

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

Кафедра почвоведения и агрохимии

Е.Н. Кузин, Н.П. Чекаев, Е.Е. Кузина

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ



Пенза 2012

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

Кафедра почвоведения и агрохимии

Е.Н. Кузин, Н.П. Чекаев, Е.Е. Кузина

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по направлению
110400 – Агрономия

Пенза 2012

УДК: 631.4(075)
ББК 40.3(я7)
К89

Рецензент – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры растениеводства и лесного хозяйства
ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА» Е.В. Жеряков

Печатается по решению методической комиссии агрономического факультета от 19 декабря 2011 г., протокол № 8.

Кузин, Евгений Николаевич

К 89 Почвоведение с основами геологии: учебное пособие / Е.Н. Кузин, Н.П. Чекаев, Е.Е. Кузина – Пенза: РИО ПГСХА, 2011. – 171 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Почвоведение с основами геологии» для студентов, обучающихся по направлению 110400 – Агрономия. В учебном пособии установлена последовательность выполнения работ, позволяющая при рациональном использовании учебного времени приобрести теоретические знания и практические навыки по изучаемой дисциплине. Для закрепления пройденного материала предусмотрены семинарские занятия и разработана система вопросов и задач к самоконтролю, список основной литературы. В учебном пособии описывается почвенный покров Пензенской области и современное состояние сельскохозяйственных угодий. Приводится методика составления почвенных карт и картограмм.

© ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА», 2012

© Е.Н. Кузин,
Н.П. Чекаев,
Е.Е. Кузина, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение.....	5
1	Основы геологии.....	7
1.1	Качественный состав земной коры. Химические и физические свойства минералов. Состав и свойства горных пород.....	7
1.2	Геодинамические процессы, их роль в формировании горных пород, рельефа.....	23
2	Лабораторные методы исследования свойств почв.....	32
2.1	Подготовка образца почвы к анализу.....	32
2.2	Определение содержания гумуса в почве	34
2.2.1	Определение углерода гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова.....	34
2.3	Определение кислотности почв и потребности в известковании.....	36
2.3.1	Колориметрическое определение рН почвы.....	37
2.3.2	Потенциометрическое определение рН почвы.....	38
2.3.3	Величина рН и необходимость известкования почв.....	40
2.3.4	Определение гидролитической кислотности.....	41
2.3.5	Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО, потенциометрическим методом (ГОСТ–26212).....	43
2.3.6	Расчет доз извести.....	44
2.4	Определение суммы обменных оснований.....	45
2.4.1	Определение суммы обменных оснований методом Каппена-Гильковица.....	46
2.4.2	Вычисление степени насыщенности почв основаниями....	47
2.5	Задачи по разделу «Химические свойства почвы».....	49
2.6	Определение гигроскопической влажности	50
2.7	Определение гранулометрического состава почв методом М.М. Филатова	51
2.8	Определение агрегатного состава почвы и водопрочности почвенных агрегатов методом Н.И. Савинова.....	54
2.9	Определение общих физических свойств почвы.....	58
2.9.1	Определение плотности твердой фазы почвы пикнометрическим методом.....	58
2.9.2	Определение плотности почвы из рассыпного образца.....	60

2.9.3	Расчет общей пористости.....	62
2.9.4	Расчет пористости аэрации.....	63
2.10	Определение водно-физических свойств почвы.....	64
2.10.1	Определение капиллярной влагоемкости и скорости капиллярного поднятия воды.....	64
2.10.2	Определение наименьшей влагоемкости в рассыпном образце почвы.....	66
2.10.3	Расчет запасов воды в почве.....	68
2.11	Задачи по разделу «Физические свойства почвы».....	70
3	Морфологические признаки почв.....	72
4	Систематическое описание почв.....	83
4.1	Дерново-подзолистые почвы.....	83
4.2	Болотные почвы.....	84
4.3	Серые лесные почвы	87
4.4	Черноземные и лугово-черноземные почвы	90
4.5	Солончаки.....	99
4.6	Солонцы.....	102
4.7	Почвы пойм.....	109
5	Условия почвообразования и почвенный покров Пензенской области.....	114
5.1	Условия почвообразования.....	114
5.2	Характеристика почвенного покрова Пензенской области.	119
5.3	Современное состояние плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Пензенской области...	124
6	Почвенные карты и картограммы.....	130
6.1	Картографические основы для составления почвенных карт.....	130
6.2	Чтение форм и элементов рельефа по топографической карте.....	138
7	План семинарских занятий.....	145
	Словарь терминов и понятий.....	153
	Приложения.....	165
	Литература.....	170

ВВЕДЕНИЕ

Почвоведение – наука о почвах, их образовании (генезисе), строении, составе и свойствах; о закономерностях их географического распространения; о процессах взаимосвязи с внешней средой, определяющих формирование и развитие главного свойства почв – плодородия; о путях рационального использования почв в сельском хозяйстве и об изменении почвенного покрова в агрикультурных условиях.

Почвоведение как научная дисциплина оформилась в нашей стране в конце XIX столетия благодаря трудам выдающихся русских ученых В.В. Докучаева, П.А. Костычева, Н. М. Сибирцева.

Первое научное определение почвы дал В.В. Докучаев: «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых». Он установил, что все почвы на земной поверхности образуются путем «чрезвычайно сложного взаимодействия местного климата, растительности и животных организмов, состава и строения материнских горных пород, рельефа местности и, наконец, возраста страны», Эти идеи В.В. Докучаева получили дальнейшее развитие в представлениях о почве как о биоминеральной («биокосной») динамической системе, находящейся в постоянном материальном и энергетическом взаимодействии с внешней средой и частично замкнутой через биологический круговорот.

Основным свойством почвы является *плодородие* – способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной деятельности и создания *урожа*я. Именно это важнейшее качество почвы, отличающее ее от горной породы, подчеркивал В.Р. Вильямс, определяя почву как «поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений».

Разнообразие климатических условий, растительности, горных пород, рельефа, различный возраст отдельных территорий обуславливают и разнообразие почв в природе. Географические закономерности их распространения определяются сочетанием факторов почвообразования. Для земного шара и отдельных его материков эти

закономерности связаны с зональными изменениями климата и растительности и выражаются в развитии горизонтальной и вертикальной зональностей почв. Особенности почвенного покрова небольших территорий связаны, прежде всего, с влиянием рельефа, состава и свойств пород на климат почвы, растительность и почвообразование.

Вместе с тем, обладая свойством плодородия, почва выступает как основное средство производства в сельском хозяйстве. Используя почву как средство производства, человек существенно изменяет почвообразование, влияя как непосредственно на свойства почвы, ее режимы и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразование. Посадка и вырубка лесов, возделывание сельскохозяйственных культур изменяют облик естественной растительности; осушение и орошение меняют режим увлажнения и т. п. Не менее резкие воздействия на почву вызывают приемы ее обработки, применение удобрений и средств химической мелиорации (известкование, гипсование).

Как основное средство производства в сельском хозяйстве почва характеризуется следующими важными особенностями: незаменимостью, ограниченностью, неподвижностью и плодородием. Эти особенности подчеркивают необходимость исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботы о повышении плодородия почв.

Почвоведение является широкой естественнонаучной дисциплиной. Среди наук, с которыми соприкасается почвоведение, с одной стороны, необходимо назвать науки фундаментальные (физика, химия, математика), методами которых почвоведение широко пользуется, с другой, – естественные, сельскохозяйственные и экономические науки, с которыми почвоведение находится в состоянии постоянного теоретического обмена. К последним относятся: науки геолого-географического цикла (геология вместе с минералогией и петрографией, гидрогеология, физическая география, геоботаника, биогеоценология); науки агробиологического цикла (биология, микробиология, биохимия, агрохимия, физиология растений, растениеводство, земледелие, луговое хозяйство, лесоводство) и, наконец, науки аграрно-экономического цикла (политэкономия, сельскохозяйственная экономика, землеустройство и др.).

1 ОСНОВЫ ГЕОЛОГИИ

1.1 Качественный состав земной коры. Химические и физические свойства минералов. Состав и свойства горных пород

Размеры, строение и свойства Земли. Земля – одна из планет Солнечной системы. Она, как и другие планеты, имеет шарообразную форму. Однако Земля не точный шар, а несколько сплюснута в направлении полюсов. Такую форму называют *сфероидом*. Поскольку при изучении Земли учитывается не только ее сплюснутость, но и все крупные неровности рельефа (глубочайшие океанические впадины, высокие горные хребты), то эту истинную неправильную геометрическую форму Земли называют *геоидом*.

Наиболее глубокие впадины океанического дна лежат на глубине более 11 000 м ниже уровня моря (Марианская впадина); наиболее высокие горные вершины поднимаются над уровнем моря до 8882 м (Джомолунгма).

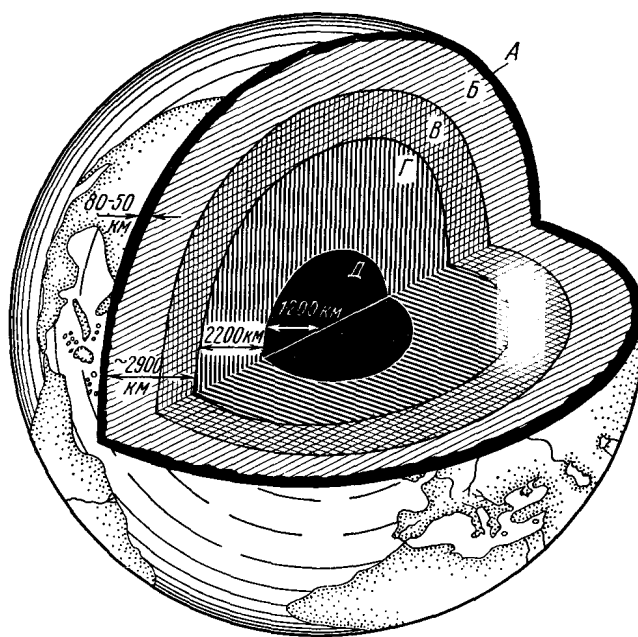


Рисунок 1 – Строение Земли

А – земная кора; Б – верхняя мантия; В – мантия;
Г – внешнее ядро; Д – внутреннее ядро

Геофизическими данными установлено, что Земля состоит из трех неоднородных по составу внутренних сфер неодинаковой тол-

щины (Рисунок 1): 1) земная кора – до глубины 50–70 км; 2) промежуточная оболочка, или мантия Земли, – до глубины 2900 км; 3) земное ядро, подразделяемое на внутреннее и внешнее, – от 2900 до 6380 км (Рисунок 2).

Земная кора покрыта прерывистой водной оболочкой, называемой гидросферой. Над ней залегает воздушная оболочка – атмосфера. Ниже приводятся основные данные о Земле.

Экваториальный радиус	6378,245 км
Полярный радиус	6356,9 км
Поверхность Земли	510 млн. км ²
Объем Земли	$1,08 \cdot 10^{12}$ км ³
Масса Земли	$5 \cdot 975 \cdot 10^{27}$ т
Масса гидросферы	$1,4 \cdot 10^{18}$ т
Масса биосферы	$5,0 \cdot 10^{12}$ т
Средняя плотность Земли	5,52 г/см ³
Средняя плотность поверхностных пород	2,7–2,8 г/см ³
Количество воды в морях	1370 млн. км ³
Количество льда на Земле	29 млн. км ³
Количество воды в реках, озерах	0,75 млн. км ³

Состав и строение сфер Земли. *Атмосфера* – газообразная сфера Земли. В приземных слоях атмосферы содержится 78,08% азота, 20,95% кислорода, 0,9% аргона, 0,03% углекислого газа; остальную часть составляют неон, гелий, водяной пар и пыль и др. Верхняя граница атмосферы не определена. Атмосфера переходит в межпланетное пространство постепенно.

В атмосфере выделяют три концентрические оболочки: тропосферу – до высоты 8–15 км, стратосферу (слоистую оболочку) – от 8–15 до 100 км и ионосферу.

Атмосферные агенты – солнечные лучи, атмосферное электричество, температурные колебания, ветер, содержащийся в атмосфере водяной пар – проводят огромную геологическую работу. Она проявляется в процессах разрушения горных пород, транспортировке продуктов разрушения и их накоплении.

Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, включающая океаны, моря, озера, реки и ледяные покровы.

Основную массу гидросферы составляют соленые воды океанов и морей; на пресные воды континентов приходится лишь 0,3% всей гидросферы. Из всех вод Земли пресной воды всего 3%, да и то, 2/3 ее пока недоступно человеку – это ледники.

Верхняя граница гидросферы намечается ясно: это поверхность океанов и морей. Нижняя граница более сложна и примерно совпадает с дном океанов и морей. Солей в гидросфере $5 \cdot 10^{16}$ т. Средняя соленость Мирового океана принимается равной 3,5%.

Море – чрезвычайно важный геологический агент в жизни Земли. Морская среда представляет мощный биохимический фактор, гигантское соляное месторождение. В море образовались многие горные осадочные породы и минералы (известняк, мел, нефть, фосфорит, глауконит, калийные соли). Морская вода – энергичный растворитель многочисленных горных пород и мощный фактор денудации.

Биосфера. Академик В.И. Вернадский назвал биосферу зоной жизни. В той или иной степени она представлена в атмосфере, гидросфере и земной коре.

Нижняя граница существования живых организмов определяется температурой и давлением. Жизнь на суше проникает на меньшую глубину, чем в океане, примерно на 2–3 км. В Тихом океане обнаружена разнообразная фауна даже на глубине около 11000 м. Это позволяет считать все глубины океана обитаемыми.

В состав организмов входит более 60 элементов. Академик А.П. Виноградов вычислил средний состав живого вещества суши. Оказалось, что организмы в основном состоят из О, Н, С, N, Са, Mg, К и т. д. – элементов, которые образуют твердые и газообразные соединения.

Роль организмов как концентраторов некоторых химических элементов весьма значительна: достаточно вспомнить концентрацию углерода в залежах торфа, угля, нефти; кальция и углерода – в известняках, меле; фосфора – в фосфоритах.

Велика также роль животных и растений в образовании почв, горных пород и различных полезных ископаемых.

Породообразующее значение таких животных организмов, как кораллы, фораминиферы, плеченогие, головоногие моллюски и другие, огромно.

Земная кора. При прохождении сейсмических (продольных и поперечных) волн в горных породах коры отчетливо выделяются два слоя, где резко изменяется скорость их распространения, – под материками на глубине 50–70 км и под океанами на глубине 3–10 км. Этот раздел, где скорость продольных упругих колебаний резко возрастает от 6,9–7,4, до 8,0–8,2 км/с, получил наименование *поверхности Мохоровичича* (или Мохо) – по фамилии югославского ученого, впервые установившего это явление. Резкое изменение скорости прохождения волн на определенных глубинах указывает на границы перехода между какими-то (ученые еще не установили какими именно) уплотненными породами, подтверждая их слоистое строение.

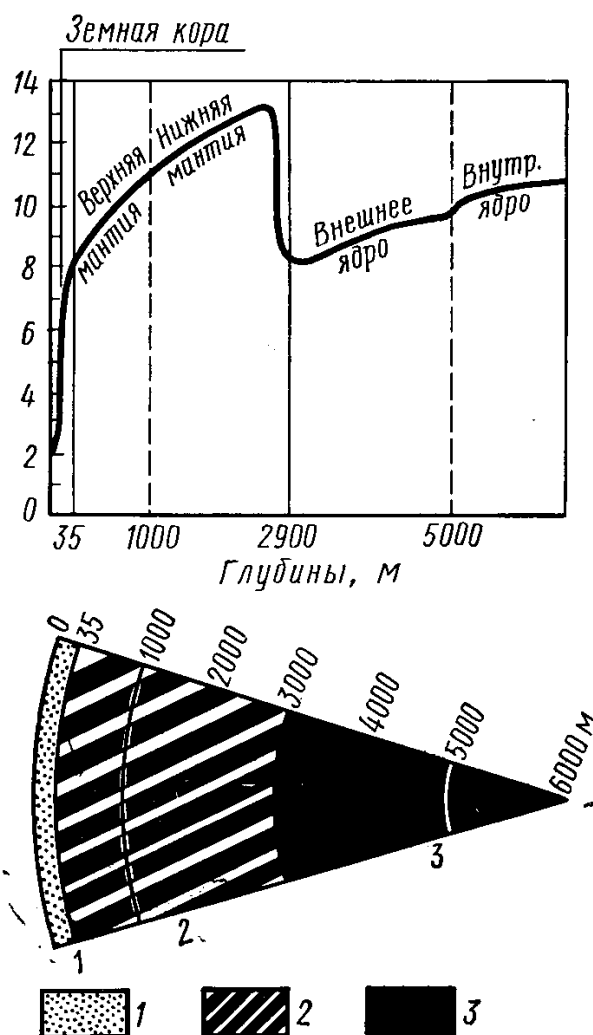


Рисунок 2 – Геосферы Земли, выделяемые по скоростям распространения продольных сейсмических волн:
1 – земная кора, 2 – мантия, 3 – ядро

По геофизическим данным, в земной коре выделяют три основных слоя (Рисунок 3):

1) *осадочный чехол*, состоящий из мягких слоистых пород со средней скоростью прохождения продольных сейсмических волн $V = 1,0-4,0$ км/с; 2) *гранитный слой* с $V = 5,5-6,9$ км/с; 3) «*базальтовый*» слой с $V = 6,1-7,4$ км/с.

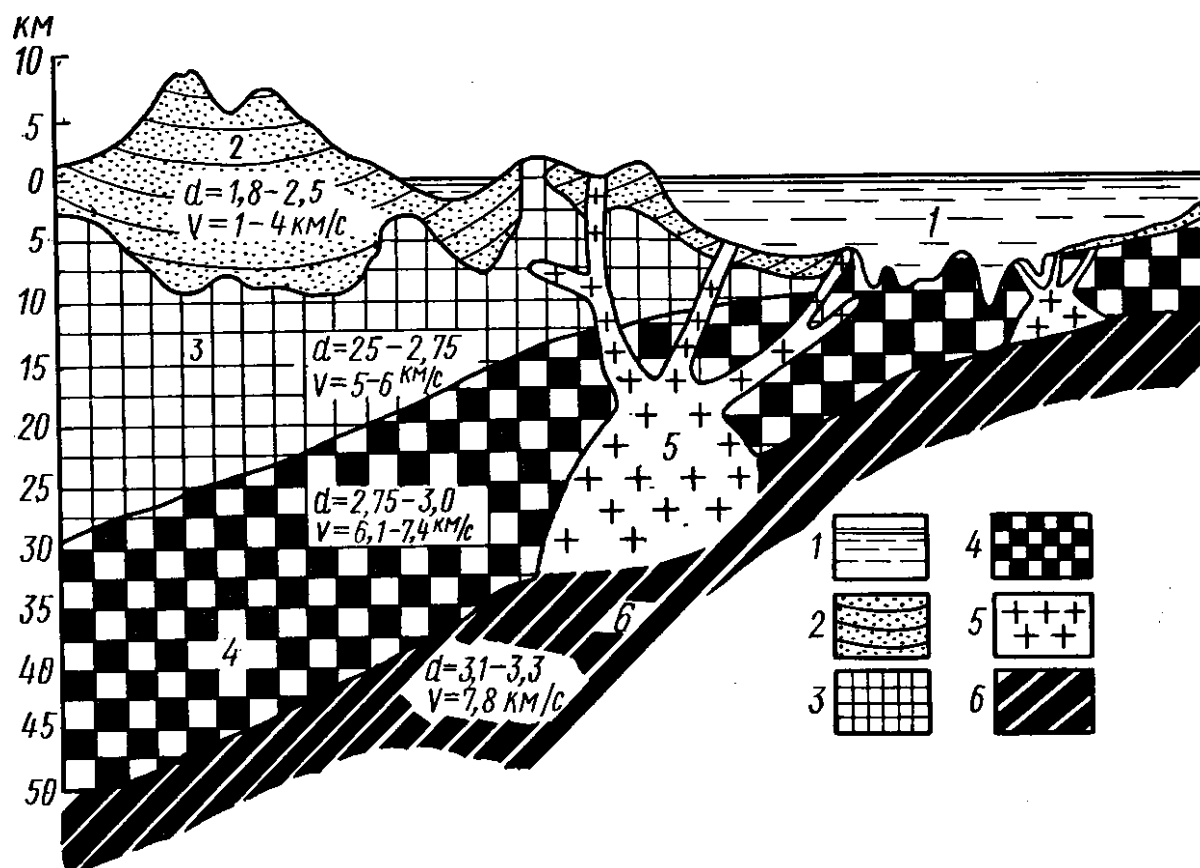


Рисунок 3 – Строение наружной сферы Земли:

1 – гидросфера, 2 – осадочные породы, 3 – гранитный слой, 4 – базальтовый слой, 5 – магматические очаги, 6 – верхняя мантия (подкорový субстрат); d – плотность, г/см³, V – скорость продольных волн, км/с

Осадочный слой, а иногда и гранитный, снаружи покрыт слоем почвы. Почвенный покров имеет ничтожную мощность: от 30 (зона тундры) до 160 см (зона черноземов). Образуется он в течение нескольких лет.

Первые два слоя имеют прерывистое залегание. Осадочный слой изучен неплохо, гранитный – слабее; «базальтовый» слой еще

не исследован совсем. Гранитный слой образован плотными породами – гнейсами, габбро, различными сланцами; «базальтовый» – очень плотными породами магматического и метаморфического происхождения. Граница между осадочным чехлом и гранитным слоем четкая, между гранитным и «базальтовым» – нечеткая.

Выделяют два типа земной коры: океанический и материковый. Кора материкового типа состоит из гранитного слоя мощностью до 35 км, прикрытого в отдельных участках (прогибах) осадочным чехлом мощностью до 15–20 км и более. В океанической коре гранитный слой отсутствует, земная кора состоит только из одного базальтового слоя, прикрытого тонким слоем (менее 1 км) донных осадков.

Мантия и ядро. Под материками на глубине 50–70 км залегает верхняя мантия ($V = 8,0\text{--}8,6$ км/с), предположительно состоящая из пород, близких по составу к дунитам, перидотитам с плотностью 3,0–3,3 г/см³.

Сплошной расплавленной оболочки внутри Земли нет. Предполагается, что в верхней части мантии в различных районах на неодинаковой глубине имеется слой максимальных температур, так называемая *астеносфера* – волновод, где происходит частичное расплавление вещества.

Химический состав ядра неясен. Одни считают (В.А. Магницкий), что внешнее ядро по составу силикатное, внутреннее – железное, другие – что материал ядра по химическому составу идентичен составу мантии, но что это вещество находится в особом, как бы «металлизированном» состоянии. Сверхвысокое давление (порядка $303 \cdot 10^6$ кПа) внутри ядра задерживает плавление, придавая веществам свойства тяжелых металлов. Вещество внешнего земного ядра по чувствительности к сотрясениям обладает свойствами жидкости и ведет себя по отношению к сейсмическим колебаниям как жидкое тело, т. е. не передает их, однако по твердости ядро близко к стали и по многим механическим свойствам соответствует кристаллическому состоянию материи. Внутреннее ядро находится в твердом состоянии.

Практическому изучению доступна лишь ничтожная часть Земли. Самые глубокие буровые скважины достигают глубины 9159 м, а рудники – только 3800 м. До этих глубин возможно непосредственное изучение минералов, горных пород, а также температуры

и давления. Из 89 известных на Земле химических элементов лишь 9 составляют основную часть земной коры (примерно 99 %). Эти же элементы преобладают в составе лунной коры и метеоритов (таблица 1).

*Таблица 1 – Химический состав земной и лунной коры
и метеоритов (массовые %)
(по Г. В. Войткевичу, 1971)*

Элементы	Земная кора	Лунная кора	Метеориты (в среднем)
Кислород	46,6	42,0	33,0
Кремний	27,7	21,0	47,0
Алюминий	8,13	4,8	1,1
Железо	5,00	13,0	28,6
Магний	2,09	4,8	13,8
Кальций	3,63	6,8	1,39
Натрий	2,83	0,44	0,68
Калий	2,59	0,17	0,10
Титан	0,44	6,0	0,08
Никель	0,006	0,02	1,68

При общих чертах сходства земной и лунной коры имеются большие принципиальные отличия; на Луне мало алюминия и калия, но много железа, титана и кальция.

По главным химическим элементам, содержащимся в коре, – кремнию и алюминию верхнюю оболочку называют *сиаль*. Граница между гранитным слоем и сплошным базальтовым получила название *раздела Конрада*.

В зависимости от химических и физических свойств в коре выделяют ряд поясов. В верхнем поясе земной коры происходят процессы выветривания, в том числе окисления, гидратации и почвообразования. Химический состав почв зависит от химического состава земной коры.

Ниже расположен пояс цементации, в котором температура и давление выше и вещество коры цементируется и уплотняется. Полагают, что отдельные участки этого пояса находятся в расплавленном состоянии.

*Вопросы для выполнения задания
и самостоятельной подготовки*

1. Что такое геология? 2. С какими науками геология тесно связана? 3. Назовите разделы геологии и покажите их значение для изучения почвоведения, основ земледелия, агрохимии. 4. Методы исследования в геологии. Что вы знаете об использовании искусственных спутников Земли и космических кораблей для получения новых данных о Земле? 5. Назовите оболочки геосферы, из которых состоит земля. 6. Схематично зарисуйте расположение геосфер. 7. Что представляет собой Земля (по форме)? 8. Что такое геоид? 9. Какие элементы имеют особо важное значение в составе литосферы? 10. Как распределены суша и море на поверхности Земли? 11. Чем отличается материковая кора от океанической?

Физические и химические свойства и формы нахождения минералов в природе. *Минералогия* (от лат. *minera* – руда) изучает свойства слагающих земную кору минералов и разнообразные процессы, приводящие к их образованию.

Минералами называют природные химические соединения или самородные элементы, возникающие в результате разнообразных физико-химических процессов, происходящих в коре и на ее поверхности.

Большинство минералов – вещества твердые (кварц, полевой шпат и др.), но есть жидкие минералы (ртуть, вода, нефть) и газообразные (углекислота, сероводород и др.). В этой книге описываются лишь твердые минералы.

По И. Костову (1971), из 2000 известных минералов сравнительно немногие имеют широкое распространение в природе. Эти минералы, а их всего около 50, входят в состав многочисленных горных пород, многие из них содержатся в почве, оказывают влияние на ее физико-химические свойства, в том числе и на плодородие. Эти минералы называют минералами почвенного скелета.

Строение и особенности кристаллов. Все минералы отличаются друг от друга по физическим свойствам и химическому составу. Твердые минералы встречаются в природе в большинстве случаев в виде кристаллов, т. е. веществ, обладающих кристаллической

структурой, в которой элементарные частицы (атомы, ионы или молекулы) расположены закономерно в узлах кристаллической решетки.

Кристаллы и кристаллические вещества изучает наука *кристаллография*.

Кристаллы часто имеют форму различных многогранников – кубов, призм, пирамид, тетраэдров, октаэдров и т. д.

Некоторые вещества характеризуются беспорядочным расположением частиц (молекул, атомов и ионов), т. е. отсутствием кристаллического строения. Такие вещества называют *аморфными* (стекло и др.). Аморфное состояние неустойчиво и с течением времени переходит в кристаллическое. Аморфный кремнезем – опал – имеет тенденцию к кристаллизации (переходит в кварц).

Дисперсные системы, состоящие из мельчайших тонкораспыленных частиц диаметром от 10^{-4} до 10^{-6} мм, получили название *коллоидов*. Таковы некоторые твердые природные гели, в которых дисперсионная среда (вода) занимает пространство между коллоидными частицами, например опал.

Физические свойства (твердость, теплопроводность, силы сцепления) аморфных веществ подобны свойствам жидкостей; они во всех направлениях одинаковы – аморфные вещества не обладают анизотропностью физических свойств.

Минералы, кристаллическое строение которых обнаруживается под микроскопом, называют скрытокристаллическими, их типичный представитель – халцедон. Кристаллические вещества обладают однородностью химического состава во всех частях кристалла или кристаллического индивидуума (например, зерна), а также способностью самоограняться, т. е. образовывать многогранники.

Каждый минерал обладает определенным химическим составом и имеет характерное для него внутреннее строение, от которого зависят его внешняя форма и свойства. Методы изучения и определения минералов весьма обширны: визуально или макроскопически минералы определяют в полевой обстановке по цвету, блеску, твердости, форме и т. п. Нередко в полевой обстановке используют и наиболее простые качественные реакции, частично с применением паяльной трубки.

При камеральной обработке собранных в поле образцов минералов и горных пород в лабораториях применяются точные методы: определяются оптические константы минералов, изучаются их кристаллографические свойства, радиоактивность, люминесценция, пьезоэлектрические и магнитные свойства, детально исследуется химический состав минералов при помощи химического и физического анализа, а также используются рентгеновский и различные термические методы.

Изоморфизм. Под изоморфизмом понимают способность элементов заменять друг друга в химических соединениях родственного состава. В этом случае кристаллическая решетка данного вещества допускает замену одних компонентов (например, Mg^{2+}) другими (например, Fe^{2+}). Два вещества могут заменять друг друга в том случае, если они обладают аналогичной химической формулой и соответственные ионы обоих веществ имеют одинаковые по знаку заряды, а размер ионов и степень поляризации их близки. Так, ионный радиус $\text{Mg}^{2+} - 0,75 \cdot 10^{-10}$ м, $\text{Fe}^{2+} - 0,79 \cdot 10^{-10}$ м, $\text{Fe}^{3+} - 0,67 \cdot 10^{-10}$ м, $\text{Al}^{3+} - 0,57 \cdot 10^{-10}$ м.

Изоморфные, смеси широко распространены в природе, например Mg_2SiO_4 – форстерит и Fe_2SiO_4 – фаялит. Их изоморфная смесь представляет собой минерал оливин, широко встречающийся в природе: $m \text{Mg}_2\text{SiO}_4$ и $n \text{Fe}_2\text{SiO}_4$. Все три минерала (форстерит, фаялит и оливин) кристаллизуются в ромбической сингонии.

Изоморфные замещения играют большую роль в образовании минералов и важны для формирования почв, в частности их минерального состава и плодородия.

Полиморфизм. Под этим явлением понимается способность одинаковых по химическому составу веществ образовывать различные структуры. Примерами полиморфных веществ могут быть алмаз (С – кубическая сингония) и графит (С – гексагональная сингония), пирит (FeS_2 – кубическая) и марказит (FeS_2 – ромбическая сингония). Очень трудно подыскать в природе пример столь большого отличия, какое существует между алмазом и графитом – двумя полиморфными модификациями углерода. Алмаз – самый твердый минерал (твердость 10), прозрачный, с сильным блеском, спайность совершенная, плохой проводник электричества; графит – мягкий, землистый (твердость 1–2), непрозрачный, черный, блеск ме-

талловидный, спайность весьма совершенная, хороший проводник электричества.

Псевдоморфизм. Псевдоморфозы возникают в результате замещения одного минерала другим с сохранением внешней формы замещаемых кристаллов или при последующем заполнении пустот, образовавшихся при выщелачивании минералов.

Различают псевдоморфозы *превращения, вытеснения и выполнения*. В первом случае минерал, слагающий псевдоморфозу, сохраняет часть элементов, входящих в состав замещенного минерала (например, псевдоморфозы лимонита по пириту). Лимонит в поверхностных условиях нередко встречается в виде хорошо образованных кристаллов – кубов и других многогранников. Эти формы ложные и представляют псевдоморфозы лимонита по пириту. Пирит (FeS_2) постепенно переходит в лимонит ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$), при этом состав изменяется, а внешняя форма, характерная для пирита, сохраняется. Известны также псевдоморфозы лимонита по сидериту и т. д.

Псевдоморфозы выполнения образуются в результате заполнения новым веществом пустоты, образовавшейся в результате выщелачивания какого-либо минерала.

Образование минералов, горных пород и полезных ископаемых. Минералы образуются в разнообразных физико-химических и термодинамических обстановках. Но каждый конкретный минерал образуется только при определенной температуре, давлении, концентрации минерального вещества, поэтому и устойчив он только в определенных условиях, близких к тем, в которых он образовался. В другой обстановке минералы постепенно разрушаются, перерождаются, образуют разновидности или даже совершенно новые минеральные образования, устойчивые в новых условиях. Новые соединения, возникающие в горных породах при различных геологических процессах и производственной деятельности человека, влияют на плодородие почв. Сами горные породы при этом испытывают большие физические и химические изменения.

По условиям происхождения все минералы и горные породы подразделяют на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматическое происхождение. Образование магматических пород и минералов происходит при высокой температуре и обычно

большом давлении. Вследствие расплавления пород за счет радиогенного тепла в небольших обособленных очагах на различных глубинах образуется *магма* – тестообразный расплав сложного силикатного состава, содержащий различные газы, пары воды и горячие водные растворы.

Расплав состоит из следующих условных компонентов – соединений SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , MgO , CaO , FeO , Fe_2O_3 газов HF , HCl , H_2S , CO , CO_2 , летучих соединений B , F , S .

Осадочное (экзогенное) происхождение пород и минералов. Осадочный процесс породообразования называют *осадочным литогенезом*. В самой общей схеме этот сложный процесс протекает примерно так: выветривание → перенос → отложение (образование осадка) → диагенез (образование осадочной горной породы). Образовавшиеся таким путем минералы, горные породы и полезные ископаемые называют *осадочными*.

Осадконакопление (седиментация) происходит в поверхностных частях земной коры (как в морях, так и на суше) и на самой поверхности при невысоких температурах и давлении, близком к атмосферному, под влиянием физико-химических агентов атмосферы, гидросферы, земной коры и жизнедеятельности организмов.

Осадки могут быть *обломочного, химического и биогенного* происхождения.

1. Обломочные породы образуются в результате механического выветривания существовавших ранее горных пород; процесс происходит как на суше – поверхности материков, так и в водной среде, где откладывается разнообразный материал.

2. Химические осадки образуются вследствие кристаллизации и: водных растворов: а) при испарении грунтовые растворы из почв и под почв с образованием солей сульфатов, галоидов, карбонатов в виде выцветов и налетов, б) при выпадении солей в результате испарения вод из мелких озер, лагун.

3. Биогенные осадки образуются при разрушении остатков животных, например кораллов (известняки), при разрушении остатков растительного вещества (различные угли).

Метаморфическое происхождение пород и минералов. *Метаморфизмом* (греч. *metamorpho* – преобразуюсь, превращаюсь) называют сложный физико-химический процесс глубокого изменения, перерождения и перекристаллизации уже готовых минералов и

горных пород с сохранением их твердого состояния без заметного расплавления. Процессы метаморфизма происходят на глубине, где существуют высокие (от 100–200 и до 800 °С) температуры и большое давление (до $152 \cdot 10^3$ кПа). Здесь осуществляется внедрение магматических расплавов, газов и водяных паров.

Систематика минералов. Минералы представляют собой природные химические соединения, имеющие определенные физические свойства, форму и характеризующиеся весьма своеобразными условиями образования, или генезисом.

До последнего времени наибольшее распространение имела Классификация минералов, в основу которой был положен химический состав анионной части соединения.

Все минералы систематизируются по химическому составу, что в известной степени предопределяет их особенности и некоторые свойства. Выделяются девять классов: 1) силикаты, 2) карбонаты, 3) нитраты, 4) сульфаты, 5) фосфаты 6) окислы и гидроокислы, 7) галоиды, 8) сульфиды, 9) самородные элементы. Эти классы подразделяются на подклассы и группы.

Породообразующие минералы. Из числа описываемых минералов только немногие широко распространены и входят в состав различных горных пород. Эти главнейшие минералы земной коры называют *породообразующими*.

По генетическому признаку породообразующие минералы подразделяются на первичные и вторичные. К первичным относятся минералы, образовавшиеся при формировании горной породы (полевые шпаты, кварц, роговые обманки и пироксены, слюды, оливин, авгит). К вторичным – образовавшиеся в процессе химического видоизменения или разрушения горной породы. Примерами вторичных минералов могут служить каолинит, развившийся по калиевому полевому шпату, серицит и альбит, образовавшиеся при разложении плагиоклазов.

В почвах присутствуют как первичные минералы (полевые шпаты, слюды, оливин, роговая обманка, авгит, кварц, апатит), так и вторичные. Общее число минералов, содержащихся в почвах и почвообразующих породах, исчисляется сотнями, но наиболее часто встречается 50-60 минералов.

Особое внимание следует обратить на вторичные минералы, так как от них зависят многие свойства почвы.

Вторичные минералы почв и почвообразующих пород представлены водорастворимыми минералами (кальцит, магнезит, доломит, сода, гипс, мирабилит, галит), аморфными водными окислами марганца, железа, алюминия, кремния (пирролюзит, лимонит, гематит, магнетит, гиббсит, бемит, опал, халцедон) и глинистыми минералами-алюмосиликатами (монтмориллонит, нонтронит, бейделлит, каолинит, галлуазит, диккит, гидрослюда).

Агрономические руды. Это понятие введено в науку в 1914 г. Я.В. Самойловым. Под ними понимают минералы и горные породы, которые применяют в сельском хозяйстве для улучшения плодородия почв и повышения урожайности различных культур. Обычно это фосфатные, калийные, известняковые и некоторые другие соединения.

Форма записи результатов

№№ п/п	Класс	Название мине- ралов	Химический со- став
1.	Силикаты		
2.	Карбонаты		
3.	Нитраты		
4.	Фосфаты		
5.	Сульфаты		
6.	Галоиды		
7.	Сульфиды		
8.	Окислы и гидроокислы		
9.	Самородные элементы		

Вопросы для выполнения задания и самостоятельной подготовки

1. Что представляют собой минералы? 2. Как образуются минералы? 3. Перечислите физические свойства минералов. 4. Что понимают под изоморфизмом? 5. Что понимают под псевдоморфизмом? 6. Как классифицируются минералы по условиям происхождения? 7. Какие минералы и горные породы называются агрономическими рудами?

Состав и свойства горных пород. *Горными породами* называются закономерные скопления минералов, образующие геологические более или менее самостоятельные тела. Эти естественные скопления минеральных агрегатов изучает *петрография*. Она исследует минеральный состав пород, их строение, сложение, условия залегания, распространение, происхождение и образование полезных ископаемых.

Классификация горных пород. По условиям образования все горные породы подразделяют на три группы: магматические, осадочные и метаморфические.

Магматическими называют породы, образовавшиеся при застывании сложного силикатного расплава (магмы) в недрах Земли или на ее поверхности.

Осадочными считают породы, возникшие в условиях поверхностной температуры и давления из продуктов разрушения любых пород, выпавших в осадок на поверхности Земли или на дне моря без участия или при посредстве организмов.

Метаморфические – это магматические и осадочные породы, видоизмененные (перекристаллизовавшиеся) под влиянием высокой температуры, большого давления и физико-химических условий.

Примерно до глубины 16 км соотношение между этими породами ориентировочно такое: 60% – магматические породы, 32% – метаморфические и только 8% – осадочные. Отложения поверхности Земли на 75% сложены рыхлыми слоистыми породами осадочного происхождения. Среди них наиболее распространены глины и глинистые сланцы – 83%, на долю песчаников и известняков приходится 17%. Эти породы для агрономов представляют наибольший интерес, так как в большинстве случаев являются материнскими породами для почв.

Породы изучаются с различных точек зрения: как месторождения полезных ископаемых – руд, угля, нефти, солей и подземных вод; в инженерной геологии – как основания, среда и материал для строительства различных сооружений (в этом случае породы называют грунтами), в почвоведении – как почвообразующие породы.

Строение и сложение, физико-химические свойства и условия залегания пород определяют ряд их важных агрономических и инженерных особенностей: поведение при засолении и заболачива-

нии почв, устойчивость при процессах эрозии, выветривании, прочность при гидротехническом строительстве и т. д.

Осадочные породы формируются из осадков, возникших в результате переноса и механического отложения в водной и воздушной среде, продуктов физического и химического выветривания, химического осаждения растворенных веществ и жизнедеятельности организмов.

В настоящее время осадочные породы принято делить на три группы: обломочные, глинистые, химические (хемогенные) и органические.

Дальнейшее подразделение внутри этих групп проводится по вещественному составу.

*Вопросы для выполнения задания
и самостоятельной подготовки*

1. Что понимают под горной породой? 2. Какие горные породы называют сложными (полиминеральные)? 3. Какие горные породы называют простыми (мономинеральные)? 4. На какие группы делят горные породы по происхождению? 5. Как подразделяются породы по условиям залегания? 6. Какие горные породы являются первичными по своему происхождению? 7. Какие породы являются вторичными по своему происхождению? 8. Какие породы называются магматическими? 9. На какие группы делятся магматические горные породы по условиям образования? 10. Как делятся магматические породы по содержанию кремнезема? 11. На какие группы делятся осадочные горные породы по условиям образования? 12. Охарактеризуйте условия образования каждой из этих групп. 13. При каких условиях образуются метаморфические горные породы? 14. Перечислите почвообразующие породы.

Оборудование и материалы. Коллекция минералов, образцы без этикеток, шкала твердости Мооса, фарфоровые неглазурованные пластинки (для определения цвета черты минералов), нож, молоток, набор образцов горных пород.

1.2 Геодинамические процессы, их роль в формировании горных пород, рельефа

Динамическая геология – наука о геологических процессах, изменяющих состав, строение и лик Земли. Она исследует перемещение пород в земной коре, изучает все современные процессы, обусловленные энергией, возникающей в недрах Земли, энергией Солнца, а также деятельностью человека.

На поверхности Земли и в ее недрах протекают геологические процессы, которые принято делить на две большие группы по источникам энергии: 1) эндогенные и 2) экзогенные.

Экзогенные процессы возникают в результате внешнего воздействия на земной шар (атмосферы, гидросферы, биосферы) и проявляются на его поверхности. Они в основном порождены тепловой энергией Солнца, поступающей на землю и трансформированной в другие виды энергии.

Эндогенные процессы проявляются при воздействии внутренних сил Земли на твердую оболочку. Они обусловлены той энергией, которая накапливается в недрах Земли: радиоактивное тепло Земли, которое выделяется в результате распада радиоактивных элементов, энергия гравитационного уплотнения вещества Земли и, возможно, ротационная энергия, связанная с вращением Земли вокруг оси.

К эндогенным процессам относятся: магматизм, метаморфизм, тектонические движения земной коры (эпейрогенез и орогенез) и землетрясения.

Магматизмом называют совокупность явлений, связанных с движением магмы к поверхности Земли. В зависимости от характера движения магмы и места ее застывания магматизм разделяют на эффузивный (или вулканизм) и интрузивный (или плутонизм).

Почвы почти всей территории южной Италии, Новой Зеландии, Центральной Америки, Чили, Перу формируются под влиянием древнего и современного вулканизма. Поэтому в почвах этих районов наблюдаются десятки и сотни горизонтов погребенных почв. Свежие вулканические осадки как бы «омолаживают» почву, обогащают ее первичными минералами и соединениями микроэлементов. Вулканические почвы обладают устойчивым высоким плодородием.

При интрузивном магматизме (плутонизме) магма внедряется в земную кору, не достигнув поверхности Земли, немедленно застывает, образуя разнообразные по форме магматические тела-интрузии (батолиты, штоки, лакколиты, факолиты, лополиты, хонолиты).

Магматическая деятельность является основной причиной возникновения горного рельефа.

Процессы изменения и преобразования горных пород, происходящие внутри Земли, были названы метаморфизмом. При изучении этого процесса обратите внимание на причины и основные виды метаморфизма, среди которых выделяют контактовый метаморфизм, региональный и динамометаморфизм.

Тектоническими движениями называют перемещения вещества земной коры под влиянием процессов, происходящих в недрах Земли (в мантии, в глубоких и верхних частях земной коры).

Тектонические движения земной коры создают в течение длительного времени основные формы земной поверхности горы и впадины.

Выделяют два типа тектонических движений: складчатые и разрывные, или *орогенические* (создающие горы), и колебательные, или *эпейрогенические* (создающие континенты).

Все тектонические движения взаимно связаны, складчатые и разрывные движения могут переходить друг в друга, в результате их действия в земной коре происходят землетрясения, с ними связано формирование месторождений многих полезных ископаемых (нефть, каменный уголь и др.).

Колебательные (эпейрогенические) движения – наиболее распространенная форма тектонических движений. Это медленные вековые поднятия и опускания, которые постоянно испытывает земная кора.

Вековые колебательные движения имеют большое значение в жизни человечества. Постепенное повышение уровня суши меняет топографическую, гидрологическую, геохимическую обстановку почвообразования, приводит к усилению процессов эрозии, выщелачивания, появлению новых форм рельефа. Опускание суши ведет к накоплению механических, химических, биогенных осадков, заболачиванию местности.

В результате разрушения горных пород образуются различные продукты выветривания: подвижные, которые уносятся под влиянием силы тяжести, плоскостного смыва, и остаточные, которые остаются на месте разрушения и называются *элювием*.

Элювий представляет собой один из важных генетических типов континентальных отложений. Элювиальные образования, слагающие самую верхнюю часть литосферы, называются *корой выветривания*.

В результате выветривания горные породы подвергаются глубоким физическим и химическим изменениям и приобретают ряд новых свойств, благоприятных для жизни растений (воздухопроницаемость, водопроницаемость, скважность, влагоемкость, поглотительную способность, запас доступных организмам зольных элементов питания).

Непосредственно на рельеф выветривание оказывает небольшое влияние, но процессы выветривания разрушают горные породы, облегчая тем самым воздействие на них агентов денудации.

Деятельность ветра состоит из процессов дефляции (выдувание и развевание), корразии (обтачивание) переноса и аккумуляции (отложение).

Деятельность поверхностных текучих вод (флювиальные процессы). Сочетание процессов эрозии и аккумуляции и определяет образование форм эрозионного и аккумулятивного рельефов (Рисунок 5).

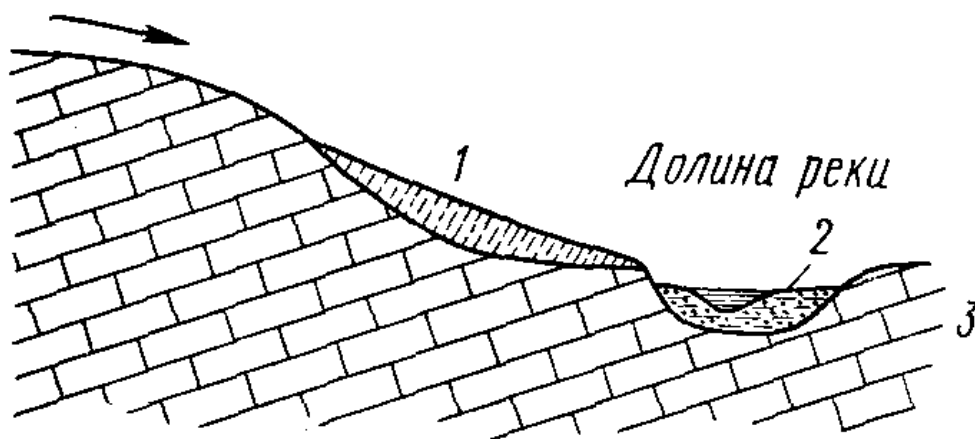


Рисунок 5 – Образование делювия: 1 – делювий, 2 – аллювий, 3 – коренные породы

Временные потоки в виде неруслового стока (плоскостного смыва) переносят материал по склону и приводят к образованию делювиальных и пролювиальных отложений, являющихся своеобразным генетическим типом континентальных отложений.

Плоскостной смыв может легко перейти в линейный там, где на склонах появились неровности, нарушен растительный покров, в грунтах имеются трещины. Стекающие воды, собираясь в понижениях, задерживаются и размывают грунт. На месте начинающегося размыва сначала образуется рывтина, затем промоина и, наконец, овраг.

В отличие от временных потоков, реки являются постоянными русловыми потоками. Реки постоянно совершают не только эрозионную работу, но и работу по переносу и отложению материала (Рисунок 6).

Пойма, террасы, коренные берега и долина в целом представляют собой результат миграции речного русла в плане и в вертикальном направлении. Направление смещения и его интенсивность целиком определяются положением базиса эрозии, тектоническими движениями и гидрологическим режимом водотока, зависящего от климата.

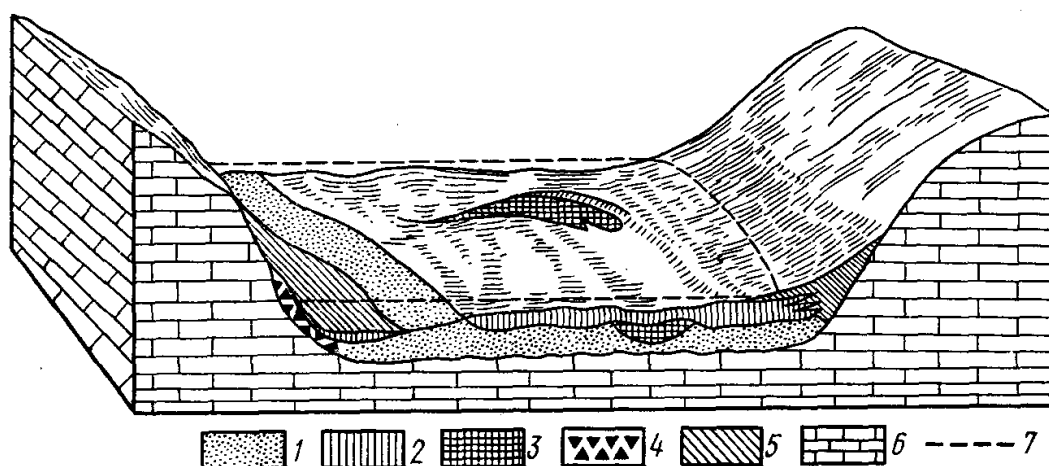


Рисунок 6 – Схема строения аллювия равнинной реки:

*1 – русловой аллювий, 2 – пойменный аллювий,
3 – старичный аллювий, 4 – осыпи, 5 – делювий,
6 – коренные породы, 7 – уровень паводковых вод*

В зависимости от преобладания в рельефе тех или иных форм принято различать морфологические типы флювиального

рельефа (овражный, балочный, долинный), их сочетания (овражно-балочный, овражно-балочно-долинный) и динамические типы флювиального рельефа (эрозионный, эрозионно-аккумулятивный, аккумулятивный).

Деятельность морей и озер. Море занимает около 71% земной поверхности и производит разнообразную работу по разрушению горных пород, переносу разрушенного материала и его накоплению и созданию новых горных пород, причем процессы аккумуляции осадков преобладают.

В формировании современного рельефа побережий играли роль неоднократная смена суши морем, в особенности трансгрессии в неогеновом и четвертичном периодах. Результатом этих трансгрессий являются морские аккумулятивные равнины Севера РФ и Северной Америки, Прикаспийской низменности, части Прибалтики и др.

В ходе береговых процессов также происходит разрушение (абразия) коренных пород берега, перенос продуктов разрушения и аккумуляция (Рисунок 7).

Моря и океаны являются аккумуляторами не только того материала, который образуется в самой среде в результате абразии, но и того, который приносится другими агентами: реками, ледниками, ветром. Сложный процесс осадконакопления называют седиментацией. По происхождению и вещественному составу выделяют несколько типов морских осадков (терригенные, органические, химические).

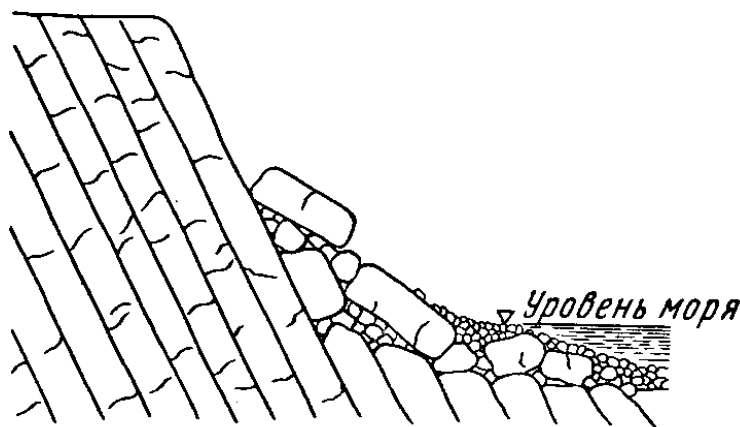


Рисунок 7 – Разрушение берега морем – абразия

Деятельность озер сходна с работой моря и отличается от нее в основном лишь своими масштабами.

К подземным водам относятся все воды, находящиеся в порах и трещинах горных пород. Подземные воды – особый вид полезных ископаемых. Они приобретают все большее народнохозяйственное значение. Различные проявления их деятельности и взаимодействия с почвенными водами представляют конкретные объекты наблюдений почвоведов и агрономов.

Глубина залегания подземных вод, степень их минерализации оказывают большое влияние на свойства почв, характер растительности и происходящие в них процессы (оглеение, заболачивание, засоление), формируют ландшафтные особенности местности.

В карстовых областях ведущими являются процессы растворения и выщелачивания горных пород, которые, совершаются в условиях преобладающей вертикальной циркуляции грунтовых вод, в легкорастворимых и проницаемых горных породах. Все формы карстового рельефа подразделены на поверхностные и подземные формы. Необходимо знать, как образуются поверхностные карстовые формы – карры, воронки, колодцы, поля и подземные – пещеры, сталактиты, сталагмиты, подземные реки и озера.

Деятельность снега и льда. Ледники производят большую разрушительную и созидательную работу. Благодаря их деятельности видоизменяется рельеф земной поверхности, перемещается значительное количество обломочного материала и накапливаются разнообразные осадки.

Рельефообразующая деятельность льда заключается в разрушении (ледниковая эрозия, или экзарация), переносе и аккумуляции материала.

Следует отметить наиболее характерные формы рельефа, связанные с разрушительной деятельностью ледников в горах: кары, цирки, ледниковые долины (или трог), бараньи лбы и карлинги, – и с аккумулятивной: гряды морен и флювиогляциальные террасы.

Рельеф областей преобладания ледникового сноса представлен формами ледниковой обработки, штриховки и полировки: кур-

чавыми скалами, бараньими лбами – и формами ледникового выпаживания: впадинами, котловинами.

Рельеф областей преобладания ледниковой аккумуляции представлен холмисто-моренным, конечноморенным, друмлинным ландшафтами (Рисунок 8).

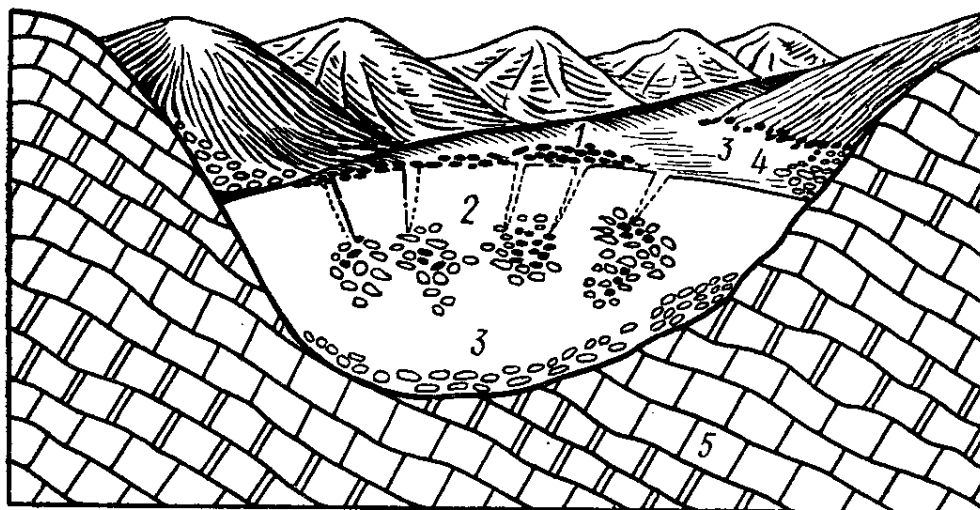


Рисунок 8 – Типы морен

1 – поверхностная морена, 2 – внутренняя морена, 3 – донная морена, 4 – боковая морена, 5 – коренные породы

Рельеф внеледниковых областей связан с деятельностью талых ледниковых вод и представлен зандровыми равнинами, приледниковыми озерами, озами и камами.

В послеледниковое время произошло изменение моренного и водно-ледникового рельефа под влиянием плоскостного смыва, солифлюкции, эрозии и тектонических движений (сглаживание холмов и заполнение озерных впадин, спуск озер, развитие овражно-балочной сети, образование пойм и террас, образование дюн).

Под вечной мерзлотой понимают такое состояние горных пород, при котором они в течение длительного времени (сотни и тысячи лет) сохраняют отрицательные температуры.

Наличие на небольшой глубине мерзлых горных пород вызывает развитие особых явлений (термокарст и солифлюкция) и создает своеобразный комплекс форм рельефа – солифлюкционные террасы (натечные формы), нагорные террасы (ступенчатые фор-

мы горных склонов), крупные торфяные бугры (при процессах пучения), наледи, гидролакколиты, полигональные образования.

*Вопросы для выполнения задания и самостоятельной
подготовки*

1. Что изучает динамическая геология? Что понимают под эффузивным магматизмом? 2. Перечислите группы вулканов? 3. Какие геологические процессы называют эндогенными? 4. Какие геологические процессы называют экзогенными? 5. Какую роль в формировании рельефа играют эндогенные и экзогенные процессы? 6. Что понимают под тектоническими движениями земной коры? 7. На какие типы делятся тектонические движения? 8. Какую роль играют тектонические движения при формировании рельефа месторождений полезных ископаемых? 9. Что понимают под выветриванием горных пород? 10. Перечислите типы выветривания и факторы, под влиянием которых происходит процесс выветривания горных пород. 11. Что понимают под корой выветривания? 12. В чем заключается разрушительная деятельность ветра? 13. Что представляют собой процессы дефляции и коррозии? 14. Что представляют собой эоловые отложения? 15. В чем заключается разрушительная деятельность ледников? 16. Что такое морена? Какие виды морен встречаются? 17. Что такое флювио-гляциальные отложения? 18. Что такое «водная эрозия»? перечислите типы водной эрозии. 19. В чем заключается разрушительная деятельность рек? 20. Какую геологическую работу совершают подземные воды? 21. Дать определение понятий «элювий», «делювий», «аллювий», «пролювий». 22. Что такое лесс и лессовидные породы? 23. При содержании каких минералов почва вскипает от HCl? 24. При содержании каких минералов глины бывают белые, желтые, красно-бурые? 25. Чем отличается горная порода от минералов? 26. Чем отличается горная порода от почвы? 27. Перечислите главнейшие формы рельефа земли. 28. На какие генетические группы подразделяются глобальные формы рельефа? 29. Перечислите основные типы рельефа суши. 29. В чем состоит связь геологии с почвоведением?

Оборудование и материалы. Образцы почвообразующих пород, лупы, 10% раствор соляной кислоты в капельнице.

2 ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ПОЧВ

2.1 Подготовка образца почвы к анализу

После отбора почвенных проб (образцов) в поле их высушивают в хорошо проветриваемом помещении или в специальных сушильных камерах при температуре воздуха не более 40 °С. Можно высушить образцы и на улице в тени, прикрыв их бумагой. Исключение составляют пробы, в которых анализ необходимо проводить в состоянии естественной влажности.

Образец почвы 500–1000 г распределяют тонким слоем на листе бумаги. Крупные комочки почвы в образце раздавливают руками, тщательно отбирают корни, включения и новообразования. Затем почву выравнивают в виде квадрата или прямоугольника и делят по диагоналям на четыре части. Две противоположные части почвы ссыпают в картонную коробку и хранят в нерастертом состоянии. В коробку вкладывают один экземпляр этикетки, а другой наклеивают на ее стенку снаружи. На этикетке указывают номер разреза, глубину взятия, место взятия, фамилию, имя, отчество студента и номер группы. Оставшуюся на бумаге почву тщательно перемешивают, разравнивают тонким слоем и из разных мест небольшой ложкой берут на всю глубину слоя почву в два бумажных пакетика так, чтобы общий вес каждого составлял 30–40 г. В дальнейшем почву из одного пакетика будут использовать для определения гумуса (№ 1), второго – для определения механического состава (№ 2).

Оставшуюся часть почвы измельчают в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником и просеивают через колонку сит.

Для определения наименьшей влагоемкости отбирают образец в 10 г из почвы, прошедшей через сито 3 мм (№ 3).

Всю остальную почву растирают в ступке и просеивают до тех пор, пока на сите с отверстиями 1 мм не останется только каменистая часть почвы. Эту почву ссыпают в бумажный пакет и используют для большинства анализов (№ 4).

На всех пакетах необходимо указать для какого анализа предназначается почва, фамилию студента и номер группы.

Подготовка почвы к определению гумуса. При подготовке почвы к анализу на содержание гумуса тщательно отбирают корни и различные органические остатки. Среднюю пробу нерастертой почвы разравнивают тонким слоем на листе белой бумаги и пинцетом отбирают корешки и видимые органические остатки.

Затем комки почвы растирают в ступке и вновь отбирают органические примеси, просматривая почву под лупой. После этого ее растирают в фарфоровой ступке и пропускают через сито с отверстиями 1 мм.

Из просеянной почвы берут среднюю пробу 10–15 г, разравнивают ее тонким слоем на листе восковки или пергаментной бумаги и снова отбирают корешки наэлектризованной стеклянной палочкой (ее надо потереть суконкой или шерстяной тряпочкой и быстро провести палочкой над почвой).

Корешки и мелкие кусочки органических остатков, прилипающие к палочке, удаляют. Не следует подносить палочку слишком близко к почве, так как в этом случае к ней прилипают и тонкие минеральные частицы.

После отбора корешков почву вновь растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с отверстиями 0,25 мм. Оставшиеся после просеивания на сите песчаные частицы растирают в ступке, просеивают и смешивают со всей растертой почвой. Подготовленную почву хранят в бумажном пакете или пробирке, закрытой пробкой.

Подготовка почвы к определению гранулометрического состава. Почву из пакета № 2 высыпают на бумагу, удаляют корешки и органические остатки, растирают в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником. Затем просеивают через сито с отверстиями в 1 мм.

Форма записи результатов

Цвет	Вскипание от HCl	Структура	Включения		Новообразование	Корни, их размеры, вес
			камни, их размеры, вес	другие		

Общие сведения об образце:

Разрез № _____

Горизонт _____

Глубина взятия образца _____

Общий вес образца _____

Название почвы _____

Название хозяйства, откуда взят образец _____

Оборудование и материалы: 1. Нерастертый образец почвы, высушенный до воздушно-сухого состояния. 2. Фарфоровая ступка с фарфоровыми и резиновыми пестиками. 3. Колонка почвенных сит. 4. Картонные коробки размером 20×10×8 с крышками. 5. Листы плотной бумаги, совочки, шпатели.

2.2 Определение содержания гумуса в почве

Гумусом почвы называют сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков в почве. Гумус содержит обширную группу негумифицированных веществ, органических остатков и продуктов их распада, группу гумусовых веществ, составляющих главную и специфическую часть гумуса.

При определении суммарного содержания гумуса учитывают все формы органического вещества почвы. Поэтому при подготовке ее к анализу тщательно отбирают корешки и все видимые органические остатки, с тем чтобы по возможности исключить органические вещества негумусовой природы.

2.2.1 Определение углерода гумуса по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова

Для определения гумуса минеральных почв применяют метод И.В. Тюрина, основанный на сжигании органического вещества «мокрым» способом. Метод основан на окислении углерода гумусовых веществ до CO_2 0,4 н. раствором двуххромовокислого калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), приготовленного на серной кислоте, разведенной в воде в объемном отношении 1:1. По количеству хромовой смеси, пошедшей на окисление органического углерода, судят о его количестве.

Ход анализа

1. Из подготовленной для определения гумуса и азота почвы берут навеску на аналитических или торзионных весах, которая зависит от содержания гумуса в анализируемой почве: при содержании гумуса больше 7 % – 0,1 г; при 4–7 % – 0,2 г; при 2–4 % – 0,3 г; <2 % – 0,5 г.

2. Навеску почвы высыпают осторожно, не распыляя, в коническую колбу на 100 мл. В колбу из бюретки приливают 10 мл хромовой смеси (при содержании гумуса >10 % – 15 мл) и содержимое осторожно перемешивают круговым движением.

3. В колбу вставляют маленькую воронку, которая служит обратным холодильником, ставят колбу на асбестовую сетку или этернитовую плитку, затем содержимое колбы доводят до кипения и кипятят ровно 5 мин с момента появления крупных пузырьков CO_2 . Бурного кипения не допускают, так как это приводит к искажению результатов из-за возможного разложения хромовой смеси.

4. Колбу остужают, воронку и стенки колбы обмывают из промывалки дистиллированной водой, доводя объем до 30–40 мл. Добавляют 4–5 капель 0,2%-ого раствора фенилантраниловой кислоты и титруют 0,1 н. или 0,2 н. раствором соли Мора. Конец титрования определяют переходом вишнево-фиолетовой окраски в зеленую.

5. Проводят холостое определение, вместо навески почвы используя прокаленную почву или пемзу (0,1–0,3 г).

6. Содержание органического углерода вычисляют по формуле

$$C = \frac{100(a - b)K_M 0,0003K_{H_2O}}{P},$$

где C – содержание органического углерода, проц. к массе сухой почвы; a – количество соли Мора, пошедшее на холостое титрование; b – количество соли Мора, пошедшее на титрование остатка хромовокислого калия; K_M – поправка к титру соли Мора; 0,0003 – количество органического углерода, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора соли Мора, г. Применяя 0,2 н. раствора соли Мора, количество органического углерода, соответствующее 1 мл соли Мора, равно 0,0006 г; K_{H_2O} – коэффициент гигроскопичности для пересчета на абсолютно сухую навеску почвы; P – навеска воздушно-сухой почвы, г.

7. Вычисляют процентное содержание гумуса из расчета, что в его составе содержится в среднем 58% органического углерода (1 г углерода соответствует 1,724 г гумуса).

$$\text{Гумус (\%)} = C (\%) \cdot 1,724$$

Оборудование и материалы. 1. Почва просеянное через сито 0,25 мм. 2. Пинцеты, лупы, стеклянные палочки. 3. Торзионные весы. 4. Конические колбочки емкостью 100 мл. 5. Небольшие стеклянные воронки (холодильник). 6. Химические стаканы или колбы емкостью 100 мл. 7. Бюретки. 8. Раствор 0,4 н. бихромата калия в концентрированной серной кислоте (разбавленной 1 : 1). 9. Соль Мора – 0,2 н. раствор. 10. Фенилантраниловая кислота. 11. Электроплитка.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные группы органических веществ в почве. 2. В чем особенности элементного состава отдельных групп гумусовых веществ? 3. Каковы главные показатели гумусового состояния почвы? 4. В чем сущность основных концепций гумификации? 5. Назовите главные составляющие баланса гумуса пахотных почв. 6. Какие основные функции, влияющие на плодородие почв, выполняют различные группы органических соединений? 7. Как можно регулировать гумусовое состояние почв?

2.3 Определение кислотности почв и потребности в известковании

Кислотность почв – это способность почвы подкислять почвенный раствор или растворы солей вследствие наличия в составе почвы кислот, а также обменных ионов водорода и катионов, образующих при их вытеснении гидролитически кислые соли (преимущественно Al^{3+}).

Различают две формы кислотности – актуальную и потенциальную.

Актуальная кислотность почв – это кислотность почвенного раствора, обусловленная повышенной концентрацией в нем ионов H^+ , наличием свободных кислот, гидролитически кислых солей и степени их диссоциации.

Актуальная кислотность определяется измерением рН водной вытяжки из почвы. Она оказывает непосредственное влияние на

развитие растений и почвенных микроорганизмов. Для большей части культурных растений наиболее благоприятны нейтральная и слабокислая реакции.

Потенциальная кислотность обусловлена наличием ионов H^+ и Al^{3+} в почвенном поглощающем комплексе (ППК).

В зависимости от характера выраженности, потенциальная кислотность подразделяется на обменную и гидролитическую.

Обменная кислотность – это кислотность, обусловленная обменно-поглощенными ионами H^+ и Al^{3+} , которые извлекают из почвы при обработке ее раствором нейтральной соли KCl .

Обменную кислотность выражают в единицах $pH_{\text{сол}}$ (pH_{KCl}) или в миллиграмм-эквивалентах на 100 г сухой почвы.

При обработке почвы нейтральной солью не все ионы H^+ и Al^{3+} переходят в почвенный раствор. Часть их прочно закрепляется почвенными коллоидами, и их можно вытеснить гидролитически щелочной солью – уксуснокислым натрием. Эта кислотность называется *гидролитической* ($Hг$).

Гидролитическая кислотность характеризует общую кислотность почвы (почвенного раствора и ППК) и выражается в мг-экв. на 100 г сухой почвы.

2.3.1 Колориметрическое определение pH почвы

Принцип метода. Метод основан на свойстве некоторых органических красящих веществ, называемых индикаторами, изменять свою окраску в зависимости от концентрации ионов водорода. Это происходит в связи с тем, что недиссоциированные молекулы индикатора и анионы диссоциированной соли имеют разную окраску.

Поскольку pH водной вытяжки – величина неустойчивая, сильно изменяется в течение вегетационного периода, на практике pH почвы определяют не только в водной, но и в солевой вытяжке. Если почва обладает обменной кислотностью, то в солевой вытяжке обнаруживается больше ионов водорода, в связи с чем показатель pH солевой вытяжки ниже, чем pH водной вытяжки.

При колориметрическом определении pH пользуются шкалой Н.И. Алямовского.

Ход анализа

1. Навеску почвы 20 г помещают в колбу вместимостью 100–150 мл и приливают 50 мл 1 н. раствора хлорида калия (при определении рН водной вытяжки вместо КС1 используют дистиллированную воду).

2. Содержимое колбы хорошо взбалтывают и оставляют до полного просветления жидкости.

3. Затем осторожно, чтобы не взмутить жидкость, пипеткой берут в пробирку 10 мл испытуемой прозрачной, бесцветной жидкости и прибавляют к ней 0,6 мл (10–12 капель) смешанного индикатора.

4. Содержимое пробирки взбалтывают и сравнивают его окраску со стандартной шкалой. Величина рН испытуемого раствора будет соответствовать цифре, указанной на пробирке стандартной шкалы, окраска жидкости в которой соответствует окраске испытуемого раствора.

Если окраска испытуемой жидкости интенсивнее, чем в одной из пробирок стандартной шкалы, но слабее, чем в соседней с ней, величину рН испытуемого раствора находят как среднее из показателей этих соседних пробирок стандартной шкалы.

При определении рН почвы колориметрическим методом удобно пользоваться прибором Н.И. Алямовского. Он состоит из невыцветающей стандартной шкалы в виде ампул с окрашенными жидкостями (эталонов, отвечающих определенным значениям рН), набора необходимых реактивов в склянках, пробирок и пипеток. Прибор снабжен компаратором с шестью гнездами для пробирок, с помощью которого сравнивают окраску почвенной вытяжки после прибавления к ней комбинированного индикатора с окраской эталонов шкалы на фоне стекла молочного цвета.

2.3.2 Потенциометрическое определение рН почвы

Определение рН почвы потенциометрическим методом проводят на приборах, называемых рН-метрами, или иономерами.

В качестве индикаторного (измерительного) для определения рН используют стеклянный электрод с водородной функцией, а в

качестве электрода сравнения (вспомогательного) – хлорсеребряный электрод.

Шкала иономера проградуирована как в единицах электродвижущей силы (мВ), так и в единицах pH. Поэтому результат измерений получают без проведения расчетов по формуле.

Ход анализа

1. Навеску почвы массой 20 г переносят в стаканчик на 100 мл и заливают 50 мл 1 н. раствора KCl (при определении pH водной вытяжки вместо KCl используют дистиллированную воду).

2. Перемешивают полученную суспензию стеклянной палочкой в течение 5 мин, дают отстояться и измеряют величину pH_{KCl} и $pH_{водн}$ в соответствии с правилами работы на приборе.

Оборудование: ионмер, стаканчики на 100 мл, стеклянные палочки, промывалка.

Реактивы: 1 н. KCl.

Форма записи результатов

Навеска почвы, г	Количество H ₂ O, мл	Количество KCl, мл	pH _{водн.}	pH _{сол.}

Правила проведения измерений величины pH на иономере ЭВ-74

1. За 30 мин до начала измерений включают прибор в сеть. Устанавливают температуру нажатием кнопки t° и любой кнопки интервалов pH, кроме 1–19.

2. Нажимают кнопки t° и 1–19.

3. Убирают стаканчик с дистиллированной водой со столика под электродами.

4. Ставят стаканчик с анализируемым образцом под электроды, при этом электроды не должны касаться стенок стаканчика.

5. Для проведения измерений нажимают кнопки: анионы/катионы, pH и 1–19.

6. Когда стрелка прибора установится (через 50–60 с), снимают показания в широком диапазоне измерений по нижней шкале прибора, от 1 до 19 pH.

7. Для более точного определения величины рН устанавливают узкий диапазон измерений и снимают показания по верхней шкале прибора.

8. После каждого определения нажимают кнопки t° , 1–19, убирают стаканчик с исследуемым образцом, промывают электроды дистиллированной водой и вытирают фильтровальной бумагой.

9. По окончании работы выключают тумблер на панели прибора и отключают прибор от сети. Электроды промывают и устанавливают под них стаканчик с дистиллированной водой.

2.3.3 Величина рН и необходимость известкования почв

Величина рН почв может колебаться от 3,5 до 9–11. По величине рН почвы можно разбить на группы.

Реакция	рН _{сол}
Сильнокислая	3,0–4,5
Кислая	4,6–5,0
Слабокислая	5,1–5,5
Близкая к нейтральной	5,6–6,9
Нейтральная	7,0
Слабощелочная	7,1–7,5
Щелочная	7,6–8,5
Сильнощелочная	8,6–13,0

Зная величину рН почвы и сопоставляя ее с оптимальным значением рН для отдельных культур (приложение 1), можно определить, насколько условия кислотности данной почвы соответствуют их отношению к этому показателю.

Потребность почв в известковании можно установить двумя способами:

1. По величине рН солевой вытяжки с учетом гранулометрического состава;

2. По величине гидролитической кислотности.

При определении потребности в известковании по рН_{сол} придерживаются нижеследующих нормативов (таблица 2).

Таблица 2 – Установление потребности в известковании почв по величине $pH_{\text{сол}}$ для средне- и тяжелосуглинистых разновидностей

Группа	Потребность почв в известковании	$pH_{\text{сол}}$
1	Почва сильно нуждается в известковании	<4,5
2	Почва средне нуждается в известковании	4,6–5,1
3	Почва слабо нуждается в известковании	5,2–5,5
4	Почва не нуждается в известковании	>5,5

Необходимую дозу извести находят по таблице 3.

Таблица 3 – Ориентировочные дозы извести для почв в зависимости от $pH_{\text{сол}}$

Гранулометрический состав	Доза CaCO_3 (т/ га) при pH солевой вытяжки					
	до 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4–5,5
Песчаный	2,5	2,1	1,6	1,3	1,0	0,7–0,5
Супесчаный	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,2–1,0
Легкосуглинистый	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
Среднесуглинистый	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
Тяжелосуглинистый	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5
Глинистый	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5

При определении дозы извести по величине pH необходимо учитывать также содержание гумуса в почве. Чем оно выше при одном и том же гранулометрическом составе и значении pH , тем большей должна быть доза извести.

2.3.4 Определение гидролитической кислотности

Под гидролитической кислотностью понимают одну из форм потенциальной кислотности, которая проявляется при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли, например уксуснокислым натрием – CH_3COONa .

Принцип метода. Метод основан на взаимодействии раствора CH_3COONa с почвой. Образуется уксусная кислота (по уравнению $\text{ППК } \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COONa} = \text{ППК } \text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COOH}$), которая оттитро-

выдается щелочью. По количеству миллилитров щелочи, пошедшей на титрование, вычисляют величину гидролитической кислотности и судят о ней.

Определение ее имеет большое практическое значение. По ее величине устанавливается доза извести, которую следует внести для полной или частичной нейтрализации почвенной кислотности.

Ход анализа

1. На технических весах отвешивают 20 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 1 мм, и высыпают в колбу объемом 250 мл.

2. К почве приливают пипеткой 50 мл 1 н. раствора CH_3COONa .

3. Раствор с почвой взбалтывают в течение 1 ч (или его можно взболтать в течение 5 мин, но с последующим отстаиванием в течение суток).

4. Суспензию отфильтровывают в колбу на 200 мл через сухой складчатый фильтр. Если первые порции фильтрата будут мутными, их снова переносят на тот же фильтр.

5. Отбирают пипеткой 25 мл прозрачного фильтрата и переносят в колбу на 100 мл.

6. Прибавляют одну-две капли фенолфталеина и оттитровывают фильтрат без подогревания 0,1 н. раствором NaOH до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Форма записи результатов

Навеска почвы, г	Прилито раствора CH_3COONa к навеске, мл	Количество фильтрата, отобранного для титрования, мл	Навеска почвы (С), соответствующая взятому для титрования фильтрату	Количество, мл NaOH , пошедшее на титрование взятого объема фильтрата	Нг, мг-экв. на 100 г почвы

7. Вычисляют величину гидролитической кислотности в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы по формуле

$$H_r = \frac{a \cdot 100 \cdot 0,1 \cdot 1,75}{H} K_r,$$

где H_r – гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г почвы; a – количество миллилитров 0,1 н. NaOH, пошедшей на титрование взятого объема фильтрата; 100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы; 0,1 – коэффициент пересчета в миллиэквиваленты; 1,75 – поправка на полноту вытеснения ионов водорода; H – навеска почвы, соответствующая взятому для титрования объему фильтрата (по данным условиям – 10 г); K_r – коэффициент гигроскопичности для пересчета на сухую почву.

2.3.5 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО, потенциометрическим методом (ГОСТ-26212)

Этот вариант метода утвержден в качестве ГОСТ. Он более производителен. Метод основан на обработке почвы раствором уксуснокислого натрия концентрации 1 моль/дм³ при отношении почвы к раствору для минеральных и 1:150 для торфяных и других органических горизонтов почв и пород и последующем определении гидролитической кислотности по значению рН суспензий.

Ход анализа

Пробы почвы массой 30,0 (± 0,1) г помещают в конические колбы. К пробам приливают по 75 см³ раствора уксуснокислого натрия концентрации 1 моль/дм³. Почву с раствором перемешивают в течение 1 мин, оставляют на 18–20 ч. Перед измерением рН суспензии перемешивают в течение 1 мин.

При анализе торфяных и органических горизонтов почв пробы почвы массой 1,00 (± 0,01 г) помещают в конические колбы и приливают к ним по 150 см³ раствора уксуснокислого натрия концентрации 1 моль/дм³. Почву с раствором взбалтывают в течение 5 мин и оставляют на 18–20 ч. Перед измерением рН суспензии встряхивают 2–3 раза вручную.

Прибор настраивают по буферным растворам с рН 4,01 и 9,18. Во время работы настройку прибора периодически проверяют по буферному раствору с рН 6,86.

При определении рН суспензий показания прибора считывают не ранее чем через 1 мин после погружения электродов. Значения

pH записывают с точностью до сотых долей. Электроды водой не обмывают.

Гидролитическую кислотность анализируемых почв и пород определяют по значениям pH суспензий, пользуясь таблицей (приложения 2, 3) при анализе проб минеральных горизонтов, при анализе проб торфяных и других органических горизонтов почв.

Допускаемое относительное отклонение от аттестованного значения стандартного образца для двухсторонней доверительной вероятности $P = 0,95$ составляет 12 %.

Форма записи результатов

Навеска почвы, г	Прилито раствора CH_3COONa к навеске, мл	Показания pH ацетатно- натриевой почвенной суспензии	$\text{H}_\text{г}$, мг-экв. на 100 г почвы

2.3.6 Расчет доз извести

После установления нуждаемости почвы в известковании по величине гидролитической кислотности рассчитывают норму извести для нейтрализации кислотности по формуле

$$D_{\text{CaCO}_3} = \text{H}_\text{г} h d \cdot 50,$$

где D — доза извести, кг/га; $\text{H}_\text{г}$ — гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г почвы; h — мощность пахотного горизонта, см; d — плотность почвы, г/см³; 50 — количество извести, необходимой для нейтрализации 1 кг обменного водорода.

Сразу норму извести в тоннах на гектар можно рассчитать умножением величины гидролитической кислотности на 1,5. Это в том случае, если пахотный слой имеет мощность 20 см, а плотность почвы (объемный вес) равна 1,5 г/см³.

Установленные дозы известковых удобрений корректируют с учетом видов севооборотов. Так, в полевых севооборотах с многолетними травами желательно вносить: при малых площадях карто-

феля (10–15 %) – одну дозу извести, при больших его площадях – 0,75; в кормовых с корнеплодами – 1,2 (при внесении борных удобрений); в льняных – одну на средне- и тяжелосуглинистых почвах, 0,5 – на песчаных и супесчаных; в картофельных – 0,5 на легких и 0,75 – на более тяжелых и окультуренных почвах; в овощных – одну или 1,3; с сахарной свеклой – одну; на лугах и пастбищах – две; в садах с семечковыми культурами – одну, косточковыми – 0,5 установленной дозы известковых удобрений.

Оборудование и материалы. 1. pH-метр или ионометр. 2. Технохимические весы. 3. Химические стаканчики. 4. 1 н. раствор KCl. 5. Насыщенный раствор KCl. 6. Дистиллированная вода. 7. Обрезки фильтровальной бумаги. 8. Воронки. 9. Бутылки или банки на 250–500 мл. 10. Пипетки на 50 мл. 11. Бюретка. 12. 1 н. раствор уксуснокислого натрия. 13. Фенофталеин. 14. 0,1 н. раствор щелочи.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое кислотность почв? 2. Дайте определение видам кислотности почв. 3. Гидролитическая кислотность, характеристика. 4. Как устранить кислотность почв? 5. Реакция среды различных типов почв. 6. Чем отличаются методы определения pH колориметрическим и потенциометрическим способами? 7. Назовите известковые материалы, применяемые для известкования кислых почв.

2.4 Определение суммы обменных оснований

Различные почвы существенно отличаются друг от друга по составу катионов, находящихся в обменном состоянии. В составе ППК находятся практически все катионы, необходимые для питания растений: K^+ , NH_4^+ , микроэлементы, но их доля в сумме обменных катионов невелика, порядка нескольких процентов.

Общее содержание всех обменных катионов, кроме H^+ и Al^{3+} называют суммой обменных оснований. В зависимости от наличия в составе ППК ионов водорода и алюминия различают почвы, насыщенные (H^+ и Al^{3+} отсутствуют) и ненасыщенные основаниями.

Состав обменных катионов зависит от типа почвообразования, состава материнской породы, иногда от состава грунтовых вод, если последние залегают близко к поверхности. Состав поглощенных ка-

тионов пахотных почв в определенной степени можно регулировать с помощью средств химизации в направлении повышения плодородия.

Наилучшие условия для питания растений создаются при преобладании в составе ППК Ca^{2+} и катионов, необходимых для питания растений. Неблагоприятные условия возникают при наличии в ППК значительных количеств обменных H^+ и Al^{3+} (кислые или ненасыщенные основаниями почвы), а также Na^+ , часто в сочетании с повышенным содержанием Mg^{2+} и присутствием в почве свободных карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов (солонцы, щелочные почвы).

2.4.1 Определение суммы обменных оснований методом Каппена-Гильковица

В кислых (бескарбонатных) почвах (дерново-подзолистых, серых лесных и др.) сумму обменных оснований определяют по методу Каппена-Гильковица. Почву обрабатывают известным количеством 0,1 н. раствора HCl . В результате взаимодействия почвы с соляной кислотой ее водород вытесняет из поглощающего комплекса обменные основания (Ca , Mg и др.) (соляная кислота может частично растворять в кислых почвах полуторные окислы, что вносит некоторую ошибку в определение суммы поглощенных оснований). Зная количество кислоты до реагирования и после реагирования с почвой, по разности определяют сумму обменных оснований.

Ход анализа

1. Взвешивают на технохимических весах 20 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1 мм.
2. Почву высыпают в колбу на 350–500 мл.
3. Из бюретки приливают 100 мл 0,1 н. раствора HCl и взбалтывают 1 ч на ротаторе или рукой.
4. Фильтруют через сухой беззольный фильтр. Если первые порции фильтрата окажутся мутными, то их снова выливают на тот же фильтр.
5. Пипеткой отбирают 50 мл прозрачного фильтрата в коническую колбу на 150–200 мл.
6. Приливают 2–3 капли фенолфталеина и кипятят 1–2 мин, чтобы удалить CO_2 .

7. Горячий фильтрат оттитровывают 0,1 н. раствором NaOH до слабо-розовой окраски с точностью до капли (0,03–0,04 мл).

Расчет проводят по формуле

$$S \frac{\text{мг} \cdot \text{экв}}{100 \text{ г почвы}} = \frac{(aH_{\kappa} - bH_{\text{щ}})P100K}{H},$$

где a – объем фильтрата (см), взятого для титрования; b – объем щелочи (см³), пошедшей на титрование; H_{κ} – нормальность кислоты; $H_{\text{щ}}$ – нормальность щелочи; P – разведение $100/50 = 2$; K – коэффициент влажности почвы (при анализе влажной почвы); H – навеска, г.

Если фильтрат окрашен в желто-кремовые тона, то титрование ведут «со свидетелем», в качестве которого используется колба с таким же объемом исходного фильтрата.

Пример расчета. На титрование 50 см³ фильтрата пошло 30 см³ 0,1100 н. щелочи. $S = (50 \cdot 0,1 - 30 \cdot 0,11) \cdot 2 \cdot 100 : 20 = 17$ мг-экв./100 г почвы.

Форма записи результатов

№ образца	Навеска, г	KOH		HCl		K	S, мг-экв./100 г почвы
		н	см ³	н	см ³		

Если сумма обменных оснований в почве ожидается больше 15 мг-экв., то соляной кислоты берут 200 мл или уменьшают навеску почвы до 10 г. Практически руководствуются следующими данными: для дерново-подзолистых и светло-серых лесных почв берут 20 г и 100 мл HCl, для серых, темно-серых и черноземов – 20 г и 200 мл HCl.

2.4.2 Вычисление степени насыщенности почв основаниями

В состав обменных катионов кислых почв наряду с поглощенными основаниями (главным образом, Ca и Mg) входят поглощенные ионы водорода и алюминия. Степень насыщенности почв основаниями показывает, какую часть составляют поглощенные основа-

ния от емкости поглощения. Выражается в процентах. Вычисление степени насыщенности почв основаниями производится по формуле

$$V = \frac{S}{S + H_r} 100,$$

где V – степень насыщенности почвы основаниями, процент; S – сумма обменных оснований, мг-экв. на 100 г почвы; H_r – гидролитическая кислотность, мг-экв. на 100 г сухой почвы; $S + H_r$ – емкость поглощения кислых почв; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Потребность почв в известковании можно установить и по степени их насыщенности основаниями (таблица 4).

Таблица 4 – Установление потребности почв в известковании по степени их насыщенности основаниями (для средне- и тяжелосуглинистых почв)

Группа	Потребность почв в известковании	V, %
1	Сильно нуждается в известковании	<50
2	Средне нуждается в известковании	50–70
3	Слабо нуждается в известковании	70–80
4	Не нуждается в известковании	>80

Оборудование и материалы. 1. Технохимические весы. 2. Электроплитка. 3. Бутылки или колбы на 250–500 мл. 4. Воронки стеклянные. 5. Колбочки или химические стаканчики емкостью 150–200 мл. 6. Пипетки на 50 мл. 7. Бюретки. 8. 0,1 н. раствор соляной кислоты. 9. Фенолфталеин. 10. 0,1 н. раствор щелочи (NaOH). 11. Фильтровальная бумага.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое физико-химическая поглотительная способность почв? 2. Назовите факторы, влияющие на реакцию обмена. 3. Что такое емкость катионного обмена и сумма поглощенных оснований? 4. От чего зависит емкость поглощения в почве? 5. Роль катиона кальция в агрономических свойствах почв. 6. Какую роль в почве играет катион Na^+ ? 7. Состав поглощенных катионов в различных типах почв (черноземы, каштановые, солонцы, подзолистые, серые лесные, красноземы, солончаки, солоды).

2.5 Задачи по разделу «Химические свойства почвы»

1. Напишите схему состава катионов почвенно-поглощающего комплекса следующих почв:

- а) подзолистой, б) серой лесной, в) чернозема выщелоченного, г) чернозема южного слабосолонцеватого, д) солонца.

2. Напишите схемы состава катионов почвенного поглощающего комплекса для почв насыщенных и не насыщенных основаниями.

3. Решить следующие примеры по данным, выраженным в мг-экв. на 100 г почвы:

1) $\text{Ca} = 6$, $\text{Mg} = 2$, $\text{E} = 12$, $\text{Hг} = ?$

2) $\text{Ca} = 40$, $\text{Mg} = 7$, $\text{Hг} = 7$, $\text{E} = ?$

3) $\text{S} = 40$, $\text{Hг} = 5$, $\text{E} = ?$

4) $\text{Ca} = 15$, $\text{Mg} = 4$, $\text{E} = 23$, $\text{Hг} = ?$

4. Какие величины степени насыщенности почв основаниями определяют сильную, среднюю и слабую нуждаемость почвы в извести?

5. Определить степень насыщенности почв основаниями и решить вопрос о нуждаемости их в извести по нижеследующим данным, выраженным в мг-экв. на 100 г почвы.

1) $\text{S} = 36$, $\text{Hг} = 3$;

2) $\text{Ca} = 2,5$, $\text{Mg} = 1$, $\text{Hг} = 8$;

3) $\text{E} = 21$, $\text{Hг} = 4$;

4) $\text{Ca} = 4,6$, $\text{Mg} = 4,6$, $\text{Hг} = 7,4$.

6. По данным, выраженным в мг-экв. на 100 г почвы, определить: нуждаются ли посевы в химической мелиорации, если нуждаются, то в какой?

1) $\text{E} = 16$, $\text{Hг} = 8$;

2) $\text{S} = 9$, $\text{Hг} = 5$;

3) $\text{Na} = 5$, $\text{E} = 20$;

4) $\text{Na} = 8$, $\text{E} = 18$.

7. Определить возможность замены суперфосфата фосфоритной мукой по следующим показателям, выраженным в мг-экв. на 100 г почвы:

1) $\text{E} = 30$, $\text{Hг} = 5$;

2) $\text{Ca} = 30$, $\text{Mg} = 4$;

3) $\text{Ca} = 20$, $\text{Mg} = 2$, $\text{Hг} = 6$;

4) $\text{E} = 20$, $\text{Hг} = 6$.

2.6 Определение гигроскопической влажности

Величина, характеризующая содержание в почве влаги в данный момент, называется влажностью почвы. Для большинства анализов в лаборатории почву просушивают до воздушно-сухого состояния. Такая почва всегда содержит некоторое количество влаги, называемой гигроскопической. Это связано с тем, что почва способна адсорбировать парообразную влагу из воздуха и прочно удерживать ее на поверхности частиц.

Наибольшее количество гигроскопической влаги почва содержит при полном насыщении воздуха водяным паром. Это количество гигроскопической влаги называется максимальной гигроскопической влажностью.

Гигроскопическая и максимальная гигроскопическая влажность выражаются в процентах от массы сухой почвы. Значение гигроскопической влажности используется в аналитической практике для вычисления сухой массы почвы или коэффициента пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую.

Знание максимальной гигроскопической влажности позволяет вычислить влажность завядания растений и подсчитать запасы доступной (продуктивной) и недоступной влаги в почве.

Техника выполнения работы. На технохимических весах взвешивают пустой алюминиевый стаканчик (бюкс). В алюминиевом стаканчике отвешивают на аналитических весах 10 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями 1 мм. Почву в стаканчике сушат в сушильном шкафу 6 ч, после чего стаканчик с почвой снова взвешивают.

Результаты определения гигроскопической воды в почве записывают по следующей форме:

№ бюкса _____

Масса пустого бюкса (a), г _____

Масса бюкса с почвой до сушки (b), г _____

Масса бюкса с почвой после сушки (c), г _____

Гигроскопическую влажность A (в %) вычисляют по формуле

$$A = \frac{b - c}{c - a} \cdot 100.$$

Для пересчета результатов анализов с воздушно-сухой почвы на абсолютно сухую применяется коэффициент гигроскопичности (K_{H_2O}), который вычисляют по формуле

$$K_{H_2O} = \frac{100 + A}{100}$$

Оборудование и материалы. 1. Алюминиевые бюксы. 2. Технохимические весы. 3. Термостат или сушильный шкаф. 4. Коробка с почвой. 5. Мерные цилиндры на 100 см³ и 50 см³. 6. Раствор хлорида кальция. 7. Дистиллированная вода.

2.7 Определение гранулометрического состава почв методом М.М. Филатова

Твердая фаза почвы состоит из частиц различных размеров, которые называются механическими элементами или гранулами.

Сумму всех механических элементов почвы размером меньше 0,01 мм называют физической глиной, а больше 0,01 мм – физическим песком. Кроме того, выделяют мелкозем, в который входят частицы меньше 1 мм, и почвенный скелет – частицы больше 1 мм.

Отдельные группы механических элементов по-разному влияют на свойства почвы. Это объясняется неодинаковым их минералогическим и химическим составом и разными физическими и физико-химическими свойствами. Относительное содержание в почве или породе механических элементов называется гранулометрическим составом, а количественное определение их – гранулометрическим анализом.

В полевых условиях и в лаборатории гранулометрический состав почв приближенно определяют по внешним признакам и на ощупь. Для точного его установления применяют лабораторные методы, позволяющие находить количество всех групп механических элементов, слагающих почву или породу.

Все группы гранулометрического состава почв и пород (песок, супесь, суглинок песчанистый, суглинок пылеватый и т. д.) можно различать по ряду признаков. Зная эти признаки и имея соответствующий навык, можно быстро и с достаточной точностью определять гранулометрический состав в полевых условиях.

Техника определения гранулометрического состава методом М.М. Филатова. Определение содержания песка в почве проводится так. В мерный цилиндр вместимостью 100 см^3 насыпают ту же почву, в которой определялась глина, так, чтобы она при уплотнении заняла объем 10 см^3 . Затем приливают воды до 100 см^3 , размешивают стеклянной палочкой и дают отстояться 90 с, в течение которых частицы песка осядут на дно цилиндра, а частицы пыли и глины останутся взвешенными в воде. Осторожно сливают мутную воду и снова в оставшийся осадок доливают воды до 100 см^3 , хорошо размешивают, дают отстояться в 90 с и снова сливают мутную воду. Все это проделывают до тех пор, пока после очередного отстаивания в течение 90 с вода остается совершенно прозрачной. Тогда измерив объем оставшегося песка, высчитывают его количество, принимая каждый см^3 осевшей почвы за 10 % песка.

Определение содержания глинистых частиц в почве производится следующим образом. В мерный цилиндр вместимостью 50 см^3 насыпают почву, просеянную через сито с отверстиями в 1 мм так, чтобы при легком уплотнении (путем легкого постукивания цилиндра) она заняла объем 5 см^3 . Затем приливают 30 см^3 воды и 5 см^3 хлорида кальция в качестве электролита. Хорошо размешивают содержимое стеклянной палочкой и, долив цилиндр водой до 50 см^3 , оставляют на 30 мин. отстаиваться. После этого определяют приращение почвы, пересчитав его на 1 см^3 сухой почвы и вычисляют процентное содержание глинистых частиц по нижеследующей таблице.

Приращение объема почвы на 1 см^3	% глины	Приращение объема почвы на 1 см^3	% глины	Приращение объема почвы на 1 см^3	% глины
4,00	90,70	2,50	56,67	1,00	22,67
3,65	85,08	2,25	51,01	0,75	10,00
3,50	79,36	2,00	45,36	0,50	11,33
3,25	73,67	1,75	36,63	0,25	5,66
3,00	62,86	1,25	29,34		

Процент пыли определяют, вычитая из 100 процентов содержание песка и глины. Название почвы по гранулометрическому со-

ставу дают, учитывая соотношение песка и глины в почве. Если на 1,0 часть глины приходится 0,8–1,0 части песка, почва называется глинистой, при 2–3 частях песка – суглинистой тяжелой, при 3–4 частях – среднесуглинистой, при 4–5 частях – легкосуглинистая, при 7–8 – супесчаной, при 9–10 частях – песчаной.

Техника определения гранулометрического состава в поле (метод раскатывания). Гранулометрический состав можно определить в сухом и влажном состоянии. Для его определения образец растертой почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, при котором почвы обладают наибольшей пластичностью. При определении гранулометрического состава карбонатных почв и пород применяют вместо воды 10%-ю HCl с целью разрушения водопрочных агрегатов. Из подготовленной почвы на ладони скатывают шарик и пробуют раскатать его в шнур толщиной около 3 мм, затем свернуть в кольцо диаметром 2–3 см, по которому и судят о гранулометрическом составе.

1. Наряду с мелкоземом, т. е. частицами меньше 1 мм, в почве много более крупных обломков горных пород – *каменистые почвы*.

2. В почве более 90 % песчаных частиц и небольшое содержание физической глины. В сухом состоянии комков почвы легко раздавливается. Из влажного образца нельзя скатать ни шнура, ни даже шарика – *песчаная почва*.

3. Почва похожа на песчаную, но содержит несколько больше физической глины. В сухом состоянии образует непрочные комки. Из влажного образца нельзя скатать шнур, но можно скатать шарик величиной с грецкий орех – *супесчаная почва*.

4. В почве содержится до 60 % физической глины. При царапании ножом сухой глыбки образуется черта. Из влажного образца можно скатать шарик, который при сдавливании образует лепешку с трещинами по краям. При раскатывании шарика образуется шнур, который при изгибании образует трещины – *суглинистая почва*.

5. В почве содержится до 80 % и более физической глины. Сухие комки очень твердые и плохо поддаются раздавливанию между пальцами. При растирании ощущается очень однородная масса. Из влажного образца можно скатать шарик, который при раздавливании образует лепешку без трещин по краям. При раскатывании шарика образуется длинный тонкий шнур, который не ломается и не дает трещин при изгибании – *глинистая почва*.

Форма записи результатов

Слой почвы, см	Содержание песка, %	Содержание глинистых частиц, %	Содержание пыли, %	Название почвы по гранулометрическому составу

Оборудование и материалы. 1. Технохимические весы. 2. Коробка с почвой. 3. Мерные цилиндры на 100 см³ и 50 см³. 4. Раствор хлорида кальция. 5. Дистиллированная вода. 6. Образец почвы просеянной через сито 1 мм. 7. Стекланные палочки.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие первичные минералы широко распространены в рыхлых породах, почвах и почему? 2. Какие минералы называются вторичными и какова их роль в почвообразовании и плодородии почв? 3. Как характеризуются гранулы (механические элементы) и чем отличаются их группы по составу и свойствам? 4. Что называется гранулометрическим составом и каковы принципы построения классификации почв по гранулометрическому составу? 5. Как проявляется влияние гранулометрического состава почв (легких, средних и тяжелых) на их агрономические свойства?

2.8 Определение агрегатного состава почвы и водопрочности почвенных агрегатов методом Н.И. Саввинова

Под *структурой почвы* понимают совокупность агрегатов или структурных отдельностей различной величины, формы, пористости, механической прочности и водопрочности.

Агрегаты диаметром больше 0,25 мм называют *макроагрегатами*, мельче 0,25 мм – *микроагрегатами*.

Агрономически ценной является комковато-зернистая структура с размером агрегатов от 0,25 до 10,0 мм, обладающих пористостью и водопрочностью. Такая структура обуславливает наиболее благоприятный водно-воздушный режим почвы. Водопрочными называются агрегаты, которые противостоят размывающему действию воды.

В задачу агрегатного анализа входит: 1) определение содержания агрегатов того или иного размера в пределах 0,25–10 мм; 2) выявление количества водопрочных агрегатов из выделенных структурных отдельностей.

Число агрегатов определенного размера находят методом «сухого» агрегатного анализа, а водопрочных агрегатов – методом «мокрого» агрегатного анализа.

Метод «сухого» агрегатного анализа. Из образца нерастертой воздушно-сухой почвы берут среднюю пробу 0,5–2,5 кг. Осторожно выбирают корни, гальку и другие включения. Среднюю пробу просеивают через колонку сит с диаметром отверстий 10; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. На нижнем сите должен быть поддон. Почву просеивают небольшими порциями (100–200 г), избегая сильных встряхиваний. Когда сита разъединяют, каждое из них слегка постукивают ладонью по ребру, чтобы освободить застрявшие агрегаты.

Агрегаты с сит переносят в отдельные фарфоровые или алюминиевые чашки. Когда всю среднюю пробу просеют и разделят на фракции, каждую фракцию взвешивают на технохимических весах и рассчитывают ее содержание в процентах от массы воздушно-сухой почвы.

Коэффициент структурности при сухом просеивании определяют по формуле

$$K_{стр.} = \frac{\text{агрегаты(от 0,25 до 10 мм), \%}}{\text{агрегаты(больше 10 мм + меньше 0,25 мм), \%}}$$

Главное качество почвенной структуры – водопрочность, т. е. способность комочков противостоять размыванию водой.

Чем богаче почва минеральными и органическими коллоидами, тем шире возможности для ее агрегации. Процесс образования структуры протекает под влиянием коагуляции коллоидов, склеивания механических элементов коллоидными пленками, а также под воздействием корней растений, гиф грибов, оплетающих почвенные комки и зерна и проникающих внутрь их.

Особенно большое значение для образования структуры почвы имеет гумус. Как коллоидное вещество, он под влиянием катионов кальция и магния способен переходить в необратимую форму и да-

вать прочный и нерастворимый в воде гель. Этот гель, играющий роль клея, и придает структурным агрегатам водопрочность.

Метод «мокрого» агрегатного анализа. Навеску почвы 50 г составляют из отсеянных структурных фракций. Из каждой фракции отвешивают на технохимических весах количество структурных отдельностей (в граммах), равное половине процентного содержания данной фракции в почве. Фракцию меньше 0,25 мм не включают в среднюю пробу, чтобы не забивались нижние сита при просеивании почвы. Поэтому навеска всегда бывает меньше 50 г.

Подготавливают набор из пяти сит с диаметром отверстий (сверху вниз) 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сита скрепляют металлическими пластинками и устанавливают в баке с водой так, чтобы над бортом верхнего сита находился слой воды 5–6 см.

Навеску высыпают в литровый цилиндр и насыщают водой, которую приливают осторожно по стенкам цилиндра, чтобы вытеснить из почвы воздух, не защемляя его (защемленный воздух разрушает агрегаты). Увлажненную почву оставляют на 10 мин в покое, после чего цилиндр доливают водой доверху. Для полного удаления воздуха цилиндр закрывают часовым стеклом, наклоняют до горизонтального положения и ставят вертикально. Когда воздух будет удален, цилиндр закрывают пробкой, следя, чтобы под ней не осталось воздуха, и быстро переворачивают вверх дном. Держат в таком положении, пока основная масса агрегатов не упадет вниз. Затем цилиндр переворачивают и ждут, когда почва достигнет дна. Так повторяют 10 раз, чтобы разрушить все непрочные агрегаты.

При последнем обороте оставляют цилиндр дном кверху, переносят к набору сит и погружают в воду над верхним ситом. Под водой открывают пробку цилиндра и, не отрывая его от воды, плавными движениями распределяют почву на поверхности верхнего сита.

Через минуту, когда все агрегаты больше 0,25 мм упадут на сито, цилиндр закрывают пробкой под водой, вынимают из воды и оставляют.

Почву, перешедшую на сито, просеивают под водой следующим образом: набор сит поднимают в воде, не обнажая оставшихся агрегатов на верхнем сите, и быстрым движением опускают вниз. В этом положении держат 2–3 секунды, чтобы успели просеяться агрегаты, затем медленно поднимают вверх и быстро опускают вниз.

Сита встряхивают 10 раз, затем вынимают из бака два верхних сита, а нижние встряхивают еще 5 раз. Оставшиеся на ситах агрегаты смывают струёй воды в большие фарфоровые чашки. Избыток воды в чашках сливают. Из больших чашек агрегаты смывают в заранее взвешенные маленькие чашечки, затем высушивают на водяной бане до воздушно-сухого состояния и взвешивают. Масса фракций, умноженная на 2, дает процентное содержание водопрочных агрегатов того или иного размера. Процент агрегатов меньше 0,25 мм определяют вычитанием из 100 суммы процентов полученных фракций.

Таблица 5 – Оценка структурного состояния почвы

Содержание агрегатов 0,25–10 мм (% от массы воздушно-сухой почвы)		Оценка структурного состояния
сухое просеивание	мокрое просеивание	
>80	>70	Отличное
80–60	70–55	Хорошее
60–40	55–40	Удовлетворительное
40–20	40–20	Неудовлетворительное
<20	<20	Плохое

Форма записи результатов

Размер фракций, мм	Сухое просеивание		Взято почвы для мокрого просеивания	Мокрое просеивание	
	масса фракций, г	содержание агрегатов, %		масса водопрочных агрегатов, г	содержание агрегатов, %
>10					
10–5					
5–3					
3–2					
2–1					
1,0–0,5					
0,50–0,25					
<0,25					

Коэффициент при мокром просеивании определяют по формуле

$$K_{стр.} = \frac{агрегаты > 0,25 мм, \%}{агрегаты < 0,25 мм, \%}$$

Оборудование и материалы. 1. Образец нерастертой почвы массой 500 г. 2. Колонка почвенных сит. 3. Технохимические весы. 4. Алюминиевые или фарфоровые чашки. 5. Мерные цилиндры на 1000 мл. 6. Водяная баня или электроплитка. 7. Кастрюля с водой вместимостью 10 л. 8. Резиновые груши.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое структура почвы и в чем особенности ее оценки в морфологическом и агрономическом отношении? 2. Какие процессы определяют образование структуры, ее утрату и каковы приемы восстановления структуры почвы? 3. В чем заключается роль структуры почвы в формировании ее свойств, режимов и плодородия?

2.9 Определение общих физических свойств почвы

2.9.1 Определение плотности твердой фазы почвы пикнометрическим методом

Почва как физическое тело состоит из четырех фаз: твердой, жидкой, газообразной и населения почвы. Твердая фаза представлена минеральными и органическими веществами, жидкая – водой с растворенными в ней соединениями (почвенный раствор), а газообразная – почвенным воздухом.

Плотностью твердой фазы почвы называется отношение массы твердой фазы почвы в сухом состоянии к массе равного объема воды при температуре +4 °С. Эта величина зависит от природы входящих в почву минералов и от количества органического вещества.

В среднем плотность твердой фазы у большинства почв равна 2,50–2,65 г/см³ и изменяется в зависимости от указанных причин. Чем больше гумуса содержит почва, тем меньше плотность твердой фазы. Так, чернозем с 10%-м содержанием гумуса имеет плотность твердой фазы около 2,4 г/см³, а дерново-подзолистая почва с 2,5%-м содержанием гумуса – 2,6 г/см³. У торфов плотность твердой фазы зависит от степени разложения и зольности торфа и колеблется от

1,4 до 1,7 г/см³. Некоторые скелетные почвы имеют плотность твердой фазы 3,0 г/см³.

Знание плотности твердой фазы почвы необходимо для вычисления пористости почвы. Кроме того, плотность твердой фазы почвы дает некоторую ориентировку в петрографическом составе входящих в почву минералов и указывает на соотношение минеральной и органической частей.

Плотность твердой фазы почвы определяют пикнометрическим способом. Для ее вычисления надо знать объем и массу твердой фазы почвы. При пикнометрическом способе объем твердой фазы находят путем вытеснения воды взятой навеской почвы.

Ход анализа

1. В колбу наливают около 250 мл дистиллированной воды, кипятят примерно полчаса для удаления из нее растворенного воздуха и охлаждают до комнатной температуры.

2. Берут пикнометр (или мерную колбу) на 100 мл, наливают в него до метки прокипяченную и охлажденную дистиллированную воду, измеряют температуру и взвешивают на аналитических весах.

3. Из просеянного через миллиметровое сито образца отвешивают на аналитических весах в стеклянный стаканчик или в какую-либо другую тару 9–10 г воздушно-сухой почвы. Одновременно берут навеску для определения гигроскопической влаги, если ее не определяли.

4. Из взвешенного пикнометра выливают немного больше 1/2 объема воды и высыпают в него навеску почвы. Стаканчик, в котором находилась почва, снова взвешивают и по разности между стаканчиком с почвой и пустым стаканчиком находят массу почвы, взятой для определения плотности твердой фазы.

5. Почву и воду в пикнометре кипятят 30 мин для удаления воздуха, доливая дистиллированной водой по мере выкипания до половины его объема.

6. После кипячения пикнометр с содержимым охлаждают до комнатной температуры и доливают прокипяченную и охлажденную воду до метки, вытирают снаружи фильтровальной бумагой и взвешивают на аналитических весах. Нужно следить, чтобы температура пикнометра с водой и почвой и первоначальная температура пикнометра с водой были одинаковыми.

7. Плотность твердой фазы почвы вычисляют по формуле

$$d = \frac{A}{(B + A) - C} ,$$

где d – плотность твердой фазы, г/см³; A – навеска сухой почвы, г; B – масса пикнометра с водой, г; C – масса пикнометра с водой и почвой, г.

Форма записи результатов

Масса почвы, г (a)	Навеска сухой почвы, г $A=a: K_{H_2O}$	Масса пикнометра с водой, г (B)	Масса пикнометра с водой и почвой, г (C)	Масса (объем) вытесняемой воды, г $(B+A)-C$	Плотность твердой фазы почвы, г/см ³ (d)

2.9.2 Определение плотности почвы из рассыпного образца

Плотностью почвы называют массу единицы ее объема в естественном сложении. При определении плотности узнают массу почвы в определенном объеме со всеми порами. Определяя плотность твердой фазы, узнают массу твердой фазы почвы, занимающей весь объем, без пор. Таким образом, плотность сложения одной и той же почвы всегда будет меньше плотности ее твердой фазы. Плотность характеризует взаимное расположение почвенных частиц и агрегатов и выражается в граммах на 1 см³. Она зависит от гранулометрического состава, содержания органического вещества и структурного состояния почвы.

Плотность сложения минеральных почв колеблется от 0,8 до 1,8 г/см³. В верхних горизонтах черноземных почв плотность составляет 1,0–1,2, в нижних – 1,3–1,6 г/см³. У почв с небольшим содержанием гумуса плотность около 1,3–1,6 г/см³. В нижних горизонтах почв с плотным сложением она составляет 1,6–1,8 г/см³. Плотность целинных верховых болотных почв 0,04–0,08, старопашотных низинных болотных почв 0,2–0,3 г/см³.

Знание плотности почвы позволяет высчитывать запасы воды, питательных веществ в пахотном или любом другом горизонте почвы. Таким образом, определение плотности почвы имеет важное агрономическое значение.

От плотности почвы зависят водно-воздушные, тепловые и биологические свойства. С уплотнением суглинистых и глинистых почв уменьшается общая пористость и объем пор аэрации, увеличивается объем неактивных пор, в которых вода практически недоступна растениям, снижается скорость фильтрации, затрудняется распространение корней.

Чрезмерно рыхлое состояние почвы также неблагоприятно, так как почва при этом быстро иссушается, нарушается контакт семян, корней растений с почвой. Отрицательное влияние повышенной плотности на легких почвах (пески и супеси) сказывается слабее или вовсе не сказывается для ряда культур.

В лабораторных условиях плотность сложения почвы определяют из рассыпного образца с нарушенным сложением почвы. Но такой метод не дает действительного представления о плотности сложения почвы в ее естественном залегании.

Ход анализа

1. Берут цилиндр (бюкс). Взвешивают его.

Насыпают в цилиндр почву из нерастертого образца, уплотняя ее по мере наполнения (постукивают дном цилиндра о ладонь руки).

Измеряют высоту насыпного слоя почвы, диаметр цилиндра и определяют объем почвы.

Взвешивают цилиндр с почвой

5. Находят плотность сложения почвы (d_v) по формуле

$$d_v = \frac{P}{V},$$

где d_v – плотность сложения почвы, г/см³; P – масса сухой почвы, г; V – объем почвы, см³.

Объем цилиндра вычисляем по формуле

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

где $\pi = 3,14$; r – радиус цилиндра, см; h – высота цилиндра, см.

Форма записи результатов

Объем цилиндра, см (V)	Масса пустого цилиндра, г	Масса цилиндра с почвой, г	Масса почвы, г (A)	Масса сухой почвы, г $P = \frac{A}{K_{H_2O}}$	Плотность сложения, г/см ³ (d_v)

Таблица 6 – Оценка плотности сложения суглинистых и глинистых почв (по Н.А. Качинскому)

Плотность, г/см ³	Оценка
1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,0–1,2	Типичные величины для культурной свежевспаханной почвы
1,2–1,3	Пашня уплотнена
1,3–1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4–1,6	Типичные величины для подпахотных горизонтов различных почв (кроме чернозема)
1,6–1,8	Сильноуплотненные иллювиальные горизонты почв

2.9.3 Расчет общей пористости

Между механическими элементами и агрегатами в почве имеются промежутки – поры. В них размещаются вода, воздух, микроорганизмы, корни растений. Объем пор в почве, их размер зависят от гранулометрического состава, структуры и плотности почвы. Количество пор и соотношение их по размерам определяют важнейшие свойства почв, и прежде всего водно-воздушные.

Суммарный объем пор в почве в единице объема называется *общей пористостью*. Общая пористость подразделяется на капиллярную и некапиллярную (поры аэрации). Некапиллярные поры обычно заняты почвенным воздухом. Вода в них находится под действием гравитационных сил и не удерживается. В капиллярных порах размещается вода, удерживаемая менисковыми силами.

Поры, в которых находятся капиллярная вода, почвенный воздух, микроорганизмы и корни растений, называются активными. К

неактивным относят поры, занимаемые связанной водой (прочносвязанная и рыхлосвязанная вода).

В агрономическом отношении важно, чтобы почвы располагали большим объемом капиллярных пор и при этом имели некапиллярную пористость не менее 20–25 % от общей пористости. Если при влажности почвы, соответствующей предельной полевой влагоемкости, в почве находится наибольшее количество капиллярно-подвешенной влаги, а объем пор аэрации составляет величину меньше указанной, необходимы агротехнические или мелиоративные мероприятия по улучшению аэрации почв.

Общую пористость можно рассчитать на основании плотности твердой фазы и плотности сложения почвы по формуле

$$C_k = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right) \cdot 100,$$

где C_k – общая пористость, проц.; d – плотность твердой фазы почвы, г/см³; d_v – плотность сложения почвы, г/см³.

Для оценки общей пористости (в %) суглинистых и глинистых почв Н.А. Качинский предлагает нижеследующую шкалу:

- >70 Избыточно пористая. Почва вспушена.
- 55–65 Отличная. Культурный пахотный слой.
- 50–55 Удовлетворительная для пахотного слоя.
- <50 Неудовлетворительная для пахотного слоя.
- 40–25 Чрезмерно низкая. Характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов.

2.9.4 Расчет пористости аэрации

Пористость аэрации – это часть общей пористости почвы, заполненная воздухом. Она равна разности между объемом общей пористости и объемом воды, которая содержится в почве в момент определения пористости.

Пористость аэрации вычисляют на основании данных общей пористости, влажности и плотности сложения почвы и выражают в процентах по отношению к объему почвы.

Расчет скважности аэрации ($A_{\text{э}}$) производят по формуле

$$A_{\text{э}} = C_k - A_w,$$

где A_w – содержание воды в объемных процентах. Эту величину вычисляют по формуле

$$A_w = W \cdot d_v,$$

где W – влажность почвы, проц.; d_v – плотность сложения почвы, г/см³.

Оборудование и материалы. 1. Пикнометры емкостью 100 мл. 2. Воронки. 3. Аналитические весы. 4. Электроплитка. 5. Кипяченая остуженная вода. 6. Почва, просеянная через сито 1 мм. 7. Нерастертый образец почвы. 8. Алюминиевые цилиндры. 9. Технохимические весы. 10. Линейка.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте понятия плотности сложения, плотности твердой фазы, пористости почвы и их агрономическую оценку. 2. Какова оптимальная плотность почвы для сельскохозяйственных культур? 3. Что такое равновесная плотность почвы? 4. От каких свойств почвы зависит плотность сложения почвы, плотность твердой фазы, пористость? 5. Укажите приемы регулирования общих физических свойств почв.

2.10 Определение водно-физических свойств почвы

Почва как многофазная, полидисперсная система способна поглощать и удерживать воду. В ней всегда находится определенное количество влаги. Содержание влаги в процентах к массе сухой почвы (высушенной при 105 °С) характеризует *влажность почвы*. Последнюю можно выражать также в процентах от объема почвы, м³/га, в мм.

Основными водными свойствами почв являются водоудерживающая способность, водопроницаемость и водоподъемная способность.

2.10.1 Определение капиллярной влагоемкости и скорости капиллярного поднятия воды

Свойство почвы удерживать влагу от стекания сорбционными и капиллярными силами называется водоудерживающей способностью. Количество влаги, которое способна удержать почва, называется *влагоемкостью*. В зависимости от того, в какой форме находится удерживаемая вода, различают максимальную адсорбцион-

ную влагоемкость (МВ), предельную полевую (наименьшую полевую) влагоемкость (ППВ), капиллярную влагоемкость (КВ) и полную влагоемкость (ПВ), или водовместимость. *Максимальная адсорбционная влагоемкость* – наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое сорбционными силами. *Предельная полевая влагоемкость* – наибольшее количество капиллярноподвешенной воды, которое может удерживать почва менисковыми или капиллярными силами после отекаания всей гравитационной воды. *Капиллярная влагоемкость* – максимальное количество капиллярноподпертой воды, которое может содержаться в почве. *Полная влагоемкость* – наибольшее количество воды, которое может вместить почва при заполнении всех пор водой.

Влагоемкость выражают в процентах массы сухой почвы, в процентах объема почвы, миллиметрах, в кубических метрах на 1 га.

Ход анализа

Берут металлический цилиндр с сетчатым дном. Внутрь его кладут фильтровальную бумагу. Определяют массу пустого цилиндра. Затем в цилиндр насыпают почву из нерастертого образца, уплотняя ее при этом, путем постукивания цилиндром о ладонь. После этого снова взвешивают цилиндр с почвой, для того, чтобы определить массу воздушно-сухой почвы в объеме цилиндра. Для определения скорости капиллярного подъема воды измеряют высоту почвы в цилиндре. Металлический цилиндр с почвой помещают в специальную ванночку с водой так, чтобы сетчатое дно цилиндра стояло на фильтровальной бумаге, концы которой опущены в воду, и засекают время начала насыщения. Вода по порам бумаги передается почве, и происходит ее капиллярное насыщение. После того, как произойдет насыщение (поверхность почвы увлажнится), снова засекают время. После полного насыщения цилиндр взвешивают на технoхимических весах.

Расчеты капиллярной влагоемкости (*KB*) в процентах производят по формуле

$$KB = \frac{B - E}{E} \cdot 100,$$

где *B* – масса почвы в объеме цилиндра после насыщения, г; *E* – масса абсолютно сухой почвы в объеме цилиндра, г.

Скорость капиллярного подъема воды находят по формуле

$$V = \frac{h}{t}, \text{ мм/мин,}$$

где h – высота столба почвы, помещенного в цилиндр, мм; t – продолжительность насыщения, мин.

Форма записи результатов

Масса пустого цилин- дра, г	Масса цилиндра с воз- душно- сухой почвой, г	Масса воздуш- но-сухой почвы в объеме цилиндра, г	Масса абсолют- но сухой почвы (E), г	Масса цилиндра с почвой после насыще- ния, г	Масса почвы в объеме цилиндра после насыще- ния (B), г	Высота столба почвы, поме- щенного в ци- линдр (h), мм	Про- должи- тель- ность насы- щения (t), мин

2.10.2 Определение наименьшей влагоемкости в рассыпном образце почвы

Предельная полевая влагоемкость (ППВ) или наименьшая влагоемкость (НВ) – наибольшее количество капиллярноподвешенной воды, которое может удерживать почва менисковыми или капиллярными силами после стекания всей гравитационной воды.

Предельная полевая влагоемкость – важнейшая характеристика водных свойств почв. В природной обстановке она наблюдается после обильного увлажнения почв и стекания всей гравитационной влаги. При предельной полевой влагоемкости в почве имеется максимальное количество влаги, доступной растениям. Разница между ППВ и влажностью завядания (ВЗ) характеризует, по Н.А. Качинскому, диапазон активной или продуктивной влаги.

В почвах с глубоким залеганием грунтовых вод, в профиле, лежащем выше капиллярного увлажнения, высший предел влажности – наименьшая влагоемкость (НВ). Общепринятым методом определения НВ считается метод делительных площадок, заливаемых водой в полевых условиях. Но этот метод длительный и трудоёмкий, особенно в условиях, когда нет близко пресной воды, и ко-

гда требуется определить НВ на большую глубину. Этим и объясняется ограниченность широкого использования этого метода.

Ход анализа

Лабораторный метод С.Н. Пустовойта и А. Ражабова основан на определении водоудерживающей способности почв и заключается в нижеследующем.

Из образца воздушно-сухой почвы берут среднюю пробу около 40 г растирают каучуковым или деревянным пестиком и просеивают через сито с отверстиями 3 мм. Просеянную почву тщательно взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г. Навеску помещают в специально приготовленный цилиндр с сетчатым дном. Цилиндры могут быть приготовлены из стекла, пластмассы или цветных нержавеющей металлов. Высота цилиндра около 10 мм. На нижний скошенный конец цилиндра прикрепляется туго натянутая шелковая или бронзовая сеточка с отверстиями около 0,1 мм.

Перед анализом цилиндр с сеткой и фильтром и стакан для сбора фильтрата предварительно смачивают водой. Смоченный цилиндр в подвешенном состоянии помещают в смоченный химический стакан ёмкостью 50–100 мл.

В подготовленный к анализу цилиндр помещают навеску почвы 10 г, затем в цилиндр пипеткой точно наливают 10 мл воды. Для более быстрого и полного стекания фильтрата к сетке с внешней стороны цилиндра прикрепляется хорошо смоченный кружочек фильтровальной бумаги.

Для предохранения налитой воды от испарения весь прибор помещают под большой смоченный стакан или стеклянную банку ёмкостью 0,5 литра. Под банку или стакан помещают комочек сильно увлажненной ваты или марли. Через 30–40 минут, когда фильтрация из цилиндра полностью прекращается, фильтрат, собранный в стакане, переносят в градуированную пробирку и измеряют объём с точностью до 0,1 мл.

Результаты определения наименьшей влагоемкости записываются следующим образом:

C – навеска почвы, г _____

V_0 – объём (см³) прилитой воды _____

V_1 – объём (см³) фильтрата _____

Наименьшую влагоёмкость (HB) вычисляют по формуле

$$HB = \frac{V_0 - V_1}{C} \cdot 0,43 \cdot 100,$$

где HB – наименьшая влагоёмкость, проц.; V_0 – объем прилитой воды, см³; V_1 – объем фильтрата, см³; C – навеска почвы, г; 0,43 – коэффициент Кабаева, полученный экспериментальным путем.

Таблица 7 – Оценка наименьшей влагоемкости

Тяжелые по гранулометрическому составу почвы		Легкие по гранулометрическому составу почвы
Влагоемкость в % сухой массы	Оценка	Культурная песчаная почва в пахотном слое имеет влагоемкость 20–25 % Для полевой культуры пригодны пески с влагоемкостью не менее 10 % Для лесных культур пригодны пески с влагоемкостью не менее 3–5 %
40–50	Наилучшая	
30–40	Хорошая	
25–30	Удовлетворительная	
<25	Неудовлетворительная	

Оборудование и материалы. 1. Цилиндры с сетчатым дном. 2. Технохимические весы. 3. Плоскодонная чашка. 4. Фильтровальная бумага. 5. Линейка. 6. Секундомер (или часы с секундной стрелкой); 7. Почва, просеянная через сито 3 мм. 8. Стекланные стаканчики объемом 100 мл и на 500–600 мл. 9. Измерительный цилиндр на 5 мл.

2.10.3 Расчет запасов воды в почве

В приводимых ниже формулах буквенные знаки имеют следующие значения:

W – влажность почвы в весовых процентах для слоя почвы в момент работы;

d_v – плотность сложения почвы, г/см³;

H – толщина изучаемого слоя, см;

H_v – влажность, соответствующая наименьшей влагоемкости почвы, %;

MG – максимальная гигроскопичность, проц.

*Таблица 8 – Оценка запасов продуктивной влаги
по шкале А.В. Бадюковой, З.А. Корчагиной (мм)*

Оценка запасов продуктивной влаги	Слой почвы, см	
	0–20	0–100
Очень хорошая	–	>160
Хорошая	>40	160–130
Удовлетворительная	20–40	130–90
Плохая	<20	90–60
Очень плохая	–	<60

Расчеты запасов воды в почве (в миллиметрах водного слоя) проводятся по формулам:

1. Запас воды в изучаемом почвенном слое в момент работы (В):

$$B = 0,1 \cdot W \cdot d_v \cdot H$$

2. Запас воды, соответствующий наименьшей влагоемкости (НВ):

$$HB = 0,1 \cdot H_v \cdot d_v \cdot H$$

3. Запас воды, соответствующий влажности завядания (Вз):

$$Bz = 0,1 \cdot B_z \cdot d_v \cdot H$$

Для этого рассчитывают сначала влажность устойчивого завядания растений (Вз) в весовых процентах:

$$B_z = 1,35 \cdot MГ$$

4. Запас полезной для растений воды в почве (ЗПВ):

$$ЗПВ = 0,1 \cdot d_v \cdot H \cdot (W - B_z)$$

5. Максимальный запас полезной влаги для растений (МЗПВ):

$$МЗПВ = 0,1 \cdot d_v \cdot H \cdot (H_v - B_z)$$

6. Дефицит запасов почвенной влаги (ДВ):

$$ДВ = 0,1 \cdot d_v \cdot H \cdot (H_v - W)$$

7. Оптимальная поливная норма (ОПН) рассчитывается по формуле:

$$ОПН = 0,3 \cdot HB$$

Чтобы перейти от мм водного слоя к кубическим метрам, надо результат умножить на 10, так как 1 мм = 10 м³/га.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие категории воды выделяют в почве; каковы их прочность связи с твердой фазой почвы и доступность растениям? 2. Что такое почвенно-

гидрологические константы? 3. Какое влияние на водные свойства оказывают гранулометрический состав, структурное и гумусовое состояние, состав поглощенных катионов почв? 4. Что называется влажностью завядания и как ее вычисляют? 5. Какая влага называется продуктивной? Укажите диапазон продуктивной влаги в почве. 6. Какие применяют мероприятия по регулированию водного режима в различных природных зонах?

2.11 Задачи по разделу «Физические свойства почвы»

С целью овладения навыками расчета и оценки различного рода почвенно-мелиоративных показателей при изучении физических свойств почв предлагаются нижеследующие задачи.

1. Найти влажность почвы, если масса влажной почвы 30 г, а масса сухой почвы 20 г.

2. Какова влажность завядания растений, если максимальная гигроскопическая влажность почвы 5 %?

3. Определить количество недоступной влаги в пахотном горизонте (0–20 см) почвы при плотности сложения, равной $1,2 \text{ г/см}^3$, максимальной гигроскопичности 3,76 %.

4. Определить запас продуктивной влаги в пахотном слое (0–20 см) чернозема выщелоченного, имеющего полевую влажность 30 %, влажность устойчивого завядания растений – 10,5 %, плотность сложения пахотного слоя – $1,07 \text{ г/см}^3$.

5. Полевая влажность пахотного слоя темно-каштановой почвы равна 10 %. Определить запас продуктивной влаги пахотного горизонта (0–20 см), если плотность сложения равна $1,22 \text{ г/см}^3$, а максимальная гигроскопичность равна 3,76 %.

6. Чернозем обыкновенный. Посев кукурузы на силос. Запас влаги в почве перед посевом в слое 0–50 см – 179 мм, перед уборкой – 96 мм, осадки за вегетационный период составили 190 мм. Урожайность зеленой массы – 180 ц/га. Определить коэффициент водопотребления (мм/т).

7. Почва – чернозем выщелоченный, посев пшеницы. Запас влаги в метровом слое перед посевом 362 мм, перед уборкой 210 мм, осадки за вегетационный период составили 190 мм. Урожайность яровой пшеницы 16,7 ц/га. Определить общий расход влаги и коэффициент водопотребления.

8. Плотность твердой фазы $2,5 \text{ г/см}^3$, плотность сложения $1,08 \text{ г/см}^3$, влажность почвы 28 %. Определить пористость аэрации.

9. Слой почвы 0–20 см, наименьшая влагоемкость 40 %, влажность почвы 25 %. Определить дефицит влажности.

10. Слой почвы 0–100 см, наименьшая влагоемкость 30 %, влажность почвы 20 %, плотность сложения $1,2 \text{ г/см}^3$. Определить оптимальную поливную норму.

11. Рассчитать массу пахотного слоя мощностью 20 см на 1 га, если плотность сложения почвы $1,2 \text{ г/см}^3$.

12. В пахотном слое (0–30 см) чернозема типичного с плотностью сложения $0,96 \text{ г/см}^3$ содержится гумуса 9,5 %, валового азота – 0,65 и валового фосфора – 0,21 %. Рассчитать их запасы.

13. В пахотном слое (0–20 см) почвы при плотности сложения $1,18 \text{ г/см}^3$ содержится нитратного азота – 15, а аммиачного азота – 5 мг на 100 г почвы. Определить запасы подвижных форм азота.

14. Дать название почвы по гранулометрическому составу, если известно, почва содержит частиц меньше 0,01 мм – 48 %.

15. Дать полное название почвы по гранулометрическому составу с использованием преобладающих фракций, если она содержит: частиц больше 0,25 мм – 0,5 %, 0,25–0,05 – 15,5 %, 0,05–0,01 мм – 47,1 %, 0,010–0,005 мм – 6,9 %, 0,005–0,001 мм – 8,9 %, меньше 0,001 мм – 21,1 %.

3 МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ

Строение почвенного профиля. Почвенный профиль состоит из определенного набора генетических горизонтов, образовавшихся под воздействием естественных или агрогенных элементарных почвенных процессов. Каждый генетический горизонт имеет буквенные обозначения (латинские).

A_0 – органогенный горизонт, мощностью до 10–20 см, залегающий на поверхности почвенного профиля в виде лесной подстилки или степного войлока, состоит из растительных остатков разной степени разложения (опад древесной и травянистой растительности разных лет).

A_d – органо-минеральный горизонт, залегающий на поверхности почв под луговой травянистой растительностью, мощностью до 10 см; до 50 % по объему состоит из корней травянистых растений (дернина).

A – гумусово-аккумулятивный горизонт, залегает под горизонтами A_0 или A_d , содержит 4–15 % гумуса гуматного или фульватно-гуматного состава и поэтому окрашен в серые и темно-серые тона, мощностью от 5 до 30 (50) см.

A_1 – гумусово-элювиальный горизонт, окрашен в серые и светло-серые тона. Наряду с накоплением гумуса из него выносятся органо-минеральные и минеральные соединения. Содержит до 4–6 % гумуса фульватного или гуматно-фульватного состава.

$A_{пах}$ – поверхностный (пахотный) горизонт во всех пахотных почвах, мощностью 20–30 см. При глубокой плантажной вспашке (более 40 см) обозначается – $A_{пл}$ и называется плантажированный.

A_2 – элювиальный горизонт, залегающий под горизонтами A_0 , A_1 , или A_d , формируется в результате элювиальных процессов, мощностью от 1–2 до 30 и более см, окрашен в светлые тона (белый, светло-серый и др.).

B – горизонт, залегающий под элювиальным, сформировавшийся в результате иллювиально-аккумулятивных (вымывание), метаморфических процессов (внутрипочвенное выветривание). В зависимости от характера процессов к основному индексу добавляется дополнительный, например: B_F – вымывание железа, B_h – гумусовых веществ, B_k – карбонатов, B_m – метаморфический и т.д. Наиболее типичный цвет – бурый в сочетании с красным, желтым, коричне-

вым. Мощность горизонтов В может быть более 50–60 см, они подразделяются на подгоризонты или переходные горизонты, несущие признаки ниже- или вышележащих горизонтов, например: A_2B – переходный между элювиальным и иллювиальным и несущий в себе признаки того и другого горизонта. Переходные горизонты могут выделяться между всеми основными горизонтами.

С – материнская почвообразующая порода, слабозатронутая процессами почвообразования.

Д – подстилающая порода, которая отличается от почвообразующей происхождением и свойствами и залегает в пределах 2–3 (5) м от поверхности.

В почвах болотного типа выделяются слои торфа, отличающиеся по степени разложения, зольности и другим свойствам. Они обозначаются как T_1 , T_2 и T_3 .

В гидроморфных почвах под воздействием глеевого процесса образуется глеевый горизонт, который обозначается индексом G. Если признаки глеевого процесса проявляются в других горизонтах, то к основному индексу добавляется дополнительный – g.

Границы между горизонтами могут быть ровными, постепенными, ясными и резкими, извилистыми. Профиль почв и соответствующие горизонты бывает разной степени выраженности и дифференцированности.

Окраска почвы. Цвет почвы – одно из важных внешних свойств ее, наиболее доступных для наблюдения и широко используемых в почвоведении для присвоения названий почвам (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и др.). Окраска почв находится в прямой зависимости от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Окраска горизонта зависит от наличия в почве того или иного количества красящих веществ. Верхние горизонты окрашены гумусом в темные цвета (серые и коричневые). Чем большее количество гумуса содержит почва, тем темнее окрашен горизонт.

Наличие железа и марганца придает почве бурые, охристые, красные тона. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почв), осолодения, засоления, окарбоначивания, т. е. присутствие в почве кремнезема, каолина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей.

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

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

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

При полевых исследованиях следует различать пять степеней влажности почв: 1) *сухая почва* пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку; влажность почвы близка к гигроскопической (влажность в воздушно-сухом состоянии); 2) *влажноватая почва* холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет; 3) *влажная почва* – на ощупь явно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой; 4) *сырая почва* при сжимании в руке превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами; 5) *мокрая почва* – при сжимании в руке из почвы выделяется вода, которая сочится между пальцами; почвенная масса обнаруживает текучесть.

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

Группировка механических элементов по размерам называется классификацией гранулометрического состава. В нашей стране у

почвоведов широко применяется классификация проф. Н.А. Качинского (таблица 9).

Таблица 9 – Классификация механических элементов почв

Название механических элементов (гранул)	Размер механических элементов (гранул), мм
Камни	>3
Гравий	3–1
Песок крупный	1,0–0,5
Песок средний	0,50–0,25
Песок мелкий	0,25–0,05
Пыль крупная	0,05–0,01
Пыль средняя	0,010–0,005
Пыль мелкая	0,005–0,001
Ил грубый	0,0010–0,0005
Ил тонкий	0,0005–0,0001
Коллоиды	<0,0001
Физическая глина	<0,01
Физический песок	>0,01

Таблица 10 – Классификация почв по гранулометрическому составу

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

По преобладанию частиц той или иной крупности почвы относят к песчаным, суглинистым, глинистым разновидностям и т. д. В почвоведении принята классификация почв по гранулометрическому составу, разработанная Н.А. Качинским, по которой все почвы подразделяются на категории в зависимости от содержания в них физической глины, т. е. частиц размером менее 0,01 мм (таблица 10).

Дальнейшее подразделение почв по гранулометрическому составу производится на основании соотношений фракций песка ($>0,05$ мм), пыли (0,05–0,001 мм), ила ($<0,001$ мм), причем название преобладающей фракции ставится в конце. Например, чернозем легкоглинистый, пылевато-иловатый означает, что физической глины (частиц $<0,01$ мм) в верхнем горизонте почвы содержится от 60 до 75 %, а в ней по содержанию на первом месте стоит ил, а на втором – пыль.

Существуют сухой и мокрый способы приблизительного определения гранулометрического состава в поле. Показатели мокрого способа определения гранулометрического состава приведены на рисунке 9.

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

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

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

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

Окончательное уточнение гранулометрического состава почвы производится в камеральный период путем специального лабораторного анализа, и на основании его дается название почвы.

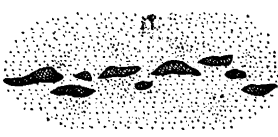
Гранулометрический состав	Вид образца в плане после раскатывания
Шнур не образуется – песок	
Зачатки шнура – супесь	
Шнур дробится при раскатывании – легкий суглинок	
Шнур сплошной, кольцо при свертывании распадается – средний суглинок	
Шнур сплошной, кольцо с трещинами – тяжелый суглинок	
Шнур сплошной, кольцо цельное – глина	

Рисунок 9 – Определения гранулометрического состава почв в поле (метод раскатывания)

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

Морфологические типы структур почвенной массы хорошо разработаны С.А. Захаровым, чью классификацию структурных отдельностей мы приводим (рисунок 10).

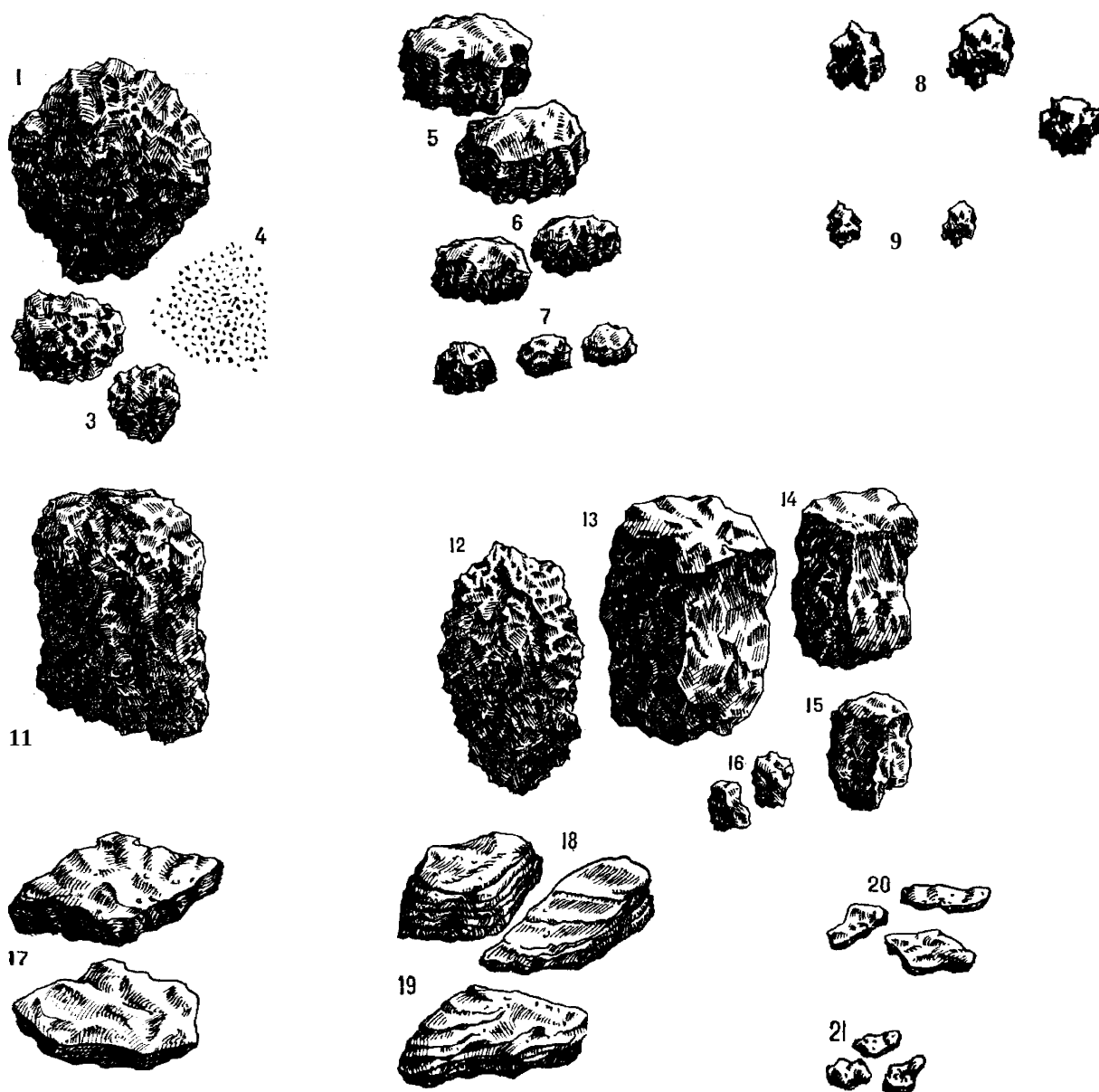


Рисунок 10 – Типичные структурные элементы почв
(по С.А. Захарову):

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

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

III тип: 17) сланцевая, 18) пластинчатая, 19) листоватая, 20) грубо-чешуйчатая, 21) мелкочешуйчатая.

Если структура неоднородна, то для ее характеристики пользуются двойными названиями (комковато-зернистая, ореховато-

призматическая и т. д.), последним словом указывая преобладающий вид структуры.

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет водопрочность ее структуры, т. е. образование прочных, неразмываемых в воде отдельностей. Такая структура образуется в результате скрепления механических элементов органо-минеральными коллоидами, скоагулированными необратимо. Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим, хорошие механические свойства и т. д. Почвы, не имеющие водопрочной структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы.

Сложение почвы. Под сложением почвы понимают внешнее выражение степени и характера ее плотности и порозности. При внимательном рассмотрении почвенных горизонтов можно заметить сеть трещин, пор, ячеек, пустот, различных по форме и размерам. По величине и форме воздушных пор и полостей различают нижеследующие типы сложения почв.

А. Полости, расположенные внутри структурных отдельностей:

а) *тонкопористые* – диаметр пор, пронизывающих почву, до 1 мм, характерны для лёссов и образовавшихся из них почв; б) *пористые* – диаметр пор 1–3 мм, характерны для лёссовидных пород и соответствующих почв, сероземов, дерново-подзолистых почв; в) *губчатые* – почва пронизана порами диаметром 3–5 мм, характерны для некоторых подзолистых горизонтов; г) *ноздреватые* или *дырчатые* – диаметр пор 5–10 мм, характерны для сероземов и обусловлены работой землероющих животных; д) *ячеистые* – диаметр пустот 10 мм, характерны для субтропических и тропических почв; е) *трубчатые* – пронизаны каналами, прорытыми крупными землероями.

Б. Полости расположены между структурными отдельностями:

а) *тонкотрещиноватые* – воздушные полости, обычно вертикального направления, менее 3 мм; б) *трещиноватые* – размер трещин 3–10 мм, характерны для горизонтов с призматической и столбчатой структурой; в) *щелеватые* – вертикальные полости размером более 10 мм, свойственны столбчатым горизонтам некоторых солонцеватых почв.

Воздушные полости почвенных горизонтов хорошо видны в сухое время года. Во влажном состоянии вследствие разбухания почвенной массы размер пор уменьшается.

Различают следующие степени плотности почв в сухом состоянии: 1) *очень плотное* или *слитое* сложение – почва не поддается действию лопаты (входит и почву не более 1 см) – характерно для слитых черноземов, для столбчатых горизонтов солонцов; 2) *плотное* сложение – лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4–5 см, и почва с трудом разламывается руками; такое сложение наблюдается в тяжелых глинистых неокультуренных почвах и для горизонта В солонцеватых почв; 3) *рыхлое* сложение – лопата или нож легко входят в почву, почва хорошо оструктурена, но структурные агрегаты сравнительно мало сцементированы между собой; таковы супесчаные почвы и верхние, хорошо оструктуренные горизонты суглинистых почв; 4) *рассыпчатое* сложение – почва обладает сыпучестью, отдельные частицы не сцементированы между собой; свойственно супесчаным и бесструктурным, распыленным пахотным горизонтам почв.

Сложение почвы зависит от гранулометрического и химического состава ее, а также от влажности. Это свойство почвы имеет большое практическое значение в сельском хозяйстве и характеризует ее с точки зрения трудности обработки.

Новообразования. Под новообразованиями в почвах подразумеваются локальные обособления веществ, ясно отличающиеся по своей морфологии и вещественному составу от вмещающей их почвенной массы. Почвенные новообразования – это прямой результат почвообразовательных процессов, которые часто служат важными диагностическими признаками для классификации почв.

Группа легкорастворимых солей (хлориды натрия, кальция, магния и сульфаты натрия) характерна для засоленных почв и образует белые тонкие налеты и выцветы на поверхности почвы и на подсохшей стенке разреза, белые уплотненные корочки с поверхности, белые прожилки и крапинки и тонкие игольчатые кристаллы в виде инея или густых щеточек.

Выделения гипса также характеризуют южные засоленные почвы и представляют собой светлые налеты, выцветы, крапинки и жилки, заполненные кристаллическим веществом, натечные образования на нижней поверхности щебня и гальки, одиночные и срос-

шиеся крупные кристаллы (ласточкин хвост, гипсовые розы), пористые, ноздреватые корки и прослойки на поверхности почвы (гажи).

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

Широко распространены новообразования, формирующиеся из окислов железа, алюминия и марганца, в образовании которых большое участие принимают подвижные гумусовые вещества. Это могут быть налеты и выцветы, пленки и корочки охристого, желтого, бурого, темно-бурого цвета на поверхности структурных отдельностей, по трещинам и корневым ходам; примазки, пятна, разводы и языки ржавого, охристого, красноватого и черного цвета на стенке почвенного разреза; плотные округлые образования черно-бурого цвета – бобовины, зерна, дробины, а также темно-бурые, коричневые, ржавые и охристые плотные стяжения – орштейны, жерства, рудяк и т. д.

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

Очень характерны для элювиального процесса выделения кремнезема, представляющие собой налет (присыпку) на структурных отдельностях, белые и белесые пятна и языки на стенке разреза, тонкие прожилки, пронизывающие почву и натеки на камнях. Отличие их от карбонатных новообразований заключается в том, что

последние вскипают под действием слабого раствора соляной кислоты, тогда как кремнеземистые образования на нее не реагируют.

Новообразования гумуса в подзолистых почвах – гумусовые пленки, тонкие корочки и потеки по граням структурных элементов иллювиальных горизонтов. Для степных почв характерны темные пленки, корочки, дендриты, в солонцеватом горизонте – лаковые пленки по граням призматических и столбчатых отдельностей. В болотных почвах встречаются гумусовые слои ортштейна в виде округлых конкреций и прослойки ортзанда. Кроме этого гумусовыми веществами пропитаны новообразования типа капролитов, кротовин и т. д.

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

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

Форма записи результатов

Схема чертежа почвенного разреза	Горизонт и мощность в см	Описание разреза: гранулометрический состав, влажность, окраска, структура, плотность, сложение, новообразование, включение, характер вскипания, характер перехода горизонтов, признаки заболоченности, засоленности, солонцеватости и прочие особенности

Оборудование и материалы. 1. Почвенный разрез в монолитном ящике; 2. Нож; 3. Сантиметровая лента; 4. 10%-ый раствор HCl.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие главные морфологические признаки характеризуют почву? 2. Что называется новообразованием и включением? 3. Дайте характеристику типам структурных отдельностей. 4. Перечислите и дайте характеристику основным генетическим горизонтам разных почв.

4 СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОЧВ

4.1 Дерново-подзолистые почвы

Дерново-подзолистые почвы развиты преимущественно в подзоне южной тайги под травянистыми или мохово-травянистыми лесами. Признаки и свойства этих почв отражают результат воздействия подзолистого и дернового процессов.

Дерново-подзолистые почвы под природной растительностью имеют с поверхности дернину (A_d) или подстилку (A_0) мощностью 3–5 см. Ниже залегают гумусово-элювиальный (дерновый) горизонт A_1 мощностью более 5 см, светло-серого и реже темно-серого цвета, комковатой структуры, рыхлый. Под ним расположен элювиальный подзолистый горизонт (A_2), затем переходный (A_2B) и иллювиальный (B), постепенно переходящий в породу (рисунок 11).

Признаки генетических горизонтов аналогичны подзолистым почвам. В пахотных дерново-подзолистых почвах в верхней части профиля выделяется пахотный горизонт (A_n).

Разделяются на два подтипа: дерново-подзолистые и дерново-палево-подзолистые.

Характерная отличительная морфологическая особенность дерново-палево-подзолистых почв – палевая окраска подзолистого горизонта.

В классификации почв России в качестве самостоятельных подтипов выделяют дерново-подзолистые и дерново-палево-подзолистые пахотные почвы разной степени окультуренности: освоенные (слабоокультуренные), окультуренные (среднеокультуренные) и культурные (сильноокультуренные).

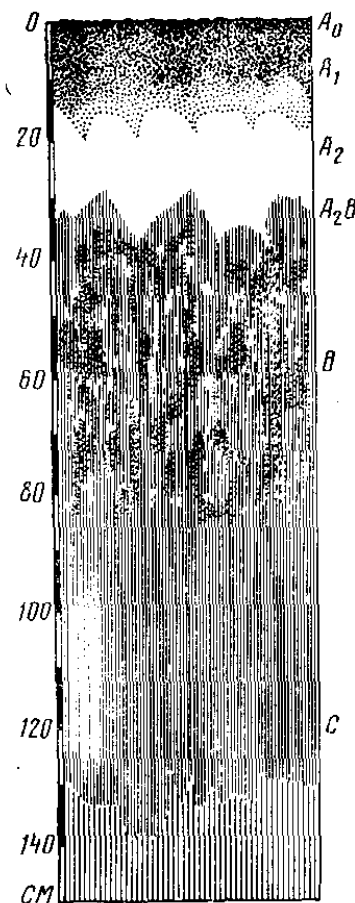


Рисунок 11 – Профиль дерново-подзолистой почвы

Изменения окультуренных почв связаны в основном с изменением мощности, морфологии и свойств пахотного горизонта.

Среди подтипов дерново-подзолистых почв встречаются те же роды, что и в подзолистых почвах. Дополнительно выделяют род дерново-подзолистых почв со вторым гумусовым горизонтом. Для этого рода характерно наличие второго гумусового горизонта A_h , обычно более темного, чем горизонт A_1 и некоторых признаков повышенного увлажнения (железисто-марганцевых конкреций и др.) в горизонте В.

Дерново-подзолистые почвы подразделяются на виды по степени проявления дернового и подзолистого процессов. Кроме того, выделяют вид поверхностно-слабо-глееватых почв, характеризующийся наличием железисто-марганцевых конкреций и отдельных сизоватых и ржавых пятен в элювиальной части профиля.

По содержанию гумуса в горизонте A_1 делятся на слабогумусовые – в целинных почвах до 3 %, в пахотных меньше 2 %; среднегумусовые – в целинных 3–5 %, в пахотных 2–4 % и высокогумусовые – в целинных больше 5 %, на пашне больше 4 %.

Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию по всему профилю, высокую (20–70 %) ненасыщенность основаниями. Содержание гумуса может достигать 7–9 %, но падение его содержания с глубиной очень резкое, а в составе гумуса преобладают фульвокислоты. Верхние горизонты дерново-подзолистых почв обеднены полуторными окислами и обогащены кремнеземом.

4.2 Болотные почвы

Болотные почвы формируются в разных почвенно-климатических зонах в условиях избыточного увлажнения. Они наиболее распространены в таежно-лесной и тундровой зонах. В более южных зонах эти почвы представлены в основном болотными пойменными почвами степей, буроземно-лесными болотными почвами, болотными почвами сероземной зоны и субтропических областей.

Все болотные почвы характеризуются наличием торфяного слоя Т и минерального глеевого горизонта G, ниже которых залегает порода С.

В торфяном слое целинных болотных почв выделяют следующие горизонты: лесную подстилку A_0 или очес ОЧ, под которым

расположен слой торфа, разделяющийся на горизонты по степени разложения: слаборазложившийся T_1 , бурого и коричнево-бурого цвета, содержит много полуразложившихся растительных остатков, залегает под очесом, среднеразложившийся (перегнойно-торфяной) T_2 , темно-коричневый или сильноразложившийся (перегнойный), черно-коричневый или черный, мажущийся при растирании, характерен для низинных болотных почв. Ниже торфа лежит глеевый горизонт G зеленовато-голубого или грязно-голубого цвета с частыми ржавыми пятнами и прожилками по ходам корней. Глеевый горизонт постепенно переходит в породу C (рисунок 12).

Болотные верховые почвы отличаются слабо дифференцированным на горизонты профилем, их торф (сфагновый, пушицево-сфагновый, сфагново-сосновый и др.) светло-бурый или бурый, слаборазложившийся, малозольный.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

Оч – сфагновый очес, соломенно-желтый или светло-буроватый, состоит из живых или слаборазложившихся стебельков мхов с небольшой примесью опада;

T – торфяной горизонт мощностью свыше 50 см, бурый или желтовато-бурый, состоит из растительных остатков, хорошо сохранивших свою форму, горизонт насыщен водой;

G – минеральный, сильнооглеенный горизонт, сизовато-серый или голубовато-сизый, мокрый, бесструктурный.

Почвы низкозольны, имеют сильно-кислую реакцию среды 2,5–3,6), низкую насыщенность основаниями (10–30 %) при значительной (80–90 мг-экв. на 100 г почвы) емкости поглощения. Содержание валовых форм кальция, калия и фосфора низкое – 0,1–0,7, 0,03–0,08 и 0,03–0,20 % соответственно.

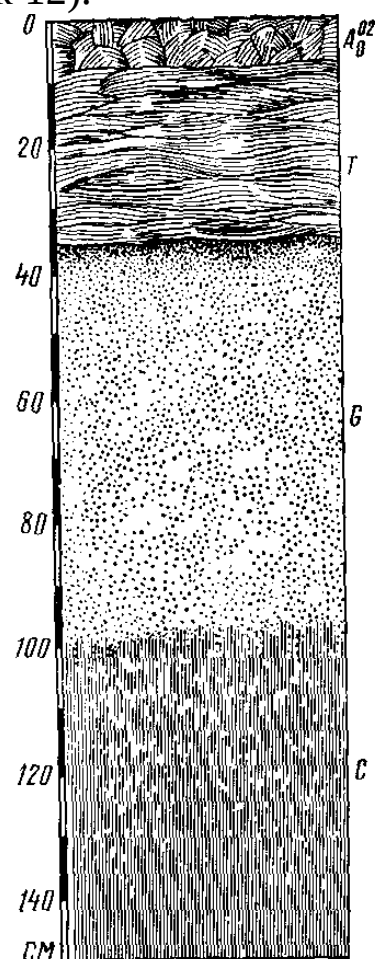


Рисунок 12 – Профиль болотной почвы

В земледелии могут быть использованы после коренных мелиорации. Обычно занимают центральные части верховых болот на водораздельных равнинах и террасах.

В роде обычных болотных верховых почв органогенный горизонт представлен сфагновым торфом.

Переходные остаточно-низинные засфагненные верховые болотные почвы под сфагновым торфом имеют слой травянистого торфа.

Гумусово-железистые верховые болотные почвы характерны для торфяно-глеевых почв, развивающихся на песках.

Болотные низинные почвы образуются под осоками, тростником, гипновыми мхами, ольхой, ивой и другой автотрофной и мезотрофной растительностью в условиях избыточного увлажнения жесткими грунтовыми водами.

Торф этих почв чаще всего хорошо разложившийся, черный или темно-коричневый, высокозольный. Деление на роды определяется повышенным содержанием в золе карбонатов, водорастворимых солей, соединений железа и т. д.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

T₁ – торфяной горизонт мощностью 10–15 см, буровато-темно-серый, густо переплетен корнями растений, степень разложения невысокая;

T₂ – торфяной горизонт мощностью 20–50 см, темно-бурый или коричневый; торф, хорошо разложившийся, содержит остатки древесной растительности; горизонт постепенно переходит в слабо-разложившуюся торфопороду светло-бурой или желто-бурой окраски. Общая мощность торфа достигает 1 м и более.

Зольность этих почв – свыше 10 % и может достигать 30–50 %. Реакция слабокислая и нейтральная, емкость поглощения – 130–150 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 90–97 %. Содержание кальция – 1,5–5,0 %, азота – 1,6–3,8 %. Почвы бедны калием (0,08–0,20 %) и фосфором (0,05–0,46 %). Распространены в центральных частях болотных массивов водораздельных равнин и речных террас южно-таежных и лесостепных территорий.

Болотные почвы разделяются на виды по нижеследующим признакам.

1. По мощности органогенного горизонта: торфянисто-глеевые – мощность торфа от 20 до 30 см, торфяно-глеевые – 30–50 см,

торфяные на мелких торфах – 50–100 см, торфяные на средних торфах – 100–200 см, торфяные на глубоких торфах – мощность торфяной залежи больше 200 см.

2. По степени разложения торфа (верхние 30–50 см): торфяные – меньше 25 %, перегнойно-торфяные – 25–45 %, перегнойные – больше 45 %.

По видовому составу торфообразователей различают:

а) в верховых болотных почвах – сфагновые, пушицево-сфагновые, древесно-сфагновые, осоково-сфагновые, гипново-сфагновые;

б) в низинных болотных почвах – осоковые, гипновые, тростниковые, ольховые и др.

4.3 Серые лесные почвы

Серые лесные почвы распространены преимущественно в северной части лесостепной зоны. Характеризуются следующим строением профиля: $A_0-A_1-A_1A_2-A_2B-B (B_1, B_2)-BC-C$.

В целинных почвах выделяется горизонт лесной подстилки A_0 или дернины A_d . Ниже залегает гумусовый слой ($A_1+A_1A_2$). Его окраска изменяется от светло-серой до темно-серой. Главная морфологическая особенность лесостепных почв – заметное разделение гумусового слоя на два горизонта: гумусовый горизонт A_1 – верхняя, наиболее гумусированная часть и переходный горизонт A_1A_2 (нижняя часть) или гумусово-оподзоленный, прокрашенный гумусом и имеющий одновременно признаки оподзоливания в виде кремнеземистой присыпки.

Интенсивность окраски гумусом усиливается от светло-серых почв к темно-серым, а признаки оподзоливания ослабляются.

Горизонт A_1A_2 сменяется переходным горизонтом A_2B ореховатой или ореховато-плитчатой структуры с обильной кремнеземистой присыпкой. Постепенно переходит в уплотненный иллювиальный горизонт B с ореховатой или орехово-призматической структурой, по граням которой имеются гумусовые примазки и лакировка, а также кремнеземистая присыпка. По степени выраженности этих признаков может подразделяться на $B_1, B_2 (BC)$. Горизонт B постепенно переходит в породу C , которая на некоторой глубине (120–

200 см) содержит карбонаты в виде прожилок и журавчиков (рисунок 13).

Светло-серые лесные почвы по морфологическим признакам и свойствам близки к дерново-подзолистым. Горизонт A_1 небольшой мощности (15–20 см и меньше), светло-серый, со слабовыраженной комковато-пластинчатой структурой, на пахотных почвах $A_{\text{пах}}$ бесструктурный и распылен. Переходный горизонт (A_1A_2) имеет четкие признаки оподзоленности – белесоватый оттенок, чешуйчатую, пластинчатую или плитчато-ореховатую структуру с обильной кремнеземистой присыпкой.

Горизонт A_2B хорошо выражен, с отдельными гумусовыми затеками, по граням ореховато-призматической или ореховато-плитчатой структуры, кремнеземистая присыпка. Иллювиальный горизонт B сильно уплотнен, имеет отчетливую ореховато-призматическую структуру с кремнеземистой присыпкой и лакировкой по граням. Обычно в конце второго метра профиля в породе выделение карбонатов.

Верхние горизонты светло-серых лесных почв имеют кислую (pH_{KCl} 3,5–4,5) или слабокислую (pH_{KCl} 5,0–6,0) реакцию. Степень насыщенности основаниями изменяется по профилю от 60 % в верхних горизонтах до 90–95 % в нижних. Содержание гумуса варьируется от 2,5 до 7,0 %. Почвы ясно дифференцированы по содержанию ила и полуторных окислов.

Серые лесные почвы отличаются более мощным гумусовым горизонтом (до 25–30 см), на пахотных почвах часть его обычно еще выделяется ниже $A_{\text{пах}}$. Оподзоленный горизонт (A_1A_2) интенсивнее, чем у светло-серых почв, прокрашен гумусом, ореховатой структуры с заметной кремнеземистой присыпкой. Горизонт A_2B иногда отсутствует. Иллювиальный горизонт имеет обильную кремнеземистую присыпку и гумусовые примазки на гранях орехо-

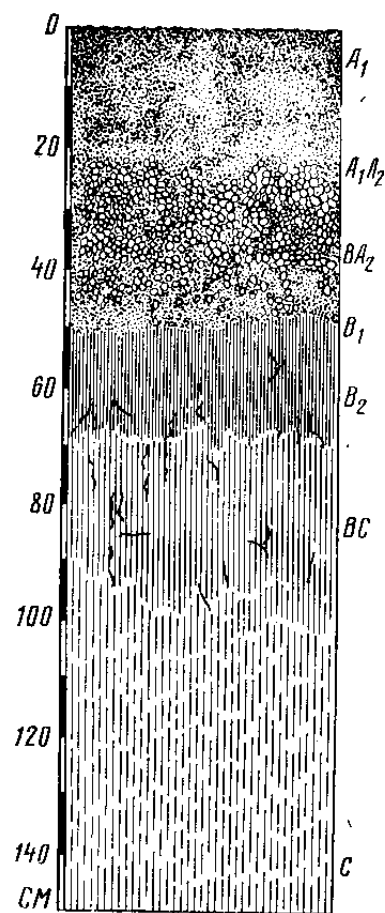


Рисунок 13 – Профиль серой лесной почвы

вато-призматических структурных отдельностей. Обычно растянут и подразделяется на B_1 , B_2 и B/C .

Верхние горизонты серых лесных почв имеют слабокислую реакцию (pH_{KCl} 4,0–6,5). Степень насыщенности основаниями – 70–80% в верхних горизонтах и 90–95 % в нижних. Содержание гумуса – 4–9%. Дифференциация серых лесных почв по содержанию ила и окислов незначительна, а иногда отсутствует совсем.

Темно-серые лесные почвы по признакам и свойствам близки к оподзоленным черноземам. Гумусовый горизонт A_1 более мощный (до 30–35 см), темно-серый, комковатой структуры. Горизонт A_1A_2 интенсивно окрашен гумусом, ореховатой структуры с кремнеземистой присыпкой на гранях. Горизонт A_2B отсутствует.

Иллювиальный горизонт выделяется темно-бурой окраской, заметно уплотнен, отчетливо выражена ореховато-призматическая структура. Белесый налет кремнеземистой присыпки необильный, книзу уменьшается.

На глубине 150–200 см в породе выделяются карбонаты.

Эти почвы имеют слабокислую реакцию в верхних горизонтах и (pH_{KCl} 6,0–6,6). Содержание гумуса высокое (6–12 %), насыщенность основаниями достигает 95–99 %. Дифференциация профиля по содержанию ила отчетлива, по содержанию полуторных окислов выражена слабо.

Серые (светло-серые и темно-серые) лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом имеют ниже оподзоленного горизонта A_1A_2 , второй гумусовый горизонт (A_h), более темный, пепельно-серый или пепельно-черный, мелкоореховатой или плитчато-ореховатой структуры с кремнеземистой присыпкой. Постепенно сменяется иллювиальным горизонтом B бурого цвета с гумусовыми затеками, ореховатой структуры и иногда пятнами оглеения.

Серые (серые и темно-серые) лесные остаточо-карбонатные почвы развиваются на продуктах выветривания карбонатных пород (известняков, мергелей, карбонатных глин и т. п.). Их особенность – более сильная гумусированность, отсутствие или очень слабые признаки оподзоливания и неглубокое залегание карбонатов (вскипание от 10%-го раствора HCl).

Серые лесные контактно-луговые почвы формируются на двучленных наносах, на контакте выделяется прослойка с признаками оглеения.

4.4 Черноземные и лугово-черноземные почвы

Черноземные почвы. Черноземы сформировались под степной и разнотравно-степной растительностью и характеризуются большими запасами органического вещества, что выражается в наличии мощного (в среднем 50–100 см) гумусового слоя с высоким содержанием гумуса (4–10 % и более в верхнем горизонте).

В профиле черноземов выделяются следующие генетические горизонты: A_0 , A , B_1 , B_2 , C . A_0 – степной войлок, имеется только у целинных почв и состоит из переплетенных остатков травянистых растений. A – гумусовый (гумусово-аккумулятивный) горизонт мощностью от 20 до 50 см. Это верхняя, наиболее прокрашенная и богатая гумусом часть гумусового слоя темно-серой или черной окраски, с хорошо выраженной зернистой или комковато-зернистой структурой.

На пахотных почвах значительная часть этого горизонта вовлечена в обработку и образует пахотный горизонт $A_{\text{п}}$.

B_1 – переходный гумусовый горизонт. Это нижняя часть гумусового слоя, отличается от горизонта A ослаблением прокраски гумусом, появлением буроватого оттенка, усиливающегося книзу. Структура горизонта зернисто-комковатая или комковатая, постепенно вниз по профилю увеличивается размер комковатых отдельных частей,

У некоторых подтипов чернозема (типичные, южные) в горизонте B наблюдается выделение карбонатов. Переход в следующий горизонт языковатый (затеками).

B_2 – переходный горизонт гумусовых затеков, неоднородной окраски.

Имеет более грубую крупнокомковатую или комковато-призматическую структуру. Присутствуют (за исключением оподзоленных и сильновыщелоченных черноземов) карбонаты кальция в виде псевдомицелия, белоглазки, журавчиков и т. п.

C – материнская порода, содержит много карбонатов в виде псевдомицелия, белоглазки.

При описании профиля черноземов важным их диагностическим показателем является глубина вскипания от HCl .

В профиле черноземов часто встречаются следы деятельности землероев (сусликов, хомяков, других животных) в виде так назы-

ваемых кротовин. В нижних негумусированных горизонтах они заполнены почвой из гумусового слоя и выделяются в виде темных округлых пятен, а в гумусированных – представлены пятнами нижних слоев.

Классификация черноземов по подтипам, родам и видам приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Классификация черноземов

Подтип	Род	Вид
Оподзоленные	Обычные Слитые	Слабооподзоленные Среднеоподзоленные
Выщелоченные	Обычные Выщелоченные на легких породах Слитые	Слабовыщелоченные Средневыщелоченные Сильновыщелоченные
Типичные	Обычные Карбонатные С пониженным вскипанием Осолоделые	Слабоосолоделые Среднеосолоделые
Обыкновенные	Обычные Карбонатные Солонцеватые Солонцевато-солончаковатые Осолоделые	Слабосолонцеватые Среднесолонцеватые Сильносолонцеватые Слабоосолоделые Среднеосолоделые
Южные	Обычные Карбонатные Солонцеватые Солонцевато-солончаковатые Осолоделые	Слабосолонцеватые Среднесолонцеватые Сильносолонцеватые Слабоосолоделые Среднеосолоделые

Кроме того, черноземы делятся на виды по мощности гумусового слоя ($A+B_1$) на очень маломощные – меньше 25 см, маломощные – 25–40 см, среднемощные – 40–80 см, мощные – 80–120 см и

сверхмощные – больше 120 см; по содержанию гумуса в верхнем горизонте на малогумусные – меньше 6 %, среднегумусные – 6–9 % и высокогумусные (тучные) – больше 9 %.

Черноземы оподзоленные характеризуются наличием кремнеземистой присыпки в гумусовом слое. Обычно она в виде белесоватого налета как бы припудривает структурные отдельности в горизонте B_1 , но при более высокой оподзоленности белесый налет бывает в горизонте А. В этом случае обильная кремнеземистая присыпка придает гумусовому горизонту чернозема седовато-пепельный оттенок.

Гумусовый профиль темно-серый в горизонте А, заметно светлеет в горизонте B_1 . Мощность гумусового слоя ($A+B_1$) колеблется от 70–100 см до 30–50 см. Горизонт карбонатов и линия вскипания залегают значительно ниже границы гумусового слоя (на глубине 1,3–1,5 м). Поэтому в оподзоленных черноземах под гумусовым слоем выделяется иллювиальный уплотненный выщелоченный горизонт, имеющий ореховатую или призматическую структуру, с отчетливой лакировкой, гумусовыми примазками и кремнеземистой присыпкой на гранях. Постепенно эти признаки ослабевают, и горизонт переходит в породу, содержащую карбонаты в виде известковых трубочек, журавчиков или дутиков.

Слабооподзоленные черноземы имеют кремнеземистую присыпку в нижней части горизонта B_1 и в горизонте B_2 . У среднеоподзоленных черноземов присыпка распространена по всему гумусовому слою, а также в нижележащих горизонтах (B_2 и B_3).

Для данного подтипа черноземов характерно наличие невскипающей прослойки в 50–70 см между нижней границей гумусового горизонта и карбонатным горизонтом и белесоватой присыпки по граням структурных отдельностей. Содержание гумуса в верхнем (10 см) слое – 5–12 %, вниз по профилю постепенно и равномерно падает.

Реакция верхних горизонтов слабокислая, близкая к нейтральной (рН 5,5–6,5). Наименьшие значения рН и наличие гидролитической кислотности приурочены к подгорizontам, содержащим белесую присыпку по граням структурных отдельностей. Емкость поглощения – 30–45 мг-экв./100 г почвы; поглощающий комплекс практически насыщен основаниями, и только в подгорizontе АВ изредка может содержаться 2–3% обменного водорода.

В почвах отмечается незначительное обеднение полуторными окислами верхней части профиля и некоторое обогащение ими горизонта В. В этом же горизонте наблюдается накопление илистой фракции, что вызвано не столько вымыванием сверху тонких частиц, сколько образованием глинистых минералов за счет продуктов разрушения первичных минералов на месте.

Почвы характеризуются высоким естественным плодородием. Широко используются в сельском хозяйстве для производства высокоценных зерновых, технических и масличных культур, а также под овощные и плодовые культуры. Нуждаются во внесении фосфорных и калийных удобрений.

Черноземы выщелоченные в отличие от оподзоленных не имеют кремнеземистой присыпки в гумусовом слое. Главная их морфологическая особенность – отсутствие свободных карбонатов в гумусовом слое. Под ним залегает выщелоченный от карбонатов горизонт В₂ различной мощности. Поэтому линия вскипания проходит ниже границы горизонта В₁.

Горизонт А обычно имеет темно-серую или черную окраску, отчетливо выраженную (особенно в подпахотном слое) зернистую или зернисто-комковатую структуру. Мощность его колеблется от 30 до 50 см. Переход в горизонт В₁ постепенный и выявляется по буроватому или коричневому оттенку в окраске, который заметно усиливается книзу. Структура комковатая. Размер комочков книзу постепенно увеличивается.

Мощность гумусового слоя (А+В₁) колеблется от 80–150 см (теплая фация) до 30–45 см (восточно-сибирская фация).

Характерный для этого подтипа черноземов выщелоченный горизонт В₂ имеет буроватую окраску, гумусовые затеки и примазки по граням ореховато-призматической или призматической структуры. Переход в горизонт В₃(ВС) или С ясный, и граница выделяется скоплением карбонатов в виде известковой плесени, прожилок, которые определяют более светлую по сравнению с выщелоченным горизонтом В₂ окраску этого горизонта (рисунок 14).

В основу деления выщелоченных черноземов на виды по степени выщелоченности положена мощность выщелоченного горизонта B_2 , то есть слоя между нижней границей горизонта B_1 и линией вскипания от НС1.

У слабовыщелоченных черноземов линия вскипания проходит не более чем в 20 см от нижней границы B_1 у выщелоченных (средневыщелоченных) — на глубине от 20 до 50 см от границы гумусового слоя, и она лежит обычно в конце первого или в начале второго метра.

У сильновыщелоченных черноземов линия вскипания расположена ниже 50 см от границы горизонта B_1 и, как правило, за пределами первого метра профиля почвы.

Гипс и легкорастворимые соли в профиле почв отсутствуют. Содержание гумуса в верхних 10 см — 6–10%, падение его вниз по профилю постепенное. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами, отношение $C_g : C_f = 1,5–2,0$.

В верхней части гумусового горизонта реакция среды близка к нейтральной или нейтральная, и лишь к нижней границе гумусового горизонта происходит ее слабое подкисление. Почвы имеют высокую емкость поглощения (40–50 мг-экв. на 100 г почвы), в подгумусовом горизонте — 25–35 мг-экв. на 100 г почвы, поглощающий комплекс практически полностью насыщен основаниями. Валовой состав говорит об отсутствии заметного передвижения полуторных окислов в профиле почв; отмечается некоторая (до 10–15%) обедненность полуторными окислами и илом верхней части гумусового горизонта.

Почвы характеризуются высоким естественным плодородием. Широко используются в сельском хозяйстве для производства зерна, и прежде всего озимой и яровой пшеницы. Наряду с зерном значительное место занимают сахарная свекла, подсолнечник, карто-

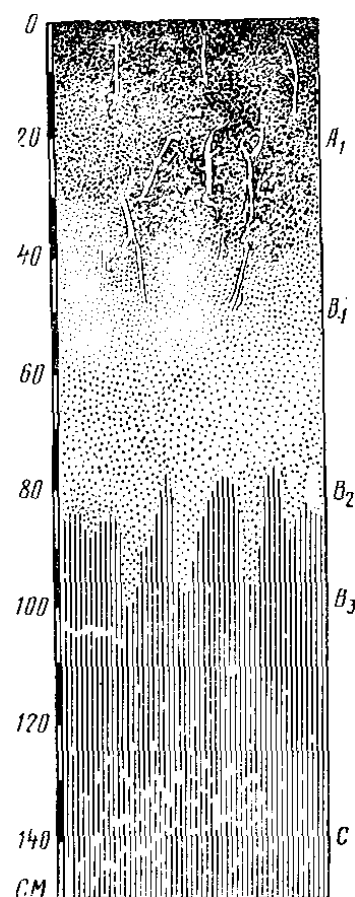


Рисунок 14 — Профиль чернозема выщелоченного

фель. Широко развито овощеводство и садоводство. Нуждаются во внесении фосфорных и калийных удобрений.

Черноземы типичные отличаются большой мощностью гумусового слоя (как правило, больше 80 см) и содержанием карбонатов в гумусовых горизонтах в форме мицелия или известковых трубочек. Карбонаты появляются чаще всего с глубины 60–70 см.

Горизонт А темно-серый, иногда черный, с хорошо выраженной комковато-зернистой или зернистой структурой.

Поскольку типичные черноземы имеют сильно растянутый гумусовый профиль, то для более детальной характеристики строения их гумусового слоя ниже горизонта А выделяют два переходных по окраске и структуре горизонта – АВ₁ и В₁. Горизонт АВ₁ темно-серый, со слабым буроватым оттенком книзу, а горизонт В₁ отличается отчетливым бурым оттенком. В нижней части горизонта АВ₁ или чаще всего в горизонте В₁ видны выцветы карбонатов в форме мицелия. Мощность гумусового слоя (А+АВ₁+В₁) колеблется от 100–190 см (теплая фация) до 40–70 см (холодная фация). Под горизонтом В₁ довольно глубоко заходят отдельные гумусовые пятна и затеки. Горизонт В₂(ВС) и порода С содержат карбонаты в форме мицелия, белоглазки, известковых трубочек и журавчиков.

Типичные черноземы делят на роды с учетом глубины залегания карбонатов. В этой связи выделяют: черноземы типичные (обычные) – вскипание в пределах гумусового слоя (горизонт АВ₁ или В₁); черноземы типичные с пониженным вскипанием – вскипающие ниже границы гумусового слоя; черноземы типичные карбонатные – вскипающие с поверхности или в пределах первых 20 см. Выделяется также род типичных осолоделых черноземов. По мощности гумусового слоя среди типичных осолоделых преобладают мощные и сверхмощные виды.

Содержание гумуса в черноземах типичных высокое (6–12 %), в отдельных почвах может достигать 15 % и более. Падение его содержания вниз по профилю происходит равномерно и постепенно. В составе гумуса гуминовые кислоты устойчиво преобладают над фульвокислотами, отношение С_г : С_ф = 2. Реакция почв близка к нейтральной (рН 6,5–7,0), в карбонатных горизонтах слабощелочная. Емкость поглощения высокая (35–60 мг-экв. на 100 г почвы) в верхней части гумусового горизонта, постепенно уменьшается с глубиной. Содержание ила и полуторных окислов остается посто-

янным по всему профилю, колебания валового состава почв связаны только с изменением состава почвообразующих пород.

Обладают наиболее высоким естественным плодородием. Используются прежде всего для производства высокоценных зерновых, технических и масличных культур. Необходимо применение фосфорных, калийных и органических удобрений, приемов по накоплению и сохранению влаги в почве и противоэрозионных мероприятий.

Черноземы обыкновенные имеют нижеследующее строение. Горизонт А темно-серый или черный, с отчетливой зернистой или комковато-зернистой структурой, мощностью 30–40 см. Постепенно переходит в горизонт В₁ темно-серый, с ясным буроватым оттенком, с комковатой или комковато-призматической структурой. Мощность гумусового слоя (А+В₁) колеблется от 80–140 см (теплая фация) до 35–45 см (холодная восточно-сибирская фация).

Горизонт гумусовых затеков (В₂) часто совпадает с карбонатным горизонтом (В_к) или очень быстро переходит в него. Карбонаты представлены в форме белоглазки – морфологическая особенность обыкновенных черноземов, отличающая их от ранее рассмотренных подтипов. Горизонты В₂ и В_к обычно имеют призматическую структуру. Постепенно карбонатный горизонт переходит в породу С (рисунок 15).

Содержание гумуса достигает 6–9%, при легком механическом составе – 4–5%, в крайних западных и восточных ареалах распространения черноземов обыкновенных – 3–6 %. Падение гумуса вниз по профилю плавное. В составе гумуса гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами (отношение С_г : С_ф = 2). Реакция почв нейтральная (рН 7,0–7,5). Емкость поглощения высокая (35–55 мг-экв. на 100 г почвы).

В составе поглощенных оснований кальция значительно преобладает над магнием. Валовой состав почв характеризуется однообразием, содержание ила распределено по профилю почв равномерно.

Несмотря на высокое естественное плодородие почв, черноземы обыкновенные бедны подвижными формами фосфора. Почвы обладают оптимальным водно-воздушным режимом, хорошо оструктурены, структура водопропрочная. Почвы широко используются в сельском хозяйстве. Основой получения устойчивых урожаев является

совместное внесение органических и минеральных удобрений, снегозадержание, ранневесеннее боронование, бороздование и щелевание полей, борьба с эрозией почв.

Карбонатные обыкновенные черноземы в отличие от черноземов обычных, вскипание у которых происходит в нижней части горизонта B_1 или на стыке горизонтов B_1 и B_2 , характеризуются карбонатностью всего профиля, то есть вскипают с поверхности. Структура у них выражена хуже.

Солонцеватые обыкновенные черноземы отличаются заметным уплотнением горизонта B_1 и некоторой распыленностью верхней части гумусового слоя. Горизонт B_1 имеет хорошо выраженную призматическую структуру. В зависимости от степени выраженности этих признаков род солонцеватых черноземов подразделяют на виды по степени солонцеватости; слабосолонцеватые, солонцеватые и сильносолонцеватые почвы.

Солонцевато-солончаковатые обыкновенные черноземы морфологически мало отличаются от солонцеватых черноземов. Накопление солей в их профиле обнаруживают в виде выцветов и других солевых новообразований. У них хорошо прослеживается скопление гипса в виде друз и мелких кристалликов.

Осолоделые обыкновенные черноземы характеризуются накоплением аморфной кремнекислоты в нижней части гумусового слоя и обособлением хорошо выраженного иллювиального горизонта B_2 с призматической структурой. По граням структурных отдельностей наблюдаются яркая лакировка и гумусовые примазки.

Черноземы южные. Горизонт А мощностью 25–40 см имеет темно-серую окраску, часто с небольшим коричневым оттенком, комковатую структуру. Горизонт B_1 характеризуется коричнево-бурой окраской и комковато-призматической структурой. Иллювиальный карбонатный горизонт B_k обычно выделяется отчетливо выраженной белоглазкой и в верхней части гумусовыми затеками и

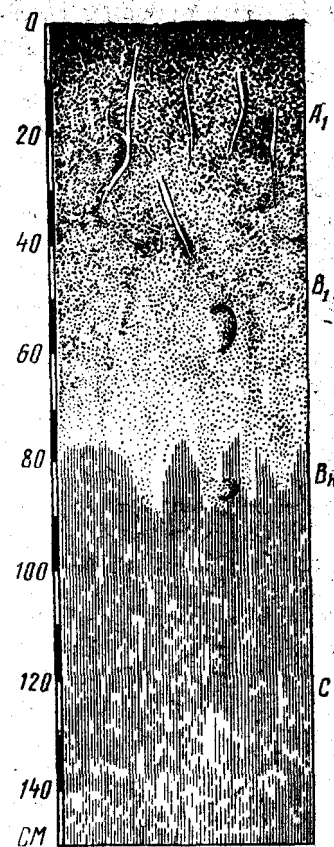


Рисунок 15 — Профиль чернозема обыкновенного

пятнами, что позволяет иногда выделить горизонт гумусовых затеков В₂. Линия вскипания лежит в нижней части горизонта В₁ или на границе гумусового слоя. На глубине 1,6–2,0 м южные черноземы часто содержат гипс. Отличительные родовые признаки южных черноземов аналогичны признакам, присущим соответствующим родам обыкновенных черноземов, с той лишь разницей, что карбонатность, солонцеватость и солончаковатость в южных черноземах проявляются чаще и резче.

Содержание гумуса может достигать 4–7 %, падение его содержания с глубиной постепенное. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, прочно связанные с кальцием, отношение $C_g : C_f > 1,5$. Емкость поглощения высокая (35–45 мг-экв. на 100 г почвы). Реакция среды в верхней части гумусового горизонта близка к нейтральной (рН 7,0–8,0), книзу подщелачивается. Распределение ила и валового химического состава по профилю почв характеризуется относительной однородностью.

Почвы обладают высоким естественным плодородием, широко используются в сельском хозяйстве. На них возделываются пшеница, сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза, бобовые. В средних районах для возделывания ряда культур ощущается недостаток влаги, поэтому здесь особо важное значение имеют снегозадержание, влагозарядковые поливы и другие мероприятия, направленные на накопление и сохранение влаги в почве. К востоку (в Оренбургской области) количество распаханых земель с черноземами южными сокращается до 30 %; это объясняется ухудшением условий увлажнения и наличием больших массивов почв на коренных породах, которые маломощны, щебнисты, часто значительно смыты.

Лугово-черноземные почвы. Эти почвы распространены на пониженных элементах рельефа (лощины, шлейфы склонов и т. п.), где наблюдаются лучшие условия увлажнения и грунтовые воды залегают выше 5 м.

Их профиль подразделяется на такие же горизонты, что и у черноземов, но имеет ряд специфических признаков: более интенсивную окраску (обычно черную) верхней части гумусового слоя при большей его мощности, чем у соответствующих подтипов черноземов, оглеенность нижних горизонтов. Тип лугово-черноземных почв разделяется на два подтипа: лугово-черноземные (грунтовые

воды на глубине 2–5 м) и черноземно-луговые (грунтовые воды на глубине 1,5–3,0 м и выше).

Деление на роды и виды аналогично черноземам. Лугово-черноземные почвы, за исключением солонцеватых и солончаковатых, высокоплодородны и повышенно увлажнены по сравнению с зональными черноземами.

Почвы характеризуются интенсивным накоплением гумуса. Содержание его может достигать 17 %, падение с глубиной постепенное. Отличаются высоким естественным плодородием и широко вовлекаются в сельскохозяйственное использование.

4.5 Солончаки

Солончаки – почвы, содержащие много водорастворимых солей с самой поверхности. В зависимости от химизма засоления содержание солей в верхнем горизонте солончаков колеблется от 0,6–0,7 до 2–3 % и более.

Профиль солончаков в большинстве случаев слабо дифференцирован на генетические горизонты. В нем выделяют гумусовый горизонт А, переходный В и почвообразующую породу С. По всему профилю заметны выцветы солей, особенно после подсыхания стенки разреза. Нередко в нижней части, а иногда по всему профилю отмечаются признаки оглеения, выражающиеся в наличии ржаво-охристых вкраплений или сизых пятен. Карбонаты с самой поверхности. Высокое содержание водорастворимых солей – характерная особенность солончаков.

Солончаки гидроморфные формируются на террасах соленых озер и отдельных повышениях между лиманами при участии сильно минерализованных грунтовых вод. Грунтовые воды залегают на глубине 2–4 м. В почвах существует постоянный восходящий ток влаги. Солончаки типичные покрыты разреженной солянковой растительностью или лишены ее. Профиль почв слабо дифференцирован на генетические горизонты.

Почвы имеют следующее морфологическое строение:

А – гумусовый горизонт мощностью 5–10 см, светло-серый или буровато-светло-серый, слабо отличается от нижележащей толщи, с обильными скоплениями солей; почвы с поверхности покрыты коркой солей или корково-пухлым горизонтом мощностью от 2 до 4 см,

представляющим собой рыхлую массу из почвенных частиц и кристаллов солей, преимущественно сульфатов натрия;

Bg – переходный оглеенный горизонт, однородный, буровато-палевый с сизыми и ржавыми пятнами, количество и степень выраженности которых возрастают книзу; особенно отчетливо оглеение на глубине 100–200 см; может представлять собой чередование слоев различного механического состава; содержит обильные выцветы легкорастворимых солей и гипса;

Cg(G) – оглеенная материнская порода.

Количество гумуса в верхнем горизонте не превышает 1 %, содержание легкорастворимых солей и гипса высокое по всему профилю, в верхнем горизонте достигает 3–4%.

В сельском хозяйстве не используются.

Типичные гидроморфные солончаки образуются в условиях близкого залегания сильноминерализованных грунтовых вод. Профиль их слабо дифференцирован на генетические горизонты. Водорастворимые соли содержатся в большом количестве по всему профилю с максимальной концентрацией в верхней части.

Луговые также развиваются при близком залегании грунтовых вод, но с более слабой минерализацией. Профиль их отчетливо подразделяется на генетические горизонты: гумусовый А темно-серого или серого цвета, комковатой структуры, с выцветом солей в виде мучнистой присыпки; переходный В серовато-бурый, неоднородно окрашенный, комковато-глыбистый. При подсыхании этот горизонт от выцветов солей приобретает белесоватый оттенок. Ниже идет горизонт С – почвообразующая порода. Вскипание от HCl бурное по всему профилю. Среди луговых солончаков особо выделяются карбонатно-кальциевые, которые в отличие от других солончаков содержат меньше водорастворимых солей, более карбонатны и гумусированы.

Болотные развиваются при очень близком залегании грунтовых вод. По всему профилю наблюдается оглеение и сильное засоление, а иногда и оторфовывание верхнего горизонта.

Соровые (шоровые) образуются в результате испарения воды и обнажения поверхности дна мелководных солевых озер и русл древних рек.

Приморские – наиболее молодые образования морских отложений. Покрывают влажной рыхлой солевой корочкой, под которой за-

легает песчаный или супесчаный слой с огромным количеством ракушек. Горизонт сильно засолен, засоление хлоридное. На небольшой глубине оглеение.

Мерзлотные имеют на небольшой глубине мерзлотный горизонт, служащий водоупором. Эти солончаки сильно засолены. Состав солей разный. Чаще всего встречаются солончаки хлоридно-сульфатного или сульфатно-хлоридного типа засоления.

Вторичные образуются в результате неправильного орошения.

Сазовые солончаки развиваются на подгорных равнинах в зонах выклинивания слабоминерализованных грунтовых вод.

Солончаки автоморфные формируются на засоленных почвообразующих породах при глубоком залегании грунтовых вод.

Отакыренные (пустынные) характеризуются своеобразной трещиноватой поверхностью, образование которой связано с особыми гидротермическими условиями пустынной зоны.

Аutomорфные остаточные, или реликтовые, солончаки развиваются на отложениях, засоление которых обусловлено предшествовавшей гидроморфной стадией.

Эолово-бугристые возникают вследствие переноса солей ветром.

Солончаки разделяют на роды также по качественному составу солей и глубине их залегания. Химизм засоления устанавливают по соотношению анионов и катионов в водной вытяжке. Наиболее широко распространены солончаки хлоридно-сульфатные, натриевые.

По глубине залегания солей засоленные почвы разделяются на солончаки – соли с поверхности; высокосолончаковатые или солончаковые (5–30 см); солончаковатые (30–100 см); глубокосолончаковатые (100–150 см); глубокозасоленные – соли глубже 150 см.

Различают солончаки с поверхностным засолением (максимальное содержание солей в слое 0–30 см) и глубокопрофильные (соли по всему профилю до грунтовых вод).

Качественный состав засоления отражается на внешних (морфологических) признаках солончаков. Различают корковые, пухлые, мокрые и черные солончаки.

В солончаках с преобладанием хлористого натрия на поверхности образуется корка. Если в составе солей превалируют хлористый кальций и магний, отличающиеся высокой гигроскопичностью, развиваются мокрые солончаки. При большом содержании сернокис-

лого натрия формируются пухлые солончаки. При высоком содержании соды увеличивается растворимость органического вещества, профиль солончака приобретает темную (черную) окраску.

4.6 Солонцы

Солонцами называют почвы, содержащие в поглощенном состоянии большое количество обменного натрия, а в ряде случаев и магния. Профиль их резко дифференцирован и характеризуется неблагоприятными агрономическими свойствами. В отличие от солончаков солонцы содержат водорастворимые соли не в самом верхнем горизонте, а на некоторой глубине.

Профиль солонца разделяется на отчетливо выраженные горизонты: гумусово-элювиальный (надсолонцовый) A_1 , солонцовый, или иллювиальный B_1 , подсолонцовый B_2 и переходный BC к почвообразующей породе C (рисунок 16).

Гумусово-элювиальный горизонт комковатой или пластинчатой структуры, слоеватый, пористый, обедненный илистой фракцией и поэтому более легкого механического состава, чем ниже расположенный горизонт. Цвет этого горизонта различный: у солонцов полупустынной и сухостепной зон он светло-бурый или буровато-серый (каштановый), степной или лесостепной зон – темно-серый, иногда черный. Мощность горизонта от 2–3 до 20–25 см. Солонцовый горизонт более темной окраски – темно-бурый или бурый с коричневым оттенком, столбчатой структуры, реже призматической, ореховатой или глыбистой.

Столбчатые отдельности легко распадаются на ореховатые, на гранях которых отмечается глянцевидная лакировка. В сухом состоянии плотный, трещиноватый, во влажном – вязкий, бесструктурный, мажущийся. Мощность солонцового горизонта от 7–12 до 25 см и более.

Подсолонцовый горизонт более светлой окраски, призматической или ореховатой структуры, содержит гипс и карбонаты. За ним выделяется горизонт скопления легкорастворимых солей C_c .

В слабо осолоделых отмечается постоянно присыпка SiO_2 , придающая горизонту A_1 белесый оттенок, в осолоделых выделяется между верхним и солонцовым переходный горизонт A_1A_2 , в сильно осолоделых – A_2 .

Солонцовые почвы принято подразделять на три типа с учетом условий их развития.

Солонцы автоморфные (степные) формируются в условиях глубокого залегания грунтовых вод (>6 м). Образование их связано с выходом засоленных почвообразующих пород.

Солевой профиль степных солонцов четко дифференцирован. Карбонатный горизонт выражен ясно, преимущественно в виде белоглазки на глубине 35–50 см и выше. Под ним залегает гипсовый, ниже – горизонт скопления легкорастворимых солей. Преобладает хлоридно-сульфатный тип засоления.

Профили почв имеют следующее морфологическое строение:

A – гумусовый надсолонцовый горизонт мощностью 5–18 см и более, от темно-серого до серого цвета, рыхлого сложения, комковато-пылеватой, пластинчатой или слоеватой структуры; в целинном состоянии сверху обособляется маломощная дернина; горизонт в какой-то мере осолоделый, иногда подразделяется на **A₁** – гумусовый и **A₂** – осолоделый белесый слоеватый подгорizontы;

B₁ — гумусовый иллювиальный солонцовый горизонт мощностью 7–20 см, темно-бурый или бурый с коричневатым оттенком, плотный, столбчатой, призмовидной или ореховатой структуры; столбчатые и призмовидные отдельности разделены неширокими трещинами, заполненными белесовато-серым мучнистым веществом нижней части горизонта **A**; грани структурных отдельностей покрыты блестящей, более темноокрашенной корочкой; столбы и призмы резко отделены от вышележащего горизонта; переход к горизонту **B₂** более плавный;

B₂ – второй солонцовый, или подсолонцовый, горизонт, светлее предыдущего, мелкопризматической или ореховатой структуры; по граням структурных отдельностей отмечаются темные блестящие

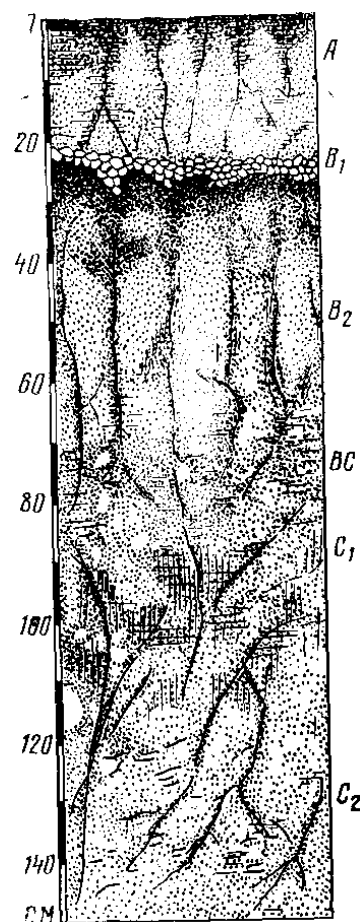


Рисунок 16 – Профиль солонца

корочки; в горизонте возможны выделения карбонатов в виде белоглазки, выделения гипса и легкорастворимых солей;

ВС – переходный к материнской засоленной породе горизонт с выделениями карбонатов, легкорастворимых солей и гипса; вскипает с глубины 20–40 см;

С – засоленная материнская порода.

Содержание гумуса в верхней части гумусового горизонта колеблется от 1,5 до 7,0 % и резко уменьшается к солонцовому горизонту (почти в 2 раза). В солонцах среди черноземов южных и каштановых почв наблюдается увеличение содержания гумуса в солонцовом горизонте В₁ по сравнению с надсолонцовым. Реакция почв нейтральная или слабощелочная в верхнем горизонте и щелочная во всем остальном профиле. Емкость поглощения колеблется от 20 до 40 мг-экв. на 100 г почвы, содержание поглощенного натрия составляет 10–40% емкости обмена в зависимости от степени развития солонцового процесса.

Профиль почв четко разделяется на горизонты по содержанию ила, валовому составу и емкости обмена. Верхний, надсолонцовый горизонт (элювиальная часть профиля) обеднен илом и полуторными окислами и несколько обогащен кремнеземом. Иллювиальные горизонты (горизонты вымывания) обогащены илистой фракцией и полуторными окислами. Гумусовый надсолонцовый горизонт всегда имеет более легкий гранулометрический состав, чем гумусовый иллювиально-солонцовый. Почвы бедны подвижными соединениями фосфора и азота; распашка усиливает вынос в нижние горизонты легкоподвижного гумуса и одновременно с ним фосфора и азота.

Физические свойства солонцов неблагоприятны для растений. Солонцовый горизонт в сухом состоянии очень плотный, во влажном – мажущийся, вязкий, разбухает и становится водонепроницаемым. Вследствие этого на поверхности солонцов обыкновенно застаиваются воды атмосферных осадков. Просыхание солонцовых пятен отстает от общего состояния почвы на 10–15 дней, задерживая весеннюю обработку почвы. На солонцах запаздывают всходы, и, таким образом, нарушается общая равномерность созревания посевов.

Освоение солонцов возможно только при коренной мелиорации. Основным мелиоративным мероприятием на солонцах является гипсование, т. е. внесение сернокислого кальция, гипса. Этот прием

особенно эффективен при орошении. В богарных условиях большое значение имеет влагонакопление, которое способствует удалению легкорастворимых солей и поглощенного натрия из почв.

При распространении солонцов небольшими пятнами среди массивов черноземных и каштановых почв улучшить солонцы можно землеванием, т. е. внесением на поверхность солонца 2–3 см плодородной земли. Часто применяют самомелиорацию солонцов, глубокую вспашку, при которой используются гипс и карбонаты самой почвы. Этот прием позволяет снизить плотность солонцового горизонта, улучшить водопроницаемость и увеличить запасы продуктивной влаги.

На солонцах, в которых гумусовый надсолонцовый горизонт достигает значительной мощности, эффективно сочетание поверхностной обработки и глубокого рыхления. Применение органических и минеральных удобрений способствует проведению коренной мелиорации солонцов. Из органических удобрений наиболее ценен навоз. Из минеральных удобрений необходимо применение азотных и фосфорных.

Разделяют солонцы на подтипы по зональному признаку, на роды с учетом типа засоления, глубины залегания солей и степени засоления, определяющиеся глубиной залегания и составом грунтовых вод и свойствами почвообразующих пород. Подразделение на виды основано на степени выраженности солонцового процесса, наличии поглощенного натрия, мощности надсолонцового и соответственно солонцового горизонта, степени осолодения и структуре иллювиального горизонта.

По химизму и степени засоления солонцы подразделяются так же, как и солончаки.

Степень засоленности грунтовых вод дается по следующей шкале (в г/л по плотному остатку): пресные – содержание солей меньше 1, слабоминерализованные – 1–3, среднеминерализованные – 3–10, сильноминерализованные – 10–50 и рассолы – больше 50.

Солонцы полугидроморфные (лугово-степные) развиваются на первой и второй надпойменных террасах, в межсопочных и приозерных понижениях. Грунтовые воды располагаются на глубине 3–6 м. В профиле таких солонцов более отчетливо, чем в луговых, обособляются карбонатный и гипсовый горизонты. Последний ча-

сто совмещается с карбонатным горизонтом. Оба горизонта залегают неглубоко от поверхности (30–45 см).

В типе солонцов полугидроморфных морфологическое и химическое деление на генетические горизонты выступает наиболее отчетливо.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

Ad – дернина, маломощная, слаборазвитая; выделяется не всегда;

A(A₁) – надсолонцовый гумусово-элювиальный горизонт мощностью 5–25 см и более, темно- или буровато-серый, комковато-пылеватой, порошистой, пластинчатой или слоеватой структуры, рыхлый, более легкого гранулометрического состава, чем нижележащий горизонт; сверху может выделяться пористая слитая корочка мощностью 1–2 см;

A₂ – осолоделый горизонт, белесый, тонкослоевой структуры, выделяется не всегда; обычно отмечается наличие белесой присыпки и слоеватость в нижней части горизонта A; переход к следующему горизонту резкий по плотности и структуре;

B₁ – собственно солонцовый, иллювиально-гумусовый горизонт мощностью 7–12 см, коричнево-, темно-бурый или бурый, черный, очень плотный, с грубой столбчатой или призматической структурой, столбы и призмы распадаются на ореховатые структурные отдельности, по граням которых отмечается темная глянцевая корочка; вскипают с 20–30 см, но могут вскипать и с 80 см;

B₂ – подсолонцовый горизонт, светло-бурый или бурый, уплотнен, менее плотный, чем предыдущий; ореховатой или призматической структуры; по трещинам и граням структурных, отдельностей темные гумусовые потеки; от верхней границы горизонта могут появляться выцветы, пленки и жилки легкорастворимых солей; ниже по профилю количество солевых выделений может уменьшаться или оставаться равномерным; выделения карбонатов в виде белоглазки могут залегать выше горизонта скопления солей; выделения гипса наблюдаются на разной глубине, а при содовом засолении могут и отсутствовать в профиле почв;

BC – переходный горизонт, светло-бурый или палевый, призматической структуры, может содержать выделения легкорастворимых солей, гипса, карбонатов;

С – материнская порода, бесструктурная, разной степени засоления, постепенно переходит в водоносный горизонт.

Содержание гумуса в солонцах полугидроморфных колеблется от 1 до 12 %, к низу довольно резко падает, но иногда отмечается накопление гумуса в солонцовом горизонте по сравнению с надсолонцовым.

Реакция почв нейтральная или слабощелочная в горизонте А и щелочная в целом по профилю. Почвы очень четко разделяются на генетические горизонты по содержанию ила, полуторных окислов емкости поглощения, а также содержанию поглощенного натрия. В иллювиальном горизонте происходит значительное накопление ила, полуторных окислов и увеличение емкости поглощения. Емкость поглощения в горизонте В достигает 50–60 мг-экв. на 100 г почвы. В надсолонцовом горизонте содержание обменного натрия составляет 10–20% емкости поглощения, в солонцовом горизонте возрастает до 30–50%. Нередко в составе обменных оснований значительное место занимает магний.

Использование почв возможно после коренной мелиорации. Солонцы с близким залеганием легкорастворимых солей трудны для освоения, поскольку неглубокое залегание засоленных почвенно-грунтовых вод создает опасность вторичного засоления. Такие почвы целесообразнее использовать под пастбища.

В типе солонцов полугидроморфных выделяются четыре подтипа: солонцы лугово-черноземные, солонцы лугово-каштановые, солонцы лугово-полупустынные и солонцы полугидроморфные мерзлотные. В Центральной лесостепной и степной области распространены только первые два подтипа.

Преобладают лугово-степные солонцы хлоридно-сульфатного, реже содово-хлоридно-сульфатного типа засоления.

Солонцы гидроморфные (луговые) формируются в поймах рек, в приозерных и межсопочных понижениях при близком залегании грунтовых вод (до 3 м) и испытывают постоянное или периодическое воздействие водно-солевых растворов. Содержат большое количество солей непосредственно под солонцовым горизонтом.

Среди гидроморфных солонцов преобладают солонцы с содовым и смешанным типом засоления. Встречаются переходные разновидности, относящиеся к особой группе почв солонцов-солончаков. Для них характерно залегание солей почти с самой по-

верхности, наличие иллювиального горизонта с призмовидной или столбовидной структурой.

Надсолонцовый горизонт очень маломощный и представлен преимущественно в виде корки.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A_d – дернина, маломощная, может быть заменена тонкой пористой корочкой;

$A(A_1)$ – надсолонцовый гумусовый горизонт мощностью 5–25 см, серый или серовато-бурый, рыхлый, пылеватой или пластинчатой структуры;

A_2 – осолоделый горизонт мощностью в несколько сантиметров, белесый, слоеватой структуры, выделяется только в осолоделых солонцах;

B_1 – солонцовый, иллювиально-гумусовый горизонт мощностью 10–20 см, буро-коричневый или бурый, плотный, столбчатой или призматической структуры, распадающейся на ореховатые структурные отдельности; по граням структурных отдельныхностей заметны глянцевые корочки; вскипает, вскипание может отмечаться с поверхности.

Общая мощность $A + B_1 = 15–50$ см;

B_2 – подсолонцовый, второй солонцовый горизонт, бурый, призматически-ореховатой структуры, с потеками гумуса по трещинам. Вскипает, с выцветами солей и гипса, при содовом засолении выделения гипса отсутствуют;

BC_g – переходный горизонт с признаками оглеения в виде ржавых и сизых пятен, с выцветами карбонатов;

$C_g(G)$ – оглеенная материнская порода, постепенно переходящая в водоносный горизонт.

Содержание гумуса в почвах колеблется в значительных пределах (от 1,5 до 9 %) и определяется зональными особенностями почвообразования. Реакция в надсолонцовом горизонте нейтральная, глубже – щелочная. Профиль почв обнаруживает элювиально-иллювиальную дифференциацию профиля по содержанию ила, полуторных окислов и менее четкую – по емкости поглощения. В связи с высоким накоплением гумуса в солонцах гидроморфных в горизонте A встречается увеличение мощности поглощения по сравнению с горизонтом B , а не наоборот, как это свойственно солонцам. Содержание обменного натрия в горизонте B_1 составляет 20–

30 % емкости поглощения, в горизонте B_2 может увеличиваться до 50 %. Почвы характеризуются неустойчивым солевым режимом, поэтому трудны для освоения. Целесообразно их использовать под посевы трав.

В типе солонцов гидроморфных выделяются четыре подтипа: солонцы черноземно-луговые, солонцы каштаново-луговые, солонцы лугово-болотные и солонцы луговые мерзлотные. В Центральной лесостепной и степной области развиты только три первых подтипа.

Солонцы лугово-болотные имеют оторфованный или торфянистый надсолонцовый и глеевый (оглеенный) подсолонцовый горизонты. Развиваются преимущественно среди черноземных солонцов степной и лесостепной зон Западной Сибири по периферии озер в условиях близкого залегания грунтовых вод и избыточного поверхностного увлажнения. Такие солонцы, как правило, сильно-осолоделые.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A_T – надсолонцовый горизонт, оторфованный или торфянистый;

B_1 – солонцовый иллювиально-гумусовый горизонт, темно-бурый с отдельными ржавыми и сизыми пятнами, плотный, грубой столбчато-призматической структуры;

B_{2g} – подсолонцовый горизонт, светло-бурый с обильными ржавыми и сизыми пятнами; как правило, содержит выцветы легкорастворимых солей, выделения карбонатов в виде пятен и общей пропитки;

$C_g(G)$ – оглеенная засоленная материнская порода, переходящая в водоносный горизонт.

4.7 Почвы пойм

Наиболее характерны для пойм дерновые слоистые пойменные почвы, луговые зернистые пойменные почвы и болотные пойменные почвы.

Аллювиальные дерновые насыщенные почвы формируются в поймах рек лесостепной, степной и сухостепной зон в условиях кратковременного увлажнения паводковыми водами. Большую часть года развиваются при атмосферном увлажнении и глубоком

залегании почвенно-грунтовых вод, практически не оказывающих влияния на почвообразовательный процесс.

Они приурочены к повышенным поверхностям островов, прирусловой, центральной и высокой поймам рек, дельтовым областям и конусам выноса временных водотоков. Формируются под разнотравно-мятликовыми, пырейными и вейниковыми лугами, ветловотополевыми, вязовыми, липовыми и дубовыми лесами. Леса с разреженным травянистым покровом, реже мертвопокровные.

Характер и величина наилка определяются удаленностью от живого русла реки. Поэтому почвы участков, где отлагается значительное количество наилка из быстро текущих полых вод, имеют песчаный или супесчаный гранулометрический состав; образование гумусированного горизонта прерывается очередным отложением наилка. Более высокий паводок оставляет более мощный наил. Чередование лет с низким и высоким паводками приводит к чередованию слоев, различных по гранулометрическому составу и мощности.

По мере удаления от русла реки отлагается все более тонкий материал, богатый элементами питания растений. Гранулометрический состав почв утяжеляется.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A_d – дернина небольшой мощности, слабоуплотненная, землистая;

A – гумусовый горизонт мощностью 3–20 см, серый, серо-бурый, непрочной комковатой структуры;

B – переходный горизонт, слоистый, преимущественно супесчаного и песчаного гранулометрического состава, развит не всегда;

СД – аллювий различного гранулометрического состава, ближе к руслу реки яснослоист, песчаного и супесчаного гранулометрического состава, при удалении от русла реки состав отложений меняется на легкосуглинистый и суглинистый.

Почвы содержат 1,5–8,0% гумуса, в составе которого гуминовые кислоты значительно преобладают над фульвокислотами, имеют реакцию, близкую к нейтральной ($pH_{вод} > 6,0$), насыщены основаниями.

Аллювиальные луговые насыщенные почвы распространены в поймах рек лесостепной, степной и сухостепной зон. Приурочены к понижениям прирусловой поймы, к плоским равнинным

участкам, пологим гривам и неглубоким почв межгривным понижениям центральной поймы.

Формируются в условиях спокойного и длительного ежегодного затопления паводковыми водами. Водный режим почв определяется не только атмосферными и паводковыми водами, но и почвенно-грунтовыми залегающими на глубине до 2 м, что способствует постоянному подпитыванию влагой верхних горизонтов почв. Развиваются под луговой разнотравно-злаковой и злаковой растительностью иногда под кустарниковыми зарослями из ветлы и ивы.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

A_d – дернина мощностью 3–5 см, довольно плотная, хорошо развита;

A – гумусовый горизонт мощностью до 40–60 см, темно-серый, буровато-серый с ржаво-бурыми пятнами и прожилками вокруг отмерших корней, супесчаного, суглинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава, зернистой или комковатой структуры;

B_1 – переходный горизонт, бурый с сизыми и ржавыми пятнами;

B_g – глеевый горизонт, серовато- или грязно-сизый со ржавыми пятнами, бесструктурный, чаще суглинистый, может быть слоистым;

СД – слоистый аллювий, оглеен.

Почвы характеризуются значительным содержанием гумуса в горизонте A (от 4 до 14 %), преобладанием в составе гумуса гуминовых кислот, связанных с кальцием, нейтральной и близкой к ней реакцией верхних горизонтов и насыщенностью почв основаниями.

Аллювиальные лугово-болотные почвы имеют сравнительно ограниченное распространение в поймах рек лесостепной, степной и сухостепной зон. Приурочены к нижним частям склонов грив и приозерным понижениям центральной поймы и переходной полосе от центральной к притеррасной пойме. Формируются в условиях длительного поверхностного и избыточного грунтового увлажнения на породах тяжелосуглинистого и глинистого механического состава под болотно-луговой травянистой растительностью, иногда с кустарниками, представленной осоками, вейниками и канареечником.

Почвенно-грунтовые воды в течение вегетационного периода не опускаются ниже 1 м. Водный режим этих почв неустойчив и в значительной степени определяется размерами паводков: в годы с

большим паводком развитие их идет по болотному типу, сопровождаясь дальнейшим оторфовыванием и заилением; в годы с малым паводком почвы несколько остепняются, пересыхают и засоляются.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

$A_{dg}(AT)$ – дернина мощностью до 15 см, буровато-сизая, образованная кочками осок, оглеенная или оторфованная;

A_g – гумусовый оглеенный горизонт мощностью 15–60 см неоднородно окрашен, сизовато-темно-бурый с яркими ржавыми пятнами, сырой, неясно выраженной комковато-творожистой структуры, уплотнен, встречаются корни растений; переход ясный по цвету;

BG – переходный горизонт мощностью 20–30 см, оглеен, сизовато-серый или сизо-бурый, творожистый, глинистый, слабо уплотнен; встречаются редкие корни;

G – глеевый горизонт, голубовато- или грязно-сизый, бесструктурный; из стенок сочится вода.

Почвы могут вскипать с поверхности или на некоторой глубине в A_g ; могут иметь видимые выделения карбонатов, а на глубине не более 1,5 м содержать легкорастворимые соли. Обладают довольно высоким потенциальным плодородием.

При освоении нуждаются в коренных мелиорациях.

Аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые почвы приурочены к глубоким понижениям центральной и притеррасной поймы и к зарастающим водоемам, старинным озерам, протокам. Развиваются они на аллювиальных отложениях преимущественно тяжелого гранулометрического состава, содержащих значительное количество илистых частиц, под тростниковыми и тростниково-рогозовыми зарослями.

Формирование почв происходит в условиях избыточного поверхностного и грунтового увлажнения. Ежегодное затопление паводковыми водами продолжается не менее 30 дней. Грунтовые воды залегают очень близко к поверхности и не опускаются ниже 1 м. Для них характерно накопление больших количеств органического вещества и илистых частиц в верхней части почвенного профиля и интенсивное оглеение нижней части. Сизые тона окраски прослеживаются с поверхности и до водоносного горизонта.

Профиль почв имеет следующее морфологическое строение:

AT – органогенный, оторфованный горизонт мощностью до 10–15 см, очень часто заиленный;

$A_g(ATA_g)$ – гумусовый или перегнойно-гумусовый горизонт мощностью до 40–50 см, темно-серый с сизым оттенком и ржавыми пятнами;

G – оглеенный горизонт, сизый или буровато-сизый, мокрый, тяжелосуглинистый или глинистый, творожисто-икряной структуры или бесструктурный, вязкий.

Почвы обладают высоким потенциальным плодородием, но требуют коренных мелиораций. При осушении возможно выращивание большого набора овощных культур.

5 УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

5.1 Условия почвообразования

Геоморфологические и геологические условия. Пензенская область расположена на западном склоне Приволжской возвышенности, которая вблизи западной границы области постепенно спускается к Окско-Донской низменности. Вся возвышенность расчленяется глубокими долинами рек на приподнятые междуречья, которые, как и склоны долин, изрезаны многочисленными оврагами и балками (О.А. Владковская, 1962).

Геологические условия области были исследованы в 1912 году Г.Ф. Мирчинком. Из самых древних коренных пород преобладают осадочные породы верхнемелового возраста, представленные различного рода песками, а также песчаниками, опоками и глинами. Эти коренные породы перекрыты плащом покровных глин и суглинков. Покровные суглинки и глины являются материнскими породами распространенных здесь выщелоченных черноземов.

Климат. Климатические условия Пензенской области изучались А.А. Сперанским (1915), В.Ф. Невзоровым (1926), С.И. Жакковым (1970). Климат области умеренно-континентальный. Континентальность постепенно нарастает с запада на восток. Средняя температура наиболее теплого месяца июля 19,1–19,5 °С, самого холодного – января –11,3–13,3 °С, т. е. показатель континентальности климата достигает 30–33 °С. Среднегодовая температура воздуха +3–4 °С.

Вегетационный период начинается в конце второй декады апреля и заканчивается во второй декаде октября. Продолжительность его 172–181 день. Активный рост большинства сельскохозяйственных культур начинается в основной период вегетации при температуре воздуха выше +10 °С. Продолжительность его 135–147 дней, а сумма активных температур, при среднем значении 2400°, в отдельные годы составляет 2800–2900°. Период активной вегетации может быть сокращен из-за заморозков. Последние весенние заморозки на юго-востоке области в среднем наблюдаются в конце второй декады мая, в остальных районах – в начале второй декады мая. В отдельные годы заморозки продолжаются до 10-12 июня. Средняя дата

первого осеннего заморозка 20-25 сентября. Продолжительность безморозного периода в среднем 125–138 дней.

Самым неустойчивым элементом климата области являются осадки. Они сильно колеблются как по годам и месяцам, так и по отдельным периодам вегетации. Годовое количество осадков колеблется от 450 до 500 мм. В засушливые годы понижается до 350 мм, а во влажные увеличивается до 775 мм. До 70 % осадков выпадает в теплый период года. В среднем за вегетационный период с температурой выше +10 °С выпадает от 208 до 275 мм.

Условия влагообеспеченности отдельных месяцев и вегетационных периодов характеризует гидротермический коэффициент (ГТК). Он изменяется от 0,9 и менее на юге, до 1,1 – на севере. Значения гидротермического коэффициента имеют колебания от 0,4 в засушливые годы до 1,5–1,7 во влажные.

Большой вред посевам сельскохозяйственных культур наносят засухи и суховеи. Для области характерны весенние, а в отдельные годы отмечаются летние и осенние засухи. Яровые зерновые культуры особенно сильно страдают от засухи, если она сопровождается повышенным температурным режимом и развивается на фоне недостаточного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы или начинается до вторичного укоренения растений.

Озимые при правильной агротехнике (особенно при возделывании по чистым парам) относительно мало страдают от засухи. Они выполняют в условиях области роль страховых зерновых культур.

Засуха в области часто сопровождается суховеями. Очень интенсивные суховеи здесь бывают один, два раза в 10 лет, а суховеи средней интенсивности наблюдаются ежегодно. Слабые суховеи наблюдаются весной, более интенсивные – летом.

Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см весной к моменту перехода средней суточной температуры воздуха через +5 °С составляют под яровыми культурами более 175 мм на юго-западе и 125–175 мм на остальной территории области. В период сева условия увлажнения пахотном слое почвы под яровыми и озимыми культурами на большей части территории хорошие. Для озимых культур по области влагообеспеченность составляет 70–90 %, а для ранних яровых – 60–70 % от оптимальной.

Условия зимовки озимых на всей территории области бывают различными и во многом зависят от высоты снежного покрова. В среднем по области он равен на открытых участках 20–30 см, на защищенных – 30–40 см, достигая максимума в первой декаде марта. В отдельные годы в декабре при незначительной высоте снежного покрова (менее 20 см) и низких температурах воздуха (–22–32 °С) в течение продолжительного времени, а также весной в период оттаивания озимых наблюдается их гибель.

Рельеф – фактор почвообразования, прямым и косвенным образом участвует в формировании почвенного покрова.

Большая часть территории Пензенской области расположена на западном склоне Приволжской возвышенности и частично на восточной окраине Окско-Донской низменности. В границах области преобладают поверхности с абсолютной высотой около 200 м на западе и 250 м на востоке. Одну пятую области занимает Сурское водораздельное плато – самое высокое место в области. Водораздельное плато представляет собой высокое, перерезанное глубокими речными долинами плоскогорье, с весьма пересеченным холмистым рельефом. Глубокие долины рек расчленяют территорию области на ряд возвышенностей: например, гряда холмов (высотой свыше 300 м), расположенных на междуречье рек Суры и Хопра на юго-востоке области, или Сурская Шишка, расположенная в северо-восточной части на водоразделе рек Суры и Волги. С юго-востока в территорию области врезается холмистая Хвалынская гряда, служащая водоразделом бассейнов Суры и Дона. Междуречные возвышенности здесь приняли увалообразную форму. В центральной части области к северу от города Пензы заметно выделяется Сурско-Мокшанская возвышенность, которая служит водоразделом наиболее крупных рек области: Суры и Мокши. Рельеф области носит ясно выраженный эрозионный характер, в особенности в приречных районах, расчлененных густой сетью балок и оврагов. Наибольшей всхолмленностью характеризуются водораздельные пространства восточной части области. Холмисто-волнистая поверхность междуречных пространств северо-западных частей области имеет характер спокойных слабоволнистых равнин. Юго-западная часть территории области отличается сравнительно спокойным строением поверхности, но сильно расчленена оврагами, балками, промоинами. Обращает на себя внимание асимметричность строения долин

и склонов. Склоны, обращенные на юг, почти всегда короче склонов, обращенных на север.

Растительность. Пензенская область в геоботаническом отношении почти целиком располагается в пределах лесостепной зоны. Исключение составляет небольшая северо-западная окраина, которая относится к зоне смешанных лесов, точнее, представляет собой переходную полосу от лесостепной к широколиственно-хвойнолесной зоне. Природную флору области составляют не менее 1174 видов семенных растений.

Речные долины, склоны холмов, оврагов и балок покрывают многочисленные ассоциации луговой и лугово-степной растительности. На территории области произрастают десятки различных типов леса. Леса занимают 22,3 % всей ее территории. Наиболее крупные массивы лесов сосредоточены в бассейне реки Суры на востоке и северо-востоке области. Меньшие площади леса находятся на северо-западе области. На всей остальной территории распространение лесов носит островной характер. Леса, преимущественно широколиственные с господством дуба. На севере и северо-востоке области дубняки уступают место липовым, березово-липовым и другим насаждениям из лиственных пород. Значительное распространение в лесах Присурья и бассейна Мокши (Земетчинский район) имеют различные типы сосновых боров.

На востоке области на правом берегу рек Суры, Вады и Выши распространены широколиственно-сосновые леса.

При продвижении на юг площади лесов сокращаются до 10 %, изменяются типы леса, выпадают боры, появляются остепненные луга.

В поймах рек и речек, по днищам крупных оврагов и балок значительные площади занимают ивовые кустарники, образуются растительные группировки типа зарослей.

В южных районах области по сухим склонам речных долин, оврагов и балок в сочетании со степным и лугово-степным разнотравьем и злаками распространены степные кустарники.

Травянистая растительность, сохранившаяся по склонам оврагов и балок, относится к мезофильному разнотравью, а при движении на юг господство переходит к дерновым злакам. Луга и луговые степи по территории области характеризуются большим разнообразием растительных ассоциаций. В самых низких участках поймы

широко распространены щучковые луга, меньшую площадь занимают осоковые сообщества. В условиях умеренного увлажнения среднего уровня центральной поймы обычно встречаются злаковые группировки с преобладанием ценных луговых трав: мятликов, овсяниц, лисохвостов, тимофеевки, клеверов, чины и других бобовых и разнотравья. На верхних уровнях поймы обычно преобладают ассоциации костра берегового с участием клевера горного, полевицы обыкновенной, типчака и других видов.

Естественный почвообразовательный процесс протекает в настоящее время на участках степей, сохранившихся от распашки и под пологом лесов. Участки современной степной растительности – это лишь отдельные и небольшие по площади островки когда-то обширных степных массивов (А.А. Солянов, 1970).

Описанные выше природные условия определили характер почвенного покрова на территории области.

В настоящее время естественная травянистая растительность сохранилась по склонам и днищам оврагов и балок, на приовражных склонах, в поймах рек. Состав травянистой растительности в результате интенсивного использования под выгон и очень редко, сенокос изрежен, так как произошло засорение сорными и редкоподаемыми травами.

Почвообразующие и подстилающие породы. Наряду с другими факторами почвообразования на формирование почвенного покрова большое влияние оказывают почвообразующие и подстилающие породы. Они влияют на минералогический и химический состав почвы, определяя ее физико-химические и агрономические свойства.

Почвообразующие породы западного склона Приволжской возвышенности изучались С.С. Морозовым (1932), М.П. Лысенко (1961). Исследователи указывают на большую однородность пород на рассматриваемой территории. По способу происхождения почвообразующие породы очень разнообразны. Они имеют смешанное происхождение и возникли под действием как ледниковых, так и делювиальных и делювиально-аллювиальных процессов.

Элювиальные отложения обнаруживаются по узким наиболее возвышенным водоразделам северной и северо-восточной окраин области, а также по южным, юго-восточным и юго-западным наиболее крутым склонам почти во всех районах области. Элюви-

ально-делювиальные отложения имеют большую мощность, чем элювиальные. Они занимают верхние части склонов. По гранулометрическому составу элювиальные и элювиально-делювиальные отложения относятся к группе супеси и легким суглинкам, содержащих дресву и обломки горных пород.

Покровные и делювиальные отложения занимают господствующее положение среди почвообразующих пород Пензенской области. Указанные отложения являются почвообразующими породами для черноземных почв. В некоторых случаях на них развиваются серые и темно-серые лесные почвы. Покровные и делювиальные отложения характеризуются тяжелым гранулометрическим составом. Среди них преобладают тяжелые суглинки и легкие глины. В них отсутствуют крупнопесчаные частицы. На долю среднего и мелкого песка приходится 12–35 %, а иногда количество этих фракций снижается до 3 %. Количество пылеватой фракции колеблется в широких пределах от 15 до 60 %. Меньшим колебаниям подвергается фракция ила, количество которого находится в пределах 30–40 % от массы сухой породы.

Покровные глины содержат значительное количество карбонатов двухвалентных катионов, главным образом, кальция. В них ясно выделяется иллювиально-карбонатный горизонт на глубине 100–140 см. До глубины 100 см карбонаты встречаются редко. Иногда карбонаты обнаруживаются на глубине 70–80 см, но это связано с деятельностью роющих животных.

Современные аллювиально-глинистые отложения служат материнской породой для пойменных почв. Отличительной особенностью аллювиальных отложений является сложность различной мощности и различного гранулометрического состава. В прирусловой пойме отлагаются крупные частицы, поэтому почвы в этой части в основном легкого гранулометрического состава. В центральной и притеррасной частях поймы отлагаются мелкие частицы, поэтому и почва на них формируется глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

5.2 Характеристика почвенного покрова Пензенской области

Почвенный покров Пензенской области весьма сложен, но составляющие его почвы в основном относятся к типам черноземных и серых лесных почв.

Основная площадь земель области занята черноземными почвами – 67,5 %. Серые лесные и темно-серые лесные почвы, развивающиеся на мелкоземистых отложениях, занимают 10,5 %, а светло-серыми лесными почвами, формирующимися на грубых, каменистых отложениях, занято около 4 %. Луго-черноземные, черноземно-луговые и луговые почвы, близкие по своему природному плодородию к черноземным почвам, занимают 3,1 %. На долю потенциально богатых пойменных почв приходится 4,3 %. Смытые (эродированные) почвы вместе с почвами овражно-балочной сети составляют более 20 % площади, на долю прочих почв приходится 3,7 %.

Светло-серые лесные почвы в наибольшей степени представлены в Засурской, северо-восточной части области. Почвы эти формируются на разнообразных по гранулометрическому составу почвообразующих породах. Светло-серые лесные почвы характеризуются незначительным содержанием гумуса. В пахотном слое светло-серых лесных почв, образующихся на однородных рыхлых отложениях глинистого и суглинистого гранулометрического состава, количество гумуса колеблется от 2,5 до 3,2 %. В супесчаных, песчаных и каменисто-щебенчатых разновидностях количество гумуса в пахотном горизонте снижается до десятых долей процента.

В светло-серых лесных глинистых почвах сумма поглощенных оснований ($\text{Ca}+\text{Mg}$) достигает в верхней части гумусового горизонта почти 30 мг-экв. на 100 г почвы и книзу очень слабо изменяется.

Светло-серые лесные почвы по своим кислотным свойствам являются весьма разнообразными. Глинистые, по гранулометрическому составу светло-серые лесные почвы, обладают высокой кислотностью и слабой степени насыщены основаниями, что указывает на необходимость внесения извести. Супесчаные и каменисто-щебенчатые почвы характеризуются значительным насыщением поглощенными основаниями и в силу этого не нуждаются в известковании.

В светло-серых супесчаных лесных почвах количество валового азота в пахотном слое колеблется от 0,05 до 0,01 % и от 0,15 до 0,20 % в тяжелосуглинистых и глинистых почвах. Общее содержание фосфора в светло-серых лесных почвах тяжелого гранулометрического состава колеблется в пахотном слое от 0,12 до 0,15 %. В супесчаных почвах в горизонте A_1 количество фосфора не превышает

0,08 %, ниже обнаруживаются только его следы. Количество валового калия в светло-серых лесных почвах не превышает одного процента.

В пахотном горизонте светло-серых лесных почв количество подвижного азота колеблется в пределах 2,3–6,4 мг на 100 г почвы. В рассматриваемых почвах содержится очень мало подвижного фосфора – от 1,3 до 12,0 мг на 100 г почвы и обменного калия.

В пахотном слое суглинистых светло-серых почв обнаруживается всего лишь 17 % водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм.

Серые лесные почвы развиваются чаще на делювиальных отложениях и реже на эллювиальных. Среди них преобладают суглинистые и глинистые разновидности и реже – легкосуглинистые и хрящевые.

В серых лесных почвах содержится несколько больше гумуса, чем в светло-серых. Легкие по гранулометрическому составу серые почвы в отношении гумуса не отличаются от светло-серых почв.

В соответствии с повышенной гумусностью и более тяжелым гранулометрическим составом в серых лесных почвах сумма поглощенных кальция и магния достигает до 20–25 мг-экв. на 100 г почвы. Серые лесные почвы характеризуются слабокислой реакцией и высокой насыщенностью основаниями, и, следовательно, они не всегда нуждаются в известковании.

При низкой культуре земледелия в серых лесных почвах количество основных элементов питания (азота, фосфора, калия) недостаточно для нормального развития зерновых культур.

Пахотный слой серых почв является совершенно бесструктурным. Анализы показывают, что в пахотном и подпахотном горизонтах этих почв содержится всего лишь около 10 % водопрочных агрегатов.

Темно-серые лесные почвы по гранулометрическому составу более однородны, чем серые и особенно светло-серые. Среди них преобладают глинистые, тяжелосуглинистые и среднесуглинистые разновидности, реже встречаются легкосуглинистые.

В пахотном горизонте темно-серых лесных почв количество гумуса достигает значительных величин и колеблется от 4 до 7 %, но с глубиной содержание гумуса довольно быстро снижается.

Темно-серые лесные почвы имеют средне- и слабокислую реакцию. Величина гидролитической кислотности колеблется в пределах 2–6 мг-экв. на 100 г почвы. Они характеризуются большой насыщенностью основаниями.

В темно-серых лесных почвах содержится большое количество подвижного азота – от 8 до 16 мг на 100 г почвы. Количество подвижного калия колеблется в широких пределах – от 3,8 до 22,0 мг на 100 г почвы. Что касается фосфора, то подвижных его форм недостаточно для нормального развития зерновых культур.

Нераспаханные темно-серые лесные почвы обладают довольно хорошей структурой. Так, до глубины 35 см количество водопрочных структурных агрегатов в них колеблется от 32 до 43 %.

Черноземы оподзоленные развиваются на мощных покровных породах преимущественно тяжелого гранулометрического состава.

По количеству гумуса оподзоленные черноземы подразделяются на три вида: высокогумусовые, среднегумусовые и малогумусовые. Однако следует подчеркнуть, что среди оподзоленных черноземов преобладают среднегумусовые.

Величина pH в солевой вытяжке в пахотном слое слабооподзоленных черноземов колеблется от 5,3 до 6,5 единицы.

Гидролитическая кислотность в пахотном слое колеблется от 5 до 8 мг-экв. на 100 г почвы, к низу постепенно уменьшается и на границе с почвообразующей породой почти полностью исчезает.

Сумма поглощенных оснований в пахотном слое чаще всего колеблется в пределах 23–35 мг-экв. на 100 г почвы.

Количество гидролизуемого азота в пахотном слое оподзоленных черноземов Пензенской области колеблется от 7,6 до 17,5 мг на 100 г почвы. Количество подвижного фосфора в пахотном слое колеблется от 2,1 до 10,8 мг на 100 г почвы, подвижных форм калия колеблется от 6 до 16 мг на 100 г почвы.

Черноземы выщелоченные пользуются среди пахотных земель в Пензенской области широким распространением. Они развиваются на покровных породах легкоглинистого и тяжелосуглинистого, а иногда и на породах более легкого гранулометрического состава.

Выщелоченные черноземы по содержанию гумуса подразделяются на тучные и среднегумусные. В зависимости от гранулометрического состава, длительности использования и агротехники коли-

чество гумуса в пахотном слое выщелоченных черноземов колеблется от 7 до 15 %. В пахотных черноземах количество гумуса снижается до 6,5 %.

Выщелоченные черноземы характеризуются высоким содержанием поглощенного кальция, количество которого в пахотном слое колеблется от 30 до 50 мг-экв. на 100 г почвы. Эти почвы характеризуются слабокислой, почти нейтральной реакцией. Величина pH в солевой вытяжке колеблется от 5,4 до 6,5 единицы. Гидролитическая кислотность в пахотном слое значительная и колеблется от 4,5 до 6,7 мг-экв. на 100 г почвы.

Выщелоченные черноземы содержат довольно много общего азота, количество которого в пахотном слое колеблется от 0,36 до 0,54%, а в подпахотном горизонте – от 0,25 до 0,44 %. На долю подвижного азота, более или менее доступного для растений, приходится в пахотном слое от 11,6 до 14,1 мг на 100 г почвы. Довольно много содержат описываемые черноземы и фосфора (P_2O_5), общее количество которого в пахотном слое колеблется от 0,17 до 0,27 %. На долю подвижных его форм приходится в пахотном слое от 3,5 до 8,1 мг на 100 г почвы. Подвижного калия (K_2O) в пахотном слое выщелоченных черноземов содержится от 5,6 до 13,3 мг на 100 г почвы.

Пахотный горизонт выщелоченных черноземов сильно распылен. Содержание водопрочных агрегатов размером больше 0,25 мм в диаметре в пахотном слое выщелоченных черноземов колеблется в пределах 20–55 %.

Структурное состояние подпахотных горизонтов характеризуется значительно большим содержанием водопрочных агрегатов размером более 0,25 мм, их количество изменяется в пределах 58–87 %.

Черноземы солонцеватые и солонцевато-осолоделые встречаются преимущественно в южных районах области, занимая иногда значительные площади.

Солонцеватые и солонцевато-осолоделые черноземы отличаются от выщелоченных черноземов наличием поглощенного натрия.

Засоленные почвы в Пензенской области представлены преимущественно солонцами, реже встречаются солончаки. Доля участия засоленных почв в почвенном покрове весьма незначительна.

Солонцы отличаются от черноземов наличием в их коллоидальном комплексе значительного количества поглощенного натрия, на долю которого приходится от 9,9 до 17–38 % от емкости поглощения (Ca+Mg+Na).

Солонцы мало содержат подвижных форм фосфора и азота и значительное количество подвижного калия.

Эти почвы в значительной степени насыщены поглощенными основаниями. Тем не менее, наличие поглощенного водорода свидетельствует о том, что в них протекает процесс осолодения.

Почвы пойменных речных террас весьма разнообразны по своему генезису (происхождению), составу, свойствам и строению.

На пойменной террасе развиваются луговые, дерново-луговые и болотные почвы. Кроме того, встречаются переходные почвы между вышеуказанными, а также серые лесные.

По гранулометрическому составу почвы прирусловой поймы относятся преимущественно к супесчаным и песчаным разновидностям. Почвы центральной и притеррасной поймы являются суглинистыми и глинистыми. На слоистой пойме гранулометрический состав изменяется по профилю почвы.

Луговые почвы характеризуются высокой гумусностью, количество гумуса в пахотном слое более 10 %. В соответствии с большой гумусностью количество поглощенных оснований (Ca+Mg) достигает 65 мг-экв. на 100 г почвы

Луговые почвы хорошо обеспечены подвижными формами азота и калия и слабо – фосфором. Они характеризуются слабокислой реакцией и высокой степенью насыщенности поглощенными основаниями.

5.3 Современное состояние плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Пензенской области

Основным условием обеспечения стабильного развития агропромышленного комплекса Пензенской области и важнейшим источником расширения сельскохозяйственного производства является сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Плодородие почвы во взаимодействии с другими природными факторами составляет основу производительной силы земли, влияющей на эф-

фективность производства сельскохозяйственной продукции и ее себестоимость.

Земельный фонд в административных границах области по состоянию на 1 января 2009 года составляет 4335,2 тыс. га. Более половины территории (70,9 %) занимают земли сельскохозяйственного назначения. На земли лесного фонда приходится 22,2 %, поселений – 5,2 %, запаса – 1,1 %, промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, космической деятельности, обороны, безопасности и иного специального назначения – 1,0 %, водного фонда – 0,3 %, земли всех особо охраняемых территорий и объектов составляют 0,2 % от площади территории области.

Сельскохозяйственные угодья занимают площадь 2886,7 тыс. га, из них пашня составляет 2173,4 тыс. га, сенокосы – 58,7 тыс. га, пастбища – 463,8 тыс. га и многолетние насаждения – 14,7 тыс. га.

*Таблица 12 – Динамика структуры земельных угодий
землепользователей, занимающихся
сельскохозяйственным производством*

Вид угодий	1978 г.		2008 г.		% от сельскохозяйственных угодий	
	тыс. га	% от общей площади	тыс. га	% от общей площади	1978 г.	2008 г.
Всего земель	3353,0	100,0	3075,8	100,0		
Сельскохозяйственные угодья – всего	3060,0	91,2	2886,7	93,9	100,0	100,0
Из них пашня	2585,20	77,1	2173,4	70,7	84,5	75,3
Многолетние насаждения	21,3	0,6	14,7	0,5	0,6	0,6
Сенокосы	115,1	3,4	58,7	1,9	3,8	2,0
Пастбища	338,4	10,1	463,8	15,1	11,0	16,1
Леса	67,1	2,6	15,4	0,5		
Кустарники	40,6	1,2	62,4	2,0		
Болота	8,6	0,3	7,7	0,3		
Прочие угодья	156,7	4,4	176,0	5,7		

Структура земельного фонда за 30 лет (по сравнению с 1978 годом) претерпела некоторые изменения – произошло сокращение площади сельскохозяйственных угодий на 277,2 тыс. га, в их составе уменьшилась площадь пашни

Сокращение пахотных угодий в основном произошло за счет их плодородной части. Такую тактику нельзя считать рациональной тактикой землепользования.

Таблица 13 – Качественное состояние сельскохозяйственных угодий, тыс. га

Показатель	Сельскохозяйственные угодья	в т. ч. пашня
Наличие – всего	813,3	489,5
из них:		
переувлажненные	111,3	42,8
каменистые	75,8	52,4
заболоченные	33,6	8,2
засоленные и осолонцованные	40,0	29,9
закустаренные и заросшие мелколесьем	28,1	14,2
подверженные эрозии и дефляции	524,5	342,0

Наблюдается тенденция к увеличению необрабатываемых, заброшенных земель, которых в области по данным областного комитета по земельным ресурсам и землеустройству более 80 тыс. га. В основном это земли сельскохозяйственных предприятий, крестьянских хозяйств и частично земли подсобных хозяйств.

В настоящее время на сельскохозяйственных угодьях наблюдается заметное увеличение площади переувлажненных, заболоченных почв, подверженных эрозии и дефляции, влиянию других негативных процессов. Качественное состояние сельскохозяйственных угодий, подверженных негативным процессам, приведено в таблице 13.

Таким образом, 489,5 тыс. гектаров пашни (22 %) по всей площади, требуют дополнительных вложений для приведения их в удовлетворительное состояние в целях ведения сельскохозяйственного производства. Для чего необходимо провести гидромелиоративные мероприятия на площади 51 тыс. гектаров, культуртехнические – на площади 14,2 тыс. гектаров, агрохимические – на площади 29,9 тыс.

гектаров. На площади 342 тыс. гектаров следует выполнить агролесомелиорацию и сев многолетних трав, 52,4 тыс. гектаров требуют дополнительного исследования на предмет дальнейшего использования в качестве пашни.

Данные о содержании гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Содержание гумуса в почвах сельскохозяйственных угодий

Обеспеченность гумусом	Процент содержания гумуса	Площадь, тыс. га	Процент от обследованной площади
Очень низкая	0–2,0	90,5	4,0
Низкая	2,1–4,0	325,8	14,3
Средняя	4,1–6,0	799,1	35,1
Повышенная	6,1–8,0	961,7	42,2
Высокая	8,1–10,0	98,0	4,3
Очень высокая	Более 10,0	2,3	0,1
Итого		2277,4	100,0

Приведенные данные показывают, что 416,3 тыс. га сельскохозяйственных угодий пригодны для использования под сенокосы и пастбища, полевое травосеяние. На площади 799,1 тыс. га необходимы внесение органических удобрений, травосеяние в полевом севообороте, максимальное использование соломы зерновых и зернобобовых культур и зеленой массы сидератов в качестве органического удобрения. На остальных площадях необходимо рациональное использование севооборотов с частичной заменой полей чистого пара на сидеральные пары или клеверный полупар и использование измельченной соломы в качестве органического удобрения.

Таблица 15 – Кислотность почв сельскохозяйственных угодий

Уровень кислотности	pH	Площадь, тыс. га	%
Сильнокислые	4,1–4,5	116,5	5,1
Среднекислые	4,6–5,0	915,3	40,1
Слабокислые	5,1–5,5	915,5	40,1
Близкие к нейтральным	5,6–6,0	212,8	9,4
Нейтральные	более 6,0	121,3	5,3
Итого		2281,4	100,0

Важным показателем для ведения сельскохозяйственного производства является кислотность почв сельскохозяйственных угодий, приведенная в таблице 15.

Из приведенных в таблице данных видно, что более 1 млн. гектаров сельскохозяйственных угодий требуют известкования, должного подбора культур для получения кормов и другой продукции растениеводства.

Данные о наличии макроэлементов в почвах сельхозугодий приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Содержание подвижного фосфора и обменного калия в почвах сельскохозяйственных угодий

Уровень содержания	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	Площадь, тыс. га	%	K ₂ O, мг/кг почвы	Площадь, тыс. га	%
Очень низкое	Менее 20	177,5	7,8	Менее 20	0,6	
Низкое	21–52	724,0	31,7	21–40	28,3	1,3
Среднее	51–100	881,0	38,6	41–80	481,9	21,1
Повышенное	101–150	282,3	12,4	81–120	859,8	37,7
Высокое	151–200	105,5	4,6	121–180	627,5	27,5
Очень высокое	Более 200,0	111,1	4,9	Более 180	283,3	12,4
Итого		2281,4	100,0		2281,4	100,0

Уровень содержания подвижного фосфора и обменного калия в почвах Пензенской области различный, что требует подбора культур и планирование внесения фосфорных и калийных минеральных удобрений исходя из почвенного плодородия и планируемой урожайности сельскохозяйственных растений.

Научно обоснованное размещение культур в севооборотах, соблюдение всех звеньев технологий их возделывания, в том числе и применение удобрений, являются основными факторами, позволяющими целенаправленно воздействовать на процесс воспроизводства почвенного плодородия. Планирование объемов работ и осуществление почвоулучшающих мероприятий проводится из расчета достижения и поддержания оптимальных параметров основных агрохимических свойств почв, при которых обеспечиваются высокие уровни урожаев сельскохозяйственных культур и окупаемость

удобрений, а также приемлемый уровень экологической безопасности

*Таблица 17 – Общая оценка земель по районам области в баллах
(данные Пензенского филиала института «Волгогипрозем»)*

Район	Оценка пашни		Оценка сельскохозяйственных угодий	
	РФ	Пенза	РФ	Пенза
Вадинский	29,0	52	25,7	41,0
Земетчинский	29,1	52	26,0	47,0
Каменский	32,9	59	30,2	54,0
Пачелмский	29,1	52	25,6	46,0
Спасский	32,5	58	30,3	54,0
Иссинский	31,7	57	27,4	49,0
Лунинский	30,8	55	26,1	47,0
Мокшанский	31,1	56	28,2	51,0
Наровчатский	30,6	55	27,2	49,0
Н-ломовский	29,6	53	26,2	47,0
Бессоновский	30,5	55	26,5	48,0
Пензенский	33,2	60	30,6	55,0
Бековский	38,1	68	34,7	62,0
Белинский	34,2	61	30,9	56,0
Колышлейский	33,9	61	30,0	54,0
М-сердобинский	32,4	58	29,6	53,0
Сердобский	34,0	61	31,0	56,0
Тамалинский	38,2	69	34,8	62,0
Башмаковский	36,2	65	32,2	58,0
Городищенский	23,1	42	20,9	38,0
Никольский	20,6	37	17,4	31,0
Сосновоборский	24,2	44	21,6	39,0
Камешкирский	28,1	50	25,6	46,0
Кузнецкий	28,8	52	26,0	47,0
Лопатинский	29,1	52	25,9	46,0
Неверкинский	29,4	53	26,5	48,0
Шемышейский	28,0	50	25,3	46,0
По области	31,2	56	28,0	50,0

Примечание. Оценка по шкале РФ – Российской Федерации; Пенза – по областной.

6 ПОЧВЕННЫЕ КАРТЫ И КАРТОГРАММЫ

6.1 Картографические основы для составления почвенных карт

Почвенная карта – специальная карта, изображающая почвенный покров определенной территории. Она дает наглядное представление о распространении почв на местности, раскрывает особенности их пространственного залегания.

Почвенные карты группируются по масштабам. Выделяют обзорные почвенные карты (масштаб 1:2500000 и мельче); мелкомасштабные (1:1000000–1:500000); среднемасштабные (1:300000–1:100000); крупномасштабные (1:50000–1:10000) и детальные (1:5000–1:200). В агрономической практике наибольшее применение нашли крупномасштабные и детальные почвенные карты, которые характеризуют почвы сравнительно небольших территорий: отдельных хозяйств, в том числе фермерских, опытных станций, опытных участков и др. Чем крупнее масштаб почвенной карты, тем детальнее, с наименьшей степенью генерализации отображен на ней почвенный покров.

Картографические основы, применяемые при составлении почвенных карт: топографические карты, материалы аэрофотосъемки, материалы космической съемки, контурные планы землепользования.

Топографические карты имеют точный масштаб, унифицированную систему условных знаков, координатную сетку. Рельеф на топографических картах изображается горизонталями, соединяющими одинаковые отметки высот. Основные горизонтالي нанесены сплошной линией, вспомогательные – пунктирной. Контрольные горизонтали имеют отметки высот и наносятся утолщенной сплошной линией.

На основании рисунка и взаимного расположения горизонталей на топографической карте можно определить основные формы рельефа. Разность в отметках высот между двумя соседними горизонталями называется высотой сечения рельефа. Обычно на топографических картах имеется шкала заложений, которая служит для определения крутизны склона. Крутизной склона (КС) называется угол его наклона к горизонтальной плоскости. Чем больше этот угол, тем склон круче. Заложением (З) называется расстояние на

карте между двумя соседними горизонталями. Чем круче склон, тем меньше заложение.

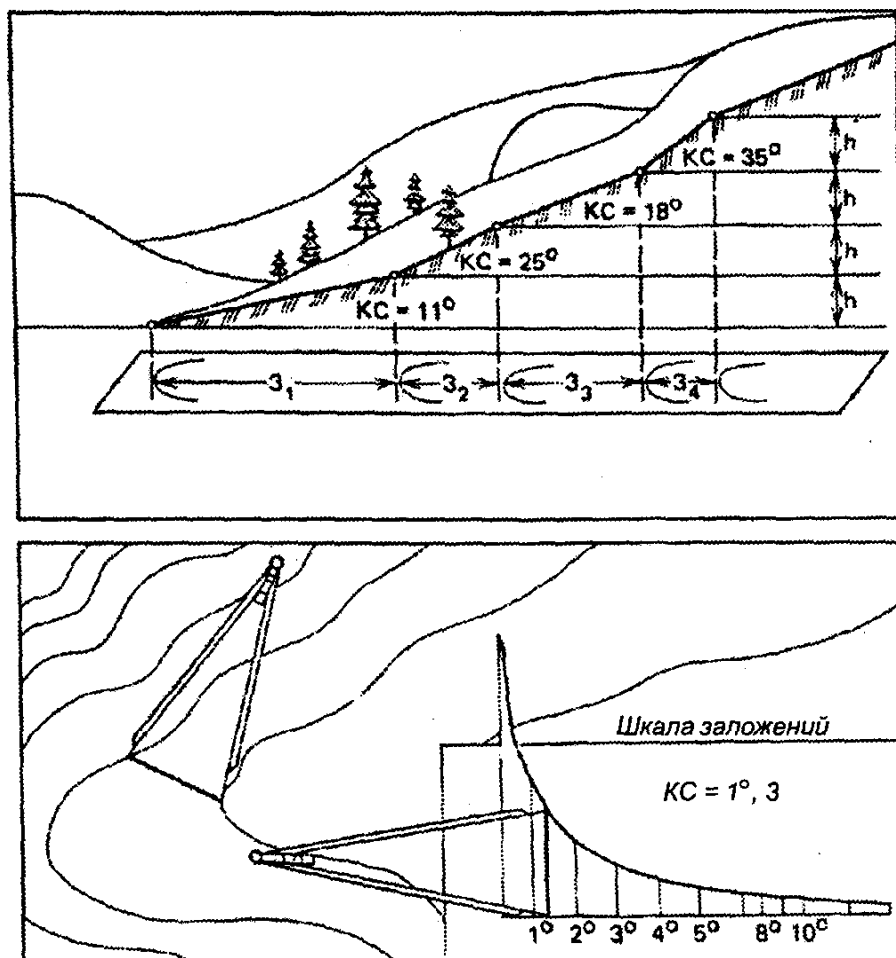


Рисунок 17 – Определение крутизны склона по шкале заложений

На рисунке 9 приведен пример определения крутизны склона по шкале заложений. С помощью шкалы заложений можно составить карту углов наклона (рисунок 17), которую используют для прогноза эрозии почв, а также при составлении карты форм и элементов рельефа. Для этого измерителем на шкале заложений определяем расстояние, соответствующее 1° , и это расстояние на карте отмечаем. Таким же образом отмечаем расстояния, соответствующие крутизне склонов $2^\circ, 3^\circ, 5^\circ$ и 10° . Затем отрезки с одной и той же градацией уклонов соединяем, получаем карту крутизны склонов (рисунок 18).

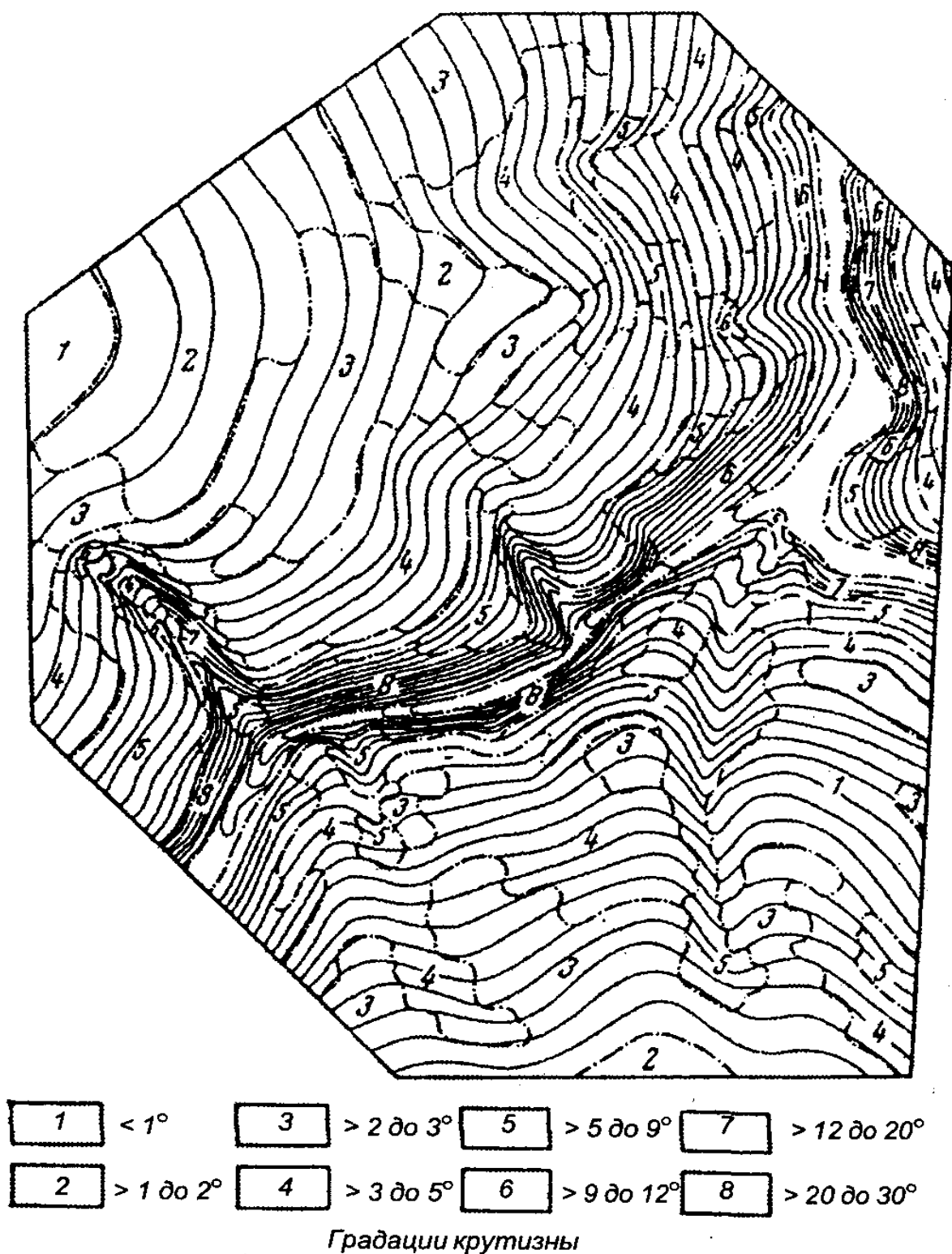


Рисунок 18 – Карта углов наклона (по М.С. Кузнецову, 1996)

Часто возникает необходимость построения профиля по карте. Профилем называется чертеж, изображающий вертикальный разрез местности.

Профиль строят в нижеследующем порядке.

1. Провести на карте профильную линию АБ; приложить к ней лист разграфленной бумаги и перенести на ее край короткими черточками места пересечения горизонталей с профильной линией (выходы горизонталей).

2. На листе разграфленной бумаги слева у горизонтальных линий подписать высоты, соответствующие высотам горизонталей на карте, приняв условно промежутки между этими линиями за высоту сечения; от всех черточек (выходов горизонталей) опустить перпендикуляры до пересечения их с соответствующими по отметкам параллельными линиями и отметить полученные точки пересечения.

3. Соединить точки пересечения плавной кривой, которая и изобразит профиль местности.

Пример построения профиля по карте представлен на рисунке 19.

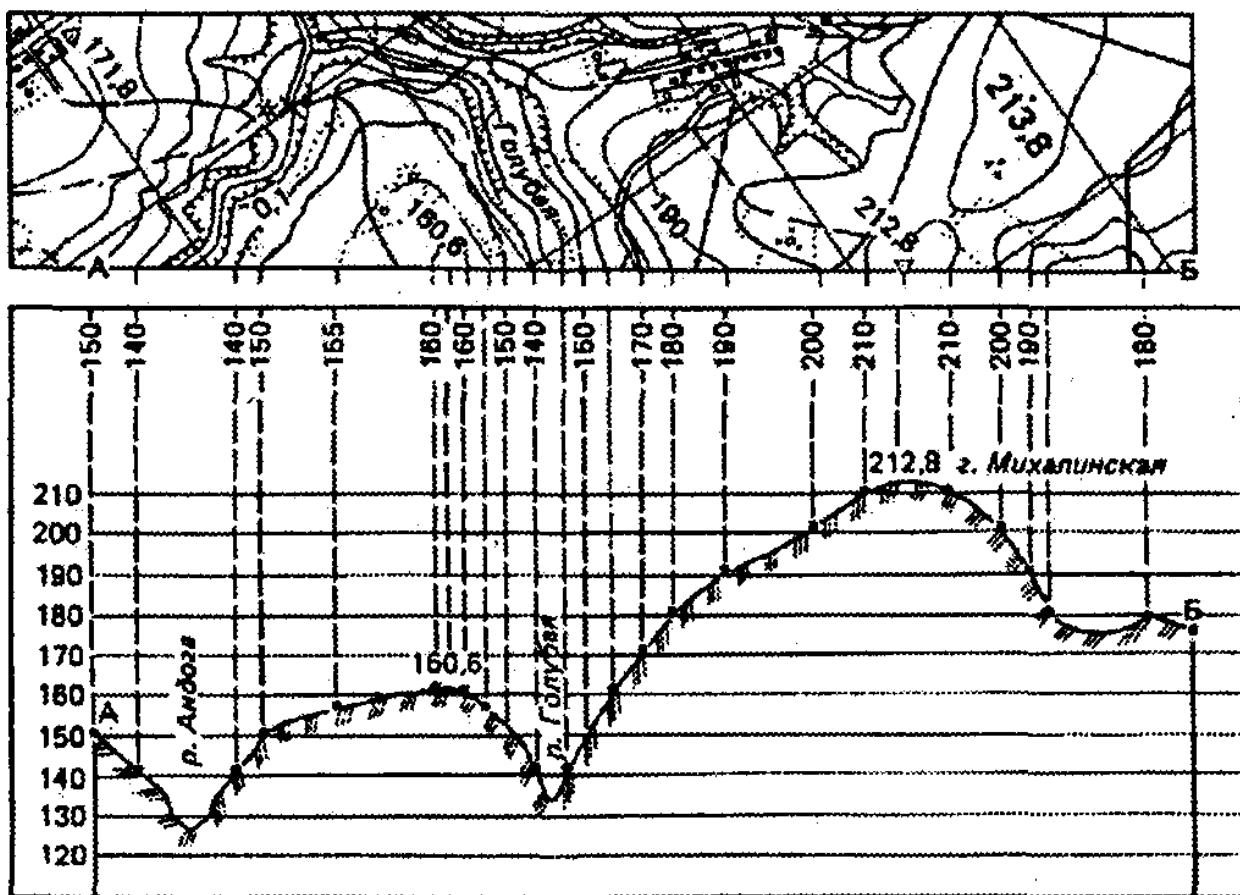


Рисунок 19 – Построение профиля по карте

Контурные планы внутрихозяйственного землеустройства служат дополнительной картографической основой при крупно-

масштабных почвенных обследованиях территории хозяйств. На них специальными унифицированными знаками изображены: населенные пункты, дорожная и гидрографическая сеть, линии электропередач, границы землепользования, все сельскохозяйственные угодья, в том числе пашня, залежь, сенокосы, пастбища, леса и кустарники, болота (рисунок 20). Отсутствие изображения рельефа не позволяет использовать контурные планы в качестве картографической основы.

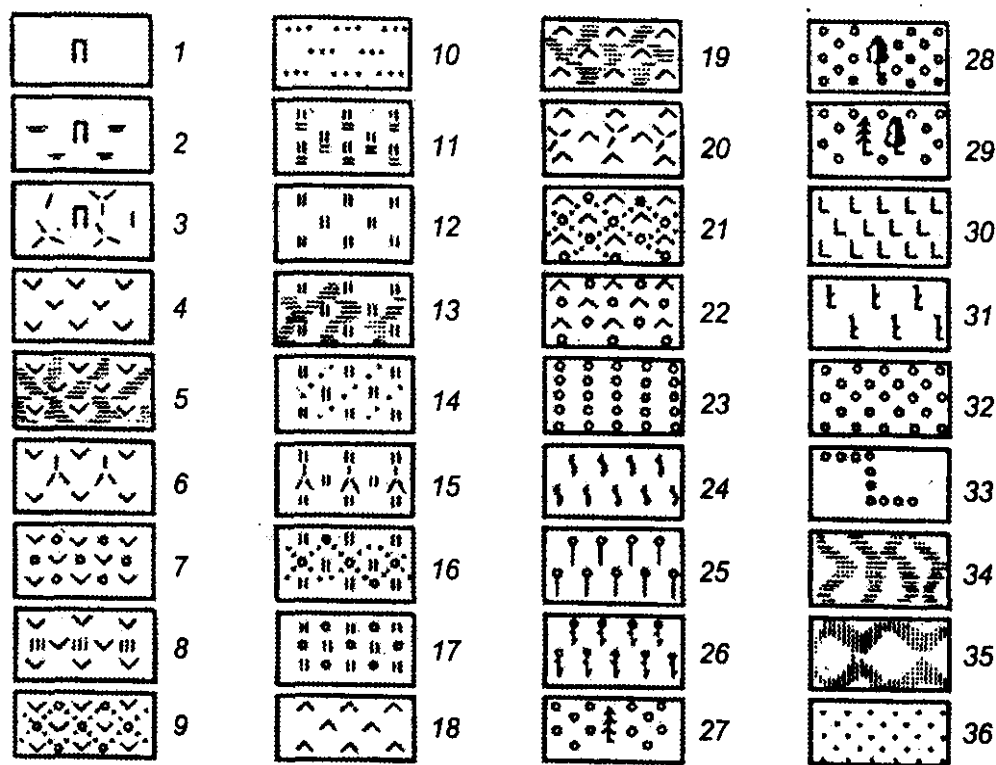


Рисунок 20 – Условные знаки сельскохозяйственных угодий:

1 – пашня; 2 – пашня, излишне увлажненная; 3 – пашня, засоренная камнями; 4 – перелог и залежи; 5 – перелог и залежи заболоченные; 6 – перелог и залежи, засоренные камнями; 7 – залежь залесенная; 8 – залежь сильнозасоленная; 9 – залежь закустаренная; 10 – целина; 11 – сенокос заливной; 12 – сенокос суходольный; 13 – сенокос заболоченный; 14 – сенокос закочкаранный; 15 – сенокос, засоренный камнями; 16 – сенокос закустаренный; 17 – сенокос залесенный; 18 – выгоно-пастбище суходольное; 19 – выгоно-пастбище заболоченное; 20 – выгоно-пастбище, засоренное камнями; 21 – выгоно-пастбище закустаренное; 22 – выгоно-пастбище залесенное; 23 – фруктовые сады; 24 – виноградники; 25 – чайные плантации; 26 – табачные плантации; 27 – хвойные леса; 28 – лиственные леса; 29 – смешанные леса; 30 – вырубленные леса; 31 – горелые леса; 32 – лесные питомники; 33 – лесные полосы; 34 – болота; 35 – солончаки; 36 – пески

Аэрофотоматериалы. Существует четыре вида аэрофотоматериалов, используемых в качестве картографической основы: контактные аэрофотоснимки, репродукции накидного монтажа, трансформированные фотопланы и фотопланы с перенесенными на них с топографической карты горизонталями, изображающими рельеф территории.

Контактный аэрофотоснимок – фотография местности, снятая с самолета. Ценность аэрофотоснимков заключается в большой объективности изображения земной поверхности, рельефа, растительности, сельскохозяйственных участков, рек, дорог и т. д. Насыщенность аэрофотоснимков объектами очень велика, что позволяет ориентироваться на местности, пользуясь аэрофотографической плановой основой, с предельной точностью.

По сравнению с другими видами картографической основы контактные аэрофотоснимки обладают рядом положительных свойств.

На аэрофотоснимках легко читается рельеф (как его макро-и мезоформы, так и микрорельеф). При аэрофотосъемке местности, благодаря продольному перекрытию (не менее 50 %), одни и те же объекты фотографируются дважды из различных точек пространства. Это дает возможность стереоскопического (объемного) рассматривания аэрофотоснимков. Изучение форм рельефа на контактных отпечатках с помощью стереоскопа позволяет получить подробную информацию о топографии местности.

Контактные аэрофотоснимки удобны для работы в поле благодаря своей компактности; на контактных отпечатках несложно распознать угодья (леса, пашни, болота) и уловить различия в группировках растительности, степени увлажнения отдельных контуров и т. д.

Пользуясь материалами аэрофотосъемки, можно до выезда в поле разделить исследуемую территорию на ландшафтные единицы, установить некоторые дешифровочные признаки отдельных почв.

Накидной фотомонтаж изготавливают из контактных аэрофотоснимков, обрезанных по полезной площади, совмещенных по границам обреза и наклеенных на плотную бумагу. Фотомонтаж имеет те же недостатки, что и контактные аэрофотоснимки, кроме того его нельзя стереоскопировать.

Фотопланы составляют на основе трансформированных аэрофотоснимков. Он привязан к геодезической сети, имеет координатную сетку и точный масштаб (обычно 1:10000 или 1:25000). Фотоплан содержит менее качественное изображение местности по сравнению с контактными аэрофотоснимками, обусловленное пересъемкой.

В наибольшей степени отвечают требованиям почвенной съемки фотопланы с нанесенными на них горизонталями, отображающими рельеф, и дешифрованными сельскохозяйственными угодьями. Такая картографическая основа имеет все достоинства топографических карт и, кроме того, дает дополнительные возможности дешифровать почвенный покров по тону изображения, структуре поверхности, форме и размеру контуров.

Космический снимок – это фотография земной поверхности, снятая с космического корабля или искусственного спутника Земли. Снимки подразделяются на обзорные (масштаб 1:10000000–1:100000000), мелкомасштабные (1:500000–1:2500000) и среднемасштабные (1:100000–1:300000). Последние получают с помощью специализированных фотографических систем. Они с высокой детальностью передают изображение почвенного покрова, различия в гранулометрическом составе, в степени гумусированности, влажности, эродированности и др.

Для составления средне- и мелкомасштабных почвенных карт целесообразно иметь масштаб космических снимков, одинаковый с масштабом картографирования. Это связано не только с техническими удобствами, но и, в основном, со сходным уровнем генерализации. Существенно, что на космических снимках происходит объективная оптическая генерализация земной поверхности и почвенного покрова.

Поскольку при съемке из космоса, с высоты более 80–100 км, получают в основном мелкомасштабные снимки, для приведения их масштабов в соответствие с масштабом картографирования оригиналы увеличивают в 2–5 раз.

Аэрокосмические методы при картографировании почв применяются все шире. Существует комплекс аэрокосмических методов изучения природных ресурсов, в том числе почвенного покрова.

Набор аэрокосмического, фотографического и фотоэлектронного оборудования, установленного на самолетах, космических кораб-

лях и спутниках, позволяет автоматизировать процессы дешифрирования почвенного покрова с использованием ЭВМ.

Задание. Прогнозирование вероятной степени смытости почв по топографической карте

1. Скопировать фрагмент топографической карты.

2. Построить карту углов наклона, используя шкалу заложений, выделяя контуры с градациями уклонов: менее 1°; 1–2; 2–5; 5–10 и более 10°.

3. Пользуясь таблицей 21, составить картограмму вероятной степени смытости. Для этого на карте углов наклона оконтурить склоны разной экспозиции и, учитывая удаленность от водораздела по линии стока, проставить индексы степени смытости почв.

*Таблица 21 – Смытость почв в зависимости от их положения в рельефе (в числителе – для песчаных, супесчаных и легкосуглинистых почв, в знаменателе – для среднесуглинистых пылеватых)
(по В.П. Лидову, 1981)*

L*	Крутизна склона, град				
	<1	1–2	2–5	5–10	>10
<i>Южная и западная экспозиции</i>					
<50	<u>несмытая</u> несмытая	<u>несмытая</u> несмытая	<u>Сдергивание почвенного покрова орудиями</u> относительно более слабое сдергивание		
50–100	то же	то же	<u>слабосмытая</u> несмытая	<u>среднесмытая</u> слабосмытая	<u>слабосмытая</u> слабосмытая
100–200	то же	<u>слабосмытая</u> несмытая	<u>слабосмытая</u> слабосмытая	<u>среднесмытая</u> слабосмытая	<u>сильносмытая</u> среднесмытая
200–300	то же	<u>слабосмытая</u> слабосмытая	<u>среднесмытая</u> среднесмытая	<u>среднесмытая</u> среднесмытая	<u>сильносмытая</u> сильносмытая
300–400	то же	то же	то же	то же	то же
>400	то же	то же	то же	то же	то же
<i>Северная и восточная экспозиции</i>					
<50	<u>несмытая</u> несмытая	<u>несмытая</u> несмытая	<u>Сдергивание почвенного покрова орудиями</u> относительно более слабое сдергивание		
50–100	то же	то же	<u>слабосмытая</u> несмытая	<u>слабосмытая</u> слабосмытая	<u>слабосмытая</u> слабосмытая
100–200	то же	<u>слабосмытая</u> несмытая	<u>слабосмытая</u> слабосмытая	<u>среднесмытая</u> слабосмытая	<u>среднесмытая</u> среднесмытая
200–300	то же	<u>слабосмытая</u> слабосмытая	<u>среднесмытая</u> слабосмытая	<u>среднесмытая</u> слабосмытая	то же
300–400	то же	то же	<u>среднесмытая</u> среднесмытая	<u>сильносмытая</u> сильносмытая	<u>сильносмытая</u> сильносмытая
>400	то же	то же	то же	то же	то же

*L – пояса равноудаленности от водораздела по линии стока, м

4. Построить профиль по линии А-В и нанести на профиль индексы почв с разной степенью смытости на соответствующих элементах рельефа.

5. Проанализировать зависимость степени эродированности почв от длины, крутизны и экспозиции склона.

6.2 Чтение форм и элементов рельефа по топографической карте

Рельеф – это совокупность форм земной поверхности разных размеров. Наука о рельефе, его строении и происхождении – геоморфология. В зависимости от размеров форм земной поверхности различают мегарельеф, макрорельеф, мезорельеф и микрорельеф. *Мегарельеф* – это наиболее крупные неровности земной поверхности – материковые массивы и океанские впадины. *Макрорельеф* – крупные формы земной поверхности, занимающие большую площадь, с колебаниями высот, измеряемыми сотнями метров и километрами (горные хребты, плоскогорья, равнины). *Мезорельеф* – формы рельефа средних размеров с колебаниями высот, измеряемыми метрами и десятками метров (склоны, ложбины, балки, террасы и др.). *Микрорельеф* – мелкие формы рельефа, занимающие незначительные площади, с колебаниями высот в пределах одного метра (западины, блюдца, бугорки и др.). Разновидностью микрорельефа является *нанорельеф* – самые мелкие формы рельефа с колебаниями высот в пределах 30 см: кочки, неровности, связанные с обработкой почвы (борозды, гребни и др.).

Рельеф является важнейшим фактором при составлении крупномасштабных и детальных почвенных карт. Он обуславливает большое разнообразие почвенных комбинаций, определяет их содержание, форму, размеры и позволяет с высокой степенью точности переносить естественные границы почв на почвенные карты. При крупномасштабном и детальном картографировании почв проводится анализ мезо- и микрорельефа. Мезорельеф и микрорельеф обуславливают перераспределение влаги и тепла, определяют миграцию растворимых веществ и мелкозема.

Формы мезорельефа складываются из различных элементов рельефа. При расчленении территорий в системе междуречий выделяются следующие элементы рельефа: вершины водоразделов,

склоны, подошвы склонов, шельфы склонов, днища межсклоновых западин, днища и склоны оврагов, балок, ложбины, лощины, поймы, террасы, уступы и склоны террас.

Сочетания элементов рельефа образуют положительные формы мезорельефа – холмы, бугры, гривы, увалы, гряды, дюны, барханы, озы, камы, друмлины – и отрицательные – балки, ложбины, лощины, овраги, карстовые понижения, промоины.

Холмом называется небольшое возвышение округлой формы с широким основанием, постепенно сливающимся с равниной. Высота холма 40–100 м, иногда до 200 м (рисунок 22).

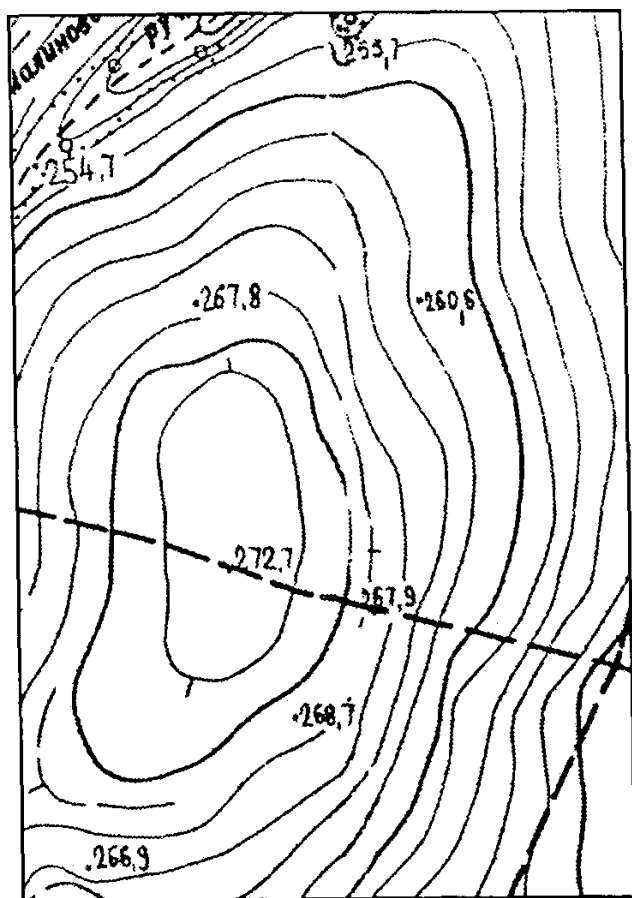


Рисунок 22 – Изображение холма на топографической карте

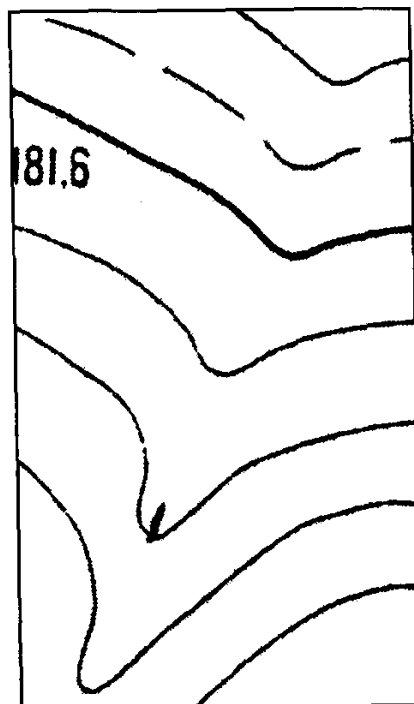


Рисунок 23 – Изображение ложбины на топографической карте

Бугор характеризуется меньшей высотой (10–25 м) и более крутыми склонами.

Грива, гряда, увал – удлиненные возвышения, отличающиеся от холма тем, что их длина в несколько раз превышает ширину.

Гряды, имеющие форму длинных (до 30–40 км) узких валов моренного происхождения, называют озами. Их ширина 40–100 м, высота 25–30 м.

Друмлины – моренные холмы продолговато-овального очертания длиной до 25 км, шириной 10–150 м, высотой 5–25 м.

Камы – холмы моренного происхождения высотой до 100 м.

Гидрографическая сеть представляет собой систему понижений, по которым осуществляется сток поверхностных вод. Эта система имеет в плане вид ветвящегося дерева. Верхнюю часть гидрографической сети, в которой обычно отсутствуют постоянные водотоки, называют суходольной сетью. Различают следующие элементы суходольной сети: в верхней части суходольная сеть начинается ложбинами – линейными формами рельефа с глубиной до 1 м, имеющими пологие склоны не круче 3–8°, водосборная площадь ложбины – до 50 га, ложбины обычно распаиваются; ниже по склону ложбина становится *лощиной* (рисунок 23) или впадает в ложину, которая имеет хорошо выраженное дно, более крутые (8–15°) берега, глубина лощины до 8–10 м, ширина до 40–60 м, водосборная площадь лощины достигает 500 га; вниз по склону ложина расширяется и становится балкой или впадает в балку; *балка* (рисунок 24) имеет хорошо выраженную бровку, широкое дно, глубина балок – 6–20 м, ширина – 60–200 м, площадь водосбора – до нескольких тысяч га, на дне балки обычно хорошо выражено русло временного водотока. Балки впадают в речные долины, являющиеся наиболее древней частью гидрографической сети. Долина реки отличается от балки наличием постоянного водотока и связанной с ним формы рельефа – поймы.

К современным образованиям относятся водороины, промоины и овраги (М.С. Кузнецов, 1996).

Водороины – размывы в почве глубиной 0,2–0,6 м, которые заравниваются при вспашке.

Промоины (рисунок 25) – размывы глубиной 0,5–3,0 м, шириной 0,5–8,0 м, которые невозможно выровнять с помощью обычных агротехнических приемов. Промоины часто захватывают не только толщу почвы, но и почвообразующую породу. Для засыпания промоин необходимо завозить грунт со стороны.

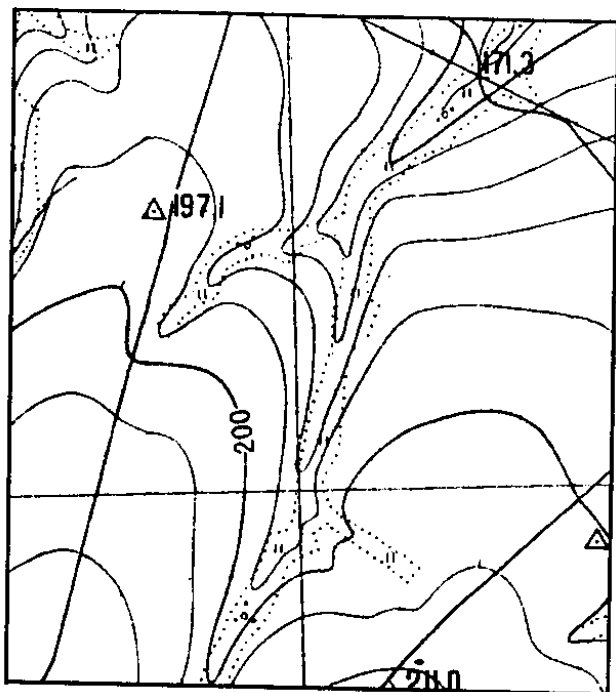


Рисунок 24 – Изображение балки на топографической карте

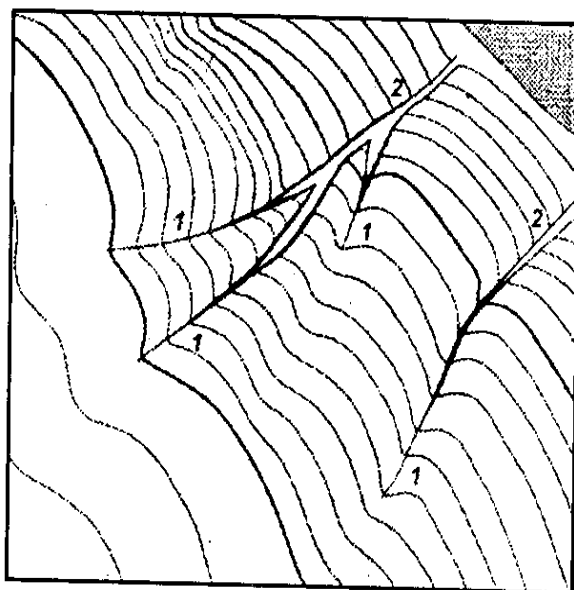


Рисунок 25 – Промоины (1) и овраги шириной от 3 до 10 м (2) на крутом склоне

Овраг (рисунок 26), в отличие от водороев и промоин, вырабатывает собственный (вогнутый или ступенчатый) профиль, который отличается от профиля склона. Глубина оврагов может достигать 30 м, а ширина 50 м. Более 80 % оврагов относится к коротким (до 500 м).

Для определения степени вертикального и горизонтального расчленения рельефа используют легко читаемые по топографической карте условные линии в местах пересечения различных склонов – водораздельные и подошвенные линии, бровки (рисунок 27), тальвеги.

Водораздельная линия проходит по наивысшим точкам двух противоположных склонов и является границей водораздела. Горизонталы на топографической карте в местах пересечения с водораздельной линией сильно изогнуты.

Подошвенная линия разделяет основание склонов и равнинные участки, служит границей смытых и намытых почв.

Тальвеги представлены наиболее низкими частями дна оврагов, балок, русел рек. На топографических картах горизонталы в местах пересечения с линией тальвега сильно изогнуты.

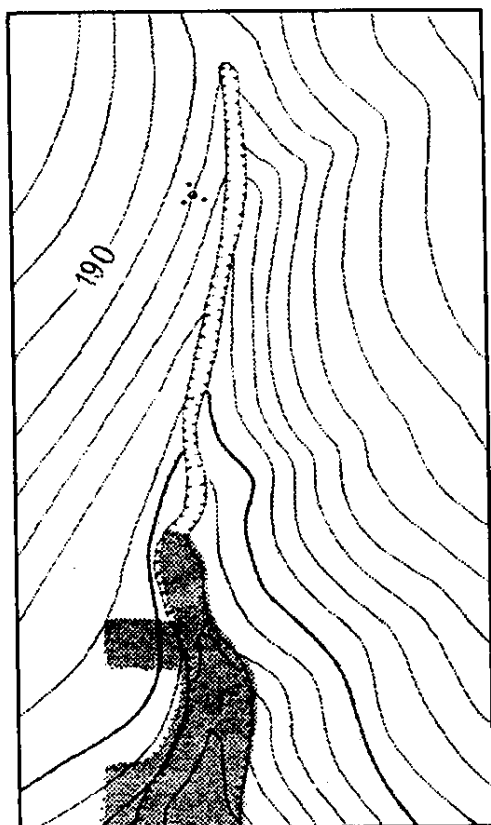


Рисунок 26 – Овраг шириной более 10 м

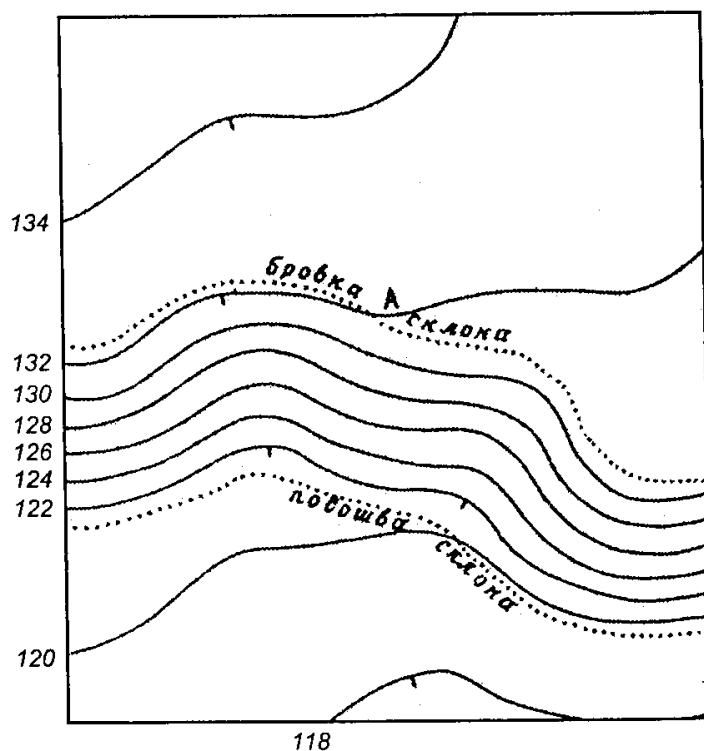


Рисунок 27 – Схематическое изображение горизонталями склона долины реки с прилегающими к нему частью водораздельной поверхности и частью речной террасы (по А.В. Гедымину, 1990)

Бровка – это линия резкого перегиба склона, она отделяет склоны, сильно отличающиеся крутизной. Расположены бровки по краям балок, оврагов, террас. В таблицах 19, 20 представлены группировки рельефа по степени горизонтального и вертикального расчленения.

Таблица 19 – Группировка рельефа по степени горизонтального расчленения

Степень расчленения	Расстояние между водораздельной линией и тальвегом, м
Слаборасчлененный	Более 1000
Среднерасчлененный	100–1000
Сильнорасчлененный	50–100
Очень сильнорасчлененный	Менее 50

Таблица 20 – Группировка рельефа по степени вертикального расчленения

Степень расчленения	Амплитуда перепада высот водораздела и тальвега, м	
	равнинные территории	холмистые территории
Мелкорасчлененный	Менее 2,5	Менее 25
Среднерасчлененный	2,5–5,0	25–50
Глубокорасчлененный	5–10	50–100

Задание. Составление карты форм и элементов рельефа.

Построить карту форм и элементов рельефа на основе топографической карты, используя в качестве образца фрагмент карты форм и элементов рельефа (рисунок 28).

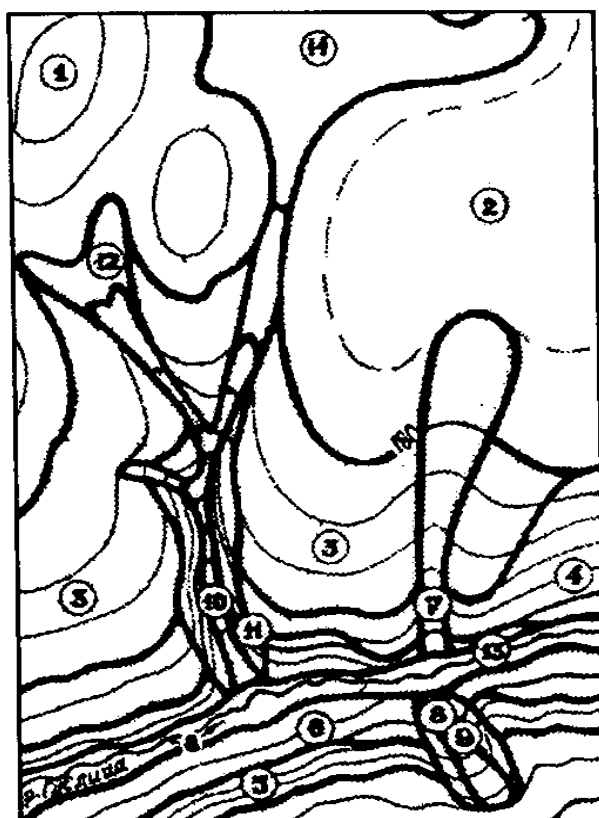


Рисунок 28 – Карта форм и элементов рельефа:

1 – выпуклые вершины холмов и холмистые водораздельные поверхности (1–2°); 2 – плоская водораздельная поверхность (менее 1°); 3 – пологие водораздельные склоны (1–2°); 4 – пологие склоны (2–3°); 5 – покатые склоны (3–5°); 6 – выположенные нижние части склонов (2–3°); 7 – ложбины; 8 – днища лощин; 9 – склоны лощин; 10 – днища балок; 11 – склоны балок; 12 – привершинные

водосборы балок; 13 – пойма; 14 – межводораздельные понижения.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое почвенное картографирование? 2. Как делятся почвенные карты в зависимости от масштаба? 3. Какие цели ставят перед крупномасштабным обследованием почв? 4. В чем заключается сущность полевой съемки? 5. Чем отличается от почвенной карты картограмма агропроизводственной группировки почв и как ее применяют в производстве? 6. Как используют картограмму эродированных земель?

7 ПЛАН СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1 «Органическая часть почвы»

1. Современные взгляды на природу образования гумуса.
2. Состав гумуса.
3. Условия образования гумуса и его качественный состав в различных почвах.
4. Роль гумуса в почвообразовании и плодородии.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 109-136.
2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 114-143.
3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 72-88.

Тема 2 «Почвенные коллоиды и поглощательная способность почвы»

1. Почвенные коллоиды, их строение, состав и свойства.
2. Поглощательная способность почвы, ее виды и значение.
3. Поглощение почвой катионов и анионов.
4. Кислотность и щелочность почвы.
5. Буферность почвы.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 153-178.
2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 143-160.
3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 88-111.

Тема 3 «Водно-физические свойства и водный режим почв»

1. Категории, виды, формы почвенной влаги и ее свойства.
2. Водоудерживающая способность и водопроницаемость почвы. Доступность почвенной влаги растениям.

3. Водный баланс.
4. Водный режим. Виды водного режима почв.
5. Регулирование водного режима.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 198-217.
2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 160-177.
3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 128-151.

Тема 4 «Воздушные и тепловые свойства почвы»

1. Воздушные свойства почв. Состав почвенного воздуха.
2. Газообмен почвенного воздуха с атмосферным. Роль O_2 и CO_2 в почвенных процессах и продуктивности растений.
3. Тепловые свойства и тепловой режим почв.
4. Типы теплового режима почв, приемы регулирования теплового режима почв.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 218-243.
2. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 151-164, 179-191.
3. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 177-184.

Тема 5 «Плодородие почв»

1. Понятие плодородия. Факторы и условия почвенного плодородия.
2. Виды плодородия.
3. Приемы и способы воспроизводства почвенного плодородия.
 - а) Приемы регулирования количественного и качественного состава гумуса.
 - б) Регулирование реакции среды почвы.
 - в) Приемы регулирования водно-воздушных свойств почвы.

г) Регулирование агрофизических свойств почвы.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 255-268.
2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С.184-203.
3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 206-220.

**Тема 6 «Факторы почвообразования
и классификация почв»**

1. Климат как фактор почвообразования.
2. Рельеф как фактор почвообразования.
3. Почвообразующие породы как фактор почвообразования.
4. Роль зеленых растений в почвообразовании.
5. Роль микроорганизмов в почвообразовании.
6. Роль животных, населяющих почву, в процессах почвообразования.
7. Возраст почв.
8. Производственная деятельность человека, как фактор почвообразования. Взаимосвязь факторов почвообразования.
9. Принципы построения современной классификации почв. Ее основные таксономические единицы.
10. Почвенно-географическое районирование.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 23-89, 269-285.
2. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 12-31.
3. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 37-63, 204-230.

Тема 7 «Почвы таежно-лесной зоны» (Занятие № 1)

1. Условия почвообразования:
 - а) климат;
 - б) рельеф;

- в) почвообразующие породы;
- г) растительность.
- 2. Подзолистые почвы:
 - а) генезис подзолистых почв. Процесс лессиважа;
 - б) классификация подзолистых почв;
 - в) состав и свойства подзолистых почв (химический состав, физико-химические свойства, физические и водно-физические свойства).

Занятие № 2

- 1. Дерновые почвы:
 - а) генезис дерновых почв;
 - б) классификация, состав и свойства дерновых почв;
- 2. Дерново-подзолистые почвы:
 - а) генезис;
 - б) классификация дерново-подзолистых почв;
 - в) состав и свойства дерново-подзолистых почв.
- 3. Сельскохозяйственное использование почв таежно-лесной зоны и пути повышения их плодородия.

Основная литература:

- 1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 315-370.
- 2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 233-266.
- 3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 235-269.

Тема 8 «Серые лесные почвы лесостепной зоны»

- 1. Условия почвообразования.
- 2. Генезис серых лесных почв и строение профиля.
- 3. Классификация серых лесных почв.
- 4. Состав и свойства серых лесных почв.
- 5. Сельскохозяйственное использование серых лесных почв.

Основная литература:

- 1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 398-418.

2. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 269-307.

3. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С.267-275.

Тема 9 «Черноземные почвы лесостепной и степной зон»

Занятие № 1

1. Условия почвообразования:

- а) климат;
- б) рельеф;
- в) почвообразующие породы, растительность.

2. Генезис черноземов.

3. Классификация черноземов.

4. Черноземные почвы лесостепи:

- а) черноземы оподзоленные;
- б) черноземы выщелоченные;
- в) черноземы типичные.

5. Черноземы степной зоны:

- а) черноземы обыкновенные;
- б) черноземы южные.

Занятие № 2

1. Состав и свойства черноземных почв:

- а) гранулометрический и минералогический состав;
- б) химический состав;
- в) физико-химические свойства;
- г) физические и водно-физические свойства.

2. Лугово-черноземные почвы.

3. Почвенные режимы черноземов:

- а) тепловой режим;
- б) водный режим;
- в) питательный режим.

4. Сельскохозяйственное использование черноземных почв.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 448-455.

2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 275-290.

3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 269-339.

Тема 10 «Каштановые почвы сухостепной зоны»

1. Условия почвообразования:

а) климат;

б) рельеф и почвообразующие породы;

в) растительность.

2. Генезис каштановых почв.

3. Классификация каштановых почв.

4. Состав и свойства каштановых почв:

а) гранулометрический и минералогический состав, химические и физико-химические свойства;

б) содержание и состав водорастворимых солей в каштановых почвах, водно-физические свойства каштановых почв.

5. Сельскохозяйственное использование почв сухих степей

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 456-514.

2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 291-298.

3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 307-339.

Тема 11 «Засоленные почвы и солоди»

1. Солончаки. Генезис солончаков.

2. Классификация солончаков.

3. Состав и свойства солончаков.

4. Сельскохозяйственное использование солончаков.

5. Солонцы. Строение профиля и основные признаки солонцов.

6. Генезис солонцов.

7. Классификация солонцов.

8. Свойства солонцов.

9. Сельскохозяйственное использование солонцов.

10. Солоди. Их основные признаки, генезис и свойства.

11. Классификация и диагностика солодей.
12. Сельскохозяйственное использование солодей.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 456-514.
2. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 298-311.
3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 366-390.

Тема 12 «Почвы Пензенской области»

1. Условия почвообразования:
 - а) климат;
 - б) рельеф и почвообразующие породы;
 - в) растительность.
2. Светло-серые лесные почвы.
3. Серые лесные почвы.
4. Темно-серые лесные почвы.
5. Черноземы оподзоленные.
6. Черноземы выщелоченные.
7. Сельскохозяйственное использование почв Пензенской области.

Основная литература:

1. Повышение плодородия почв / под ред. К.А. Кузнецова. – Саратов: Приволжское книжное издательство, Пензенское отд-е, 1976. – 192 с.
2. Система ведения агропромышленного производства Пензенской области. Часть II. Система земледелия / под ред. А.И. Чиркова. – Пенза, 1992. – 288 с.

Тема 13 «Эрозия почвы и меры борьбы с ней»

1. Виды эрозии.
2. Условия, определяющие развитие эрозии.
3. Мероприятия по защите почв от эрозии.

Основная литература:

1. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 616-632.
2. Повышение плодородия почв / под ред. К.А. Кузнецова. – Саратов: Приволжское книжное издательство, Пензенское отд-е, 1976. – 192 с.
3. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 499-502.

**Тема 14 «Основы картографирования почв
и использование материалов
почвенного обследования»**

1. Картографирование почв.
2. Материалы крупномасштабного почвенного обследования.
3. Использование материалов крупномасштабных почвенных обследований в лесном хозяйстве.

Основная литература:

1. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – С. 344-360.
2. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – С. 508-520.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ

Автоморфные почвы формируются на ровных поверхностях и склонах в условиях свободного стока поверхностных вод при глубоко залегании грунтовых вод (глубже 6 метров), не оказывающих влияние на почвообразование.

Аллювиальный процесс – принос паводковыми водами взмученного материала, постоянное размывание и обновление поймы, отложение на ее поверхности взвешенных в воде частиц.

Анаэробные условия – отсутствие доступа свободного кислорода. Необходимую для жизнедеятельности энергию в этих условиях организмы получают за счет сопряженных реакций окисления-восстановления органических и неорганических соединений.

Аэробные условия – наличие свободного кислорода.

Влагоемкость – количество влаги, которое может длительно удерживаться почвой при подаче воды сверху, когда грунтовая вода стоит глубоко, и при подаче воды снизу, когда уровень грунтовых вод высок.

Водный режим почв – совокупность всех явлений поступления влаги в почву, ее передвижения, изменения ее физического состояния в почве и ее расхода из почвы. К числу этих явлений – элементов водного режима почв – относятся: инфильтрация, конденсация, фильтрация, подъем капиллярный, замерзание почвы, размерзание почвы, сток, испарение суммарное, десукция. В зависимости от количественного соотношения этих явлений, которое определяет преобладающее направление в передвижении почвенной влаги и пределы колебаний влажности почвы, создаются различные типы водного режима почвы.

Водопроницаемость почвы – свойство почвы как пористого тела пропускать через себя воду. Количественно выражается мощностью слоя воды, поступающей в почву через ее поверхность в единицу времени.

Вторичное засоление – накопление солей в почве, возникающее в результате искусственного изменения водного режима: например, при неправильном орошении.

Вторичные глинистые минералы – это вторичные алюмосиликаты с общей химической формулой $n\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ и характерным молярным отношением $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$, изменяющимся от 2 до

5. Их название связано с преобладанием в составе глин. К ним относятся минералы групп монтмориillonита, каолинита, гидрослюд, смешанно-слоистых минералов, хлорита.

Вторичные минералы образуются при химическом выветривании первичных минералов, при осаждении солей из водных растворов и их кристаллизации, в результате жизнедеятельности микроорганизмов и т. д.

Выветривание – процессы разрушения горных пород и минералов под воздействием атмосферы, гидросферы и биосферы. Различают: физическое выветривание – измельчение горной породы без изменения ее минералогического и химического состава под влиянием колебаний температуры и влажности; химическое и биологическое выветривание, вызывающие глубокие изменения минералогического и химического состава. Выветривание является также компонентом собственно почвообразовательного процесса.

Выпотной тип водного режима складывается в почвах семиаридного (полусухого) и аридного (сухого) климата (коэффициент увлажнения менее 0,55) при неглубоком залегании грунтовых вод. Капиллярная кайма грунтовых вод поднимается к поверхности почв, при этом влага испаряется, а растворенные в ней соли скапливаются в поверхностных горизонтах.

Выщелачивание – процесс обеднения того или иного горизонта или почвы в целом основаниями (щелочами и щелочными землями) в результате выхода их из кристаллической решетки минералов или из органических соединений, растворения и выноса просачивающейся водой. Частными видами выщелачивания являются: а) декарбонизация – разрушение и вынос извести из почвы или почвообразующей породы; б) рассоление – освобождение почвы или почвообразующей породы от водорастворимых солей.

Генезис почвы – происхождение, развитие и эволюция почв.

Гидролитическая кислотность обусловлена количеством ионов водорода и алюминия, находящихся в обменном (частично в необменном) состоянии в почвенном поглощающем комплексе, которые извлекаются из ППК раствором гидролитически щелочной соли (обычно используют 1 н. раствор ацетата натрия CH_3COONa с рН 8,2).

Гидроморфные почвы формируются в условиях длительного поверхностного застоя вод или при залегании грунтовых вод на

глубине менее 3 метров (при этом капиллярная кайма может достигать поверхности почвы).

Гранулометрический состав – относительное содержание в почве твердых частиц (механических элементов) разной величины.

Грунтовые воды (аллохтонные) – первый от поверхности земли постоянный водоносный горизонт, залегающий на водоупорном слое.

Гуматы кальция – гуминовые кислоты, связанные с кальцием (вторая фракция гуминовых кислот, черные гуминовые кислоты).

Гуминовые кислоты (ГК) – высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты, хорошо растворимые в щелочах, слабо растворимые в воде и не растворимые в кислотах. Имеют темно-коричневый, темно-бурый или черный цвет.

Гумификация – процесс превращения промежуточных продуктов разложения органических остатков в специфические сложные высокомолекулярные вещества – гумусовые кислоты.

Гумус – сложная система высокомолекулярных азотсодержащих органических веществ специфической природы, все составные части которой находятся в тесном взаимодействии друг с другом и с минеральной частью почвы.

Гумусообразование – процесс преобразования органических остатков в почвенный гумус и его перемешивания с минеральной частью почвы с формированием гумусовых сгустков (гумонов), обволакивающих пленок, органоминеральных соединений и глинисто-гумусовых комплексов.

Дерновый горизонт (дернина) – горизонт накопления гумуса, более чем на 50 % пронизанный корнями травянистых растений.

Дерновый процесс – интенсивное гумусообразование, гумусонакопление и аккумуляция биофильных элементов под воздействием травянистой растительности и особенно корневой массы с образованием поверхностного темного комковатого или зернистого гумусового горизонта, состоящего наполовину из корневых систем растений.

Дефляция – процесс механического разрушения почвы под действием ветра (ветровая эрозия почвы), который особенно сильно проявляется на легких почвах (развеивание песков), но иногда и на суглинках и глинах при их пылеватом составе во время пыльных бурь.

Диагностика почв – это процесс описания почвы в соответствии с определенными правилами в целях ее систематического определения, т. е. отнесения к уже известному или новому типу, подтипу, роду, виду и т. д.

Емкость катионного обмена (ЕКО) – общее количество всех поглощенных (обменных) катионов, выраженная в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы.

Емкость поглощения – вся сумма поглощенных катионов. Емкость поглощения определяется по количеству катиона, которым насыщают почву, промывая ее обычно забуференным по pH раствором соли этого катиона и вытесняя каким-либо другим катионом. Обычно, говоря о емкости поглощения, имеют в виду емкость катионного обмена.

Засоление – процесс накопления в почвенном профиле водорастворимых солей из минерализованных грунтовых вод при выпотном водном режиме.

Зольные вещества – элементы, которые остаются в золе после сжигания органической части растения. Обычно это все элементы, которые могут находиться в растениях и животных, кроме углерода, водорода, кислорода и азота; последние не входят в состав золы, так как улетучиваются при сухом озолении. В состав золы входят преимущественно кремний, алюминий, железо, марганец, кальций, магний, фосфор, сера, калий, натрий и ряд микроэлементов.

Иллювиальный горизонт – горизонт, в котором происходит накопление веществ, вынесенных из вышележащих (элювиальных) горизонтов.

Классификация почв – это объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

Комплекс почв – 1) чередование почв по микрорельефу; 2) почвенные комбинации с регулярным чередованием мелких пятен (от 1 метра до десятков метров) контрастно различающихся почв, взаимно генетически обусловленных. Компоненты комплекса чаще всего приурочены к элементам микрорельефа или микроассоциациям растительности и сопряжены с перераспределением влаги осадков.

Кора выветривания – слои горных пород, где протекают процессы выветривания. Это продукт разрушения горных пород,

трансформации минеральных компонентов, их сортировки и переотложения.

Лессиваж (лессивирование, обезиливание, иллиммеризация) – вынос илистой фракции вниз по профилю без ее разрушения.

Мерзлотный тип водного режима характерен для областей вечной мерзлоты. В течение большей части года вода находится в форме льда, и только в летние месяцы почва оттаивает на небольшую глубину и формируется надмерзлотная верховодка.

Минерализация – процесс разложения органических веществ до простых компонентов (воды, CO_2 , минеральных солей и др.).

Морфологические признаки – внешние признаки почвы, по которым ее можно отличить от горной породы или одну почву от другой, а также приблизительно судить о направлении и степени выраженности почвообразовательного процесса. Главные морфологические признаки почвы: строение почвенного профиля, мощность почвы и ее отдельных горизонтов, окраска, структура, гранулометрический состав, сложение, новообразования и включения.

Негидролизуемый остаток (гумин) – совокупность ГК и ФК, прочно связанных с минеральной частью почвы.

Непромывной водный режим формируется в полувлажных (семигумидных) и полусухих (семиаридных) областях (коэффициент увлажнения 1,0–0,33), почвенная толща промачивается в пределах 1,0–2,5 м. Между промачиваемой толщей и капиллярной каймой грунтовых вод существует горизонт с постоянной в течение всего года низкой влажностью (мертвый горизонт, по Г.Н. Высоцкому).

Низкомолекулярные неспецифические кислоты – органические кислоты, встречающиеся не только в почве. Представлены уксусной, муравьиной, молочной, янтарной, яблочной и другими кислотами, являющимися промежуточными продуктами разложения органических остатков в почве.

Новообразования – скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в горизонтах почвы в результате почвообразовательных процессов.

Оглеение – процесс метаморфического преобразования минеральной почвенной массы в результате постоянного или длительного периодического переувлажнения почвы, приводящего к интенсивному развитию восстановительных процессов, иногда сменяе-

мых окислительными; процесс характеризуется восстановлением элементов с переменной валентностью, разрушением первичных минералов, синтезом специфических вторичных минералов, имеющих в своей кристаллической решетке ионы с низкой валентностью, незначительным выносом оснований и иногда аккумуляцией соединений железа, серы, фосфора, кремния.

Оглинивание (оглинение) – процесс внутрипочвенного выветривания первичных минералов с образованием и относительным накоплением вторичных глинистых минералов.

Оподзоливание – появление в почве признаков подзолистого процесса, в основе которого лежит кислотный гидролиз глинистых силикатов в условиях гумидного климата и промывного типа водного режима с остаточной аккумуляцией в подзолистом (оподзоленном) горизонте кремнезема и обеднение его илом, алюминием, железом и основаниями.

Основные породы – магматические горные породы, относительно бедные кремнезёмом (45–55 %) и богатые магнием и кальцием. Для минералогического состава основных пород характерны основные плаггиоклазы (лабрадор, битовнит), присутствуют также недонасыщенные кремнезёмом минералы (оливин и др.). Основные породы могут быть как интрузивными (габбро, нориты, анортозиты и пр.), так и эффузивными (базальты и др.). Большинство современных вулканов извергает основные лавы, они же характерны для всех трещинных вулканических излияний

Осолодение – процесс разрушения минеральной части почвы под воздействием щелочных растворов (щелочной гидролиз глинистых силикатов) с накоплением остаточного аморфного кремнезема и выносом из элювиального (осолоделого) горизонта аморфных продуктов разрушения.

Осолонцевание – внедрение натрия в почвенный поглощающий комплекс и как следствие резкое повышение дисперсности органической и минеральной части, снижение устойчивости коллоидов по отношению к воде и возникновение щелочной реакции почвы.

Оструктурирование – процесс разделения почвенной массы на агрегаты разного размера и формы и последующего упрочнения их.

Пептизация коллоидов – процесс перехода коллоидов из состояния геля (коллоидного осадка) в состояние золя (коллоидного

раствора). В результате разрушается ценная комковатая структура и ухудшаются физические свойства почвы.

Первичные минералы образуются в результате остывания магмы.

Периодически промывной водный режим формируется на границе влажных (гумидных) и полувлажных (семигумидных) областей (коэффициент увлажнения 0,8–1,2), характерно не ежегодное (периодическое) промачивание атмосферными осадками почвенно-грунтовой толщи до уровня грунтовых вод.

Плодородие – способность почв удовлетворять потребности растений в элементах питания и воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством тепла, воздуха и благоприятной физико-химической средой для нормального роста и развития.

Плотность почвы – вес 1 см³ сухой почвы, взятой без нарушения природного ее сложения, единица измерения – г/см³.

Подзолообразовательный процесс – процесс кислотного гидролиза (разрушения под действием низкомолекулярных органических кислот неспецифической природы и высокомолекулярных органических кислот специфической природы (главным образом фульвокислот)) первичных и вторичных минералов с последующим выносом продуктов разрушения вниз по профилю с нисходящими токами воды в условиях промывного водного режима.

Подстилкообразование – формирование на поверхности почвы органогенного слоя лесной подстилки или степного войлока.

Подтип почвы – группы почв в пределах типа, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающихся процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами. Как правило, в пределах каждого типа выделяется центральный, наиболее типичный подтип и ряд переходных к другим типам подтипов.

Полугидроморфные почвы формируются при кратковременном застое поверхностных вод или при залегании грунтовых вод на глубине 3–6 метров (при этом капиллярная кайма может достигать корней растений).

Пористость почвы – суммарный объем всех пор, выраженный в процентах от общего объема почвы.

Почва – обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная система в по-

верхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени.

Почвенная зона – ареал, занимаемый зональным почвенным типом и сопутствующими ему интразональными типами.

Почвенные горизонты – однородные, обычно параллельные поверхности слои почвы, составляющие почвенный профиль и различающиеся между собой по морфологическим признакам. Называются генетическими, т. к. образуются в процессе генезиса почв.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) – вся сумма органических, минеральных и органоминеральных коллоидов (частицы размером менее 0,0001 мм), обладающих физико-химической поглотительной способностью и способных к реакциям обмена.

Почвенный профиль – определенная вертикальная последовательность генетических горизонтов почвы.

Почвообразующие (материнские) породы – горные породы, на которых формируются почвы.

Промывной водный режим – формируется в гумидных областях, где осадки превышают испаряемость (коэффициент увлажнения больше 1). Атмосферные осадки ежегодно промачивают почвенно-грунтовую толщу до уровня почвенно-грунтовых вод, часто весной и осенью в таких почвах формируется верховодка.

Процесс почвообразования – сложный процесс образования почв из слагающих земную поверхность горных пород, их развития, функционирования и эволюции под воздействием комплекса факторов почвообразования в природных или антропогенных экосистемах Земли. Почвообразовательный процесс представляет собой совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии в почвенной толще.

Псевдооглеение – процесс внутрипочвенного поверхностного или подповерхностного оглеения под воздействием периодического переувлажнения верховодкой при ее сезонном образовании на водоупорном иллювиальном горизонте или более тяжелом нижнем слое двухчленной почвообразующей породы.

Разновидность почвы – группы почв в пределах вида или подвида, различающиеся по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов (легкосуглинистые, супесчаные, глинистые и т. д.)

Разряд почвы – группы почв, образующиеся на однородных в литологическом или генетическом отношении породах (на лессах, аллювии, граните, известняке и т. д.).

Рассоление – процесс освобождения почвенного профиля или почвообразующей породы от водорастворимых солей путем растворения и выноса их в грунтовые воды при смене гидрологического режима почвы.

Растрескивание – процесс интенсивного сжатия почвенной массы при ее обсыхании с образованием вертикальных трещин на ту или иную глубину, ведущий к перемешиванию почвы и ее гомогенизации на глубину растрескивания в одних почвах (например, вертисолях) либо, наоборот, к образованию гетерогенных профилей с разным составом и строением в заполненных трещинах в других почвах (например, в криогенных почвах).

Реакция почвенного раствора – соотношение концентраций в почвенном растворе ионов H^+ и OH^- ; выражается величиной pH.

Реликтовые признаки – признаки почв, приобретенные в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования и не соответствующие современной биоклиматической и (или) гидрологической обстановке.

Рельеф – совокупность неровностей земной поверхности разного масштаба.

Род почвы – группы почв в пределах подтипов, качественные генетические особенности которых обусловлены влиянием комплекса местных условий: составом почвообразующих пород, составом и положением грунтовых вод, реликтовыми признаками почвообразующего субстрата.

Систематика почв – это учение о разнообразии всех существующих на Земле почв, о взаимоотношениях и связях между их различными группами (таксонами), основывающееся на их диагностическом описании, определении путем сравнения специфических особенностей каждого вида почвы и каждого таксона более высокого ранга.

Скелетность почвы обусловлена наличием слабовыветрившихся обломков плотных пород, смешанных с мелкоземом.

Слитизация – процесс обратимой цементации (при высыхании) монтмориллонитово-глинистых почв в условиях периодического чередования интенсивного увлажнения и просыхания, сопро-

вождающийся сменой набухания и усадки с интенсивной вертикальной трещиноватостью.

Сложение – характер взаимного расположения в пространстве механических элементов, почвенных агрегатов и связанных с ними пор. Это внешнее выражение плотности и пористости почвы.

Солончаковатость – наличие водорастворимых солей в почвенном профиле.

Сочетания почв – закономерная смена (чередование) почв по мезорельефу. В последнее время сочетаниями предлагается называть почвенные комбинации, в которых регулярно чередуются довольно крупные (порядка гектаров и десятка гектаров) ареалы контрастно различающихся почв, генетическая связь между которыми (перемещение влаги, органо-минеральных и минеральных веществ) имеет однонаправленный (односторонний) характер.

Ствол – высшая таксономическая единица, отражающая разделение почв по соотношению процессов почвообразования и накопления осадков.

Степень засоления определяется количеством водорастворимых солей с учетом их токсичности.

Степень насыщенности почв основаниями – отношение суммы обменных катионов к сумме тех же катионов и величины гидролитической кислотности почв.

Строение почвы (строение профиля) – общий вид почвы со всеми почвенными генетическими горизонтами. Это результат генезиса почвы, постепенного развития ее из материнской породы, которая дифференцируется на горизонты в процессе почвообразования.

Структура – совокупность почвенных агрегатов определенной формы и размеров, на которые естественно распадается почва.

Сумма поглощенных оснований – общее количество всех поглощенных катионов, выраженная в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы.

Сумма обменных катионов – общее количество всех катионов, находящихся в диффузном слое коллоидных мицелл (синоним – сумма поглощенных катионов).

Таксономия почв – система таксономических единиц, то есть последовательно соподчиненных систематических категорий, отражающих объективно существующие в природе группы почв.

Таксоны (таксономические единицы) – это классификационные, или систематические, единицы, показывающие класс, ранг или место в системе каких-либо объектов, дающие степень детальности (точность их определения).

Тип почвы – большая группа почв, развивающихся в однотипно сопряженных биологических, климатических, гидрологических условиях и характеризующихся ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

Токсичность солей – свойство различных легкорастворимых солей вызывать угнетение развития и отравление растительных организмов вследствие повышения осмотического давления в почвенных растворах и нарушения поступления воды и питательных элементов, а также нарушения физиологических функций растения.

Торф – органогенная порода, состоящая из растительных остатков, измененных в процессе болотного почвообразования и погребения этих остатков под их нарастающей толщей в условиях анаэробнозиса.

Факторы почвообразования – внешние по отношению к почве компоненты природной среды, под воздействием и при участии которых формируется почвенный покров земной поверхности.

Физическое выветривание – измельчение горной породы без изменения ее минералогического и химического состава под влиянием колебаний температуры и влажности.

Фульвокислоты (ФК) – высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты, хорошо растворимые и в кислотах, и в щелочах. Имеют светло-желтую окраску.

Химизм засоления (тип засоления) – качественный состав солей. Устанавливается по соотношению анионов или катионов в составе водной вытяжки засоленных почв.

Эволюция почвы – совокупность всех изменений в почве от начала ее образования до сегодняшнего дня. Причина эволюции – несоответствие свойств почвы и протекающих в ней процессов факторам почвообразования.

Элементарные почвенные процессы – частные почвообразовательные процессы, являющиеся горизонтообразующими или профилеобразующими (например, гумусообразование, засоление, оподзоливание, оглеение и др.).

Элювиально-глеевый процесс – процесс разрушения глинистых силикатов при оглеении с последующим выносом или сегрегацией продуктов разрушения и остаточным накоплением кремнезема; отличается от псевдооглеения отсутствием мраморизации и сегрегации.

Элювиальный горизонт – горизонт вымывания, осветленный, обедненный илом, полуторными окислами и основаниями (подзолистый, осолоделый, иллимиризованный горизонты).

Эрозия – процесс механического разрушения почвы под действием поверхностного стока атмосферных осадков (временных водных потоков).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Требования растений к реакции среды (по данным различных авторов)

Растение	Оптимальный интервал $pH_{\text{сол}}$	Растение	Оптимальный интервал $pH_{\text{сол}}$
Рожь	5,5–7,5	Кострец	7,0–7,5
Овес	5,0–4,7	Капуста	6,7–7,4
Пшеница		Томаты	6,3–6,7
яровая	6,0–7,5	Морковь	5,6–7,0
озимая	6,3–7,6	Огурцы	6,7–7,0
Ячмень	6,8–7,5	Рис	4,0–6,0
Кукуруза	6,0–7,0	Чечевица	5,5–7,2
Горох	6,0–7,0	Вика	5,7–6,5
Фасоль	6,4–7,1	Чайный куст	4,5–6,0
Гречиха	4,7–7,5	Брюква	4,8–5,5
Кормовая свекла	6,2–7,5	Сераделла	5,4–6,5
Картофель	5,0–5,5	Лисохвост	5,3–6,0
Турнепс	6,0–6,5	Райграс	6,8–7,5
Сахарная свекла	7,0–7,5	Редис	5,5–7,3
Конопля	7,1–7,4	Лук	6,4–7,9
Лен	5,9–6,5	Мак	6,8–7,2
Люцерна	7,0–8,0	Салат	6,0–6,5
Клевер	6,0–7,0	Хлопчатник	6,5–7,5
Люпин	4,5–6,0	Сахарная кукуруза	6,0
Цикорий	5,5	Редис	6,0
Огурцы	5,5	Баклажаны	6,0
Тыква	5,5	Горчица	6,0
Томаты	5,5	Перец	6,0
Бобы	5,5	Репа	6,0
Салат	5,5	Арбуз	6,0
Дыня	5,5	Пастернак	6,5
Сельдерей	6,5	Спаржа	6,5
Шпинат	6,5	Бук	4,0–6,5
Береза	4,0–7,2	Смородина	5,8–6,5
Дуб	4,5–8,0	Яблоня	5,3–6,0
Ель	3,5–7,0	Слива	5,3–6,0
Сосна	3,0–7,5	Вишня	5,3–6,0
Лиственница	4,0–5,5	Малина	4,8–5,7
Земляника	4,8–5,7	Крыжовник	4,8–5,7
Тимофеевка	5,0–6,5	Груша	4,8–5,7

Оптимальные значения pH для отдельных культур зависят как от климатических условий, так и от свойств почв. Поэтому у отдельных авторов величины оптимумов отличаются.

Приложение 2

Гидролитическая кислотность, ммоль в 100 г почвы
(для проб минеральных горизонтов)

рН суспен- зии	Гидролитическая кислотность, ммоль на 100 г почвы при рН (сотые доли)									
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
6	17,3	16,9	16,6	16,2	15,8	15,5	15,2	14,9	14,5	14,2
6,1	13,9	13,6	13,3	13,1	12,8	12,5	12,2	12	11,7	11,5
6,2	11,2	И	11	10,8	10,5	10,3	10,1	9,84	9,64	9,23
6,3	9,04	8,83	8,65	8,45	8,28	8,11	7,92	7,76	7,59	7,41
6,4	7,28	7,11	6,97	6,81	6,69	6,53	6,38	6,25	6,11	5,98
6,5	5,85	5,73	5,61	5,48	5,37	5,25	5,14	5,03	4,92	4,82
6,6	4,71	4,61	4,52	4,42	4,32	4,23	4,14	4,05	3,96	3,32
6,7	3,79	3,71	3,63	3,56	3,48	3,4	3,33	3,25	3,19	3,13
6,8	3,05	2,99	2,92	2,85	2,8	2,74	2,68	2,62	2,57	2,52
6,9	2,46	2,41	2,35	2,31	2,25	2,21	2,16	2,11	2,07	2,02
7,0	1,98	1,94	1,9	1,89	1,82	1,78	1,74	1,7	1,67	163
7,1	1,6	1,56	1,53	1,5	1,46	1,43	1,4	1,37	1,34	1,31
7,2	1,28	1,25	1,23	1,2	1,18	1,15	1,13	1,1	1,08	1,05
7,3	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85
7,4	0,83	0,81	0,8	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,7	0,68
7,5	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,6	0,59	0,58	0,56	0,55
7,6	0,54	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
7,7	0,43	0,43	0,42	0,41	0,4	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36
7,8	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31	0,31	0,3	0,29	0,29
7,9	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23
	Менее 0,23									

Приложение 3

*Гидролитическая кислотность, ммоль на 100 г почвы
(для проб торфяных и других органических горизонтов)*

рН суспензии	Гидролитическая кислотность, ммоль на 100 г почвы при рН (сотые доли)									
	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
6,7	145	142	138	135	132	129	127	124	121	118
6,8	116	113	110	108	105	103	101	98,7	96,5	94,4
6,9	92,3	90,2	88,2	86,3	84,4	82,5	80,6	78,8	77,1	75,4
7,0	73,7	72,1	70,5	68,9	67,4	65,9	64,4	63,3	61,6	60,2
7,1	58,8	57,5	56,3	55	53,8	52,6	51,4	50,3	49,2	48,1
7,2	47	45,9	44,9	43,9	42,9	42	41,1	40,2	39,3	38,4
7,3	37,5	35,7	35,9	35,1	34,3	33,5	32,8	32,1	31,3	30,6
7,4	29,9	29,3	28,7	28	27,4	26,8	26,2	25,6	25	24,5
7,5	23,9	23,4	22,9	22,4	21,9	21,4	20,9	20,4	20	19,5
7,6	19,1	18,7	18,3	17,9	17,5	17,1	—	—	—	—

Приложение 4

Группировка почв по содержанию обменного калия

Группа почв*	Содержание обменного калия	K ₂ O, мг на 100 г почвы			
		по Кирсанову	по Масловой	по Чирикову для некарбонатных черноземов	по Мачигину, для карбонатных черноземов, каштановых и др.
		для дерново-подзолистых и серых лесных почв			
1	Очень низкое	< 4	< 5	< 2	< 5
2	Низкое	4–8	5–10	2–4	5–10
3	Среднее	8–12	10–15	4–8	10–20
4	Повышенное	12–17	15–20	8–12	20–30
5	Высокое	17–25	20–30	12–18	30–40
6	Очень высокое	> 25	> 30	> 18	> 40

*2 – низкое для зерновых; 3 – низкое для кормовых и картофеля;
4 – низкое для овощных, цитрусовых, винограда.

Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора

Группа почв*	Содержание подвижных форм фосфора	P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы		
		по Кирсанову (в 0,2 н. HCl), для дерново- подзолистых и серых лесных почв	по Чирикову (в 0,05 н. CH ₃ COOH), для некарбонат- ных черноземов	по Мачигину (в 1% (NH ₄) ₂ CO ₃), для карбонатных черноземов, каштановых и др.
1	Очень низкое	< 2,5	< 2	< 1
2	Низкое	2,5–5,0	2–5	1,0–1,5
3	Среднее	5–10	5–10	1,5–3,0
4	Повышенное	10–15	10–15	3,0–4,5
5	Высокое	15–25	15–20	4,5–6,0
6	Очень высокое	>	> 20	> 6,0

*2 – низкое для зерновых; 3 – низкое для кормовых, корнеплодов и картофеля; 4 – низкое для овощных, citrusовых, винограда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.: ил.
2. Ганжара, Н.Ф. Практикум по почвоведению / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков; под ред. проф. Н.Ф. Ганжары. – М.: Агроконсалт, 2002. – 280 с.: ил.
3. Гаркуша, И.Ф. Почвоведение с основами геологии / И.Ф. Гаркуша, М.М. Яцюк. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Колос, 1975. – 367 с.: ил.
4. Добровольский, В.В. Практикум по географии почв / В.В. Добровольский. – М.: Владос, 2001. – 141 с.: ил.
5. Муха, В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: Колос, 2003. – 528 с.: ил.
6. Повышение плодородия почв / под ред. К.А. Кузнецова. – Саратов: Приволжское книжное издательство, Пензенское отд-е, 1976. – 192 с.: ил.
7. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов [и др.]; под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.: ил.
8. Почвы СССР / Т.В. Афанасьева, В.И. Василенко, Т.В. Терешина [и др.]; – М.: Мысль, 1979. – 380 с.: ил.
9. Практикум по почвоведению / под ред. И.С. Кауричева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.: ил.
10. Система ведения агропромышленного производства Пензенской области. Часть II. Система земледелия / под. ред. А.И. Чиркова. – Пенза, 1992. – 288 с.

Евгений Николаевич Кузин
Николай Петрович Чекаев
Елена Евгеньевна Кузина

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ

Учебное пособие
для студентов, обучающихся по направлению
110400 – Агрономия

Редактор
Компьютерный набор
Корректор

Е.Н. Кузин
Н.П. Чекаева
Л.А. Артамонова

Подписано в печать
Бумага Гознак Print
Усл. печ. л. 10,06

Тираж 60 экз.

Формат 60×84 1/16
Отпечатано на ризографе
Заказ №

РИО ПГСХА
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30