0,6	1,6	0,6	6,0	3,6	5,1	нет
35–45	0,3	44,2	22,8	74,4	4,9	16,1	0,8	0,9	4,8	1,8	6,8	3,6	5,3	нет
65–75	0,1	49,6	36,0	69,2	7,3	17,8	1,2	1,5	5,0	1,7	7,2	3,9	5,8	нет
90–00	-	52,7	36,7	68,2	7,9	17,9	1,4	1,8	-	-	-	-	-	нет

2. Определить тип почвы и описать природные условия, в которых формируется данная почва:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометри- ческий состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–10	5,5	36,3	12,2	81,3	4,7	9,7	0,9	0,5	23,1	2,3	4,8	5,0	5,3	нет
12–22	3,9	34,5	7,8	81,9	4,5	9,5	0,7	0,4	20,7	2,0	8,2	4,9	5,3	нет
28–38	2,0	38,6	8,0	79,6	5,1	11	0,9	0,6	17,4	2,6	6,4	5,2	5,8	нет
50–60	0,9	39,0	19,7	78,3	5,5	11,1	1,4	0,9	12,5	2,4	3,2	5,0	6,2	нет
90–00	-	40,3	23,6	78,1	5,6	11,9	1,2	0,5	13,5	2,8	3,6	5,4	6,6	нет

3. Определить тип почвы и описать природные условия, в которых формируется данная почва:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометри- ческий состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–3	2,1	25,6	2,6	91,5	2,2	4,1	0,6	0,1	0,7	0,3	0,8	3,3	5,0	нет
12–22	1,0	17,4	2,3	91,9	1,8	3,9	0,6	0,1	0,5	0,2	0,9	3,6	4,7	нет
25–35	0,5	18,9	2,4	91,3	2,2	4,4	0,5	0,1	0,6	0,2	0,8	3,5	5,0	нет
45–55	0,3	30,3	4,3	89,4	3,2	4,6	0,6	0,3	0,6	0,5	0,7	4,4	5,4	нет
90–100	-	35,6	5,4	87,7	4,1	5,2	0,7	0,3	0,9	0,4	0,7	4,8	5,9	нет

62

4. Определить тип почвы и указать географическое распространение:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометри- ческий состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–10	12,6	37,4	15,1	75,3	6,1	10,7	2,4	1,7	49,2	7,9	1,1	6,2	6,9	нет
20–30	8,7	36,9	19,9	74,4	6,3	11,8	2,2	1,4	46,4	7,2	1,0	5,9	7,0	нет
40–50	3,3	38,2	23,4	73,6	5,8	12,2	3,1	1,5	45,9	6,4	1,9	5,8	7,0	нет
60–70	0,7	39,5	25,6	73,4	5,7	12,3	3,4	1,3	34,2	6,9	1,8	6,0	7,3	нет
105–115	-	39,9	20,3	72,3	5,7	11,5	3,7	2,7	32,2	6,8	0,3	7,5	7,9	1,8

5. Определить тип почвы и описать основные черты почвообразовательного процесса, формирующего данную почву:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
2–12	6,3	40,4	21,3	80,1	3,2	10,3	1,5	1,2	19,4	6,2	2,1	5,4	6,4	нет
15–25	4,6	35,5	17,7	81,7	3	9,8	1,1	0,9	16,0	6,4	1,9	5,9	6,9	нет
35–45	3,5	44,1	25,3	78,6	3,6	11,8	1,2	1,3	19,2	4,8	1,3	5,5	6,8	нет
65–75	0,9	43,7	28,4	77,9	4,1	11,8	1,2	1,6	17,6	7,4	0,9	5,5	6,5	нет
95–05	0,6	44,7	28,1	77,6	4,4	11,7	1,3	1,5	10,0	8,0	0,8	5,3	6,6	нет
135–45	-	37,5	24,0	78,3	3,9	10,9	1,6	1,7	-	-	-	7,3	8,1	2,2

6. Определить тип почвы и выделить свойства, указывающие на ее высокое потенциальное плодородие:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г		pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
0–10	9,6	45,4	26,0	70,9	4,4	15,7	2,4	1,7	49,6	5,8	6,8	нет
20–30	8,5	46,3	28,9	70,9	4,3	15,9	2,5	1,5	48,9	5,3	7,0	нет
60–70	7,3	44,9	28,0	70,6	4,3	14,8	3,7	1,7	45,1	5,8	7,4	1,9
100–110	2,3	46,6	28,4	68,7	4,2	13,5	6,3	2,4	35,6	6,2	8,3	2,3
120–130	1,0	45,9	28,2	66,6	4,1	13	8,6	2,7	-	-	8,5	4,0

7. Определить тип почвы и указать географическое распространение:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометри- ческий состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
1–10	4,2	37,4	19,6	81,2	2,9	10,5	1,4	0,9	13,4	5,0	4,3	5,4	6,5	нет
13–23	3,5	34,9	16,2	82,7	2,6	9,2	1,2	0,8	12,1	4,9	4,0	5,0	6,3	нет
35–45	2,0	40,6	23,7	80	3,4	11,2	1,4	0,9	14,2	5,9	2,7	5,1	6,2	нет
60–70	0,4	42,1	25,6	78,1	3,6	11,8	1,6	1,4	10,2	6,0	2,3	5,5	6,4	нет
90–100	-	41,9	23,9	77,1	3,9	13	1,4	1,3	10,1	5,7	1,4	5,9	6,6	нет

8. Определить тип почвы и описать основные черты почвообразовательного процесса, формирующего данную почву:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометри- ческий состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г		pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
2–10	8,2	40,2	32,4	71,9	5,3	14,6	2,2	1,5	40,4	5,3	6,9	нет
30–40	5,7	39,7	33,7	71,8	5,2	15,1	2,1	1,4	35,6	4,7	7,2	нет
65–75	2,8	44,4	33,4	71,5	5,2	14,7	2,6	1,6	31,3	5,1	7,9	2,6
100–110	1,5	42,0	32,3	68,5	5,1	13,8	6	2	-	-	8,2	5,5
140–150	0,4	45,1	32,8	68,3	5	13,9	6,4	1,9	-	-	8,6	7,2

9. Определить тип почвы и описать морфологические признаки горизонтов, составляющих профиль данной почвы:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
0–10	3,6	50,2	32,7	75,9	5,5	9,2	2,1	2,2	13,8	4,3	2,8	7,2	1,5
15–25	2,9	62,8	39,5	74,8	6,3	9,3	2,9	2,3	12,3	3,6	3,7	7,5	2,1
40–50	1,4	62,5	38,1	73,8	5,4	5,7	6,9	3,3	8,9	2,4	2,9	8,1	3,9
70–80	0,7	41,6	26,2	70,8	5,8	6	9,5	3,1	6,0	1,9	2,6	8,2	8,1
140–150	-	38,4	26,3	72	6,3	6,2	8,4	2,5	-	-	-	8,0	5,8

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺
0–10	0,04		0,59	0,03	следы	0,28	0,33
15–25	0,03		0,49	0,06	следы	0,21	0,34
40–50	0,06		0,79	0,07	следы	0,37	0,38
70–80	0,07		0,85	0,16	следы	0,61	0,1
140–150	0,12		1,04	0,08	следы	0,49	0,1

10. Определить тип почвы и описать морфологические признаки горизонтов, составляющих профиль данной почвы:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
2–10	5,1	41,3	31,4	72,3	5,7	13	2,9	1,5	20,3	6,4	1,7	7,9	1,3
20–30	4,7	42,5	32,7	71,9	5,6	12,9	3,4	1,6	18,9	4,3	2,3	7,8	2,8
45–55	2,0	43,7	32,4	71,5	5,3	12,9	3,6	2,3	10,6	3,1	1,1	8,0	4,2
70–80	0,9	43,6	31,3	68,5	4,7	12,7	6,8	2,7	8,8	2,3	0,6	7,8	5,5
100–110	-	40,9	31,8	67,8	4,8	12,3	7,3	3,4	2,2	2,2	0,7	7,9	5,9

11. Определить тип почвы и описать природные условия, в которых формируется данная почва:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
0–10	2,2	55,5	25,7	74,9	5,4	11,7	2,2	0,9	10,9	3,3	2,4	7,8	1,7
20–30	1,1	49,9	33,1	71,7	5,3	13,5	2,8	1,9	9,1	2,9	2,0	8,1	3,1
40–50	0,7	49,3	32,0	69,1	5,9	10,6	6,4	3,2	5,4	4,0	1,4	8,2	4,0
90–100	-	42,4	29,3	67,8	5,5	8,9	8,9	3,9	3,1	1,9	1,6	8,0	7,9

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺
0–10	0,05		0,59	0,04	0,08	0,3	0,41
2–30	0,03		0,48	0,03	0,08	0,22	0,37
4–50	0,06		0,71	0,07	0,14	0,47	0,35
90–100	0,05		0,68	0,07	0,12	0,51	0,11

12. Определить тип почвы и описать морфологические признаки горизонтов, составляющих профиль данной почвы:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
2–10	7,2	47,1	18,8	65,4	13	13,4	3,2	1,9	34,3	8,9	2,1	5,3	6,2	нет
13–23	2,6	47,4	19,1	68,9	12,8	12,1	1,3	1,9	11,1	8,6	2,3	4,2	5,6	нет
25–35	1,1	47,6	18,4	68,8	13,2	12,2	1,3	1,8	9,2	8,9	2,0	4,0	5,5	нет
40–50	0,6	44,5	16,0	68,6	12,9	12,4	1,4	1,9	-	-	-	3,4	5,2	нет
100–110	-	37,7	11,5	68,4	12,6	12,5	1,4	1,9	-	-	-	3,3	5,3	нет

13. Определить тип почвы и указать географическое распространение:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
2–10	4,5	47,7	44,1	72,1	8,5	9,2	2,5	1,4	29,6	5,3	1,0	7,2	нет
15–25	3,8	58,1	54,0	70,3	9,2	9,9	2,3	2,4	31,4	6,7	1,3	7,5	нет
35–45	2,3	59,7	55,3	72,3	8,6	10,5	2,2	2,4	25,8	9,2	1,4	7,9	2,1
55–65	0,9	52,6	50,2	68,6	10,1	8,8	5,7	2,6	22,3	7,1	1,5	8,1	7,4
120–130	-	-	-	69,6	10,8	9,1	4,3	2,5	-	-	-	7,7	5,5

67

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
2–10	0,02	0,55	0	0	0,45	0,08	0,02
15–25	0,03	0,5	0	0	0,38	0,09	0,03
35–45	0,03	0,67	0	0	0,54	0,11	0,02
55–65	0,04	0,63	0,03	0,03	0,58	0,05	0,06
120–130	0,12	0,81	0,08	0,08	0,6	0,21	0,16

14. Определить тип почвы и охарактеризовать особенности валового химического и минералогического состава:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–10	5,9	34,6	14,6	45,4	25,4	24,8	0,6	0,9	2,7	3,3	11,3	4,1	5,3	нет
13–23	5,6	38,9	18,2	46	25	23,9	0,6	1,3	2,0	4,0	11,9	4,4	5,5	нет
30–40	4,4	39,6	18,9	45,9	25,5	24	0,4	1,4	1,1	1,2	8,6	4,6	5,1	нет
55–65	1,3	40,3	20,3	46,1	25,3	23,2	0,5	1,6	1,0	1,3	8,9	4,3	4,7	нет
85–95	-	41,2	20,8	46	25,8	23,6	0,5	1,6	0,7	1,9	9,0	4,2	4,8	нет

15. Определить тип почвы и описать основные черты почвообразовательного процесса, формирующего данную почву:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
0–10	1,4	36,8	28,0	74,4	7,9	9,1	2,8	0,8	12,3	4,9	2,2	7,8	0,7
12–22	1,1	46,3	34,4	69,6	9,1	10,3	3,7	2,3	17,3	4,0	2,5	8,1	3,1
35–45	0,6	48,9	42,9	68,5	8,8	10,6	4,4	2,8	16,9	5,5	2,6	7,9	6,6
120–130	-	47	38,5	69,8	8,5	9,4	5,2	2,7	-	-	-	8,0	4,4

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы

Глубина, см	Плотный остаток, %	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
0–10	0,11	0,58	0,07	0,31	0,34	0,28	0,34
1–22	0,19	0,86	0,07	0,9	0,6	0,55	0,68
35–45	0,17	1,2	0,24	1,24	0,51	0,58	1,59
120–130	1,69	1,23	1,18	28,73	0,5	0,82	29,82

16. Определить тип почвы и указать географическое распространение:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–10	5,6	35,9	15,8	69,1	12,1	11,1	1,2	1,8	10,9	6,2	4,4	5,0	5,7	нет
10–20	1,3	30,1	7,9	69	13,3	11,2	1,2	1,7	5,2	4,4	4,0	4,9	5,5	нет
35–45	0,7	29,7	8,3	67,5	13,9	11,5	1,3	1,9	4,3	4,0	5,2	4,8	5,3	нет
60–70	0,3	35,5	14,4	66,3	15,8	12,6	1,2	1,4	-	-	-	4,9	5,0	нет
85–95	-	36,4	14,8	65,4	15,9	13,1	1,2	1,4	-	-	-	5,1	5,9	нет

Определить тип почвы и указать географическое распространение:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
0–5	0,77	34,0	23,1	72,3	5,1	9,8	6,5	2,1	5,9	3,4	1,7	7,9	4,3
5–10	0,39	35,2	21,9	69,4	6,5	9,9	6,7	2,5	5,3	4,1	1,6	7,8	4,8
12–22	0,30	47,7	39,9	68,2	6,9	10,4	7,7	2,7	3,9	4,0	1,5	7,9	6,0
25–35	0,27	48,9	42,3	67,7	7	10,2	7,9	2,8	-	-	-	8,1	6,9
65–75	-	40,1	32,2	68,6	7	10,1	7	2,2	-	-	-	8,0	3,5

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺
0–5	0,05		0,28	0,13	0	0,15	0,08
5–10	0,12		0,22	0,15	0,13	0,21	0,11
12–22	0,11		0,24	0,18	0,2	0,25	0,13
25–35	0,14		0,4	0,22	0,2	0,35	0,2
65–75	0,13		0,52	0,3	0,25	0,51	0,3

17. Определить тип почвы и указать географическое распространение:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–8	3,2	36,8	18,7	78,7	4,5	12,4	0,7	0,8	2,4	0,8	5,0	3,6	5,3	нет
16–26	1,6	23,2	13,6	79,1	4,3	12,6	0,7	0,7	2,0	0,7	4,8	3,7	5,3	нет
36–46	0,5	38,6	28,6	71,5	7	16,3	1,3	1,2	5,6	1,6	4,3	3,9	5,8	нет
70–80	0,2	40,6	37	67,6	8,2	18,3	1,6	1,6	6,9	1,7	5,0	4,0	5,9	нет
100–110	-	48,8	37,8	67,5	8,3	17,2	1,8	2	11,0	2,1	6,9	4,1	6,0	нет

18. Определить тип почвы и охарактеризовать степень и тип засоления:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
0–8	6,3	53,8	20,5	71,6	4,8	14,8	2	1,9	35,4	1,2	2,1	6,8	нет
10–20	4,2	65,4	30,3	70,3	5,7	16,1	1,5	2,2	20,3	10,0	8,9	8,1	нет
30–40	2,1	66,1	35,2	70,3	6,4	15,6	1,5	1,9	11,7	12,2	6,1	8,6	2,2
50–60	0,3	64,9	34,9	69,9	5,7	14	3,4	2,1	-	-	-	8,5	3,0
90–00	-	63,8	34,3	68,7	5,8	14,3	3,9	2,4	-	-	-	8,8	3,1

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺
0–8	0,06		0,49	0,07	0,23	0,34	0,18
10–20	0,35		0,88	0,87	3,42	0,64	3,85
30–40	1,54		0,90	2,23	15,40	2,93	13,25
50–60	1,87		0,98	1,73	23,99	4	17,89
90–00	0,90		1,88	1,30	9,79	4,1	8,33

19. Определить тип почвы и описать природные условия, в которых формируется данная почва:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
5–15	6,7	39,1	15,3	76,8	5,4	10,6	1,6	1,5	48,1	7,5	1,7	6,0	6,9	нет
20–30	5,0	37,1	17,9	76,3	4,6	12,3	1,5	1,1	36,3	6,5	1,2	5,8	6,8	нет
40–50	3,5	38,3	22,0	74,6	4,8	13,4	2	1,3	31,8	5,8	2,2	5,6	7,0	нет
60–70	1,1	40,5	24,7	72,3	5,3	14	2,9	1,5	32,5	5,7	2,3	5,8	6,8	нет
100–110	0,3	39,6	26,5	72,3	5	13,9	2,9	1,9	33,4	5,9	0,7	6,2	7,4	нет
190–200	-	38,1	22,3	71,6	5	13,3	3,6	2,5	-	-	-	7,4	8,2	нет

20. Определить тип почвы и охарактеризовать степень и тип засоления:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
3–13	4,4	42,4	10,8	74,2	4,3	12,8	1,8	1,6	39,3	1,0	2,8	6,4	нет
18–28	2,1	48,3	19,8	70,8	5,5	14,3	1,7	1,9	24,9	6,9	5,4	7,2	нет
35–45	1,0	51,6	22,9	70,6	6,0	14	3	2	22,5	7,0	3,9	8,4	1,3
50–60	0,3	53,1	23,3	69,3	6,6	12	4,3	2,2	-	-	-	8,5	1,6
80–90	-	50,9	24,0	69,7	6,4	11,7	5	2,3	-	-	-	8,2	2,4

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы

Глубина, см	Плотный остаток, %	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
3–13	0,03	0,17	0,25	0,06	0,09	0,02	0,37
18–28	0,37	0,29	5,35	0,60	0,35	0,18	5,71
35–45	0,65	0,71	8,77	1,19	0,44	0,44	9,79
50–60	0,68	0,83	9,91	0,61	0,48	0,53	10,34
80–90	0,41	0,29	6,35	0,30	0,29	0,35	6,3

21. Определить тип почвы и описать морфологические признаки горизонтов, составляющих профиль данной почвы:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
0–4	2,0	24,6	2,4	91,6	2,1	4,2	0,6	0,1	0,6	0,2	0,9	3,2	4,8	нет
10–20	0,8	16,3	2,2	91,8	1,8	3,9	0,7	0,1	0,4	0,1	0,8	3,4	4,5	нет
20–30	0,5	19,8	2,3	90,9	2,4	3,8	0,5	0,2	0,5	0,1	0,9	3,6	4,6	нет
40–50	0,3	30,1	4,3	90,1	3,1	4,2	0,7	0,2	0,7	0,4	0,8	4,0	5,0	нет
75–85	-	31,4	5,1	89,9	3	4,4	0,9	0,3	0,8	0,3	0,8	4,2	5,5	нет
100–110	-	36,3	5	89	3,3	5	0,8	0,3	0,8	0,4	0,7	4,3	5,6	нет

22. Определить тип почвы и описать природные условия, в которых формируется данная почва:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
1–11	3,4	34,5	15,0	83,9	2,8	7,7	1,5	0,9	10,1	0,8	5,4	5,3	6,3	нет
12–20	3,1	31,9	6,0	83,8	2,9	8,2	1,2	0,9	6,4	0,8	3,2	4,4	5,0	нет
24–34	1,0	37,6	9,0	77,9	4,9	11,5	1,6	1	10,3	1,9	3,9	5,0	5,2	нет
50–60	0,4	39,8	16,3	77,4	5,2	10,5	2,3	1,6	12,8	2,7	1,5	5,1	5,5	нет
90–00	-	40,1	20,2	74,9	5,3	10,7	3,4	2,7	13,0	2,8	1,7	5,2	5,4	нет

24. Определить тип почвы и описать основные черты почвообразовательного процесса, формирующего данную почву:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
5–15	6,2	53,2	19,0	79,9	2,7	12,2	0,8	0,6	14,6	10,5	0,7	4,0	5,2
25–35	0,6	49,8	10,1	81,3	2,9	11,7	0,4	0,3	10,5	5,1	2,9	3,4	5,0
50–60	0,2	60,5	30,2	75,4	4,7	16	0,6	0,5	4,2	3,6	4,4	3,1	5,0
70–80	-	63,8	31,8	72,9	5,9	17,3	0,5	0,6	-	-	-	3,4	5,2
120–130	-	64,0	31,6	70,7	6	15,4	2,1	2,2	-	-	-	6,6	6,8

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺
5–15	0,03		0,25	0,11	0	0,22	0,05
25–35	0,03		0,22	0,11	0	0,15	0,06
50–60	0,04		0,21	0,09	0	0,02	0,23
70–80	0,04		0,17	0,37	0	0,02	0,48
120–130	0,18		0,6	0,4	0,29	0,42	0,40

25. Определить тип почвы и описать мелиоративные приемы повышения ее плодородия:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH		CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	сол.	вод.	
5–10	3,8	30,2	5,2	75,6	5,2	14,2	0,9	1,3	2,8	2,3	4,2	3,7	4,4	нет
15–25	1,0	28,9	4,8	75,7	5,5	14,1	0,8	1,4	0,5	0,3	1,3	3,9	4,7	нет
40–50	0,3	40,7	17,1	68,6	7,4	18,4	0,9	2,1	5,8	2,6	3,2	4,2	5,8	нет
80–90	0,1	38,9	13,4	66,6	7,6	19,1	1,3	2,3	4,3	1,8	0,8	4,8	6,1	нет
100–110	-	39,3	12,2	66,2	7,8	19,4	1,4	2,3	3,7	1,4	0,2	5,1	6,3	нет

26. Определить тип почвы и описать мелиоративные приемы повышения ее плодородия:

Глубина, см	Гумус, %	Гранулометрический состав, %		Валовой состав на прокаленную почву, %					Обменные катионы, мг-экв/100 г			pH	CO ₂ карб. %
		<0,01	<0,001	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺		
0–8	6,4	43,9	38,3	77,5	7,3	7,8	1,8	1,6	20,3	5,8	4,9	7,8	нет
14–24	2,1	65,8	55,6	75,1	9,7	8,5	1,4	1	5,9	10,3	10,0	9,1	нет
35–45	0,8	56,5	46,9	73,7	8,4	7,9	2,6	2,2	4,0	6,4	8,9	9,5	2,2
50–60	-	55,7	48,6	73,3	8,1	7,5	4,4	2	-	-	-	9,3	2,3
80–90	-	60,8	49,0	73,8	7,7	7,3	4	2	-	-	-	8,9	2,1

Состав водной вытяжки, мг-экв/100 г почвы							
Глубина, см	Плотный остаток, %		HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Na ⁺
0–8	0,17		0,52	0,10	0,02	0,28	0,19
14–24	0,26		0,72	0,41	0,05	0,3	0,48
35–45	0,38		1,8	1,87	1,38	0,27	4,55
50–60	0,32		1,75	1,62	1,03	0,19	3,92
80–90	0,17		0,90	0,65	0,40	0,27	1,45

3. ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Цель почвенного картографирования – систематизация данных о почвенном покрове территории, позволяющая выявить закономерности распространения почв, оценить роль отдельных факторов почвообразования в формировании состава и структуры почвенного покрова.

Почвенные карты составляют с целью учета природных свойств почв данной территории, чтобы оценить возможность их хозяйственного использования (пашни; пастбища; земли лесного, промышленного назначения, охраняемых территорий и др.). Почвенное картографирование позволяет производить качественный и количественный учет земельного фонда, разрабатывать экологические и мелиоративные программы, направленные на рациональное использование и охрану почв.

Главный принцип почвенно-географического районирования — выделение территорий с однородным почвенным покровом, одинаковым сочетанием факторов почвообразования и возможностей сельскохозяйственного использования.

В зависимости от практических задач почвенно-картографических исследований составляют карты разного масштаба.

Детальные почвенные карты (масштаб от 1:500 и крупнее) составляются на небольшие площади различного рода экспериментальных, сортоиспытательных, опытных мелиоративных участков. Детальные почвенные съемки используются для изучения типичных участков – ключей – в качестве иллюстрации характерных для данного района комплексов, сочетаний и мозаик почв.

На картах **крупных** масштабов (1:10000–1:50000), составляемых обычно для отдельных хозяйств, показывается гранулометрический состав почв и почвообразующих пород; на некоторых картах дается характеристика углов наклона поверхности, степень эродированности почв, сохраняются контуры земельных угодий и другие показатели, облегчающие практическое использование карт и составление на их основе ряда карт специального назначения – землеустроительных, оценочных и др.

Среднемасштабные почвенные карты (масштаб 1:100000–1:300000) часто составляются в административных границах района или области. Они используются для планирования сельскохозяйственных мероприятий и мелиоративных работ: осушения, орошения, обводнения пастбищ, программ по борьбе

с эрозией, дефляцией, засолением почв, осуществляемых в границах данного административного или экономического района.

Мелкомасштабные почвенные карты (1:500000–1:1000000) позволяют увидеть наиболее общие закономерности распределения основных типов почв, выделить типы горизонтальной и вертикальной зональности почв, связанные с биоклиматической зональностью (или биомами).

Таксономические единицы, используемые в схемах почвенно-географического районирования, указаны в табл. 12.

Таблица 12

**Таксономические единицы почвенно-географического
районирования**

Для всей территории	
Почвенно-биоклиматический пояс	
Почвенно-биоклиматическая область	
Для равнин	Для гор
Почвенная зона (подзона)	Вертикальная почвенная структура (горная почвенная провинция)
Почвенная провинция	Вертикальная почвенная зона
Почвенный округ	Горный почвенный округ
Почвенный район	Горный почвенный район

Почвенно-биоклиматический пояс — это совокупность почвенных зон и горных почвенных провинций, объединенных общностью радиационных и термических условий (полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический). В пределах каждого почвенно-биоклиматического пояса выделяются почвенно-биоклиматические области, сформированные при сходных радиационных и термических условиях, но при значительных колебаниях увлажненности и континентальности, вызванных особенностями циркуляции атмосферы.

По степени континентальности области разделяются на океанические, континентальные и экстраконтинентальные, по характеру увлажнения – на гумидные, переходные (субгумидные и субаридные) и аридные.

Почвенная зона – это ареал зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв.

Горная почвенная провинция (или вертикальная почвенная структура) – это ареал определенного ряда взаимосвязанных вертикальных почвенных зон,

обусловленных положением горной страны (или ее части) в системе почвенно-биоклиматических поясов и областей и главными особенностями ее орографии. По своему таксономическому положению в системе районирования горная почвенная провинция аналогична почвенной зоне на равнинах.

Почвенная провинция – часть почвенной зоны, отличающаяся специфическими особенностями почв, связанными либо с различиями в увлажнении и континентальности (в широтных отрезках почвенных зон), либо с температурными различиями (в меридиональных отрезках почвенных зон). Каждая провинция отличается господствующими в ней видами, или фациальными подтипами, зональных почв с определенными агрохимическими свойствами. Выявление провинциальных различий в пределах почвенных зон имеет большое агрономическое значение. Так, ввиду неоднородности условий увлажнения и континентальности климата, в пределах черноземной зоны с запада на восток выделяется ряд провинций, которые имеют в основе почвенного покрова один и тот же тип чернозема, но характеризующийся постепенным уменьшением мощности гумусовых горизонтов, повышением содержания гумуса и азота и изменением их запасов, а также изменением гидротермического режима почв в связи с появлением на востоке сезонной мерзлоты. Все это сказывается на возможностях хозяйственного использования почв (например, вследствие неблагоприятных условий перезимовки озимых культур они заменяются яровыми).

Таким образом, в обособлении высших таксономических единиц почвенно-географического районирования, включая почвенную провинцию, проявляется главным образом различный энергетический уровень почвообразовательного процесса, определяемый преимущественно прямым и косвенным влиянием климатических (гидротермических) условий почвообразования.

В обособлении низших таксономических единиц почвенно-географического районирования – округов и районов – ведущую роль играют местные литолого-геоморфологические условия. Они определяют топографию почв, формируя определенные типы мезоструктуры почвенного покрова округов и районов.

Почвенный округ – это часть почвенной провинции, характеризующаяся определенным типом почвенных комбинаций, обусловленным особенностями рельефа и почвообразующих пород. В округе чередуется несколько типов мезоструктур почвенного покрова. Округа связаны в своем распространении с крупными морфоструктурными формами рельефа, имеющими тектоническую природу, следствием чего является единство истории развития почвенного покрова округа.

С точки зрения систематики почв почвенные округа характеризуются наличием особых родов (остаточно-карбонатные и др.) и разновидностей зональных почв или даже появлением литогенных или гидроморфных интразональных типов почв (дерновых, дерново-карбонатных, торфяно-глеевых и др.), обусловленных спецификой почвообразующих пород или грунтовых вод. С точки зрения структуры почвенного покрова с округами связаны качественно определенные типы почвенных комбинаций, поскольку их разнообразие определяется в первую очередь спецификой рельефа. С организационно-хозяйственной точки зрения с округами связаны направление и специализация хозяйства, типы севооборотов, система удобрений, набор сельскохозяйственных культур, система мелиорации и др.

В то время как почвенные округа качественно различаются между собой по составу и строению почвенного покрова, почвенные районы в пределах одного округа различаются в основном количественным варьированием тех родов, видов и разновидностей почв, которые свойственны округу.

Почвенный район – это часть почвенного округа, характеризующаяся закономерным чередованием одних и тех же (качественно и количественно) мезоструктур почвенного покрова. Выделение почвенных районов обусловлено главным образом специфическими чертами литологии почвообразующих пород. Однотипность структуры почвенного покрова района определяется однородностью условий почвообразования в его пределах и обеспечивает возможность однотипного хозяйственного использования его земельных фондов. Поэтому почвенный район является основной первичной единицей детального почвенного районирования.

Выделение всех перечисленных единиц почвенно-географического районирования базируется на основных законах географии почв: почвенно-биоклиматических поясов и почвенных зон – на законе горизонтальной зональности, почвенно-биоклиматических областей и почвенных провинций – на законе фациальности, почвенных округов и районов – на законе аналогичных топографических рядов почв.

Практическая работа 5. Работа с почвенными картами

Цель работы: познакомиться с основными закономерностями распространения почв. Научиться работать с почвенными картами разного масштаба. Оценить роль факторов почвообразования в формировании структуры почвенного покрова.

Задание 1

к Почвенной карте мира (масштаб 1:120 000 000)

- Выделить на карте мира и перечислить в тетради основные почвенно-биоклиматические пояса и области (см. рис. 21).
- Сравнить количество и состав почвенных поясов в Северном и Южном полушарии.
- Объяснить, чем вызваны различия в структуре почвенного покрова крупных таксономических единиц почвенно-географического районирования.

Задание 2

к Почвенной карте России (масштаб 1:25 000 000)

- Пользуясь почвенной картой России (масштаб 1:2500000), нанести на контурную карту типичные почвы (см. рис. 22):
 - тундровой и таежно-лесной зоны;
 - лесостепей и степей;
 - полупустынь и пустынь;
 - субтропиков.
- Дать письменный анализ распространению почв каждой зоны (обосновать роль факторов почвообразования в формировании и распространении конкретных типов и подтипов почв).
- Составить перечень почвенных зон территории России с указанием зональных типов и подзональных подтипов почв.
- Объяснить изменение ширины почвенных зон при движении с севера на юг и с запада на восток, связать их с биоклиматическими условиями.

Задание 3

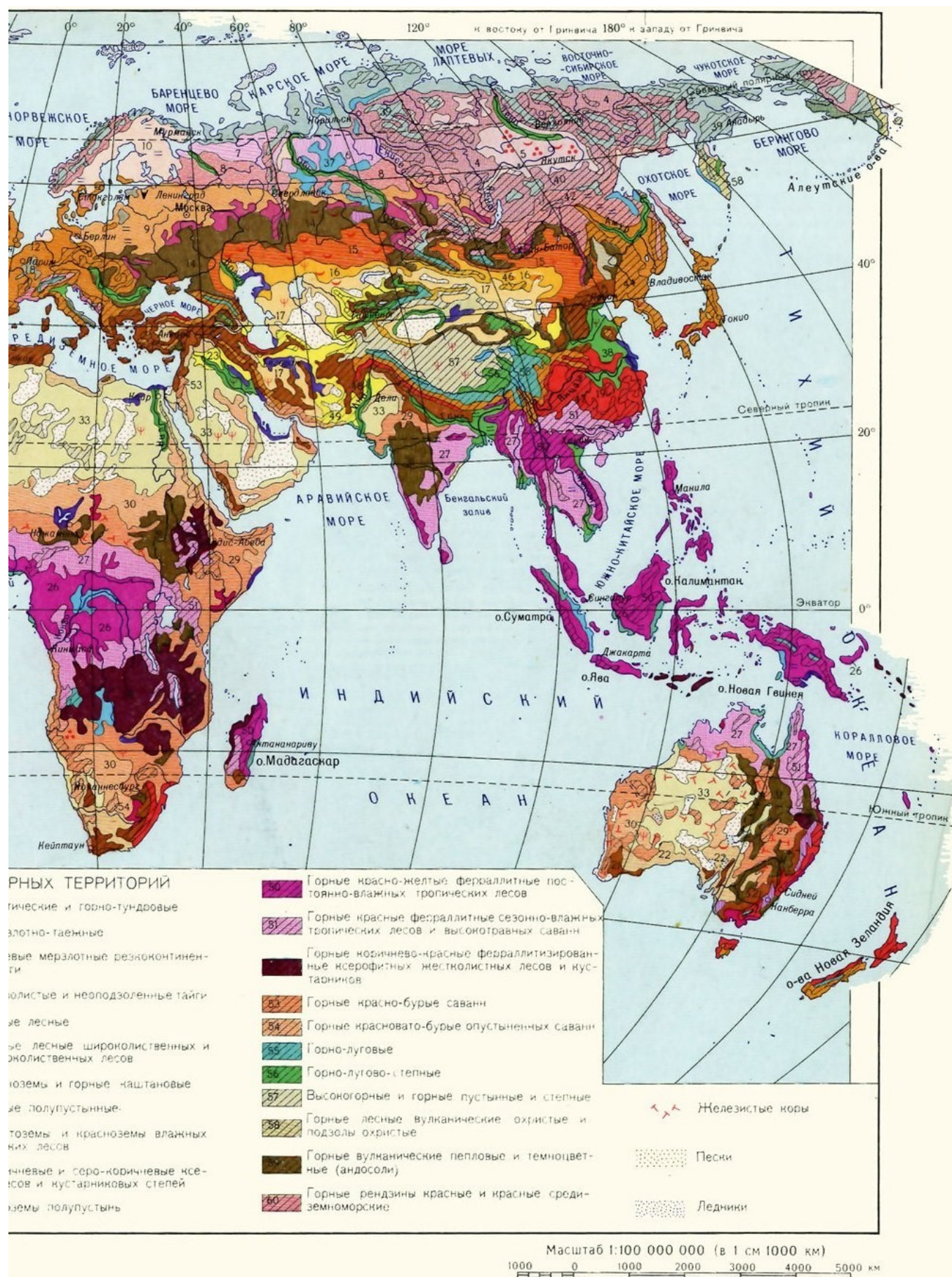
к Почвенной карте Пермского края (масштаб 1: 2 500 000)

- Описать, в пределах каких почвенных зон, подзон и округов расположена территория Пермского края (см. рис. 23).
- Назвать основные почвенные разности, входящие в состав почвенных зон, подзон и округов, расположенных на территории Пермского края.
- Соотнести различия в составе почвенного покрова зон, подзон и округов с факторами почвообразования.
- Перечислить виды возможного хозяйственного использования почв Пермского края.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Рис. 21. Почвенная карта мира



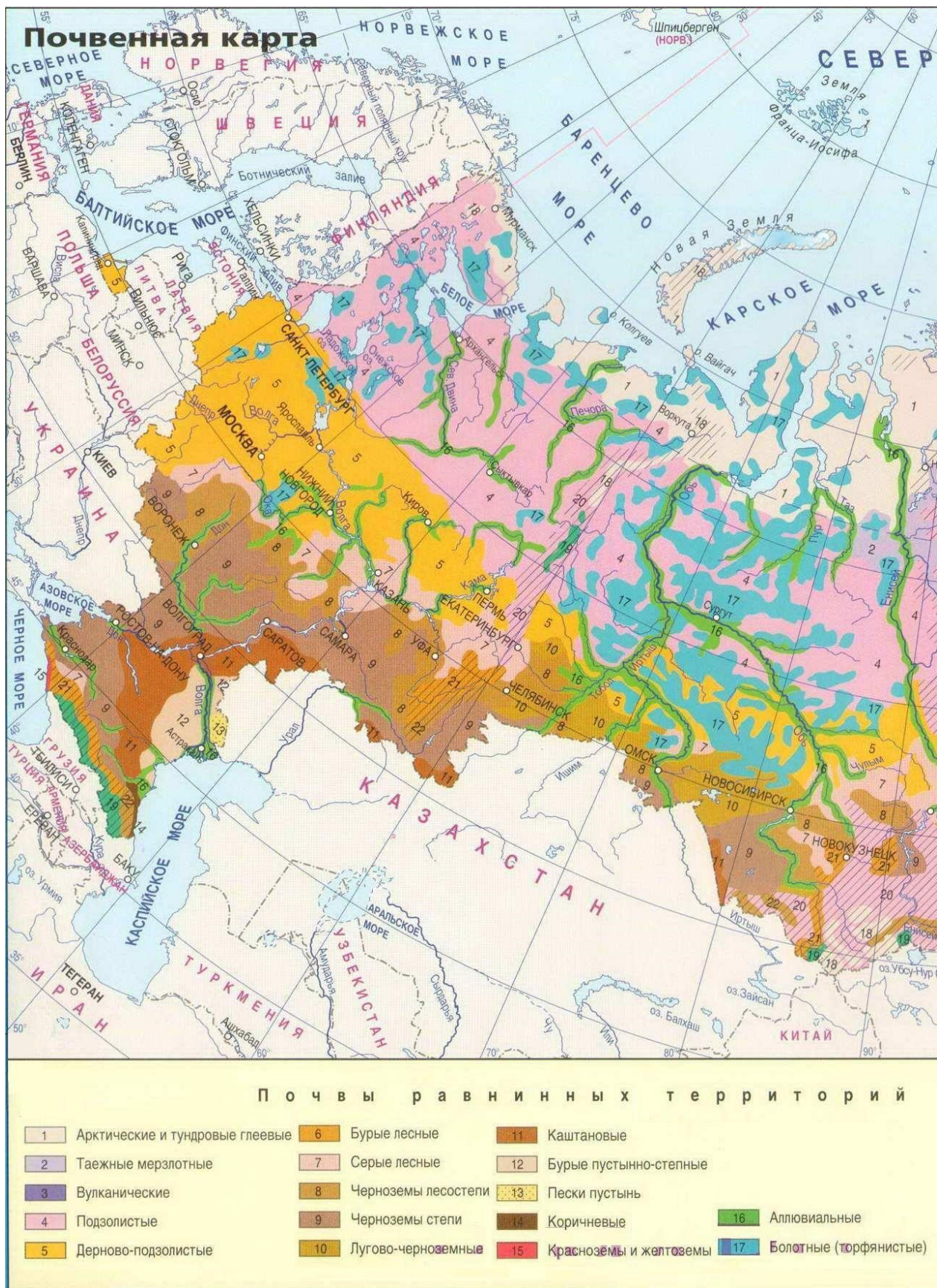
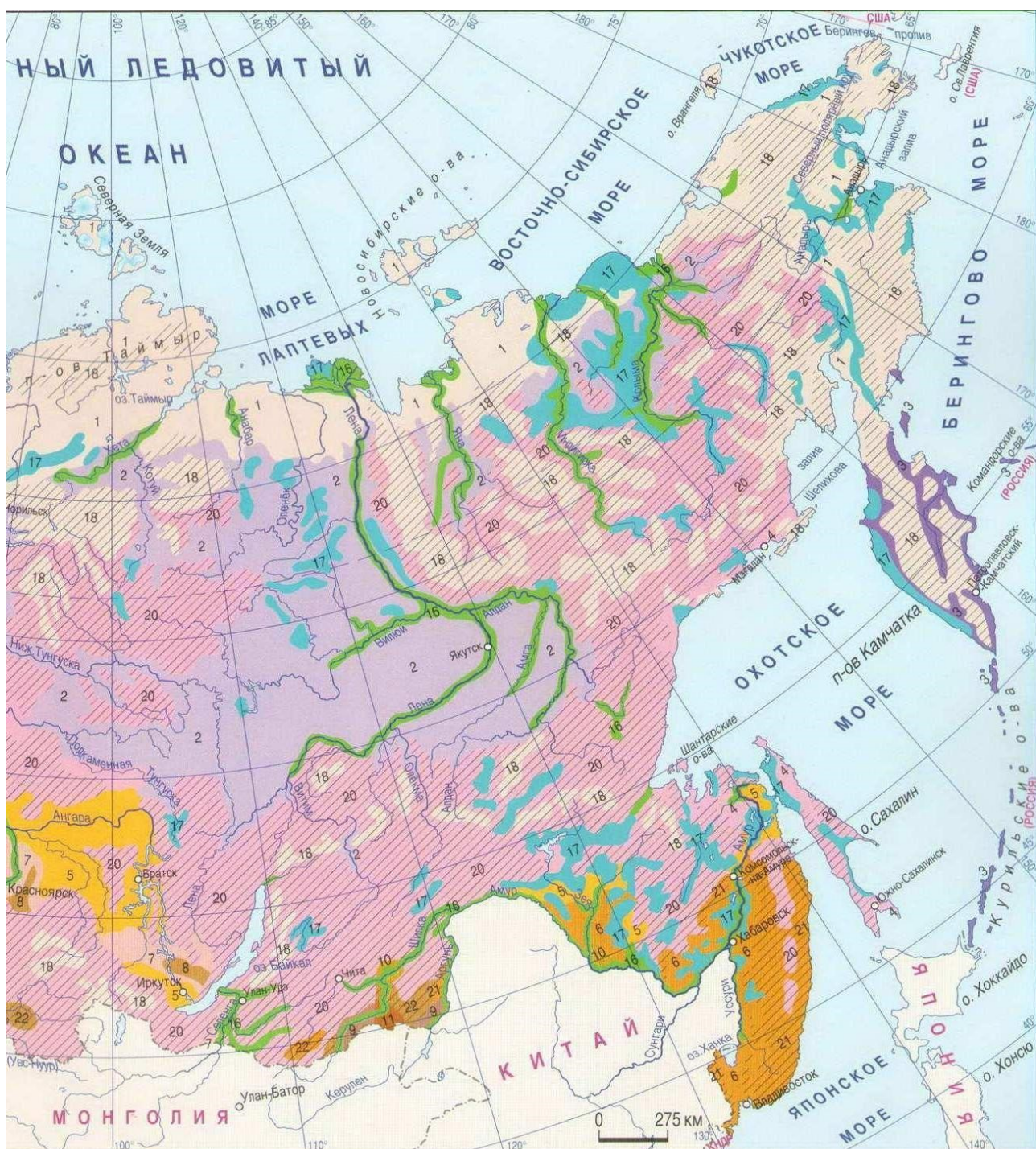
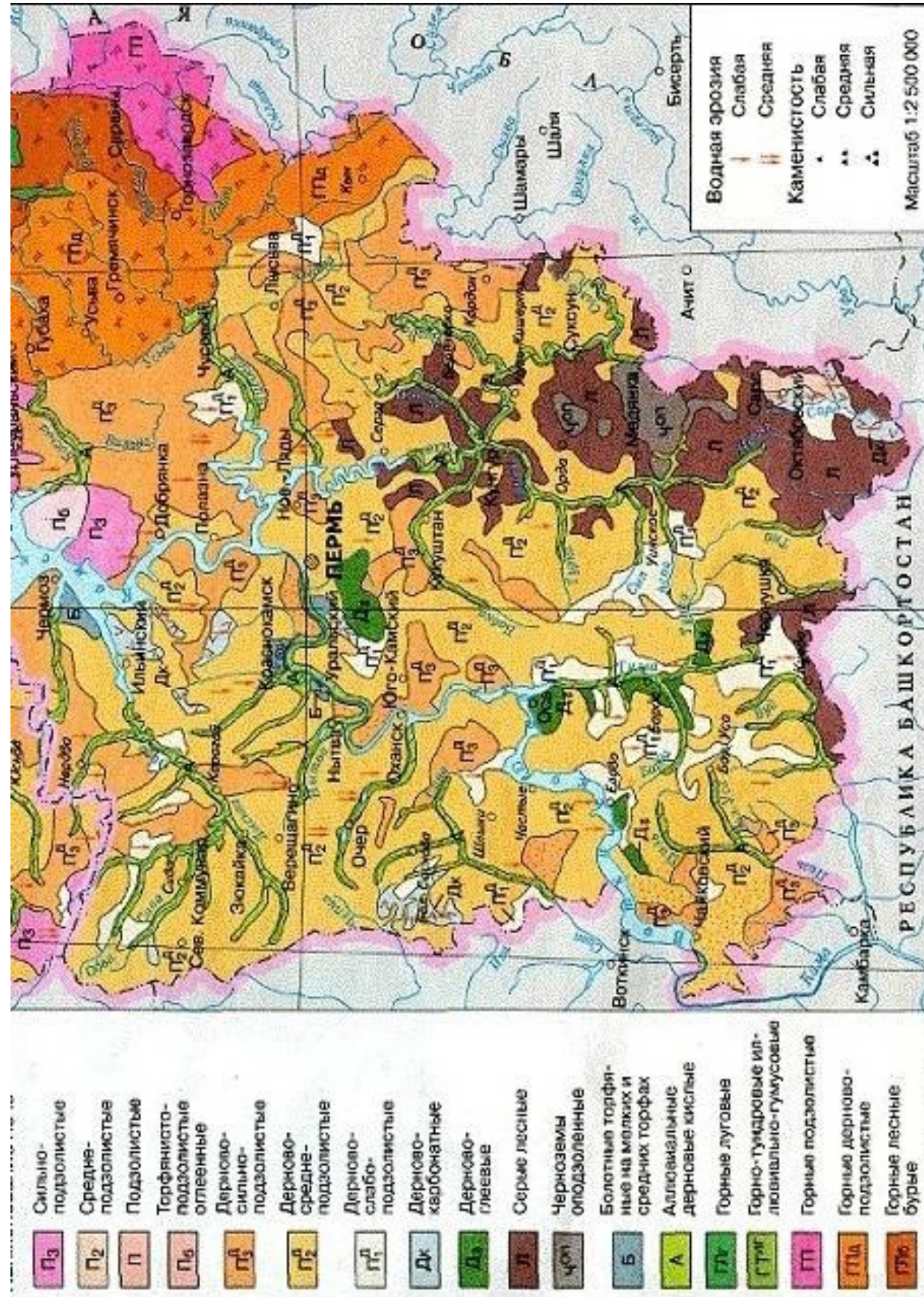


Рис. 22. Почвенная карта России



Почвы горных территорий

- 18 Горно-тундровые
- 19 Горно-луговые
- 20 Горно-таежные
- 21 Горно-лесные
- 22 Горно-степные



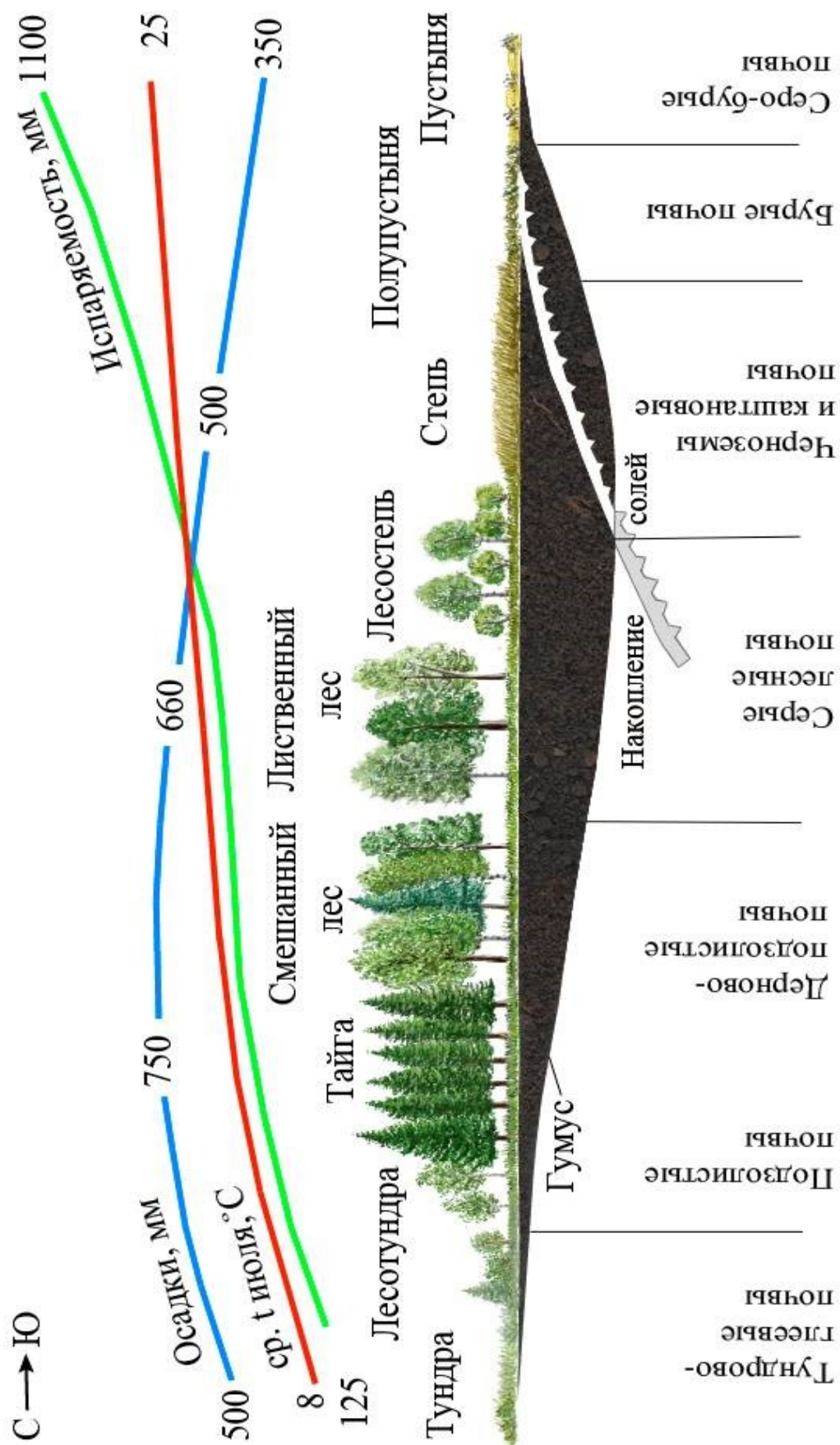


Рис. 24. Схема смены зональных типов почв

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белобров В.П., Замотаев И.В., Овечкин С.В.* География почв с основами почвоведения: учеб. пособие для студ. пед. вузов М.: Издательский центр ACADEMIA, 2004. 352 с.
2. *Вальков В.Ф., Елисеева Н.В., Имгрунт И.И., и др.* Справочник по оценке почв. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. 236 с.
3. *Геннадиев А.Н., Глазовская М.А.* География почв с основами почвоведения: учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 2005. 461 с.
4. *Герасимова М.И.* География почв России: учебник. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006. 312 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/13079> (дата обращения: 12.04.2020 г.).
5. *Добровольский Г.В.* География почв: учебник. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2006. 460 с.
6. *Классификация и диагностика почв России* / авт.-сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
7. *Полевой определитель почв.* М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
8. *Розанов Б.Г.* Морфология почв: учебник для высшей школы. М.: Академический Проект, 2004. 432 с.
9. *Учебная практика по географии почв: метод. разработки / сост. О.З. Еремченко.* Пермь: Издательство Пермского университета, 1995. 98 с.

Учебное издание

Составители:

Москвина Наталья Викторовна
Шестаков Игорь Евгеньевич

География почв мира

Учебное пособие

Редактор *Е. В. Шумилова*
Корректор *В. Е. Пирожкова*
Компьютерная верстка: *Н. В. Москвина, И. Е. Шестаков*
Фото: *И. Е. Шестаков*

Объем данных 8,30 Мб
Подписано к использованию 08.06.2020

Размещено в открытом доступе
на сайте www.psu.ru
в разделе НАУКА / Электронные публикации
и в электронной мультимедийной библиотеке ELiS

Издательский центр
Пермского государственного
национального исследовательского университета
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15