

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Типы почв,
их география
и использование



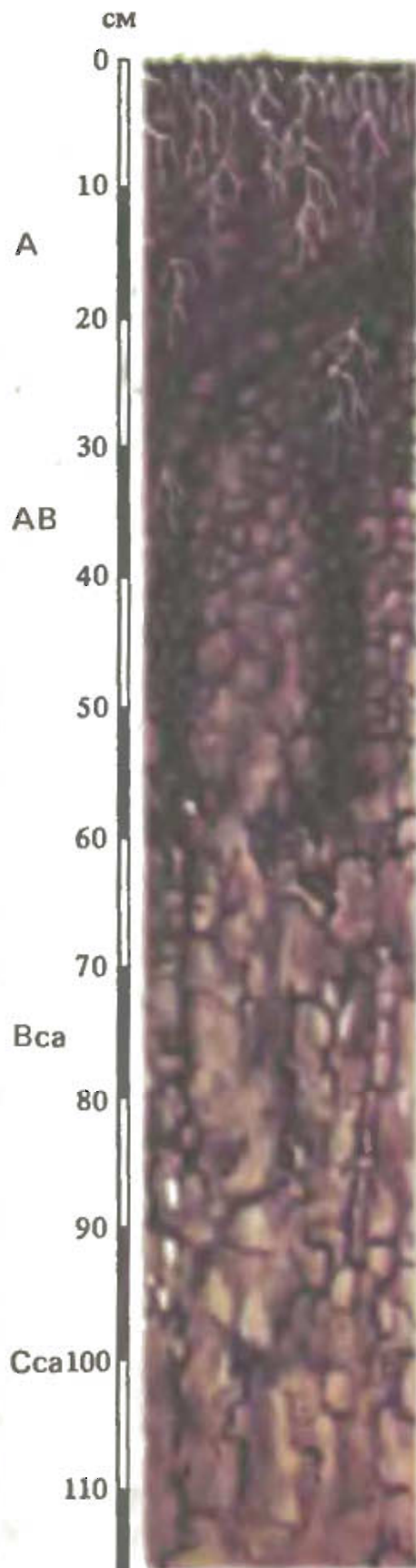
2

часть

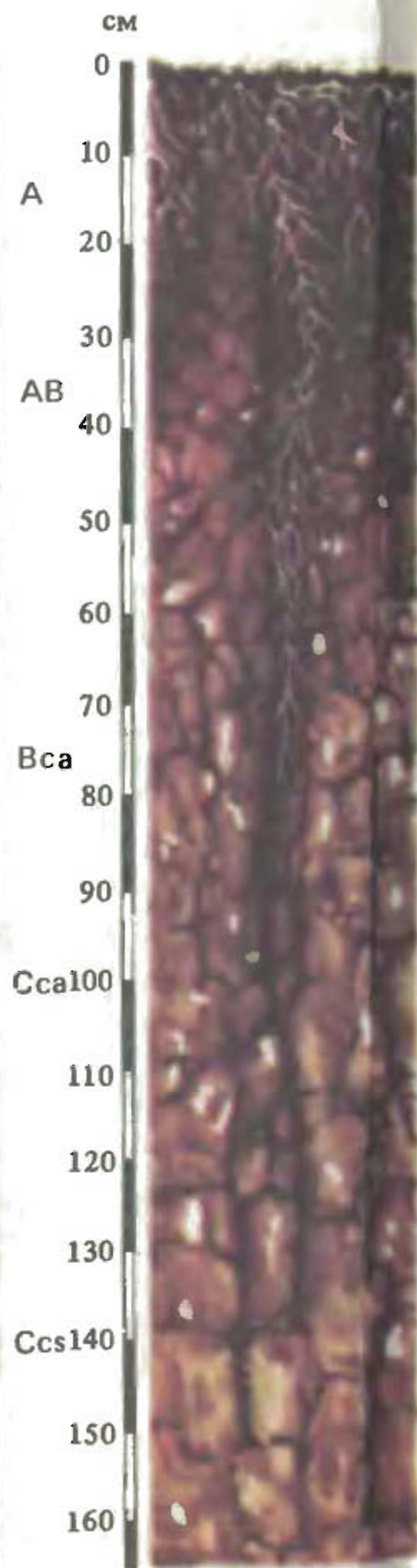
Бурая лесная
глеевая почва
(грунтового
и смешанного
увлажнения)



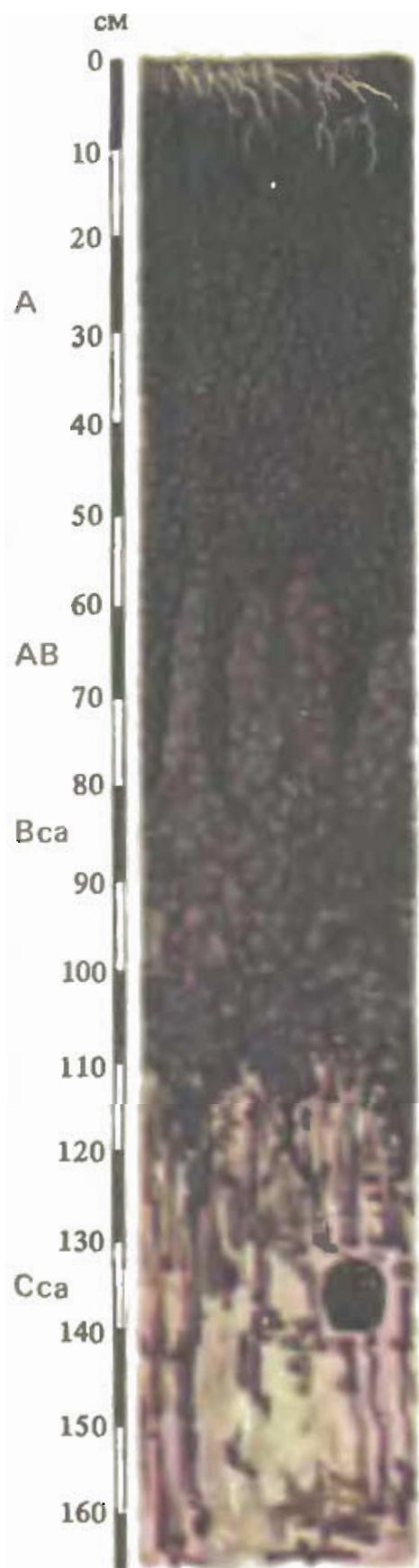
Чернозем
обыкновенный
умеренный,
промерзающий



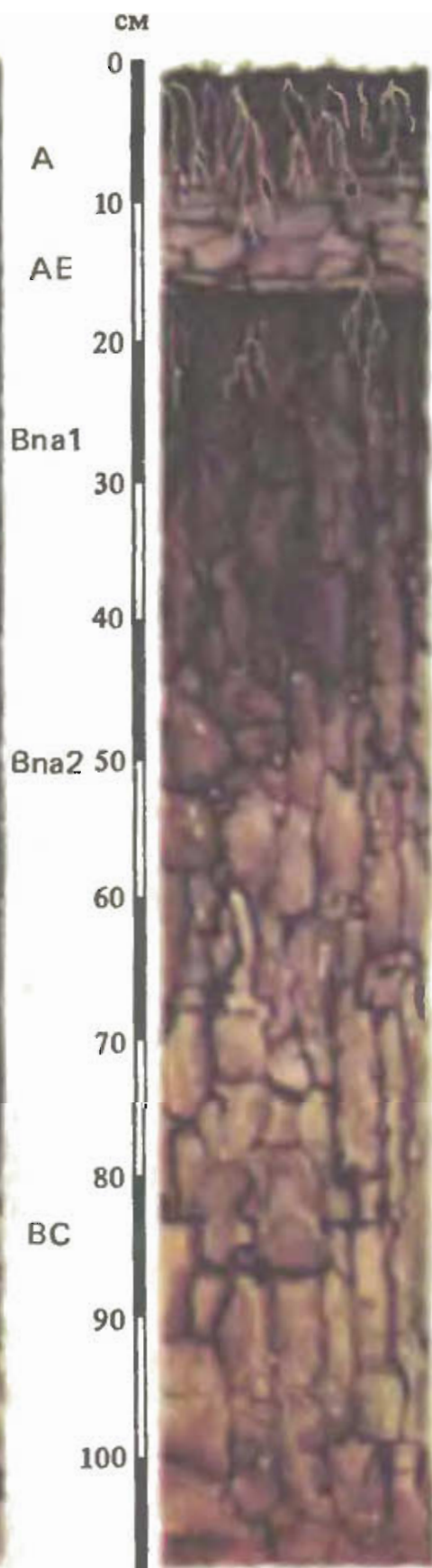
Чернозем
южный



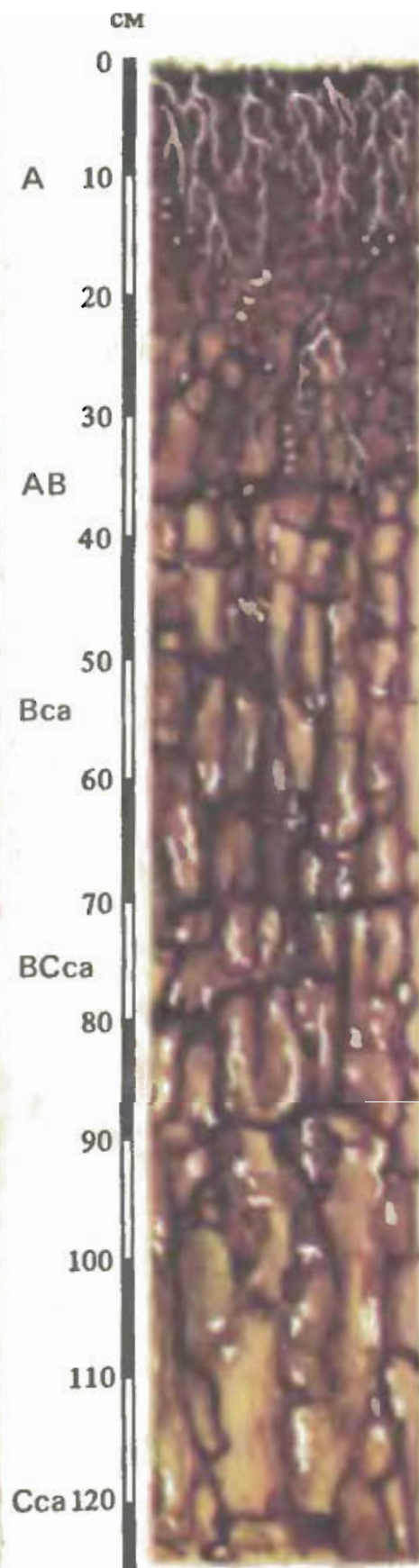
Чернозем
типичный



Солонец
черноземный



Каштановая
почва



ПОЧВОВЕДЕНИЕ

В 2 ЧАСТЯХ

Под редакцией В.А. Ковды, Б.Г. Розанова



Часть 2

Типы почв, их география и использование

Допущено Министерством высшего и среднего
специального образования СССР
в качестве учебника для студентов
почвенных и географических специальностей
университетов



МОСКВА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1988

ПРЕДИСЛОВИЕ

Во второй части систематически излагается материал, изучаемый студентами университетов в общем курсе почвоведения. В первой части учебника были рассмотрены общие свойства почвы как природного тела и процессы почвообразования; вторая часть посвящена типам почв, их географии и использованию.

В первом разделе этой части рассматриваются типы почв, существующие на суше земного шара, их классификация. Для каждого типа почвы дается диагностика и развернутая характеристика свойств и особенностей. В заключение дан раздел с характеристикой почвенного покрова мира и отдельно СССР; рассмотрены вопросы рационального землепользования, оценки и охраны почв. В университетах материал последнего раздела изучается в самостоятельных курсах географии, бонитировки и охраны почв; в данном учебнике он приведен как необходимое дополнение для тех, кто самостоятельно изучает почвоведение и должен получить полное представление об этой науке. Этот раздел нужен также для специалистов смежных дисциплин, которым необходимо найти в учебнике ответ на вопросы, относящиеся к почвоведению, особенно к проблемам рационального использования и охраны тех или иных почв.

В написании книги приняли участие следующие сотрудники кафедры общего почвоведения МГУ: член-кор. АН СССР В. А. Ковда (общая редакция); проф. Б. Г. Розанов (общая редакция, Предисловие, гл. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 12, 15, 17, Заключение); проф. Л. А. Гришина (гл. 20); проф. Е. М. Самойлова (гл. 7, 8, 9, 10); д-р наук В. Д. Васильевская (гл. 5); доц. Л. Г. Богатырев (гл. 4, 19); доц. Т. И. Евдокимова (гл. 6, 7); канд. биол. наук А. С. Владыченский (гл. 13, 14); канд. биол. наук В. В. Иванов (гл. 3); канд. биол. наук Ю. Н. Зборищук (гл. 16, 18).

Авторы и редакторы учебника с благодарностью примут критические замечания читателей, направленные на его улучшение.

Авторы

ББК 40.3
П 65
УДК 631.4

Л. Г. Богатырев, В. Д. Васильевская, А. С. Владыченский,
Л. А. Гришина, Т. И. Евдокимова, Ю. Н. Зборищук,
В. В. Иванов, Б. Г. Розанов, Е. М. Самойлова

Рецензенты:

кафедра почвоведения Ленинградского ордена Ленина государственного университета им. А. А. Жданова (зав. кафедрой доц. В. П. Цыпленков); проф. А. М. Иялев (зав. кафедрой почвоведения и агрохимии Дальневосточного государственного университета)

**Почвоведение. Учеб. для ун-тов. В 2 ч./Под ред.
П 65 В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 2. Типы почв, их география и использование/Богатырев Л. Г., Васильевская В. Д., Владыченский А. С. и др. — М.: Высш. шк., 1988. — 368 с.: ил.**

ISBN 5—06—001195—X

Рассмотрены принципы систематики почв, их распространение, классификация и география, подробно описаны вопросы рационального использования и охраны почв.

П 3802020000(4309000000)—411 198—88
001(01)—88

ББК 40.3
631.4

ISBN 5—06—001195—X © Издательство «Высшая школа», 1988

Типы почв и их систематика

Глава первая

ПРИНЦИПЫ СИСТЕМАТИКИ ПОЧВ

1.1. Систематика почв как раздел почвоведения

В почвоведении, как и в других науках, систематика играет роль организующего начала, при помощи которого строится научное изучение объекта исследования — почвы. *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 и выявлении общих особенностей у тех или иных таксонов. Основная цель систематики почв — создать полную систему (классификацию) почв Земли. Систематика почв опирается на сравнительно-исторический и сравнительно-географический методы, на принцип эволюционного развития почв, в ней используются данные всех разделов почвоведения. Определяя место тех или иных почв в общей системе почвенного покрова планеты, систематика почв имеет важное теоретическое и практическое значение, позволяя ориентироваться в огромном разнообразии почв земной поверхности. Основы систематики почв были заложены трудами В. В. Докучаева, Н. М. Сибирцева, К. Д. Глинки, Л. И. Прасолова, Е. Н. Ивановой, Н. Н. Розова, В. М. Фридланда.

Первая и важнейшая задача систематики почв — установить качественные различия между существующими на Земле почвами. Далее логически следует и вторая задача систематики почв — дать описание, по возможности полное и количественное, объектов исследования — почв на основе определенных диагностических критериев, признаков, свойств в соответствии с достигнутым к на-

стоящему моменту уровнем развития науки. Следовательно, систематика почв — это как бы расширенный определитель почв, дающий детальное описание каждой известной науке почвы.

Следующая, третья ее задача — дать перечень, полный список изучаемых почв в возможной логической последовательности и тем самым подготовить изучаемые объекты к их последующей научной классификации.

Организация списка известных почв в возможной логической последовательности — это уже первичная их сортировка на какие-то группы, лишь внешне связанные между собой. Дальнейший научный анализ выявит и внутренние, существенные связи между отдельными почвами, составляющие основу их естественной классификации. Классификация почв — это, собственно говоря, венец систематики.

Три названные задачи — 1) установить качественные и количественные различия между почвами; 2) дать описание почв, по возможности полное и количественное; 3) дать логический перечень существующих почв и подготовить их к научной классификации — в систематике почв решаются с помощью и на основе *номенклатуры, таксономии и диагностики почв*.

1.2. Номенклатура почв

В настоящее время в мировом почвоведении существует три главных направления в номенклатуре почв, каждое из которых опирается на свою систему диагностики и классификации почв: русское, американское (США) и международное (ФАО/ЮНЕСКО).

Русская школа номенклатуры почв была заложена в первых работах В. В. Докучаева, использовавшего общий принцип научной терминологии, согласно которому объектам исследования даются лаконичные, моносемичные названия, отражающие определенное понятие и являющиеся по существу символическими; при этом широко была использована народная лексика. Таковыми терминами явились «подзол», «белозем», «серозем». Главным критерием выбора символического термина было использование цветовых особенностей почвы. Этот критерий широко распространен и в современном почвоведении в СССР.

Уже в более поздних работах В. В. Докучаева и особенно в работах Н. М. Сибирцева была усложнена номенклатура почв путем дополнения цветового или символического термина вторым словом, указывающим на какое-либо существенное свойство почвы или особенности почвообразования: «красная солончаковая почва», «темноцветная солонцеватая почва», «чернозем шоколадный». Позднее стали использовать и ландшафтное положение почв в их наименованиях: «серая лесная почва», «тундровая почва», «болотная почва». Дальнейшее развитие получило использование географических терминов в названиях почв: «чернозем северный», «черно-

зем южный». Появились и более сложные термины, такие, как «чернозем северный среднерусский коричневый».

По мере развития почвоведения и разработки классификации почв происходило и усложнение их номенклатуры. Стремились отразить в названии почвы как можно больше ее существенных свойств и особенностей почвообразовательного процесса, внести в название представления о генезисе почвы, причем зачастую довольно субъективные; все более усложнялись ландшафтные определения почв, вносились в названия характеристики почвенных режимов. Соответственно даже на высоких таксономических уровнях названия почв становились сложными, громоздкими, примером чего могут служить такие названия почв, как «черноземы выщелоченные теплые кратковременно промерзающие глубоко мицелярно-карбонатные ксерофитные лесные» или «черные глеево-таежные пропитанно-гумусовые надмерзлотно-гумусированные почвы» и т. п. По существующим правилам номенклатуры в названии почвы должны быть отражены все последовательные таксономические уровни, что приводит к появлению на детальных почвенных картах или в списках почв таких названий, как «чернозем обыкновенный восточно-европейский мицелярно-карбонатный слабосолонцеватый среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый слабосмытый». Как справедливо отмечают лингвисты, названия, подобные вышеприведенным, ни в коей мере не могут претендовать на роль научных терминов; это, скорее, описание, а не термин.

Советские почвоведы неоднократно ставили в своих научных публикациях вопрос о пересмотре номенклатуры почв, о поиске новых путей научной терминологии, однако более рациональные подходы пока не найдены.

Русская номенклатура почв во многом оказала влияние на мировое почвоведение, а такие русские термины, как «подзол», «чернозем», «серозем», «глей», «солонец», «солончак», уже давно стали международными. Международной стала и русская традиция терминообразования путем словочетания с основой «-зем»: «каштанозем», «грэйзем», «серозем», «бурозем», «руброзем», «брюнизем», «файозем» и т. п. По этому же принципу строится во многом номенклатура почв немецких школ, где русскому «зем» соответствует немецкое «Erde» (Braunerde, Schwarzerde); в англоязычной терминологии русскому «зем» соответствует латинское «sol» (Mollisol, Aridisol, Spodosol); в международной системе ФАО/ЮНЕСКО — тоже латинское «sol» (Luvisol, Ferralsol, Cambisol).

Какими достоинствами обладает современная русская номенклатура почв? Во-первых, это преимущественное использование на высоком таксономическом уровне типа почв кратких символических терминов, в основном взятых из народного лексикона: краснозем, желтозем и т. п. Во-вторых, насыщенность смыслового содержания принятых названий почв, когда уже из самого названия почвы ясны ее главные признаки, что особенно проявляется на наиболее низких таксономических уровнях.

Американская (США) школа номенклатуры почв развивалась самостоятельно и весьма противоречиво.

В начале нашего века один из основателей почвоведения в США геолог М. Уитни, возглавивший первые почвенно-картографические работы в стране, предложил в названии почв указывать их гранулометрический состав и географическое название местности, где впервые почва была описана, например «Вашингтонский суглинок», «Вашингтонская супесь», «Чикагская глина», «Нью-Йоркский суглинок» и т. д. Эти опорные категории крупномасштабных почвенных карт получили название «почвенных серий» (*soil series*). Почвенные серии сохраняются в американской номенклатуре почв до сего времени.

Однако с развитием почвоведения в США положение с номенклатурой почв все более и более усложнялось. Классик американского почвоведения К. Ф. Марбут ввел понятие о «больших почвенных группах», (*great soil groups*), соответствующих русским типам почв, названия которых были взяты из русской и европейской номенклатуры (подзол, чернозем, каштановая почва, бурозем, серозем, рендзина и т. п.). Никакого таксономического соотношения между названиями больших почвенных групп и почвенных серий установить было невозможно.

В 50-х годах почвоведы США пошли на ликвидацию существовавшей номенклатуры почв и создали совершенно новую номенклатуру на новой принципиальной основе. Новая американская номенклатура многоступенчата и построена на едином логическом принципе словообразования из греко-латинских корней. В этом смысле она положительно отличается от существовавших ранее систем, хотя и имеет свои недостатки.

Для наиболее крупных групп почв — порядков — символические названия даются путем сочетания латинского корня какого-либо слова, символизирующего существенный признак почвы, и окончания «sol». Например, *Vertisol* — от лат. *vertere* — оборачивать, что связано со свойством самомульчирования поверхности этих почв; *Mollisol* — от лат. *mollis* — мягкий, что относится к мягкому мюллерову гумусу почв.

Для подпорядков почв термины образуются путем сочетания приставки, происходящей от греческого или латинского слова, символизирующего особенности данной почвы, с корнем данного порядка почв. Например, для порядка моллисолей такие названия подпорядков: *alboll* — от лат. *albus* — белый (наличие белесого горизонта в почве), *aquoll* — от лат. *aqua* — вода (перенасыщенные водой почвы), *boroll* — от греч. *boreas* — северный (наиболее северные, холодные моллисоли).

Далее, для больших почвенных групп, на которые делятся подпорядки, сохраняется название подпорядка, но к нему дается вторая приставка, происходящая от греческого или латинского слова, опять-таки символизирующего какую-нибудь особенность данных почв. Например, *argialboll* — от лат. *argilla* — глина (для почв с глинисто-иллювиальным горизонтом), *patrboll* от лат. *patrium* — натрий (для почв со значительным содержанием обменного натрия в иллювиальном горизонте).

Для подгрупп почв дается двойное название, где к существительному, соответствующему большой группе, дается определение, соответствующее подгруппе и также состоящее из греко-латинских корней слов, символизирующих какие-либо особенности почв данной подгруппы. Например, такие подгруппы в группе аргиаболлей: *typic argialbolls* (типичные), *aeric argialbolls* (аэральные), *andic*

argialbolls (вулканические), xeric argialbolls (засушливые), argiaquic argialbolls (глинисто-гидроморфные).

Далее следуют почвенные серии, названия которых сохранились прежними.

Мир в целом не принял эту систему прежде всего из-за классификационных соображений. Однако кое-какие элементы ее приняты в ряде стран и в международной номенклатуре почв.

Международная номенклатура почв ФАО/ЮНЕСКО была создана в связи с составлением Почвенной карты мира масштаба 1:5 000 000 и утверждена на IX Международном конгрессе почвоведов в Австралии в 1968 г. В номенклатуре ФАО/ЮНЕСКО названия почвенных единиц взяты либо традиционные для тех почв, понятия которых уже устоялись в науке и стали международными, либо составные из греческих, латинских или русских корней с прибавлением окончания «zem» или «sol». Из традиционных терминов можно упомянуть такие, как «солончак», «солонец», «чернозем», «подзол»; примерами новых составных терминов являются «флювисоль», «каштанозем», «грэйсоль», «камбисоль», «лювисоль», «подзолювисоль».

Для подъединиц к основному слову добавляется определение, характеризующее какие-либо выдающиеся свойства почв. Так, в пределах флювисолей выделяются подъединицы: богатые флювисоли (Eutric fluvisols), карбонатные флювисоли (Calcic fluvisols), бедные флювисоли (Dystric fluvisols), серные флювисоли (Thionic fluvisols). Каждый термин имеет свое содержание, включающее диагностику соответствующих почв. Объем понятий, охватываемых теми или иными терминами данной системы, был строго регламентирован, причем не всегда однозначно с той или иной научной школой. Например, термины «подзол» и «чернозем» системы ФАО/ЮНЕСКО не вполне точно соответствуют концепциям этих почв, распространенным в СССР.

Сложившееся в почвоведении положение с номенклатурой почв, конечно, будет изменено со временем. Вопрос пока остается открытым, научные дискуссии продолжаются. Неоднократно ставился вопрос о создании интернациональной номенклатуры почв наподобие ботанической или зоологической, которая, не подменяя национальных названий почв, служила бы научной основой систематики почв в мировом масштабе.

1.3. Таксономия почв

При систематическом описании и изучении почв, как и любых других природных объектов, необходимо наперед задаться той степенью точности, с какой желательно определить тот или иной объект, зависящей от масштаба исследования. Само слово «почва» уже дает объекту какое-то определение, показывает его отличие от других естественно-исторических тел, скажем, от горной породы, дерева, леса, луга и т. п., конечно, в случае, если в термин «почва» предварительно вложено вполне определенное понятие. Если

необходимо быть более точным, надо к слову «почва» добавить что-то еще, какое-то определение, показывающее, какая именно почва имеется в виду в данном случае. Эта задача систематики почв решается с помощью системы таксономических единиц, или уровней рассмотрения.

Слово «таксономия» происходит от греч. *táxis* — строй, порядок, либо от лат. *takso* — оцениваю и *nomos* — закон. *Таксономические единицы (таксоны)* — это классификационные, или систематические, единицы, показывающие класс, ранг или место в системе каких-либо объектов, дающие степень детальности, или точность их определения. В почвоведении таксономические единицы — это последовательно соподчиненные систематические категории, отражающие объективно существующие в природе группы почв.

В основе современной почвенной таксономии лежит докучаевское учение о почвенном типе, развитое впоследствии в учение о типах почв и типах почвообразования. Современное понимание типа почвы сложилось постепенно по мере развития науки, а объемы тех или иных конкретных типов почв довольно существенно менялись в разные периоды. Например, солонец одно время считался типом почв, а сейчас это группа типов.

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.

Примеры типов почв: подзолистые почвы, черноземы, серые лесные почвы, сероземы, красноземы.

Тип почвы — это опорная, основная единица систематики почв. Типы почв могут быть разделены на более мелкие единицы и, наоборот, объединены в более крупные. Таксономические единицы крупнее типа будут рассмотрены при изучении классификации почв.

Характерные черты и единство почвенного типа определяются: а) однотипностью поступления органических веществ и процессов их разложения и превращения в гумус; б) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза органо-минеральных новообразований; в) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ; г) однотипным строением почвенного профиля и характером генетических горизонтов; д) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв и мелиоративных мероприятий.

В той или иной степени тип почвы как опорная единица систематики почв принят всюду. В разных странах эта единица называется различно, но сущность ее остается примерно единой: СССР — тип почвы; Франция — *groupe du sol*; США, Канада — *great soil group*; ГДР, ФРГ — *Bodentip*; ФАО/ЮНЕСКО — *soil unit*.

Подтип почвы — группы почв в пределах типа, качественно отличающиеся по проявлению основного и налагающихся процессов почвообразования; часто подтипы почв выделяются как пе-

реходные образования между близкими (географически или генетически) типами почв.

Как правило, в пределах каждого типа выделяется «центральный», наиболее «типичный» подтип и ряд переходных к другим типам подтипов. Появление подтипов может быть обусловлено наложением дополнительного процесса почвообразования (глеево-подзолистая почва, чернозем оподзоленный); существенным изменением основного признака типа (светло-серые, серые, темно-серые лесные почвы); спецификой положения в пределах почвенной зоны (чернозем южный); спецификой климатической фации в пределах почвенной зоны или подзоны (чернозем типичный умеренный, чернозем типичный теплый, чернозем типичный холодный).

Род почвы — группы почв в пределах подтипа, качественные генетические особенности которых обусловлены влиянием комплекса местных условий: составом почвообразующих пород, составом и положением грунтовых вод, реликтовыми признаками почвообразующего субстрата (солонцеватые, солончаковые, осолоделые, контактно-глеевые, остаточно-луговые, остаточно-подзолистые почвы). Например, среди подтипа черноземов типичных умеренных выделяются следующие роды почв: обычные, остаточно-подзолистые, глубоковскипающие, остаточно-карбонатные, солонцеватые.

Вид почвы — группы почв в пределах рода, различающиеся по степени развития основного почвообразовательного процесса. Например, в пределах подзолистых почв по степени развития подзолообразования выделяют виды сильно-, средне- и слабоподзолистых почв; в пределах черноземов по степени развития гумусового горизонта выделяют, с одной стороны, виды маломощных, среднемощных, мощных и сверхмощных черноземов, а другой — виды мало-, средне- и многогумусных черноземов.

Подвид почвы — группы почв в пределах вида, различающиеся по степени развития сопутствующего процесса. Например, могут быть выделены в пределах среднемощного малогумусного чернозема подвиды слабо-, средне- и сильносолонцеватых почв.

Разновидность почвы — группы почв в пределах вида или подвида, различающиеся по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов (легкосуглинистые, среднесуглинистые, супесчаные, глинистые, песчаные и т. п. почвы).

Разряд почвы — группы почв, образующиеся на однородных в литологическом или генетическом отношении породах (на лёссах, морене, аллювии, граните, известняке и т. д.).

Подразряд почвы — группа почв, различающихся по степени сельскохозяйственного освоения или степени эродированности (слабо-, средне-, сильноосмытая почва; слабо-, средне-, сильно-окультуренная почва).

Таким образом, полное наименование любой конкретной почвы, согласно существующим представлениям, складывается из названий всех таксонов, начиная с типа почвы и кончая тем уровнем,

который допускается масштабом нашего исследования, что особенно важно учитывать при почвенно-картографических работах. Пример полного наименования почвы с учетом всех таксономических уровней: чернозем (тип) типичный умеренный промерзающий (подтип) глубоковскипающий (род) среднегумусный среднемогучный (вид) слабосолонцеватый (подвид) тяжелосуглинистый (разновидность) на лёссе (разряд) слабо смытый (подразряд).

Приведенный пример показывает всю громоздкость принятой номенклатуры почв, ее описательный по существу характер, а не терминологический. С другой стороны, из этого примера четко видно, сколь трудно заменить такое название каким-либо кратким благозвучным термином, который характеризовал бы существенные особенности данного объекта.

Рассмотренная выше система таксономических единиц принята в СССР. В других странах существует сходная таксономия, но со своими, прежде всего языковыми, особенностями.

1.4. Принципы диагностики почв

Под диагностикой почв понимается процесс описания почвы в соответствии с определенными правилами в целях ее систематического определения, т. е. в целях отнесения к тому или иному известному либо новому типу и соответствующим более низким таксономическим единицам.

В современном почвоведении сложились два принципиально различных подхода к методологии диагностики почв при наличии некоторых компромиссных подходов в мировой практике.

В русской генетической школе почвоведения в основу диагностики почв положено несколько принципов, главные черты которых были сформулированы еще в трудах В. В. Докучаева и его непосредственных учеников: 1) профильный метод; 2) комплексный подход; 3) сравнительно-географический анализ; 4) генетический принцип.

Профильный метод диагностики почв был предложен В. В. Докучаевым в самых первых его работах по почвоведению, когда он показал, что всякая почва состоит из трех генетически связанных между собой горизонтов А-В-С.

Наиболее существенным в профильном методе диагностики почв является принципиальное положение о том, что профиль почвы — это не арифметическая сумма различных случайных горизонтов, а именно единое целое, единый комплекс генетических горизонтов, взаимосвязанных и взаимообусловленных в своем генезисе. Для полной характеристики всякой почвы необходимо исследование, описание ее всех горизонтов, начиная с поверхностного и кончая материнской или подстилающей породой. Изменения свойств почвы по профилю дают представление о почве в целом, о свойствах почвы как единого природного тела.

Комплексный подход к диагностике почв состоит в том, что

диагностика почв строится на основе анализа и характеристики ряда свойств и признаков — морфологических, физических, химических, физико-химических, биологических, агрономических, в комплексе дающих полную картину почвы как единого целого (естественно, при этом каждый признак и каждое свойство рассматриваются в их изменениях по почвенному профилю в соответствии с предыдущим принципом). При этом имеется в виду то обстоятельство, что ни один из произвольно выбранных признаков и ни одно из почвенных свойств, будучи взяты изолированно, не могут иметь решающего значения вследствие большой природной сложности самого объекта диагностики — почвы.

Сравнительно-географический анализ используется широко в диагностике почв для сопоставления одних почв с другими с учетом ареалов их распространения и различий или сходства в комплексе факторов почвообразования. Это вынужденный метод, однако теоретически достаточно обоснованный, опирающийся на учение о факторах почвообразования, на установленные в почвоведении тесные связи между типами почв и типами растительности, типами климатов, типами кор выветривания, типами геохимических ландшафтов. Достаточно точная и практически ориентированная диагностика почв на данном уровне развития науки не возможна без учета экологических зависимостей. Их игнорирование может привести к субъективизму и существенным ошибкам.

Вторым обстоятельством, заставляющим широко использовать сравнительно-географический метод в диагностике почв, служит тот факт, что современные режимы почвообразования («почва — жизнь») не всегда явно отражены в консервативных почвенных признаках («почва — память»), выявляемых полевым морфологическим или лабораторным аналитическим исследованием. Одинаковые по многим признакам, но находящиеся в разных режимах почвы должны диагностироваться различно и быть отнесены к разным систематическим группам. Для этого у нас есть два пути: во-первых, можно поставить многолетние режимные исследования и затем осуществить точную диагностику почв; во-вторых, используя установленные в науке связи между почвенными режимами и факторами почвообразования, диагностировать почвы по этим факторам, коррелирующим с определенными режимами. Второй путь на практике оказывается значительно дешевле и не менее надежным.

Генетический принцип диагностики почв предполагает первоочередное использование для идентификации и систематизации почв тех свойств и признаков, которые непосредственно связаны с их генезисом, историей формирования и развития в контексте общей геологической истории местности. При этом имеются в виду такие существенные генетические параметры, как степень развитости и дифференцированности почвенного профиля, степень аккумуляции тех или иных соединений или обеднения ими, степень трансформации почвообразующего материала, которые дают фактическое основание для суждений о генезисе и эволюции

почв. Существенное значение имеет выявление направленности тех или иных почвенных процессов, например определение того, находится ли данная почва на стадии засоления или рассоления, осолонцевания или рассолонцевания, деградации или реградации, оглинивания или опесчанивания и т. д. В почвоведении имеется достаточно фактического материала, объективных критериев для обоснованных заключений в этом отношении.

Последовательное использование описанных принципов, вообще говоря, должно было бы привести к формулированию ряда практических правил диагностики почв с учетом соответствующих таксономических уровней. Это вопрос будущего развития науки. Такие правила пока можно сформулировать, учитывая современную систематику и классификацию почв, лишь для некоторых таксономических уровней, но не для всех.

Для определения типа почвы, т. е. для отнесения ее к какому-то известному типу или установления нового типа, необходимо:

1) определить тип почвенного профиля и комплекс составляющих его генетических горизонтов, сопоставив эти данные со схемами строения известных типов почв;

2) определить тип географического ландшафта с учетом его истории, сопоставив эту характеристику с известными типами ландшафтов;

3) определить географический ареал данной почвы в связи с ареалами связанных с ней факторов почвообразования;

4) определить основные профилеобразующие комплект и комплекс элементарных почвенных процессов, формирующих данную почву;

5) определить тип миграции и аккумуляции веществ в данной почве, сопоставив его с известными типами.

Комплекс указанных пяти параметров позволяет достаточно достоверно определить тип почвы.

Для установления подтипа и рода почвы такие четкие правила и критерии не разработаны. Можно лишь сказать, что для фациальных подтипов почв критерием служит тип гидротермического режима, а для других подтипов в каждом типе почв используются свои собственные диагностические критерии. Еще хуже дело обстоит с выделением родов почв в пределах подтипов, где также нет никаких общих критериев. Более ясны диагностические критерии для выделения видов и подвигов, разновидностей, разрядов и подразрядов почв, но и то не всегда одни и те же в разных почвенных типах. Например, степень выраженности основного почвенного процесса (профилеобразующего) для некоторых типов используется на уровне подтипа, а для других — на уровне вида. Все это требует углубленных исследований. Вопрос очень важный для развития почвоведения.

В отличие от описанной методологии диагностики почв доучаевской школы в школе почвоведов США в настоящее время получил подход, связанный с концепцией «диагностических почвенных горизонтов». Согласно этому подходу на самых высших

таксономических уровнях почвы диагностируются по наличию или отсутствию того или иного качественно и количественно определенного «диагностического» горизонта или ряда горизонтов. На более низких таксономических уровнях субъективно выбираются те или иные критерии диагностики, как и в других научных школах.

В целом в почвоведении сложилось положение, когда таксономические единицы почв выделяются не на основании твердо установленных однозначных критериев, а, наоборот, те или иные критерии подбираются для различения известных или вновь описываемых почв. В конечном итоге это приводит к неадекватности и неустойчивости имеющихся классификационных схем, по поводу которых в почвоведении вот уже почти столетие продолжаются научные дискуссии, а единой стандартной общепринятой классификации почв нет.

Сложившееся положение, естественно, беспокоит ученых, и научные поиски в области систематики почв продолжаются во всем мире. Публикуемые результаты исследований дают основания для ожидания существенного пересмотра основных положений систематики почв в ближайшем будущем, включая принципы почвенной таксономии, диагностики и номенклатуры почв.

Глава вторая

СЛАБОРАЗВИТЫЕ ПОЧВЫ

2.1. Общая характеристика слаборазвитых почв

К слаборазвитым относят маломощные почвы со слабо развитым профилем А-С (О-А-С) на рыхлых породах либо А-В (О-А-В) на плотных породах. Выделяют четыре типа слаборазвитых почв в зависимости от характера почвообразующей породы: *литосоли* на плотных массивно-кристаллических породах, *ареносоли* на рыхлых песчаных наносах, *регосоли* — на рыхлых суглинистых наносах и *пелосоли* — на глинах.

Слаборазвитые почвы на свежих вулканических выбросах в эту группу не включаются, а относятся к самостоятельному типу *андосолей*. В отношении слаборазвитых почв на современных аллювиальных наносах единого мнения нет: в советской школе они включаются в особую группу *аллювиальных почв* вместе с более развитыми почвами; в ряде европейских стран, в США, в разрабатываемой в настоящее время международной систематике они включаются в группу слаборазвитых почв. Слаборазвитые почвы, формирующиеся в условиях криогенеза, в рассматриваемую группу также не входят, а относятся к группе *криогенных почв*. Таким образом, в группу слаборазвитых почв

включаются все слаборазвитые почвы, кроме тех, которые формируются на свежих вулканических выбросах, на современных аллювиальных отложениях и в условиях криогенеза.

Общими диагностическими признаками слаборазвитых почв служат:

1) наличие лежащего непосредственно на породе маломощного горизонта А, мощность которого вместе с подстилкой О и переходным горизонтом АС либо АR, если они присутствуют, не превышает 10 см; в литосолях горизонт А, как правило, темноокрашен и сильно гумусирован, а в слаборазвитых почвах на рыхлых породах он светлый и слабо гумусирован;

2) отсутствие в профиле каких-либо иных генетических горизонтов либо присутствие лишь следов (начальных стадий) формирования каких-либо генетических горизонтов, не достаточных для их морфологического выделения в профиле по стандартным диагностическим признакам; в профиле могут присутствовать погребенные горизонты, не связанные с современным почвообразованием.

В целом слаборазвитые почвы — это почвы ранних стадий почвообразования, относительная молодость которых обусловлена либо а) их малым абсолютным возрастом, т. е. является и абсолютной молодостью, либо б) постоянным омолаживанием, как в случае горно-эрозионного почвообразования, либо в) задержкой на ранних стадиях развития в условиях аридности (в пустынях) или бедности почвообразующих пород (на песках).

Эти почвы могут формироваться как в природных ландшафтах, так и в антропогенных при разрушении почвенного покрова и выходе на поверхность свежей породы. Соответственно слаборазвитые почвы в принципе могут быть разделены на *первичные* и *вторичные*, однако надежными критериями такого разделения могут быть только ландшафтно-исторические, а не собственно почвенные признаки. Поэтому деление слаборазвитых почв на первичные и вторичные не представляется целесообразным, но учет этого обстоятельства полезен и необходим при вскрытии генезиса почв.

Слаборазвитые почвы широко распространены в разных природных зонах и в соответствии с различиями в зональных климатических параметрах имеют существенно различный биосферный потенциал. Растительный покров на них может быть сформирован как древесными лесными, так и травянистыми ассоциациями в зависимости от характера атмосферного увлажнения и стадии сукцессии растительности. Например, на стабилизированных дюнных песках в северотаежной зоне это могут быть верещатники или сосновые леса, а в пустынях — саксауловые (Средняя Азия), мискитовые и кактусовые (Мексика, Аризона) или акациевые (Калахари, Южная Сахара) заросли. В горах это могут быть либо хвойные, широколиственные и хвойно-широколиственные леса, либо степи и луга, альпийские и субальпийские.

2.2. Литосоли

Литосоли (от греч. lithos — камень, и лат. solum — почва), или *примитивно-щебнистые, грубоскелетные, фрагментные, горные каменистые, горные слаборазвитые, горные примитивные* почвы, широко распространены на земной поверхности, преимущественно на горных склонах, где они формируются на плотных скальных породах в условиях горно-эрозионного почвообразования в разных высотных поясах как под лесной, так и под степной или луговой растительностью.

Профиль литосолей очень простой и встречается обычно лишь в двух вариантах: либо O-A-AR-R, либо A-AR-R; значительно реже переходный горизонт AR отсутствует и профиль упрощается тогда до A-R, что характерно для первичного почвообразования. Общая мощность почвы до плотной породы R не превышает 10 см. Если мощность гумусированной мелкоземистой части превышает 10 см, почва будет отнесена к другим типам, например в гумидных условиях к *рендзинам* (дерново-карбонатным почвам) на известняках или *ранкерам* (дерново-силикатным почвам) на силикатных породах. На стадии литосолей разделение на типовом уровне в зависимости от характера породы не делается. Соответственно можно сказать, что литосоли — это почвы ранних стадий почвообразования на плотных породах, которые по мере развития профиля эволюционируют в другие группы почв, различающиеся между собой в зависимости от различий в биоклиматических условиях и литологии.

По характеру гидротермического режима почвообразования литосоли могут быть разделены на три подтипа: *аридные* (пустынные, полупустынные, сухостепные, сухосаванные) с содержанием гумуса 0,5—1,5% в горизонте A; *субаридно-субгумидные* (степные, ксеролесные) с содержанием гумуса в горизонте A до 5—7%; *гумидные* (лесные, альпийские, субальпийские) с гумусированностью горизонта A порядка 10—15%.

Все аридные и субаридно-субгумидные литосоли насыщенные или даже окарбоначенные, с нейтральной либо слабощелочной реакцией во всей толще. Гумидные литосоли, как правило, кислые, ненасыщенные, но если развиваются на известняках или иных карбонатных породах, то могут быть насыщенными, нейтральными или даже остаточно-карбонатными.

Весь профиль литосолей характеризуется высокой каменистостью, как правило, возрастающей с глубиной. Проведенные К. П. Богатыревым на Кавказе исследования развития этих почв показали, что постепенное развитие и увеличение мощности профиля литосолей сопровождается постепенным освобождением почвы от щебня, начиная с ее верхней части (рис. 1).

Литосоли могут играть преобладающую роль в составе почвенного покрова какой-то территории либо встречаться среди других, более развитых почв. Если они преобладают, то, как правило, не образуют сплошного почвенного покрова, а чередуются с

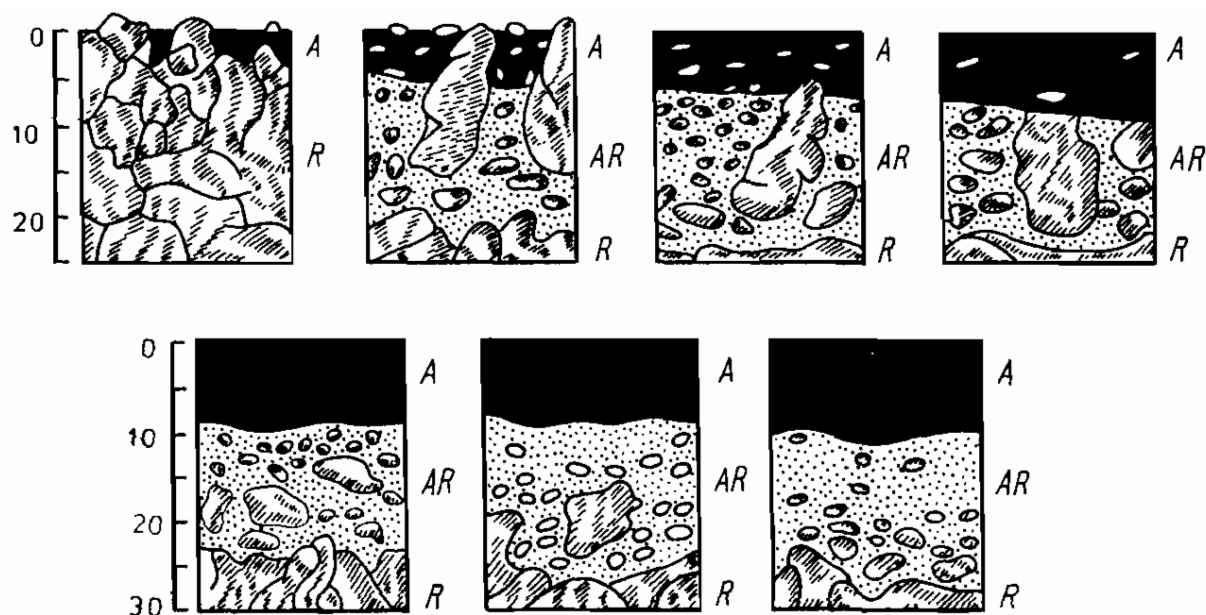


Рис. 1. Стадии развития литосолей (по рисункам с натуры К. П. Богатырева, 1956)

выходами скальных пород, каменными осыпями. Среди других типов почв они также распространены фрагментарно, по наиболее крутым склонам.

Что касается хозяйственного использования литосолей, то оно связано, во-первых, с пастбищным хозяйством (литосоли альпийских и субальпийских лугов, горных опустыненных, субаридных и субгумидных степей) и, во-вторых, с лесным хозяйством (литосоли всех лесных зон от субаридного до супергумидного климата). Земледелие на литосолях невозможно или нерационально.

Оба вида хозяйственного использования (пастбищное и лесное хозяйство) ландшафтов, в почвенном покрове которых преобладают литосоли, требуют крайне осторожного экологически-ориентированного природоохранного подхода в связи со слабой резистентностью этих природных экосистем к антропогенным воздействиям. Избыточный выпас скота на пастбищах, нерациональные способы лесозаготовок ведут к быстрому и полному разрушению почвенного покрова.

2.3. Ареносоли

Ареносоли (от лат. *arena* — песок и *solum* — почва) — это слаборазвитые почвы на песках различного состава и генезиса. Термин был введен в международную номенклатуру в связи с составлением Почвенной карты мира масштаба 1:5 000 000 по международному проекту ФАО/ЮНЕСКО и с тех пор широко используется для обобщенного наименования слаборазвитых песчаных почв. Как и литосоли, они распространены в различных природных зонах, но на равнинах, и представляют собой также ранние стадии почвообразования. Их формирование связано с закреплением растительностью перевеянных песков и постепен-

ным развитием почвообразования на закрепленном субстрате под воздействием соответствующих сукцессий растительных ассоциаций, которые также могут быть представлены как травянистой, так и древесной растительностью, природной либо интродуцированной человеком.

В соответствии с общим определением слаборазвитых почв к ареносолям относятся песчаные почвы, исключая почвы на современном аллювии и криогенные, не имеющие в профиле иных генетических горизонтов, кроме поверхностного гумусового горизонта, т. е. почвы с профилем О-А-АС-С либо А-АС-С (иногда О-А-С либо А-С), причем общая мощность почвы до горизонта С не должна превышать 10 см.

По характеру гидротермического режима почвообразования, как и литосоли, ареносоли могут быть разделены на три подтипа: *аридные* (пустынные, полупустынные, сухостепные, сухосаванные) с гумусированностью горизонта А 0,5—1,0%; *субаридно-субгумидные* (степные, ксеролесные) с гумусированностью горизонта А 1,5—2,5%; *гумидные* (лесные, луговые, верещатниковые) с гумусированностью горизонта А 1,0—2,0%.

Литологически ареносоли могут существенно различаться, будучи сформированы на кварцевых, полимиктовых, кварцево-полимиктовых, ожелезненных или окаربоначенных песках, что в таксономическом подразделении почв может быть учтено на уровне рода в пределах указанных подтипов.

Гумидные ареносоли широко распространены на флювиогляциальных и древнеаллювиальных равнинах бореального и суббореального поясов (полесья Восточной Европы, ланды севера Западной Европы), в области дюнных песков морских побережий. Так как эти почвы распространены в таежной зоне часто в ассоциации с подзолами, их иногда описывают как *скрытоподзолистые*, *криптоподзолистые*, *предподзолистые*, что отнюдь не всегда оправдано. Называют их и *боровыми песками*, *буропесками*.

Субаридно-субгумидные ареносоли распространены по песчаным массивам суббореального пояса, обычно связанным с древними речными террасами или дельтами (придонские и приднепровские пески, например).

Ход эволюции ареносолей в разных природных зонах различный, но темпы эволюции замедленные в связи с малым содержанием веществ, перемещение и дифференциация которых может иметь место в профиле. В гумидных условиях они чаще всего эволюционируют в подзолы.

В отличие от литосолей ареносоли часто распространены сплошными крупными массивами, занимая большие площади.

Их использование возможно как в пастбищном и лесном хозяйстве, так и в земледелии. Однако при этом необходимо помнить, что практически все подвижные пески на Земле — это результат нерационального использования, разбивания ареносолей человеком. Великие песчаные пустыни мира с барханными или иными подвижными песками — это все бывшие ареносоли.

2.4. Регосоли

Регосоли (от греч. rhegos — покров и лат. solum — почва) — слаборазвитые почвы на рыхлых суглинистых наносах разного генезиса, исключая аллювиальные и вулканические. Первоначально в западно-европейской литературе этот термин использовался для наименования слаборазвитых почв на любых рыхлых наносах, а после выделения группы ареносолей на песках или пелосолей на глинах в самостоятельные типы почв был оставлен лишь для слаборазвитых почв на суглинистых отложениях. Однако в международной систематике регосоли включают также и слаборазвитые аллювиальные суглинистые почвы, а в советской — почвы на современном аллювии не вошли в эту группу почв.

Регосоли, будучи почвами ранних стадий почвообразования, не имеют широкого распространения, поскольку суглинистые наносы равнин несут, как правило, полновозрастной почвенный покров с хорошо сформированными почвами. Обычно это вторичные почвы, формирующиеся на суглинистых породах после уничтожения первичного почвенного покрова, в частности эрозийными процессами. К типу регосолей относятся дерновые слаборазвитые почвы овражных склонов, задерненных карьеров, насыпей и других антропогенных ландшафтов. Более широко распространены они в аридных районах.

Профиль регосолей имеет строение А-С или А-АС-С с общей мощностью гумусированной части менее 10 см. Никаких иных генетических горизонтов в профиле нет. Почвы, как правило, малогумусные, нейтральные или слабокислые, насыщенные или ненасыщенные в зависимости от характера почвообразующей породы и условий атмосферного увлажнения.

2.5. Пелосоли

Пелосоли (от греч. pelos — глина и лат. solum — почва) — слаборазвитые почвы на глинах с профилем А-С. Под этим названием почвы стали выделяться сравнительно недавно, в основном после детальных исследований по микроморфологии и генезису этих образований, проведенных западно-германскими почвоведом В. Кубиеной, Е. Мюккенхаузен. Однако известны такие почвы давно, будучи описанными под различными названиями.

Как и все слаборазвитые почвы, пелосоли имеют лишь небольшой гумусоаккумулятивный горизонт с поверхности и не имеют иных генетических горизонтов. Есть основания полагать, что это главным образом вторичные почвы, формирующиеся на вышедших после эрозии на поверхность древних глинистых корках выветривания или древних (дочетвертичных) осадочных глинах. Все они характеризуются микросложением типа «lehm» (суглинок), описанным В. Кубиеной: «расплавленная» плазма, в которой глины и полуторные оксиды разделены, не флокулированы,

имеют желтый или оранжево-желтый цвет; встречаются обесцвеченные микрозоны, особенно вдоль вытянутых пор.

В зависимости от характера субстрата, т. е. коры выветривания, выделяется несколько подтипов пелосолей: терра-росса (красные суглинки и глины на известняках); терра-фуска (бурые суглинки и глины на известняках); терра-кальци (светло-серые суглинки и глины на известняках); пластосоли (пестроокрашенные глины).

Терра-росса (итал. красная земля) были описаны очень давно как специфические красноцветные почвы на известняках в средиземноморском районе Европы, а позднее в сходных климатических условиях и в других регионах мира (Крым, Калифорния, Юго-Восток Азии). Характерным для них считалось наличие мощной многометровой коры выветривания, что связывалось с субтропическим климатом. Однако при этом никак не объяснялось совместное распространение в этих же районах современных черноокрашенных почв на известняках — рендзин, а также буроземов и других почв. Выход был найден, когда В. Кубиена показал их специфику как реликтов древнего тропического выветривания и почвообразования. В настоящее время терра-росса рассматривается как древние коры выветривания, в поверхностном слое которых формируется современная слаборазвитая почва, представленная маломощным гумусовым горизонтом.

Терра-фуска — это тоже древняя кора выветривания, но имеющая более сложную геологическую историю. Предполагается, что данная кора выветривания претерпела во время ледникового периода существенную криотурбационную переработку, свидетельством чего является ее специфическое строение: морозобойные трещины, заклинки, поверхности скольжения.

Терра-кальци представляет собой слабовыщелоченную кору выветривания известняков, еще не полностью освобожденную от карбоната кальция и в отличие от предыдущей не претерпевшую криогенных воздействий.

Пластосоль — древняя ферраллитная кора выветривания силикатных пород, связанная с дочетвертичным тропическим выветриванием и почвообразованием. По своему внешнему облику и составу она напоминает плинтитовый горизонт современных ферраллитных почв тропиков.

Все четыре подтипа слаборазвитых почв на древних глинистых корках выветривания описаны в Европе и, вероятно, могут быть встречены в других районах мира, в частности в Предуралье и Сибири. Площади их не очень существенны, но все же имеют хозяйственно-экономическое значение. В Южной Европе они широко используются под виноградники, сады, плантации оливковых и цитрусовых деревьев. Они сильно подвержены водной эрозии и нуждаются в интенсивных почвоохранных мероприятиях.

ДЕРНОВЫЕ ПОЧВЫ

3.1. Общая характеристика дерновых почв

К *дерновым почвам* относят автоморфные хорошо дренированные почвы с профилем А-С или А-В с мощностью гумусового горизонта более 10 см, исключая такие почвы на аллювиальных и вулканических наносах и почвы с признаками криогенеза и слитогенеза. Иногда их называют дерновыми литогенными, что не является оправданным ни генетически, ни семантически.

Дерновые почвы формируются как на скальных, так и на рыхлых почвообразующих породах в различных биоклиматических условиях, как под травянистой растительностью суходольных лугов, так и под лесами с развитым травяным покровом, преимущественно лиственными.

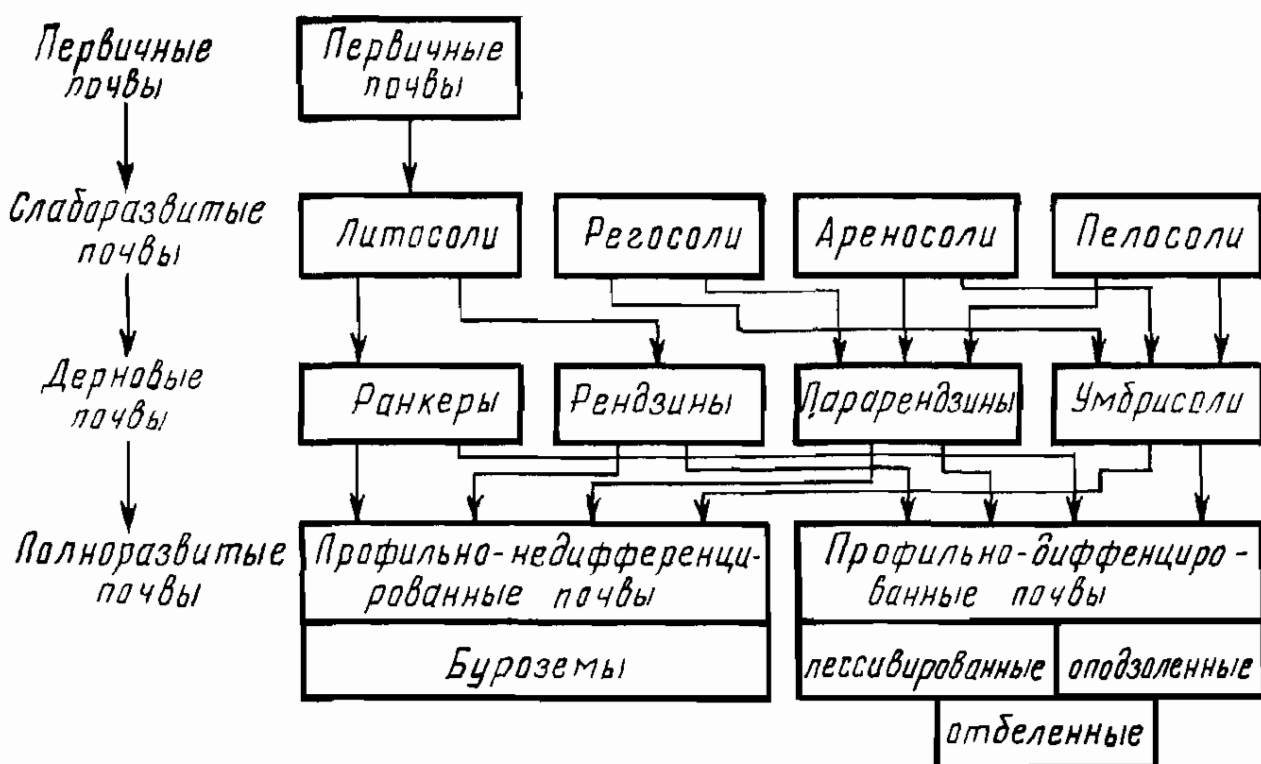
Общие диагностические признаки дерновых почв:

1) наличие мощного гумусового горизонта А и, как правило, переходного горизонта АС (или АВ) с общей мощностью прокрашенной гумусом толщи более 10 см; в поверхностной части горизонта А обычно формируется дернина; может присутствовать горизонт подстилки О;

2) отсутствие каких бы то ни было иных генетических горизонтов в профиле либо наличие лишь их слабых признаков, не достаточных для морфологического выделения горизонтов.

Формирование дерновых почв связано с дальнейшей эволюцией слаборазвитых почв (схема 1).

Схема 1. Схема развития и эволюции автоморфных почв на первых стадиях почвообразования



В зависимости от характера почвообразующей породы на стадии развития дерновых почв имеет место существенная дивергенция почвообразования, ведущая к формированию разных групп типов почв: рендзин на карбонатных плотных породах, ранкеров на силикатных плотных породах, парарендзин на карбонатных рыхлых породах и дерновых почв на силикатных рыхлых породах.

3.2. Рендзины и парарендзины

Рендзины — это темноокрашенные глинистые почвы с профилем А-AR-R на плотных карбонатных породах (известняках, мергелях, мраморах, мелах). *Парарендзины* — это такие же почвы, но с профилем А-АС-С, формирующиеся на рыхлых карбонатных породах (карбонатная морена, карбонатные суглинки и глины и т. п.).

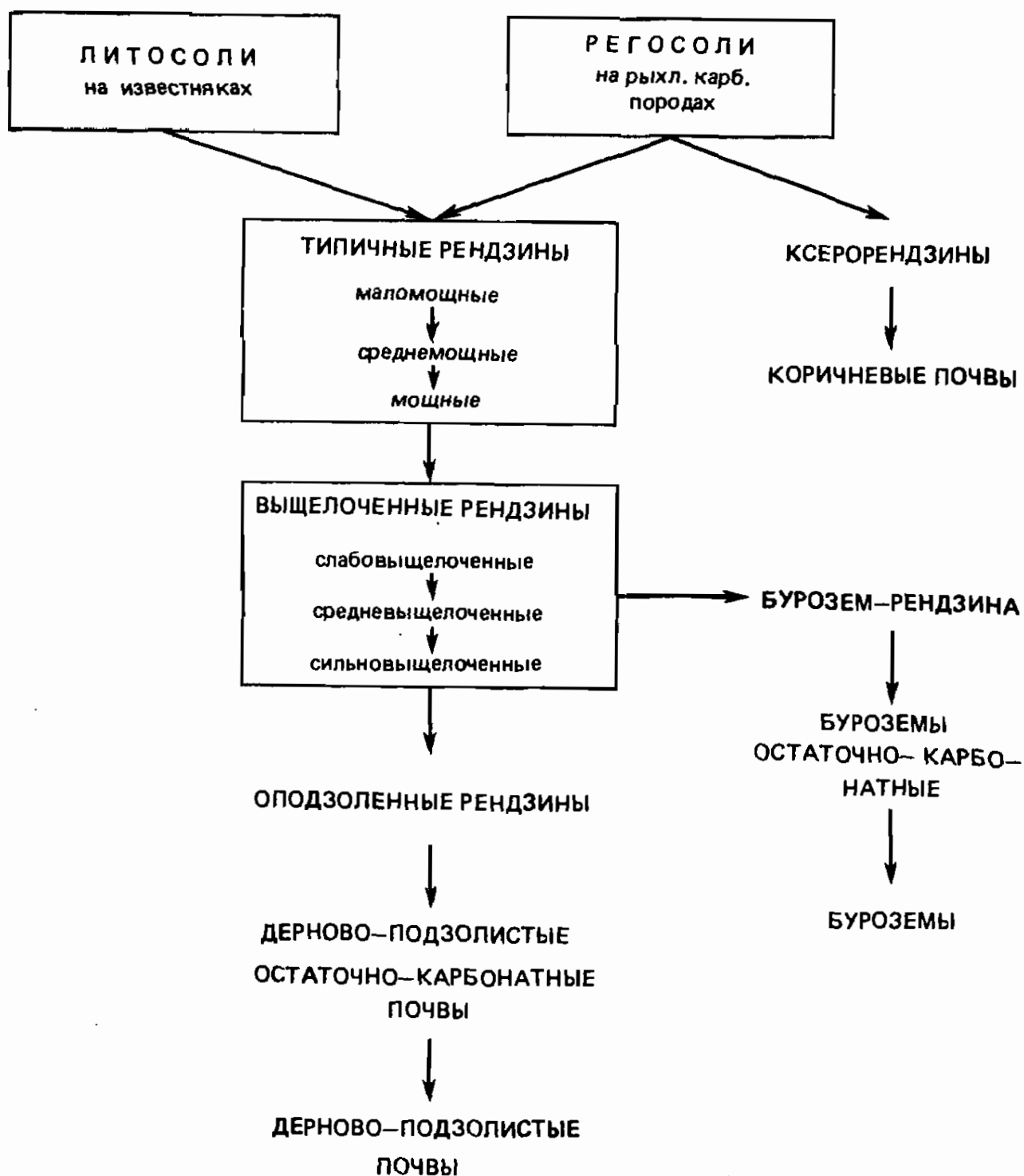
Термин «рендзина», взятый из народной польской терминологии, впервые был использован Н. М. Сибирцевым в его систематике почв. В дальнейшем он широко использовался в Западной Европе, а в СССР был заменен термином «дерново-карбонатные почвы», причем последним объединились как рендзины, так и парарендзины (разделение по породам проводится на уровне рода — известняковые, глинисто-мергелистые, рикховые). Использовались также термины «гумусо-карбонатные почвы» и «перегнойно-карбонатные почвы» (для многогумусных почв). Первоначальное значение термина «рендзина» связывают со звуком («рен-дзжик, рен-дзжик»), который производится плугом на глинистой каменистой почве. В настоящее время этот термин признан международным, объединяющим как настоящие рендзины, так и парарендзины; в этом значении он и будет использоваться в дальнейшем. В современной официальной почвенной таксономии США эти почвы выделяются на уровне подпорядка под названием *рендолли* в порядке *моллисолей* (насыщенных изогумусовых почв с высоким содержанием мягкого гумуса).

Рендзины формируются на карбонатных породах под широколиственными и хвойно-широколиственными лесами с развитым травяным покровом в условиях гумидного климата и промывного водного режима при хорошем внутрипочвенном дренаже. В основе их эволюции лежит постепенное выщелачивание карбоната кальция породы и остаточное оглинивание профиля. Стадии этого процесса фиксируются в разделении рендзин на подтипы: *типичные* — вскипают с поверхности; *выщелоченные* — вскипают только в нижней части профиля (могут быть разделены на подвиды по степени выщелоченности: *слабовыщелоченные* — вскипание в нижней половине горизонта А; *средневыщелоченные* — вскипание только в АС или AR; *сильновыщелоченные* — весь профиль до С или R не вскипает); *оподзоленные* — с признаками начала дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу. Дальнейшая

эволюция рендзин может привести к формированию *остаточно-карбонатных буроземов* либо *остаточно-карбонатных дерново-подзолистых почв* и, наконец, *буроземов* либо *дерново-подзолистых почв*.

Общая схема эволюции рендзин может быть представлена следующим образом:

Схема 2. Схема эволюции рендзин



Наиболее детально систематика рендзин разработана в Западной Европе (преимущественно в ФРГ), где они особенно разнообразны и где выделяют грубогумусные *модер-рендзины* и

мягко-гумусные черноземовидные *мюль-рендзины*, а также в особо сухих местообитаниях *ксерорендзины*.

При длительной геологической эволюции рендзин, когда постепенно происходит разделение в вертикальном пространстве почвообразования и выветривания, в нижней части профиля формируется мощная остаточно-глинистая кора выветривания карбонатной породы типа *терра-росса* или *терра-фуска*, в верхней части которой формируется какая-то почва, профиль которой будет образован при соответствующей комбинации факторов почвообразования и элементарных почвенных процессов. Это может быть и профильно-дифференцированная почва (например, подзолистые почвы на красноцветном элювии карбонатных пород в Архангельской области или в Предуралье), и бурозем или коричневая почва (юг Европы, север Африки — г. Атлас), и краснозем (юг Европы, плато Юньнань, Шанское нагорье в Бирме).

Наиболее широко распространены рендзины на холмистых равнинах Европы, Восточной Сибири, США и Канады в пределах лесных зон бореального и суббореального поясов либо на горных склонах в этих регионах (промывной водный режим при обилии атмосферных осадков и малом испарении, хорошая дренированность, малый абсолютный геологический возраст — послеледниковый). В СССР они покрывают большие площади в Прибалтике и северо-западных областях (Ленинградская, Псковская, Новгородская), но встречаются в Архангельской, Вологодской, Смоленской областях, в Белоруссии, Молдавии, на Кавказе и в Крыму.

Наиболее характерными признаками рендзин являются: высокая глинистость при отсутствии дифференциации гранулометрического состава по профилю; высокая каменистость при развитии на плотных породах или сильнозавалуненной морене; слабокислая или нейтральная реакция в верхней части профиля и слабощелочная — в нижней; высокая гумусированность при преобладании в составе гумуса гуминовых кислот, связанных с кальцием; высокая емкость катионного обмена; полная или почти полная насыщенность основаниями.

Типичные рендзины (и *парарендзины*) имеют профиль O-A-AR-R на целине и Ap-A-AR-R на пашне (O-A-AC-C и Ap-A-AC-C для парарендзин). Мощность гумусированных горизонтов колеблется в пределах от 10 до 80 см (если мощность горизонтов $O + A + AC < 10$ см, то такая почва будет отнесена к какому-то типу слаборазвитых почв). Гумусовый горизонт имеет темно-серую или черную окраску, высокое содержание гумуса (5—15%), хорошую зернистую или комковато-зернистую структуру, рыхлое сложение при высокой межагрегатной порозности. На плотных породах почвы обычно сильнокаменистые при росте каменистости с глубиной к горизонту R.

Эти почвы вскипают с поверхности. Соответственно реакция почвы нейтральная или слабощелочная по всему профилю при полной насыщенности основаниями (рис. 2). Для гумусового

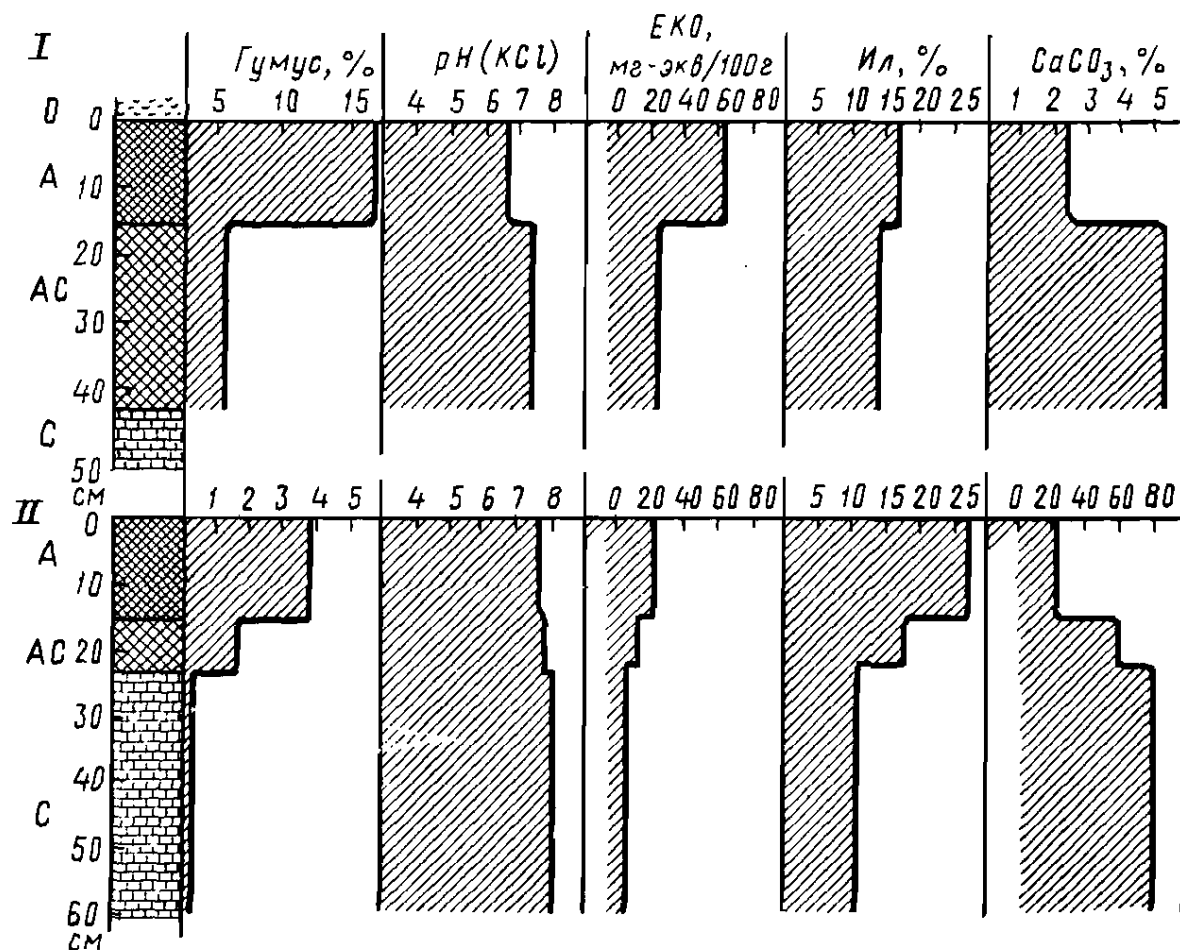


Рис. 2. Профильная характеристика типичных рендзин (парарендзин):

I — типичная рендзина на карбонатной морене Прибалтики (Г. И. Григорьев, 1961);
II — типичная рендзина на известняковом коллювии Пуэрто-Рико (USDA Soil Taxonomy, 1975)

горизонта характерна высокая емкость катионного обмена — до 60 мг-экв/100 г. В составе гумуса $C_{гк}:C_{фк} = 1,3—1,4$. Ни гранулометрический (в пределах мелкозема), ни валовой химический состав по профилю не дифференцированы при максимальной глинистости с поверхности. Обычно отмечается бедность доступными соединениями фосфора в связи с высокой карбонатностью почвы, однако в некоторых районах (Ижорская возвышенность, Прионежье) почвы достаточно обеспечены фосфором.

Для поддержания высокой и устойчивой биологической продуктивности на этих почвах рекомендуется внесение кислых фосфорных удобрений, эффективно внесение кислого торфа.

Вследствие недостатка доступного железа (связывание его в сидерит) на этих почвах растения часто болеют хлорозом; картофель на сильнокарбонатных почвах болеет паршой.

На старопашотных землях рендзины часто обнаруживают неблагоприятные физические свойства; повышенную вязкость и липкость во влажном состоянии и глыбистость в сухом вследствие деградации структуры; узкий диапазон активной влажности, что приводит к сжатию сроков обработки почвы.

При формировании на доломитах в почвах может содержаться избыток магния, что приводит к ухудшению их физических и фи-

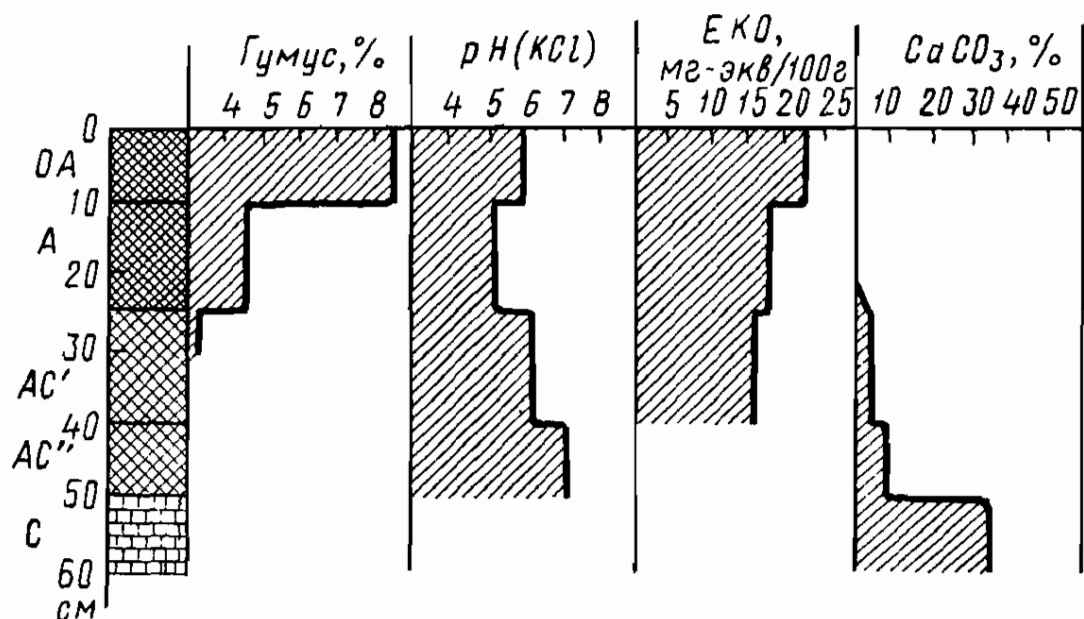


Рис. 3. Профильная характеристика выщелоченных рендзин (Г. И. Григорьев, 1961)

зико-химических свойств; в этих случаях эффективным оказывается гипсование.

Вообще говоря, типичные рендзины и парарендзины обладают высоким потенциальным плодородием при достаточной мощности профиля. На них особенно экономически эффективны луговые пастбищные и сенокосные угодья, но, конечно, они успешно могут использоваться и в полеводстве.

Выщелоченные рендзины (и парарендзины) имеют большую мощность профиля (60—100 см до горизонта С или R) и характеризуются мощным переходным горизонтом AC (AR), окраска которого варьирует от серо-бурой до красно-бурой. Диагностическим признаком этого подтипа рендзин служит вскипание в нижней части горизонта А или под ним, в AC (AR).

В Прибалтике и Белоруссии в гумусовом горизонте выщелоченных рендзин содержится 3—5 % гумуса, а в более восточных районах 5—10%. Характерно быстрое падение содержания гумуса с глубиной — до 1,5—2,5% в горизонте AC (AR). В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием; $C_{гк} : C_{фк} = 1,3—1,4$. Характерна слабокислая реакция в гумусовом горизонте при нейтральной или слабощелочной в переходном. Несколько ниже здесь емкость катионного обмена — 18—23 мг-экв/100 г, насыщенность основаниями близка к 100 %. Профиль таких почв показан на рис. 3.

Оподзоленные рендзины (и парарендзины) наиболее широко представлены из всех трех подтипов рендзин на северо-западе европейской части СССР (не менее 75% площади всех рендзин). Меньше их в южных районах — в Молдавии, на Кавказе, на юге Европы. Они формируются либо на сильновыщелоченных карбонатных породах, либо на породах, исходно бедных карбонатами.

Профиль оподзоленных рендзин слабо дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу при общей мощности до горизон-

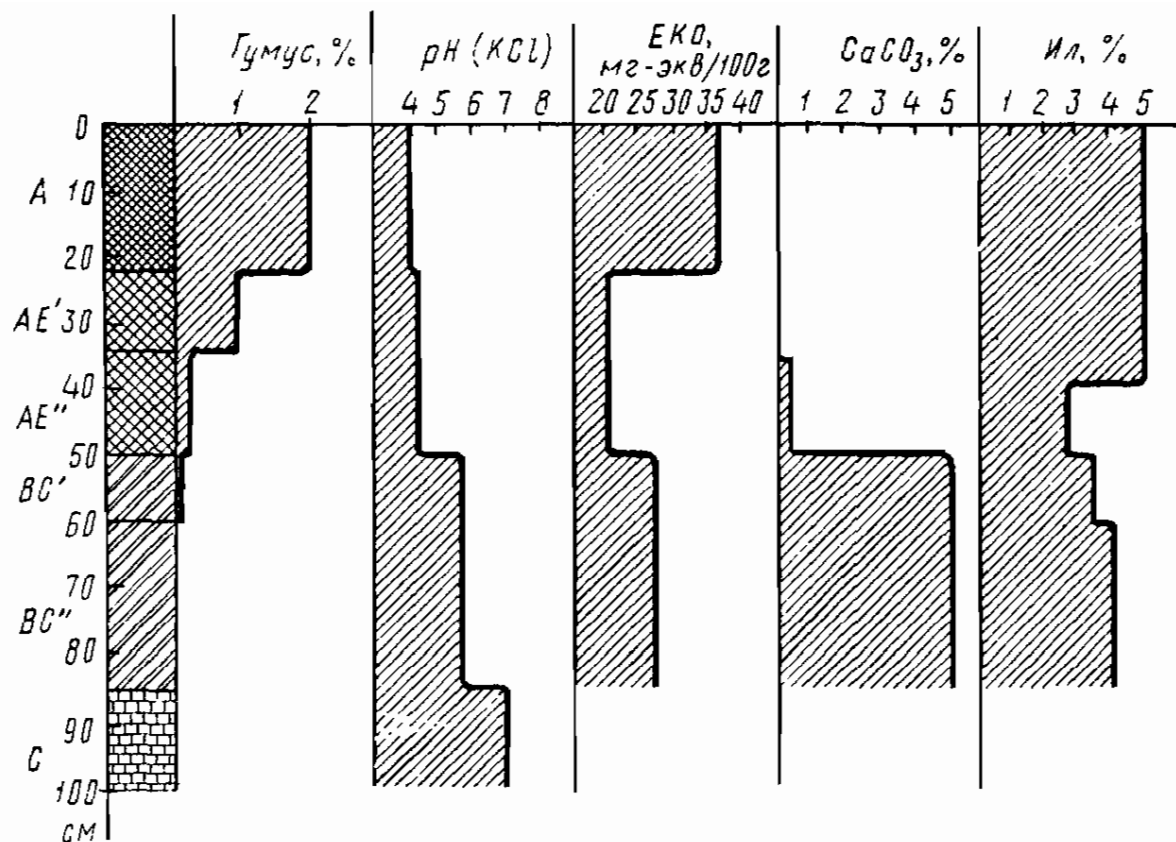


Рис. 4. Профильная характеристика оподзоленных рендзин (по данным Г. И. Григорьева, 1961, и Л. Б. Востоковой, 1969)

та С или R около 100—120 см. Диагностическим признаком этих почв является наличие несколько осветленного горизонта АЕ в нижней части гумусового горизонта, характеризующегося снижением содержания илистой фракции и емкости катионного обмена (рис. 4). Под осветленным горизонтом формируется слабо выраженный иллювиальный горизонт ВС с призмовидной структурой и натечными образованиями по граням структурных отдельностей.

Значительно ниже в этих рендзинах содержание гумуса по сравнению с двумя другими подтипами. Гумус становится фульватным: $C_{гк} : C_{фк} = 0,7—0,9$. В верхних горизонтах почва становится ненасыщенной основаниями при общем снижении емкости катионного обмена.

Виды рендзин выделяют по степени гумусированности (в %) горизонта А: перегнойные (>15), многогумусные (9—15), среднегумусные (6—9) и малогумусные (<6).

3.3. Дерновые почвы на плотных силикатных породах (ранкеры)

Ранкеры — это автоморфные хорошо дренированные темно-окрашенные почвы с профилем А-AR-R на плотных силикатных (бескарбонатных) породах.

Термин «ранкер» взят из австрийского народного лексикона

и происходит от австрийского Rank — покров. Х. Пальман в Швейцарии в свое время предложил для них название гумусосиликатные почвы в противоположность гумусо-карбонатным почвам. В СССР для этих почв используются термины «дерновые литогенные», «дерновые неоподзоленные», «дерновые лесные неоподзоленные», «дерново-лесные», «дерновые лесные» и т. п., а для высокогорных почв — «горно-луговые почвы». В настоящее время термин «ранкер» признан как международный для таких почв.

По особенностям термического режима и общей экологии ранкеры делятся на *альпийские* («альпийские горно-луговые почвы»), *субальпийские* («субальпийские горно-луговые почвы») и *лесные* («дерновые лесные почвы»). Иногда выделяют и сухоторфянистые *ксероранкеры* особо сухих местообитаний.

Поскольку ранкеры — это почти нацело горные почвы, их детальное рассмотрение будет дано в главе о горных почвах. Здесь отметим лишь их самые общие свойства как группы типов дерновых почв: 1) малая мощность и высокая каменистость профиля; 2) высокая гумусность (5—10—20% в горизонте А) при гуматно-фульватном типе гумуса и существенной роли неспецифических веществ, особенно липидов, и нерастворимого остатка в составе гумуса; 3) высокая емкость катионного обмена (20—30 мг-экв/100 г) при ненасыщенности почв основаниями; 4) кислая реакция гумусированной части профиля; 5) высокая глинистость при отсутствии дифференциации глины по профилю; 6) сравнительно высокое содержание свободного железа в гумусовом горизонте вплоть до морфологического проявления ожелезненности (конкреции, сгустки, пленки); 7) хорошая оструктуренность и рыхлость гумусового горизонта (зернистая или комковато-зернистая структура) при заметном формировании дернины; 8) высокая водопроницаемость почвы.

Ранкеры высокогорных лугов (альпийские и субальпийские) — это почвы пастбищ, преимущественно для сезонно-отгонного животноводства. Соответственно должно строиться их рациональное использование в условиях пастбищного хозяйства с учетом мероприятий по повышению и устойчивому поддержанию их продуктивности и почвоохранных мероприятий. Главная экологическая угроза здесь — это перегрузка пастбищ и соответствующая деградация растительности и почвенного покрова.

В лесных горных поясах ранкеры составляют лесной фонд. Для земледелия, даже специфического горного, они мало пригодны, будучи в резкой степени подвержены эрозионным процессам при сплошной вырубке лесов вследствие своей маломощности и рыхлости. Лесное хозяйство на них должно строиться с учетом экологически-ориентированных почвозащитных мероприятий.

3.4. Дерновые почвы на рыхлых бескарбонатных породах

Дерновые почвы — это темноокрашенные почвы с профилем А-АС-С на рыхлых силикатных (бескарбонатных) породах. В качестве международного для них взят термин «умбрисоль», который происходит от латинского *umbra* — тень, темнота. В СССР такие почвы выделяются под названием «дерновых», «дерновых кислых», «дерновых литогенных».

Вероятно, эти почвы распространены довольно широко, хотя в настоящее время на мировых, континентальных, государственных и региональных картах показываются под разнообразными названиями в зависимости от той или иной национальной школы их составителей.

Одним из типов этой группы почв являются *дерновые субарктические*, или *дерновые потечно-гумусные*, почвы, описанные М. А. Глазовской (1964) в Северной Скандинавии и Шотландии и И. П. Герасимовым и О. А. Чичаговой (1964) в Исландии. Распространены они во всей Северо-Атлантической области, включая кроме указанных территорий также Шетландские, Фарерские и Гебридские острова; есть они и в южном полушарии [Фолклендские (Мальвинские) острова, Огненная Земля].

Специфика экологии этих почв связана с влажным прохладным климатом (800—1300 мм осадков в год) с относительно теплой (температура января около 0°C) зимой. Растительность представлена субарктическими и разнотравно-злаковыми лугами. Согласно М. А. Глазовской, постоянная влажность почвы и невысокие, но положительные температуры, господствующие в почве в течение почти всего года, обуславливают медленную гумификацию обильных растительных остатков с накоплением грубого гумуса или сухого торфа на поверхности.

Профиль дерновых субарктических почв характеризуется наличием сухоторфянистого горизонта О мощностью от 5 до 10—12 см, густо переплетенного корнями, за которым следует гумусовый горизонт А' мощностью от 10—15 до 30—40 см, хорошо оструктуренный, темный, с преобладанием бурых тонов в окраске. Ниже располагается горизонт А'h более светлой охристо-бурой окраски, сформированный при участии потечного гумуса («иллювиально-гумусовый» горизонт). Далее следует горизонт АС и, наконец, С.

Особенности этих почв связаны со спецификой их гумуса и высокой ожелезненностью и алюминированностью (до 30—70% валового содержания F_2O_3 и Al_2O_3 переходит в 0,1 н. сернокислотную вытяжку). Содержание гумуса составляет 5—13% в горизонте А' и 4—8% в горизонте А'h. В составе гумуса характерно преобладание гумусовых кислот при малом нерастворимом остатке, а среди гумусовых кислот преобладают фульвокислоты, особенно в нижней части профиля; характерна общая высокая мобильность, потечность гумуса. Почвы сильно кислые, ненасыщенные, при емкости катионного обмена 10—20 мг-экв/100 г (рис. 5).

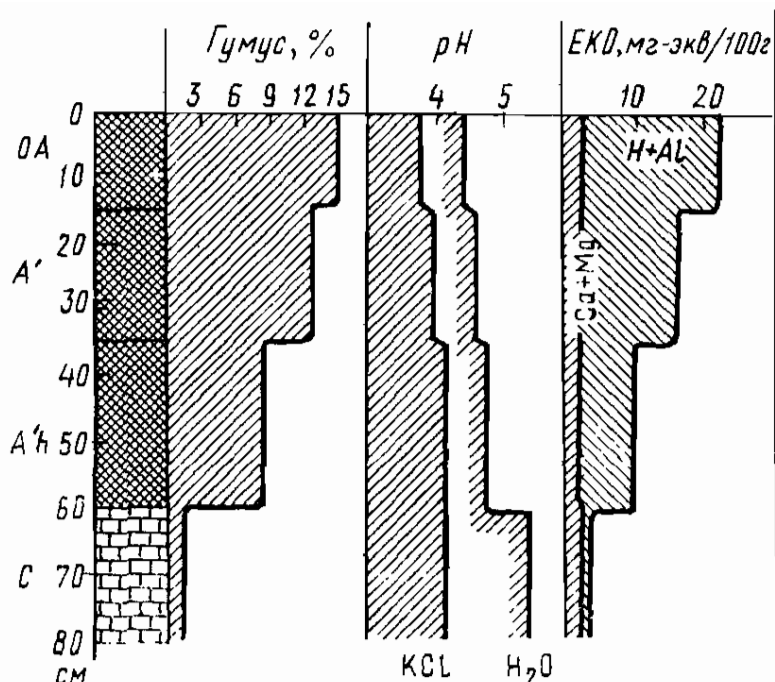


Рис. 5. Профильная характеристика дерновой субарктической почвы (по данным М. А. Глазовской, 1964)

В более низких широтах формируются *кислые дерновые почвы*, разнообразие которых определяется в основном литологией почвообразующих пород, варьирующих от связных песков до тяжелых глин и элюво-делювия коренных пород. Если дерновые почвы формируются на бедных основаниями породах, они сильно кислые, резко ненасыщенные (степень насыщенности основаниями менее 50%). В случае же формирования на богатых основаниями породах, как, например, на элюво-делювии базальтов и других основных пород в Средней Сибири, они слабокислые, слабо ненасыщенные. На юго-востоке Карелии, в Прионежье значительные площади занимают *шунгитовые почвы*, или *олонецкие черноземы*, с глубоко прокрашенным черным профилем, формирующиеся на элювии шунгитовых (углистых) сланцев.

Формируются кислые дерновые почвы в автоморфных условиях гумидных зон при промывном водном режиме под лесами с развитым травяным покровом либо суходольными лугами.

Для профиля кислых дерновых почв характерна мощная лесная подстилка либо хорошо выраженная дернина, под которой залегает комковатый либо комковато-зернистый темноокрашенный гумусовый горизонт, постепенно через переходный горизонт АС сменяемый почвообразующей породой. Содержание гумуса в горизонте А этих почв варьирует в довольно широких пределах, но не бывает столь высоким, как в рендзинах или ранкерах, обычно это от 2—4% в светлых разностях до 6—8% в темных. Гумус гуматный при явном преобладании гуминовых кислот над фульвокислотами, хотя в горизонте АС отношение $C_{гк} : C_{фк}$ может существенно сужаться. Почвы довольно богаты доступными растениям элементами питания, что вместе с благоприятными водно-физическими свойствами делает их весьма потенциально плодотворными.

родными, особенно на фоне подзолистых и заболоченных почв, среди которых они часто распространены.

Третий тип данной группы — это *насыщенные дерновые почвы*, формирующиеся в условиях семиаридного или субгумидного климата. От предыдущих почв они отличаются по характеру обменного комплекса: они полностью насыщены основаниями, имеют нейтральную реакцию во всем профиле. Гумус их гуматный, с большим содержанием нерастворимого остатка. Часто эти почвы описывают под названием *черноземовидных*, хотя они не имеют характерного для черноземов карбонатно-аккумулятивного горизонта.

Формирование дерновых почв в целом связано с дерновым почвообразовательным процессом, который детально изучен и охарактеризован академиком В. Р. Вильямсом в качестве одного из ведущих процессов почвообразования. Дерновый процесс развивается под воздействием травянистой растительности и характеризуется интенсивным гумусообразованием и гумусонакоплением, связанным с особенностями биологического круговорота веществ в этой растительной формации: ① интенсивным потреблением биогенных элементов при ежегодном возвращении их в почву; ② ежегодным накоплением большой биомассы и ежегодным же ее отмиранием; ③ преобладанием, как правило, подземной корневой биомассы над надземной, что дает ежегодное большое поступление мертвого органического вещества непосредственно в почву; ④ преобладанием бактериальных процессов разложения органических остатков и гумусообразования; ⑤ гуматным характером гумусообразования с накоплением связанных с кальцием гуминовых кислот. В зависимости от разнообразия климатических, гидрологических и литологических особенностей среды, а также в сочетании с другими процессами дерновый почвообразовательный процесс формирует разные типы почв в разных природных зонах. Дерновые почвы — это одно из проявлений дернового почвообразовательного процесса.

Глава четвертая

ГИДРОМОРФНЫЕ ПОЧВЫ

4.1. Гидроморфизм почв

К *гидроморфным (гидрогенным)* относится большая группа почв, формирующихся в условиях избыточного по сравнению с нормальным для плакорных пространств данной природной зоны увлажнения, которое может явиться результатом: 1) близкого к поверхности стояния или периодического поднятия грунтовых вод (*грунтово-водный гидроморфизм*); 2) поверхностного застоя атмосферных осадков в отсутствие их оттока в подстилающую толщу или по склону (*поверхностный, или атмосферный, гидромор-*

физм); 3) сочетания грунтово-водного и поверхностного гидроморфизма; 4) периодического формирования верховодки в пределах почвенной толщи на водоупорных горизонтах (*внутрипочвенный гидроморфизм*); 5) периодического затопления паводковыми водами в речных поймах при сочетании, как правило, с влиянием близких грунтовых вод (*пойменный, или аллювиальный, гидроморфизм, амфибиальный гидроморфизм*); 6) постоянного водонасыщения при затоплении территории в плавнях, маршах, манграх, в дельтах рек и по побережьям морей и озер (*маршевый гидроморфизм*); 7) периодического длительного затопления поверхности почвы при культуре риса (*рисокультурный гидроморфизм*).

Во всех случаях гидроморфные почвы формируются в транзитных либо, наиболее часто, аккумулятивных ландшафтно-геохимических условиях. Соответственно эти почвы служат, как правило, геохимическим барьером на пути миграции тех или иных соединений. В гумидных районах в них аккумулируются органическое вещество, соединения кремния, железа, марганца, фосфора; в аридных — известь, гипс, водорастворимые соли. Во всех случаях они служат ловушкой для тех или иных микроэлементов, в том числе радиоактивных изотопов. Избыточное поступление воды при гидроморфизме — это всегда и дополнительное поступление в почву тех или иных химических веществ, сопровождаемое, как правило, их абсолютной аккумуляцией. В разных условиях гидроморфизма аккумулятивный процесс выражен в разной степени и в отношении разных веществ, но он всегда имеет место. Даже в олиготрофных условиях в случае атмосферного гидроморфизма, когда источником дополнительных веществ служат лишь атмосферные осадки и запыление, почвы аккумулируют органическое вещество, а также соединения серы, иногда хлора.

Многие почвы в истории своего развития и эволюции прошли стадию гидроморфизма, что характерно для всех гляциальных, флювиогляциальных и аллювиальных равнин мира. Отсюда широкое развитие палеогидроморфных почв, находящихся в настоящее время на неоавтоморфной стадии почвообразования и несущих в своем профиле черты древних гидроаккумулятивных процессов.

Специфика окислительно-восстановительного режима гидроморфных почв связана с их периодическим или постоянным переувлажнением и соответствующим анаэробиезом, приводящим к развитию химических либо биохимических (микробиологических) восстановительных процессов и падению E_h почвы до низких (100—200 мВ) или даже отрицательных значений. Только в редких случаях переувлажнения сильноокисленными высококислородными водами в условиях хорошего дренажа в гидроморфных почвах может сохраняться окислительная обстановка с высокими (500—600 мВ) значениями E_h . В гидроморфных почвах или горизонтах наблюдается чередование микрозон с высокими и низкими значениями E_h . Например, в прикорневых микрозонах пахотных горизонтов рисовых почв характерны высокие значения E_h , в то время как основная масса почвы имеет отрица-

тельные значения, что создает постоянную разность потенциалов между корнями риса и почвой, обеспечивающую нормальные условия питания и дыхания растений.

Оглеение — это специфический элементарный почвенный процесс, характерный для гидроморфных почв. Термин «оглеение» (глеобразование, формирование глея, глеевый процесс) происходит от русского народного понятия «глей», введенного в научный словарь Г. Н. Высоцким в 1905 г. и ставшего международным. Народ издревле различал этот специфический вид почвенной массы, почвенных горизонтов или почв, справедливо связывая его присутствие с условиями переувлажнения или заболачивания.

Оглеение почвы является результатом длительного сезонного либо постоянного переувлажнения почвенной массы и развития восстановительных процессов в условиях анаэробно-анаэробизиса и низких значений окислительно-восстановительного потенциала. В значительной степени этот процесс биохимический, связанный с жизнедеятельностью анаэробной микрофлоры почв, что было показано многочисленными экспериментами по искусственному оглеению почв. Большую роль в нем играют микроорганизмы, получающие энергию за счет окислительно-восстановительной трансформации органического вещества и соединений железа, марганца, серы. В глеевом горизонте почв характерно присутствие элементов с переменной окислительно-восстановительной способностью в состоянии наименьшего окисления, в восстановленных формах: FeO , MnO , H_2S , CH_4 , N_xO , PH_x . Характерно и наличие специфических глинистых минералов, содержащих элементы с низшей окислительной способностью: вивианит (гидрофосфат железа II), глауконит, сульфиды тяжелых металлов. Обычно глеевые горизонты содержат многие токсичные для растений вещества, включая токсичные газы — метан, фосфин, сероводород, малоокисленные оксиды азота и углерода. Доступный растениям азот содержится в аммонийной форме, нитратов практически нет.

В связи с микроразнообразием почвенной массы, связанной со структурой почвы и характером ее порозности, топографией ризосферы и очаговостью распространения микроорганизмов, обычно оглеение почвы не бывает сплошным: в оглеенных горизонтах отмечается чередование зон окисления и восстановления. Отсюда пятнистость окраски оглеенных горизонтов: чередование сизых (голубоватых, зеленоватых) и охристых, ржавых пятен. В случае сезонного чередования восстановительной и окислительной обстановки наблюдается высокая конкреционность почв — отбеливание основной массы почвы и сегрегация соединений железа и марганца в конкрециях. В случае некоторого оттока воды или постоянного проточного переувлажнения может иметь место вынос водорастворимых соединений, в том числе железа, ведущий к формированию *глее-элювиальных* или *псевдоглеевых* горизонтов в почвах.

Обычно в почвах присутствуют в разной степени оглеенные горизонты. В *глееватой* почве оглеение выражено отдельными пят-

Т а б л и ц а 1. Формы проявления оглеения в почвах

Форма оглеения	Положение оглеения в профиле почвы	Характер увлажнения
Экзоглей (стагноглей, атмосферный глей, климатический глей)	В верхней части профиля	Периодическое сезонное переувлажнение атмосферными осадками, застаивающимися с поверхности
Эндоглей (гидрологический глей, грунтово-водный глей)	В нижней части профиля	Переувлажнение близкими грунтовыми водами
Ортоглей (болотный глей)	Во всем профиле	Сочетание поверхностного и грунтового переувлажнения
Параглей (внутрипочвенный глей, экзопараглей, псевдоглей)	В средней части профиля	Переувлажнение при застое воды на внутрипочвенном водопоре
Криоглей (криопараглей, мерзлотный глей)	В средней части профиля	Переувлажнение при застое воды над мерзлотным горизонтом
Амфиглей (эклиглей, висячий глей, склоновый глей)	В средней части профиля	Переувлажнение в месте выклинивания верховодки

нами; в *глеевой* — имеется сплошной глеевый горизонт. Почва может быть поверхностно- и глубинно-глееватой, поверхностно- и глубинно-глеевой.

В зависимости от характера переувлажнения и положения оглеенных горизонтов в профиле предложено выделять формы оглеения, показанные в табл. 1. Однако в природе формы оглеения существенно более разнообразны в зависимости от условий и степени его проявления, в частности в связи с разнообразием почвообразующих пород, химизма природных вод, условий переувлажнения.

4.2. Систематика гидроморфных почв

Вообще говоря, *гидроморфные почвы* не образуют классификационно единой группы почв, поскольку гидроморфизм может сочетаться с разными типами почвообразования в разных природных зонах и в разных типах гидроморфизма.

Для гидроаккумулятивной (субаквальной, подводной) стадии почвообразования характерны мангровые и маршевые почвы. На гидроморфной стадии выделяются аллювиальные (пойменные) и болотные почвы. Наконец, на мезогидроморфной стадии почвообразования выделяются многообразные полуболотные, заболоченные и луговые почвы, в которых гидроморфизмом затронута лишь нижняя часть профиля.

Естественно, с гидроморфизмом связано часто формирование солончаков, солонцов, солодей, псевдоглеев и других почв, однако систематически они рассматриваются самостоятельно, поскольку

ведущими процессами для них являются иные. В качестве собственно гидроморфных почв рассматриваются, таким образом, мангровые, маршевые, аллювиальные и болотные почвы.

4.3. Мангровые почвы

Мангровые почвы — это своеобразный и весьма специфичный экологически почвенный тип, связанный с океаническими побережьями тропического пояса и формирующийся в полосе приливов в подходящих для поселения мангровой растительности условиях защищенных от прибоя низменных побережий, часто в дельтах рек.

Мангровые леса в своем типичном выражении образуют по направлению от моря к берегу четко выраженные полосы разных видов растений (рис. 6). Первую от моря полосу с наиболее глубоким приливом (до 2—3 м) составляет ризофоровая мангрова, деревья которой (*Rhizophora mucronata* в Тихом и Индийском океанах и *Rhizophora mangle* в Атлантическом) имеют мощные ходульные корни, полностью обнажающиеся во время отлива. Во втором поясе пневматофоровой мангровы деревья более низкие (многие виды *Avicennia*, *Sonneratia*, *Bruguiera* и других родов) и имеют на корнях идущие вертикально вверх отростки — пневматофоры, служащие для корневого дыхания, которые также обнажаются во время отлива. Наконец, третий пояс представлен низкорослыми зарослями кустарниковой пальмы *Nipa fruticans* и болотного финика.

Для мангровых зарослей характерна обильная фауна: различные моллюски, крабы и другие ракообразные, многочисленные черви, специфические мелкие рыбки, зарывающиеся в ил и прыгающие по ходульным корням и пневматофорам деревьев во время отлива.

Для экологии мангров характерны: 1) периодическое дважды в день затопление поверхности во время приливов морской водой и дважды в день освобождение от воды во время отливов; 2) по-

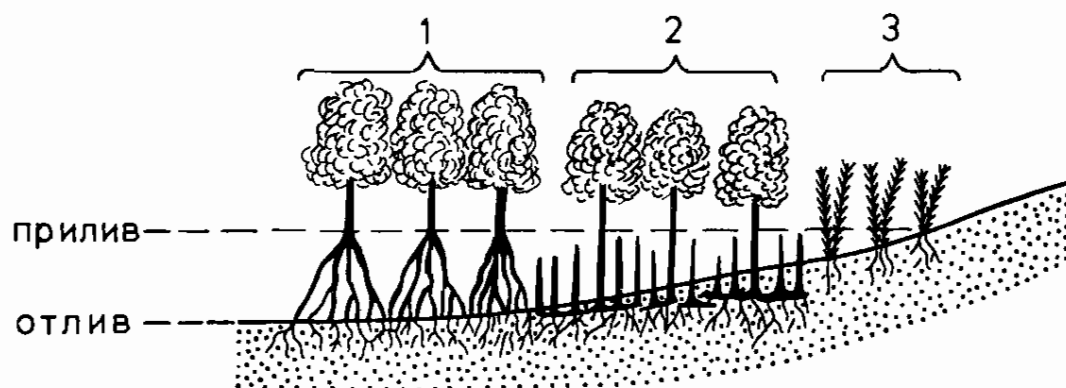


Рис. 6. Мангровый лес:

1 — ризофоровая мангрова (*Rhizophora mucronata*, *R. mangle*); 2 — пневматофоровая мангрова (*Avicennia* sp., *Sonneratia* sp., *Bruguiera* sp.); 3 — пальмовая мангрова (*Nipa fruticans*, *Phoenix paludosa*)

стоянная обводненность илистого грунта — почвы; 3) постоянное высокое содержание морских солей в почве и насыщающей ее воде, но меньшее, чем в морской воде, благодаря опресняющему действию приходящих сюда с берега грунтовых вод; 4) постоянно высокая температура тропического пояса.

Формирующиеся в описанных условиях мангровые почвы специфичны прежде всего в том отношении, что они не имеют профиля в обычном понимании, а представлены лишь единым генетическим горизонтом АС — это сплошной илистый вязкий слой темно-серой окраски, «соленая морская грязь». Характерна постоянная биотурбация почвы в результате жизнедеятельности обильной фауны, ведущая к интенсивной гомогенизации всего биогенного слоя.

Почва обогащена элементами минерального питания: здесь много азота (в аммиачной форме), фосфора, калия, кальция, магния, микроэлементов. Это область активного роста суши в сторону моря, где откладывается приносимый с побережья глинистый аллювий, перерабатываемый морскими приливами и биологической деятельностью мангров. Много сюда поступает и органического вещества с аллювием и в результате собственного круговорота углерода. Почвы мангров содержат 5—10% органического вещества, преимущественно гуматного состава.

В результате постоянного насыщения водой и обилия органического вещества при высокой температуре интенсивно идут восстановительные процессы; в среде присутствует свободный сероводород, при достаточном количестве металлических катионов дающий нерастворимые сульфиды (темный цвет почвы связан не только с гумусированностью, но и с присутствием сульфидов металлов и гидроксидов марганца). Реакция почвы нейтральная или слабощелочная, обусловленная высокой соленостью почвенного раствора и обилием катионов в среде.

Мангровые почвы составляют ценный земельный фонд, в частности для рисосеяния. По многим побережьям они давно освоены человеком, особенно в крупных дельтах рек, где на месте мангров уже давно существуют рисовые поля, занимающие многие миллионы гектаров. Освоение мангровых почв довольно простое, хотя и трудоемкое. Нативная технология сводится к следующему: обвалованием от моря отделяется участок мангрового леса; после его высыхания (мангровый лес не может существовать без постоянного прилива и быстро погибает) лес выжигается и участок раскорчевывается и распахивается; сразу же сеется рис при затоплении дождевой водой. Почва промывается при этом в течение одного-двух сезонов в условиях постоянного оттока высоко стоящих грунтовых вод и становится опресненной. Одновременно почва сильно подкисляется, прежде всего в результате окисления сульфидов: рН при этом может упасть с 7,5 до 2,5—3,5.

4.4. Маршевые почвы

Маршевые почвы — это тоже своеобразные субаквальные почвы дельтовых плавней и приморских и озерных маршей, занятых преимущественно тростниковой (включая папирус, лотос) растительностью. Они распространены в бореальных, суббореальных и субтропических поясах и экологически сходны с мангровыми почвами, будучи подвержены периодическому воздействию приливных или нагонных вод. Различают пресноводные и солоноводные марши. Первые формируются по побережьям пресных озер (например, большие пространства вокруг озера Виктория в Африке), вторые — соленых озер и морей. Плавни в дельтах рек в значительной мере опреснены, хотя также имеют некоторую соленость, увеличивающуюся по мере приближения к морю, как например, плавни Волги, Кубани, Дуная.

Маршевые почвы иногда объединяют с болотными, соответственно показывая их на картах, хотя это не вполне строго. Самостоятельность маршевых почв определяется их водным режимом (практически постоянное затопление) и отсутствием профиля: как у мангровых почв, у них есть лишь один горизонт АС, обогащенный гумусом, восстановленными соединениями.

Освоенные маршевые почвы постепенно разделяются на два горизонта — верхний гумусовый и нижний глеевый, постепенно эволюционируя в болотные, лугово-болотные и луговые почвы по мере роста дренированности. Такое происхождение имеют почвы полейдеров Северной Европы. При дренировании и окислении они часто превращаются в «кошачьи глины», названные так благодаря ярким соломенно-желтым пятнам ярозита (сульфат железа), разбросанным по фону сизой оглеенной почвенной массы. Соответственно при окислении из нейтральных и слабощелочных они становятся сильноокислыми (рН до 2,5—3,5).

Вследствие неустойчивости гидрологического режима речных дельт и побережий в маршах характерна довольно большая пестрота почвенного покрова: чередование типичных илистых однородных маршевых почв с торфяниками, каменистыми пространствами (кник-марши Северной Европы), солончаками.

4.5. Аллювиальные (пойменные) почвы

Большая группа аллювиальных почв формируется на пойменных террасах речных долин. Пойму имеют практически все реки. Чем крупнее река, тем шире у нее пойма, хотя имеются и исключения, связанные с общей географией земной поверхности. Поймы рек занимают около 3% площади суши земного шара. Пойменная терраса — самая низкая и молодая в системе террас речной долины, ежегодно в паводковый период заливаемая полой водой. Паводковый период у разных рек, в зависимости от характера питания реки, может быть связан со снеготаянием в бассейне реки,

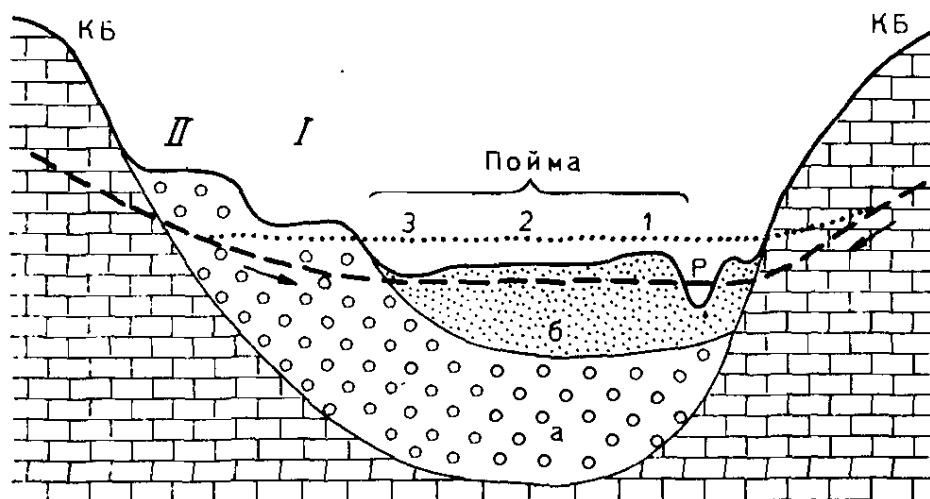


Рис. 7. Схема строения речной долины:

1 — прирусловье; 2 — центральная пойма; 3 — притеррасье; I и II — первая и вторая надпойменные террасы; КБ — коренной берег; Р — русло реки; а — древний аллювий; б — современный аллювий; пунктиром показан уровень грунтовых вод в меженный период; точками — уровень паводковых вод

с таянием ледников в истоке, с муссонными ливневыми дождями, но обычно в то или иное время он есть у всех рек. У зарегулированных рек время и высота паводка полностью регулируется человеком путем накопления воды в водохранилищах и постепенных пусков. В речной пойме имеют место два специфических процесса — поемный и аллювиальный.

Поемный процесс — это периодическое затопление почв пойменной террасы паводковыми водами. *Аллювиальный процесс* — это накопление речного аллювия в результате оседания на поверхности пойменных почв твердых частиц из паводковых вод. В результате аллювиального процесса на поверхности поймы идет ежегодное отложение аллювия, немедленно вовлекаемого в почвообразование. Поэтому аллювиальные почвы постоянно растут вверх, получая систематически новые порции почвообразующей породы.

Важно подчеркнуть, что неперенным фактором аллювиального почвообразования являются грунтовые воды.

Во всякой развитой пойме можно различить три существенные части: прирусовая приподнятая часть или прирусовый вал, центральная наиболее выровненная часть поймы и притеррасное понижение (рис. 7). Ширина прирусловой поймы обычно небольшая, составляющая у малых рек 20—50 м, но у крупных рек может достигать нескольких километров. Центральная пойма имеет, как правило, наибольшую ширину, достигая иногда нескольких десятков километров. Поскольку русло реки постоянно меандрирует, то части поймы могут во времени и пространстве меняться местами, что приводит к большой неоднородности и слоистости аллювиальных отложений, чередованию по вертикали песков и глин.

При разливе реки в половодье наибольшая скорость потока создается в прирусловой части поймы. Соответственно в прирусловье откладывается наиболее грубый галечниково-песчаный аллювий. В центральной части поймы аллювий более тонкий, пылевато-суглинистый. В притеррасном же понижении, обычно занятом

болотом с высокостебельной растительностью, скорость потока минимальная, и здесь откладывается наиболее тонкий глинистый органоминеральный аллювий.

В период межени грунтовые воды, дренируемые рекой и выклинивающиеся в пойму с коренного берега, в приустьевые опускаются относительно глубоко и не влияют на почвообразование. В центральной пойме они находятся неглубоко и захватывают своим влиянием нижнюю часть профиля, обуславливая развитие типичного гидроморфно-аккумулятивного почвообразования, а в притеррасье происходит выклинивание идущего с водораздела грунтового потока и вода стоит на поверхности, вызывая заболачивание.

Пойма является геохимическим барьером для многих веществ, приносимых грунтовыми водами с водораздельных пространств: из гумусовых вод здесь выпадают органические вещества и кремнезем, из железистых — оксиды железа и марганца, из гидрокарбонатных — известь и гипс, из соленых — гипс, сульфат и хлорид натрия.

В верхнем течении реки аллювий наиболее грубый, песчаный. Грунтовые воды здесь свободно дренируются руслом реки. В среднем течении река в межень дренирует грунтовые воды, а в половодье подпирает их. В нижнем течении грунтовые воды часто не имеют оттока и не дренируются рекой, а подпираются ею. Поэтому постепенно вниз по течению условия дренажа в пойме ухудшаются, замедляется скорость потока и возрастает минерализация речных и грунтовых вод, растет тенденция к заболачиванию и засолению.

Особую роль в речных долинах играют дельтовые области, имеющие огромную площадь (Обь — 4000 км², Дунай — 5640, Амударья — 9000, Волга — 19 000 км²). Вследствие естественного развития дельтово-аллювиального процесса, накопления в дельтах огромных масс аллювия дельты постоянно мигрируют, смещаясь в сторону на десятки и сотни километров. Так, весь северный Прикаспий сложен древними дельтами Волги, Урала, Терека, которые неоднократно меняли свое положение. Каракумы созданы древними дельтами Амударьи, смещавшимися от Каспия до Арала. До 1000 км известно смещение дельты Хуанхе.

Для аллювиального почвообразования в поймах и дельтах рек характерен ряд экологических особенностей, связанных с общей биогеохимией этих специфических ландшафтов суши, среди которых необходимо отметить следующие:

- формирование аккумулятивной, наносной, переотложенной коры выветривания за счет подвижных продуктов выветривания и почвообразования, поступающих со всей площади водосбора в пойму реки в виде механических и химических осадков как из полых вод при паводках, так и из выклинивающихся в пойме грунтовых вод;

- накопительный, аккумулятивный баланс почвообразования: с речным аллювием и из грунтовых вод в пойму поступают и аккумулируются в аллювиальных почвах глинистые минералы, гумус,

CaCO₃, соединения P, K, N, Fe, Mn, микроэлементов, в соответствующей геохимической обстановке водорастворимые соли;

— поемный амфибиальный водный режим при периодическом затоплении поверхности и постоянном участии грунтовых вод в почвообразовании;

— уравновешенный тепловой режим благодаря высокой обводненности: в жарких аридных районах в поймах прохладнее, а в холодных северных районах в поймах теплее, чем на окружающей территории;

— постоянное омолаживание почвы в результате систематического вовлечения в почвообразование новых порций свежотложенного аллювия, сопровождаемое ростом почвы вверх;

— развитие почвообразования одновременно с осадконакоплением и формированием материнской породы;

— гидроморфизм почвообразования при проточном водном режиме в приустьевье и центральной пойме;

— преобладание окислительной обстановки в основной части поймы вследствие насыщенности паводковых вод кислородом и поступления окисленных соединений с наилком;

— высокая биогенность среды на фоне высокой обеспеченности биофильными элементами при постоянном пополнении их запаса; согласно Г. В. Добровольскому, поймы и дельты рек — это области наибольшей плотности жизни, включая флору и фауну.

Соответственно отмеченным экологическим особенностям и прежде всего высокой обеспеченности водой и элементами минерального питания почвенный покров пойм и дельт обладает высоким потенциальным плодородием. В природных условиях в поймах рек развиваются высокопродуктивные травяные луга, иногда сменяемые пойменными (тугайными) лесами. Однако в разных частях поймы природная растительность различна: в приустьевье это обедненные ксерофильные, часто псаммофитовые луга и кустарники (ивняки); центральная пойма — это наиболее продуктивные заливные луга; в притеррасье формируются осоково-тростниковые, черноольховые и другие низинные болота.

Почвенный покров речных пойм очень пестрый, сложный, мозаичный в связи с постоянным меандрированием речного русла и миграцией различных частей поймы. Отсюда широкое распространение полициклических, погребенных почв. Разнообразие вносится и разнокачественностью речного аллювия в поймах разных рек, его разным возрастом.

Среди большой группы аллювиальных почв в современной советской систематике различаются следующие типы:

I подгруппа типов — аллювиальные дерновые почвы

Тип 1 — аллювиальные дерновые кислые (слоистые примитивные, слоистые, типичные, оподзоленные)

Тип 2 — аллювиальные дерновые насыщенные (слоистые примитивные, слоистые, типичные, остепняющиеся)

Тип 3 — аллювиальные дерновые карбонатные (опустынивающиеся)

II подгруппа типов — аллювиальные луговые почвы

Тип 4 — аллювиальные луговые кислые

Тип 5 — аллювиальные луговые насыщенные

Тип 6 — аллювиальные луговые карбонатные

Тип 7 — аллювиальные лугово-болотные

III подгруппа типов — аллювиальные болотные почвы

Тип 8 — аллювиальные иловато-перегнойно-глеевые

Тип 9 — аллювиальные иловато-торфяные

Аллювиальные дерновые почвы — это почвы прирусловой поймы, преимущественно песчаные, слоистые, слабо переработанные почвенной фауной и корневыми системами растений. Отсюда их старое название «пойменные слоистые» почвы. В типичном выражении они имеют профиль А-С со слабо развитым гумусовым горизонтом, содержащим 1—3% гумуса. В меженный период они имеют лишь атмосферное водное питание при глубоких грунтовых водах. Эти почвы могут быть кислыми, насыщенными или карбонатными в зависимости прежде всего от зонального положения и степени промывания атмосферными осадками. В связи с песчаным составом и низкой гумусированностью они имеют невысокую емкость катионного обмена (10—15 мг-экв/100 г) и низкую буферность. Это наименее развитые и наименее плодородные почвы поймы.

✓ *Аллювиальные луговые почвы* формируются в центральной пойме при атмосферно-грунтовым водным питанием в меженный период. Высокопродуктивная разнотравно-злаковая луговая растительность развивает на этих почвах мощную корневую систему, охватывающую большой слой почвы и интенсивно оструктурирующую почвенную массу, что вместе с растрескивающимся пылевато-суглинистым ежегодным наилком дает высокую структурность почвы в целом. Отсюда их старое название «пойменные зернистые» почвы. Профиль аллювиальных луговых почв простой, но содержит обычно много переходных по гумусированности горизонтов: Ad-A-AC-Cg. Характерна высокая гумусированность горизонта А (8—12 %), высокая емкость катионного обмена (20—30 мг-экв/100 г).

В нижней части профиля в зоне влияния капиллярной каймы грунтовых вод почвы всегда глееватые. Они часто конкреционные: содержат железисто-марганцовые или карбонатные конкреции, иногда те и другие вместе; железистые конкреции преобладают в типе кислых почв, а карбонатные — в насыщенных и карбонатных почвах.

Аллювиальные луговые почвы исключительно плодородны, причем их плодородие постоянно воспроизводится в аллювиальном и гидроморфном процессах. Они имеют оптимальную структуру и оптимальный для травянистых растений водный режим.

Аллювиальные болотные почвы — это почвы притеррасных либо старичных понижений. Почвы всегда сильно заилены, что отражено в их типовой номенклатуре. Профиль почв типичен для болотных: А(Т)-G. Пойменные болота относятся к низинному

эутрофному типу. Они богаты азотом, фосфором, другими элементами минерального питания растений. Почвы постоянно подтоплены выклинивающимися здесь грунтовыми водами.

4.6. Болотные почвы

Болотные почвы широко распространены на земном шаре в различных природных зонах, но главные площади их сосредоточены в тундре, в зонах бореальных и тропических лесов на великих водно-аккумулятивных низменностях (Западно-Сибирская, Амазонская).

Поскольку болота образуются всегда в условиях застойного избыточного увлажнения, грунтового или поверхностного, их распространение тесно связано с характером геоморфологии и общей дренированности территории. Так, М. Н. Никоновым было показано, что торфяные болота занимают 1—3% территории при моренно-холмистом рельефе, 3—10% на моренных равнинах и 30—40% на древнеаллювиальных равнинах.

Современное болотообразование охватывает всю эпоху голоцена и продолжается в настоящее время в результате заболачивания водоемов и суши. Заболачивание водоемов происходит в результате их зарастания (рис. 8) или нарастания (развития сплавины) (рис. 9) с образованием торфа разного состава соответственно стадии заболачивания. Зарастание свойственно озерным и старичным мелководьям, а также мелководьям искусственных водохранилищ. Нарастание сплавины имеет место на озерах с относительно обрывистыми берегами. При зарастании образуются низинные эутрофные и мезотрофные болота, при нарастании сплавины, как правило, — верховые олиготрофные.

Заболачивание суши происходит несколькими путями, но всегда при застойном гидроморфном водном режиме, который может создаваться атмосферными, намывными склоновыми, намывными русловыми, грунтовыми, грунтово-напорными водами.

Заболачивание водами атмосферных осадков имеет поверхностный характер и связано с превышением осадков над испарением, т. е. свойственно холодным гумидным районам субарктического и бореального поясов. Непосредственной причиной заболачивания служит застой воды на поверхности в результате развития

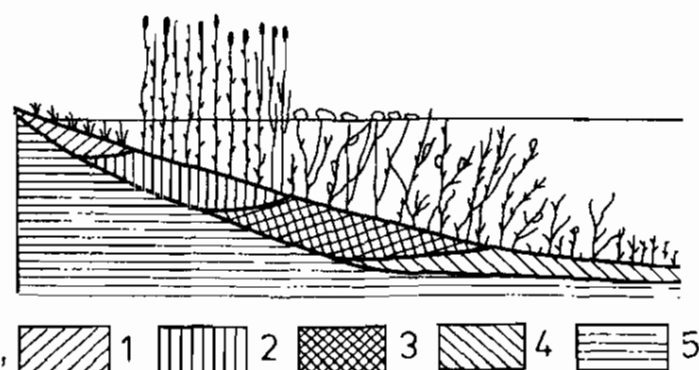


Рис. 8. Заболачивание водоема путем зарастания (по В. Н. Сукачеву, 1926): 1 — осоковый торф; 2 — тростниково-рогозовый торф; 3 — торфянистый сапропель; 4 — смешанно-водорослевый сапропель; 5 — озерный аллювий

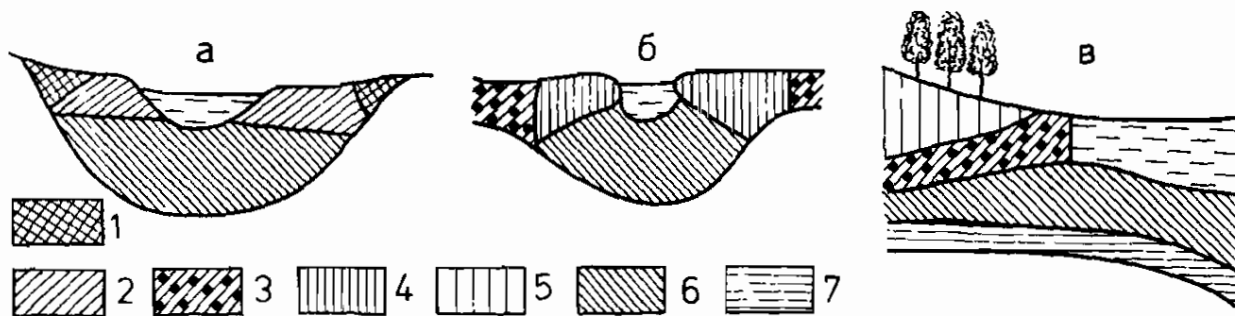


Рис. 9. Заболачивание водоема путем нарастания сплавина (по С. Н. Тюремнову, 1976):

а — в водоеме с минерализованной водой; *б* — в водоеме с мягкой слабоминерализованной водой; *в* — в водоеме с неминерализованной водой; 1 — древесно-осоковый торф; 2 — осоково-ситниковый торф; 3 — осоково-шейхцериевый торф; 4 — тростниковый торф; 5 — сфагновый торф; 6 — смешанно-водорослевый сапропель; 7 — глинистый сапропель

мерзлоты, слабой водопроницаемости почв и пород, наличия влажоемкого органического покрова на поверхности — мощной подстилки или мохово-лишайникового ковра. В том случае образуются верховые олиготрофные, реже мезотрофные болота.

Заболачивание намывными склоновыми и русловыми водами приводит к возникновению низинных или переходных болот на подножьях склонов и в речных долинах. При грунтовом заболачивании формируются низинные болота. Заболачивание может иметь место при мягких, жестких и соленых грунтовых водах. В первом случае в болотных почвах наблюдаются отложения болотной руды — больших скоплений лимонита, во втором — отложения болотного мергеля, а в третьем — водорастворимых солей.

Заболачивание почв может быть следствием изменения гидрологического режима деятельностью человека. Наиболее распространенные примеры таких явлений: заболачивание вырубок во влажно-лесном поясе при снятии транспирационной функции леса; подтопление обширных пространств вокруг водохранилищ и открытых земляных каналов в результате инфильтрации и подъема уровня грунтовых вод; заболачивание орошаемых полей в результате избыточных поливов при отсутствии искусственного дренажа.

По характеру водного питания и обеспеченности элементами минерального питания болота делятся на верховые (олиготрофные), переходные (мезотрофные) и низинные (эутрофные). *Верховые болота* возникают на водораздельных пространствах в результате атмосферного переувлажнения или нарастания сплавина на озерах. Их характеризует бедность элементами минерального питания растений, кислая реакция среды, преимущественное развитие сфагновых мхов. *Переходные болота* образуются путем смешанного заболачивания и имеют атмосферно-грунтовый тип питания. Соответственно они имеют переходные характеристики. *Низинные болота* формируются при грунтовом увлажнении или зарастании озер. Они богаты элементами минерального питания

растений, имеют нейтральную реакцию среды, отличаются аккумуляцией соединений железа, извести, солей. Это типичные представители аккумулятивных ландшафтов, являющихся геохимическими барьерами для многих веществ.

Для болотообразования и формирования болотных почв характерны два сопряженных процесса — торфообразование в верхней части профиля и оглеение в нижней. Соответственно профиль болотных почв обычно имеет простое строение Т (А)-G.

Торф — это продукт специфической трансформации мертвого органического вещества в условиях анаэробнозиса, когда происходит накопление промежуточных продуктов распада органических соединений и их консервация. По составу торф может быть древесным, древесно-осоковым, древесно-моховым, осоковым, зеленомоховым, сфагновым. Соответственно меняется его биохимический состав, связанный с составом растений-торфообразователей (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Содержание углеводов в растениях-торфообразователях, % на сухое органическое вещество

Растения	Целлюлоза	Углеводы, легко- гидролизуемые 2%-ной HCl
Древесные	45—59	20
Травы	25—32	40
Мхи	15—18	60
Лишайники	2—5	90

Существенно изменчива зольность торфов. Для верховых торфов она составляет (в %) 0,5—3,5 при pH 2,8—3,6; для переходных — 4—7 при pH 3,6—4,8; для низинных — 5—18 при pH 5—7. При наличии минеральных примесей зольность торфа может возрасть до 20—30%. Встречаются торфа с высоким содержанием извести или лимонита.

Степень разложенности торфа имеет существенное значение для его характеристики как природного ресурса. Она может быть определена чисто морфологически либо количественно на основании измерения соотношения между разложившимся материалом и сохранившим строение растительными остатками. Степень разложенности торфа можно определить и по показателю его гумификации (ПГТ), который вычисляется путем умножения содержания гуминовых кислот в торфе ($C_{тк}$, %) на показатель их оптической плотности $E_{4,65}^{0,001\%}$ (Д. С. Орлов, Т. А. Горелова):

$$\text{ПГТ} = C_{тк} E_{4,65}^{0,001\%}.$$

Соответственно этому показателю степень гумификации торфа может быть выражена как

очень низкая <0,5
 низкая 0,5—1,5
 средняя 1,5—2,5

высокая 2,5—3,5
 очень высокая 3,5—4,5

При торфообразовании наблюдается обеднение торфа зольными элементами по сравнению с их содержанием в растениях-торфообразователях верховых болот. В низинных же и переходных болотах имеет место обратная картина за счет дополнительного поступления элементов в торф с грунтовыми водами (табл. 3).

Избыточное атмосферное (при низком испарении) или грунтовое увлажнение болотных почв усугубляется высокой вододерживающей способностью торфа, которая может превышать

Т а б л и ц а 3. Изменение химического состава при торфообразовании (В. Н. Ефимов, 1961): % на сухую массу; в числителе для растений, в знаменателе для торфа

Тип торфа	Сырая зола	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
Верховой	3,8	1,95	0,21	0,25	0,38	0,28	0,19
	1,5	0,63	0,13	0,19	0,21	0,07	0,11
Переходный	4,7	2,12	0,29	0,37	0,49	0,29	0,25
	4,9	1,72	0,82	0,92	0,54	0,16	0,32
Низинный на известковом туфе	5,8	1,77	0,30	0,40	1,32	0,52	0,27
	30,9	2,65	1,83	0,72	3,61	0,51	0,64
Низинный приморский	6,2	2,01	0,27	0,02	0,48	0,30	0,38
	22,6	7,25	0,64	1,11	7,16	1,03	1,87

1000%. В результате торф всегда перенасыщен водой, что ведет к дефициту кислорода, заторможенности биохимических процессов и биологического круговорота веществ в целом.

Торфяной горизонт в болотных почвах подстилается на той или иной глубине глеевым горизонтом. В зависимости от мощности торфяного слоя (в см) выделяются виды болотных почв:

торфянисто-глеевая <30 торфяная среднемощная . 100—200
 торфяно-глеевая 30—50 торфяная мощная >200
 торфяная маломощная . . 50—100

Среди болотных почв выделяются три типа: торфяные верховые, торфяные низинные и болотные минеральные почвы.

Торфяные верховые почвы характеризуются низкозольным сильноокислым торфом преимущественно слабой степени разложения. Такой торф не используется на удобрение, он не только бесполезен, но может оказаться вредным, содержа много восстановленных токсичных соединений. Однако после использования в качестве подстилки скоту или после существенной минерализации и компостирования может идти на удобрение. Большое количество такого торфа добывается на топливо.

**Т а б л и ц а 4. Химическая характеристика различных торфов, %
(по Н. И. Пьявченко, 1985)**

Группа торфа	Степень разложения	N	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Степень насыщенности основаниями
Низинный торф						
Моховая	10—25	1,6—2,6	1,5—3,0	0,05—0,4	0,03—0,2	65
Травяная	25—40	1,8—2,5	2,0—3,5			
Древесная	35—60	2,0—3,8	2,5—5,0			
Переходный торф						
Моховая	10—25	1,2—2,0	0,5—1,0	0,04—0,3	0,03—0,2	45
Травяная	20—40	1,5—2,5	0,7—1,2			
Древесная	35—60	1,6—2,8	0,9—1,5			
Верховой торф						
Моховая	5—20	0,8—1,5	0,1—0,5	0,03—0,2	0,02—0,2	25
Травяная	20—30	1,2—2,0	0,1—0,6			
Древесная	35—60	1,4—2,0	0,1—0,7			

Торфяные низинные почвы более пригодны для использования в луговодстве и земледелии при условии осуществления необходимых мелиоративных мероприятий, прежде всего осушения. Их торф характеризуется высокой зольностью, большим запасом элементов минерального питания, которые освобождаются в доступной форме при минерализации.

Болотные минеральные почвы представлены тремя подтипами: *перегнойно-глеевые почвы* с содержанием органического вещества 15—30%; *дерново-глеевые почвы* с содержанием органического вещества до 15%; *иловато-глеевые почвы*, оглеенные с поверхности. В международной номенклатуре эти почвы получили название *глейсолей*, а в СССР иногда называются *глееземами*. Это почвы низинных или переходных болот, в которых аккумуляция органического вещества не дошла до стадии торфообразования.

Торф торфяных болот — это ценный природный ресурс, используемый в промышленности и земледелии. Общие запасы торфа в мире оцениваются в 275 млрд. т, из которых около 158 млрд. т, или 57%, сосредоточено в СССР (С. А. Оленин, 1972). Около 64% всех торфяных запасов СССР находится в Западной Сибири. Ежегодно в СССР добывается около 200 млн. т (96% мировой добычи) преимущественно на топливо и частично для нужд химической промышленности. Торф с низкой степенью разложенности и низкой зольностью используется для производства кормовых дрожжей, спирта, на подстилку скоту (как хороший газо- и водопоглотитель).

Интенсивно в СССР ведется осушение болот в целях освоения болотных почв для луговодства и земледелия. При этом,

естественно, в первую очередь осваиваются низинные и переходные болота, имеющие лучшие химические показатели (табл. 4). Они требуют меньше удобрений и более просты с точки зрения осушения и регулирования водного режима, чем верховые болота. В условиях хорошо проведенной мелиорации и культурного использования мелиорированные болотные почвы дают высокие урожаи сельскохозяйственных культур и сеяных трав.

4.7. Заболоченные (полуболотные) почвы

Еще более широко, чем болотные, в природе распространены в различной степени заболоченные почвы, в которых заболачивание может быть как поверхностным, так и грунтовым. Обычно это проявляется в развитии оглеения в той или иной части почвенного профиля.

Это явление отмечено во всех природных зонах, от гумидных до супераридных и от полярных до тропических областей земного шара. В почвах гумидных зон дополнительное увлажнение и соответствующее развитие оглеения в профиле ведет к снижению почвенного плодородия, в субаридных же и аридных зонах дополнительное грунтовое увлажнение в нижней части почвы при отсутствии засоления способствует повышению ее плодородия и росту продуктивности растительности. Эта разница нашла и свое терминологическое выражение: для почв гумидных зон применяется понятие глееватости или заболоченности (полуболотные почвы), а для почв субаридных и аридных зон используется понятие «луговости», хотя по существу это одно и то же явление слабого гидроморфизма, накладывающегося на какой-то основной тип почвообразования.

✓ Особняком стоят собственно *луговые* (внепойменные) почвы, распространенные под травянистой луговой растительностью в различных природных зонах при относительно близких (1,5—2 м) пресных грунтовых водах. Гидроморфизм в них проявляется в оглеении нижней части профиля, дополнительном увлажнении всего профиля при капиллярном подпитывании корнеобитаемого слоя, повышенной гумусированности и обеспеченности элементами минерального питания растений.

Водный режим луговых почв характеризуется как переходный полупромывной — десуктивно-выпотной, причем важно присутствие именно пресных грунтовых вод.

В зависимости от зонального положения, луговые почвы довольно сильно различаются между собой по уровню потенциального плодородия, степени гумусированности, насыщенности основаниями, засоленности или солонцеватости. Наиболее плодородны они в зонах черноземных и каштановых почв.

Что касается полуболотных почв других типов, то они весьма многочисленны. Среди лесных почв гумидных и субгумидных районов выделяются типы подзолисто-глеевых (дерново-подзо-

листо-глеевых) и серых лесных глеевых почв, буроземов глеевых, красноземов глеевых, желтоземов глеевых и т. п. Среди степных и полупустынных почв аридных и субаридных районов выделяются лугово-черноземные, лугово-каштановые, лугово-коричневые, лугово-серо-коричневые, лугово-сероземные, лугово-бурые, лугово-серо-бурые почвы. Во всех этих случаях имеет место слабый гидроморфизм в нижней части профиля, проявляющийся в развитии разной степени оглеенности почвенной массы. Обычно выделяется в нижней части профиля глееватый горизонт, реже — глеевый.

Особенно широко развита заболоченность подзолистых (дерново-подзолистых) и лессивированных почв таежных лесов бореального пояса. Здесь обнаруживается вся гамма переходов между типичной подзолистой и типичной болотной почвой, причем часто в пределах одного небольшого склона. Степень заболоченности этих почв определяется по характеру оглеения — степени его выраженности и положению в профиле. Ф. Р. Зайдельман предложил степень заболоченности суглинистых подзолистых почв определять по коэффициенту заболоченности K , под которым им понимается отношение содержания Fe к содержанию Mn в почвенных ортштейнах, полученное на основе обобщения обширного экспериментального материала:

дерново-подзолистая неоглеенная	<3,
дерново-подзолистая глубокооглеенная	3—7,
дерново-подзолистая слабоглееватая	7—10,
дерново-подзолистая глееватая	10—30,
дерново-подзолистая глеевая	>30
торфянисто-подзолисто-глеевая	ортштейнов нет, интенсивное оглеение по всему профилю

Разделение болотно-подзолистых почв на подтипы в современной систематике принято на основании характеристик верхнего органогенного горизонта и проявления оглеения в профиле. При этом выделяются почвы: торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные, торфянисто-подзолистые грунтово-оглеенные; перегнойно-подзолистые поверхностно-оглеенные; перегнойно-подзолистые грунтово-оглеенные; дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные; дерново-подзолистые грунтово-оглеенные.

Разделение этих почв на виды производится по степени оглеения на поверхностно-глееватые и глеевые, профильно-глееватые и глеевые и глубоко-глееватые и глеевые.

Подобные переходные формы могут быть выделены и в зоне черноземов, где может быть прослежена гамма переходов от чернозема через лугово-черноземную, черноземно-луговую, луговую и лугово-болотную к болотной почве. То же имеет место и в других природных зонах.

Глава пятая

КРИОГЕННЫЕ ПОЧВЫ

5.1. Криогенез почв

Криогенные почвы — это обширная сборная группа различных типов почв, формирующихся в условиях криогенеза, общим диагностическим признаком которых служит наличие на той или иной глубине от поверхности в подстилающих их грунтах многолетнемерзлых слоев — «вечной мерзлоты». При этом многолетнемерзлые породы смыкаются (сливаются) в почвенном профиле со слоем сезонного промерзания-протаивания. К этой группе не относятся почвы сезонного промерзания, в том числе и длительного сезонного промерзания, если они не имеют подстилания многолетнемерзлыми грунтами. Важно подчеркнуть, что все криогенные почвы являются сезонно промерзающими с поверхности вплоть до многолетнемерзлого слоя и оттаивают в летний период до той или иной глубины, которой и определяется мощность слоя современного почвообразования (в слое многолетней мерзлоты почвообразование не идет). Этот ежегодно оттаивающий слой криогенных почв носит название деятельного слоя или слоя сезонного промерзания-протаивания.

Криогенез — это генезис (образование, развитие и эволюция) почв в условиях влияния многолетней мерзлоты.

В противоположность терминам «криогенные почвы» и «криогенез» понятия «криогенные (мерзлотные) процессы» и «криогенные (мерзлотные) явления» используются более широко и охватывают весь комплекс процессов и явлений, связанных с длительным, в том числе сезонным, промораживанием почв и грунтов. Криогенные (мерзлотные) процессы имеют место, скажем, в длительно сезонно промерзающих глее-подзолистых почвах северной тайги или в сезонно промерзающих серых лесных почвах лесостепи европейской части СССР, но это не делает такие почвы «криогенными» и не относит их к понятию «криогенеза».

В принципе криогенные почвы — это почвы высоких широт и высокогорий или, более обобщенно, почвы перигляциальных и постгляциальных областей. Однако в Азии их южная граница опускается довольно далеко в средние широты (местами до 48° с. ш.). Территория, на которой распространены многолетнемерзлые грунты и, соответственно, криогенные почвы, составляет почти 25% всей внеледниковой суши Земли и около половины площади СССР (рис. 10). Наиболее типичны они и широко распространены в арктическом и субарктическом поясах, а также в восточно-сибирской и западно-канадской частях бореального пояса; в горах они характерны для субнивальнoй и нивальной зон. В Антарктике их распространение крайне ограниченное в связи с ничтожной площадью внеледниковой суши в этом регионе. В наиболее общем виде можно сказать, что южная граница криогенных

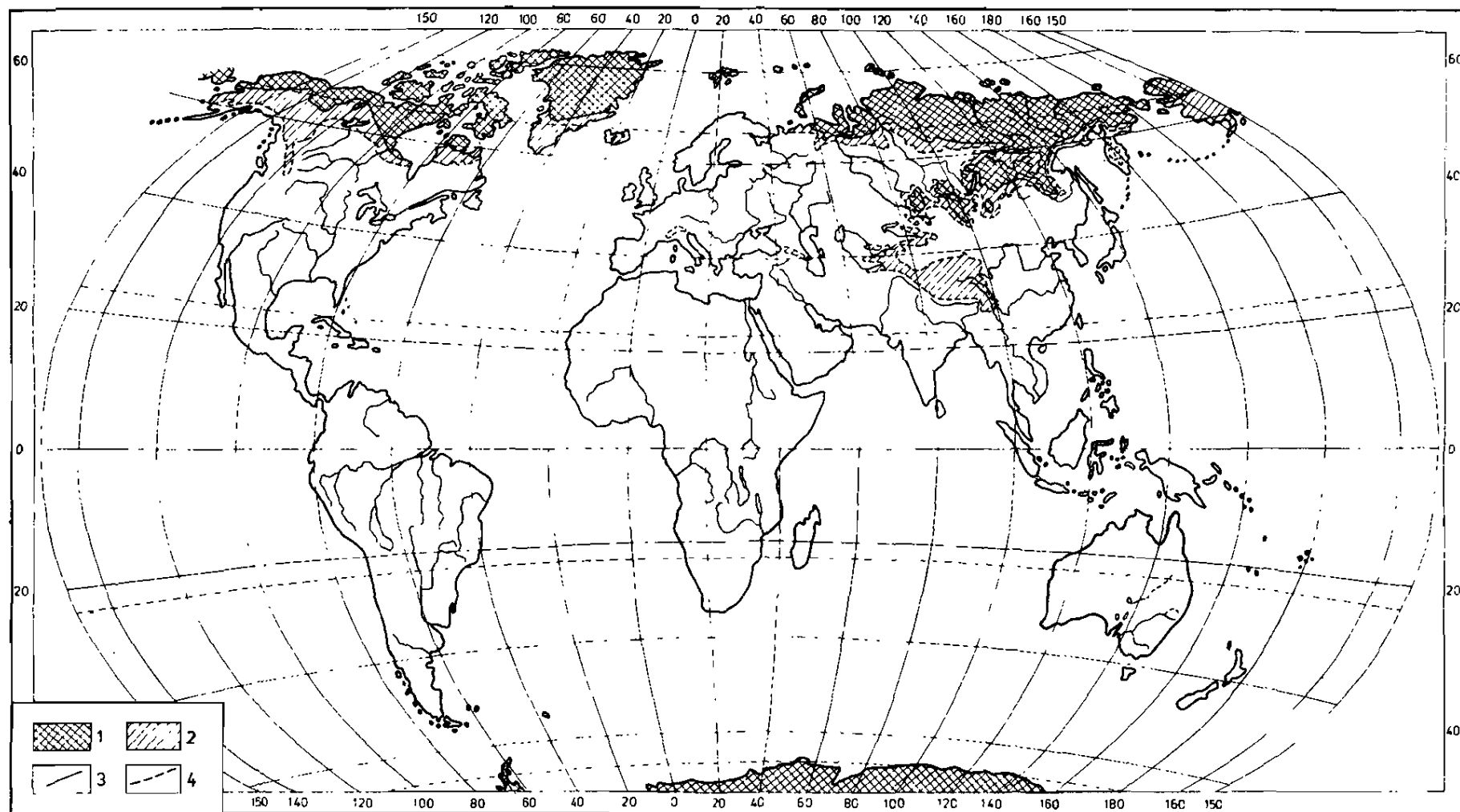


Рис. 10. Схематическая карта распространения многолетнемерзлых пород (Т. А. Гаврилова, 1981):

1 — сплошное; 2 — прерывистое; 3 — граница сплошного распространения многолетнемерзлых пород; 4 — граница прерывистого распространения многолетнемерзлых пород

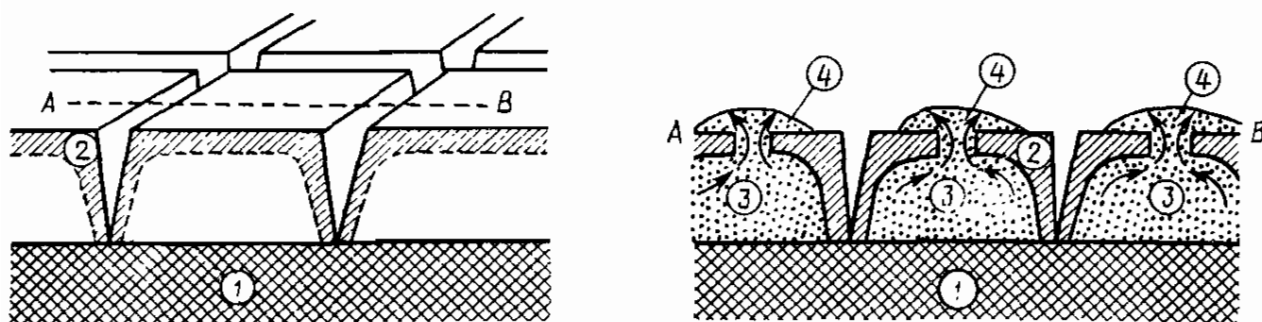


Рис. 11. Схема образования глинистых пятен (справа разрез по линии АВ): 1 — многолетнемерзлая толща; 2 — замерзающая часть грунта, образующая оболочку закрытой системы; 3 — талый, влажный, тиксотропный грунт; 4 — выдавливаемая через разрыв на поверхность часть грунта, образующая глинистое пятно (Б. Н. Достовалов, В. А. Кудрявцев, 1967)

почв проходит по нулевой изотерме средней температуры воздуха за год.

Влияние мерзлоты на почвообразование чрезвычайно много-стороннее. Оно проявляется в криогенных почвах, в частности в систематическом механическом нарушении, деформации почвенного покрова и образовании специфических форм мерзлотного нано- (микро-) рельефа, полигональности почв.

Наиболее существенные причины образования полигональных структур следующие: 1) сжатие грунтов при промерзании и оттаивании; 2) сортировка материала, выталкивание к поверхности крупных частиц; 3) развитие жил и линз подземного льда (С. П. Качурин, 1960).

При образовании криогенных форм микрорельефа (рис. 11) отмечается следующая последовательность процессов (Б. Н. Достовалов, В. А. Кудрявцев, 1967): 1) растрескивание (морозобойное или вследствие усыхания) тонкодисперсных грунтов, слагающих слой сезонного протаивания; 2) промерзание сезонно-талого слоя и, как следствие этого, образование закрытых систем, окруженных замерзшей частью грунта; 3) развитие в закрытых системах напряжений, деформаций, а иногда и разрывов. Эти процессы приводят к появлению многообразных полигональных форм микрорельефа: «пятнистые тундры», «пятна-медальоны», «каменные венки», «котлы кипения» и др.

Кроме пятнистых форм микрорельефа большое распространение в Субарктике имеют бугорковатые и бугристые образования, происхождение которых связано с процессами пучения.

Пучением грунтов называется неравномерное увеличение их объема при промерзании, происходящее как за счет увеличения объема имевшейся в грунте воды на 9% при ее кристаллизации, так и вследствие замерзающих новых объемов воды, мигрирующих извне в рассматриваемый объем грунта и к фронту промерзания. В песчаных грунтах влага накапливается в незначительных количествах, поэтому пучению они практически не подвергаются. И, наоборот, в суглинистых и особенно глинистых почвогрунтах миграция воды к фронту промерзания и ее последующее рас-

ширение происходят достаточно интенсивно. Поэтому процессы пучения наиболее широко распространены на тяжелых грунтах в наиболее гумидных условиях.

Процессы образования бугорков и бугров пучения и соответствующего поверхностного пятнообразования осложняются в мерзлотных районах явлениями *солифлюкции* — текучестью грунта по склону. Переувлажнение почвенной толщи в период весенне-летнего протаивания приводит к тому, что деятельный слой почв приобретает консистенцию пльвуна и сползает по поверхности горизонта многолетней мерзлоты под воздействием силы тяжести. Процессы солифлюкции тесно связаны с явлением *тиксотропии*. Основную роль в образовании тиксотропной структуры криогенных почв играют гели коллоидной кремнекислоты, ее комплексные соединения с гидратами железа и алюминия и подвижными гумусовыми веществами (Ю. А. Ливеровский, 1965).

Кроме криогенных деформаций почвенного профиля за счет растрескивания и пучения, перемешивания и смещения почвенных масс в мерзлотных почвах интенсивно идут также процессы сезонной миграции влаги и растворенных в ней продуктов выветривания и почвообразования к более холодному фронту. Под влиянием градиента температур в зимний период наблюдаются восходящая миграция растворов и увеличение содержания водорастворимых веществ в более холодных поверхностных горизонтах почвы, в летний период происходит их отток вниз по направлению к мерзлой части почвенного профиля.

Влияние подстилающего многолетнемерзлого слоя проявляется также и в том, что он служит водупором, замыкающим снизу почвенный профиль, затрудняет внутрипочвенный сток, обуславливает переувлажнение и оглеение почвы, способствует накоплению в надмерзлотном горизонте гумуса и других продуктов почвообразования.

С точки зрения роли мерзлоты в увлажнении почвы важно разделять два ее типа: «льдистую» и «сухую» мерзлоту. В первом случае порода или почва (главным образом суглинистого и глинистого гранулометрического состава) содержат в больших количествах лед (до 50—70 % от объема). Именно такая мерзлота служит фактором переувлажнения почвы. В песчаных и щебнистых отложениях из-за низких запасов влаги могут наблюдаться отрицательные температуры без накопления существенных количеств льда (лишь ограниченное количество кристаллов по трещинам и порам). Эта «сухая» мерзлота обеспечивает хороший дренаж почв и не может создавать условий для их переувлажнения.

Низкие или отрицательные температуры профиля криогенных почвогрунтов определяют преобладание физического выветривания над химическим, низкую скорость разложения органических остатков. Продукты выветривания коренных пород в мерзлотных районах характеризуются обломочностью и обогащенностью слаборазложившимся органическим веществом.

Общими свойствами криогенных почв являются: 1) мерзлотный тип температурного и водного режимов; 2) низкие скорость и емкость биологического круговорота веществ; 3) оторфованность и грубогумусность органогенных горизонтов; 4) слабая дифференциация минеральной части профиля на генетические горизонты; 5) наличие в профиле признаков криогенной деформации и криотурбаций (полигональность, бугорковатость и пятнистость поверхности, морозобойная трещиноватость, криогенная дифференциация скелетного материала и т. д.); 6) криогенная оструктуренность; 7) криогенная коагуляция продуктов выветривания и почвообразования.

5.2. Арктические почвы

Арктические почвы — это хорошо дренированные почвы высокой Арктики и Антарктики, формирующиеся в условиях полярного холодного сухого климата (осадков 50—200 мм, температура июля

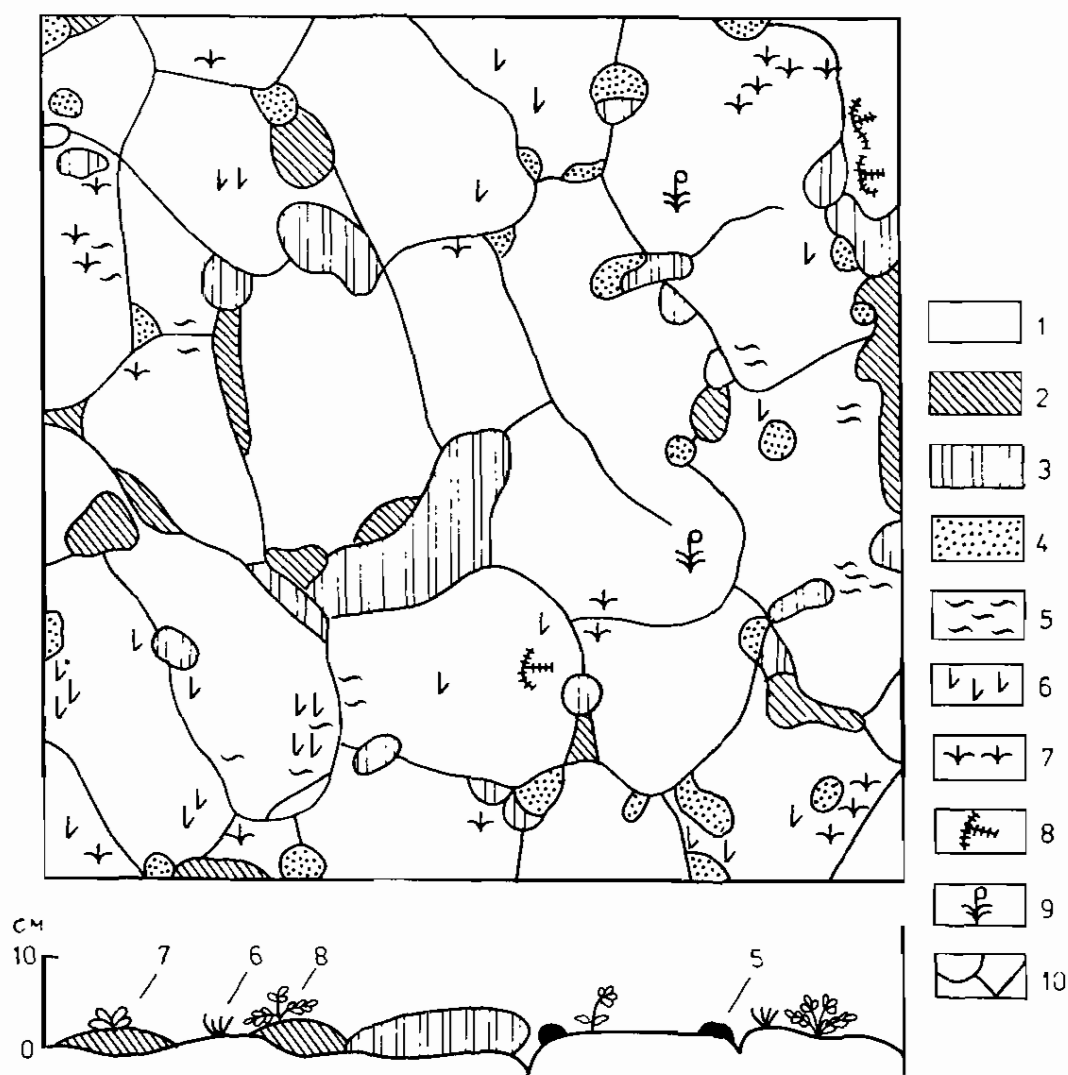
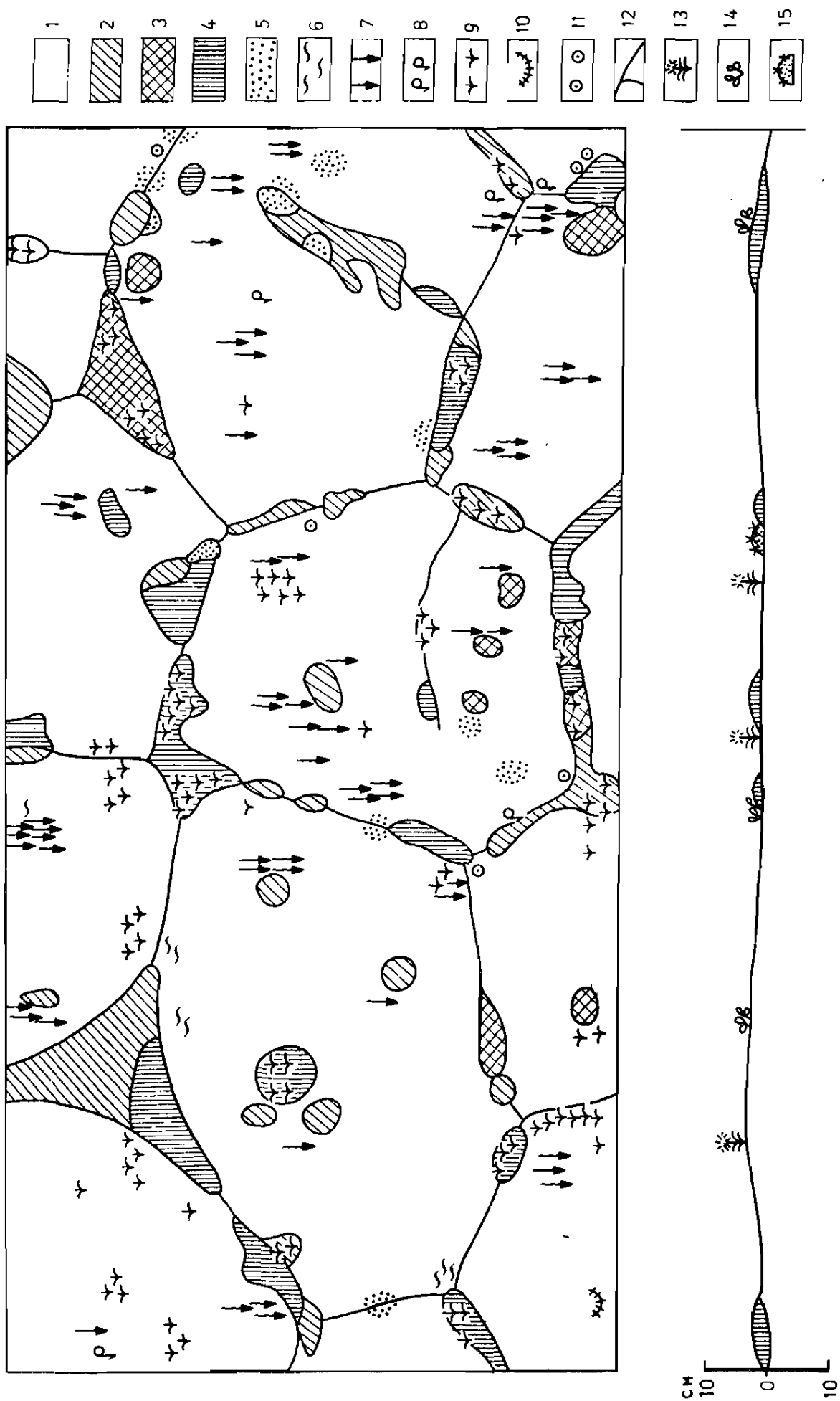


Рис. 12. Горизонтальная и вертикальная структура мохово-лишайниковой группировки с куртинно-подушечным распределением растительности. Горизонтальная проекция 1×1 м (Н. В. Матвеева, 1979):

1 — голый грунт; 2 — *Orthothecium chryssum*; 3 — *Bryum tortifolium*; 4 — *Stereocaulon rivulorum*; 5 — *Thamnolia subuliformis*; 6 — *Phippsia algida*; 7 — *Cerastium regelii*; 8 — *Saxifraga oppositifolia*; 9 — *Saxifraga cernua*; 10 — трещины, заполненные щебнем



не выше 5°C , среднегодовые температуры отрицательные — от -14 до -18°C) под водорослево-лишайниковой пленкой и подушками мхов и цветковых растений (высшие растения на водоразделах занимают менее 25% поверхности или их нет совсем) и характеризующиеся слабо развитым маломощным почвенным профилем типа А-С.

В систематику почв СССР тип арктических почв был введен Е. Н. Ивановой в 1956 г. Основанием для выделения особого типа почв в высокой Арктике послужили работы отечественных и зарубежных исследователей на островах Северного Ледовитого океана.

Арктические почвы являются характерным типом почв для арктической ландшафтно-географической зоны (ряд исследователей Севера, например Б. Н. Городков, Ю. И. Чернов, В. Д. Александрова, объединяют ее с полярно-пустынной). В Советском Союзе арктические почвы развиты на Северной Земле, Новой Земле, Земле Франца-Иосифа, на островах Де-Лонга, на Новосибирских островах, на северной оконечности Таймыра (мыс Челюскин). В Северной Америке арктические почвы типичны для части островов Канадского Арктического архипелага. Арктические почвы занимают также значительную часть Баффиновой Земли и северную часть Гренландии. М. А. Глазовская (1958) обобщила исследования, проведенные советскими и зарубежными экспедициями в Антарктиде, и выделила арктические почвы в ее оазисах (не более 0,06% территории).

Арктические почвы в современной американской классификации относятся к порядкам энтисолей и инсептисолей (пергеливые криопсамменты на песчаных отложениях и пергеливые криортенты и криохрепты на отложениях другого гранулометрического состава). В классификации почв Канады арктические почвы входят в группы криогенных регосолей и криосолей.

В Антарктике растительный покров представлен лишь накипными лишайниками и литофильными мхами; в трещинах скал и на мелкоземистом субстрате большую роль в накоплении органического вещества примитивных арктических почв играют зеленые и синезеленые водоросли. В высокоширотной Арктике, в связи с более теплым летом и менее суровой зимой, появляются цветковые растения. Однако, как и в Антарктике, большая роль принадлежит мхам, лишайникам, различным видам водорослей. Растительный покров приурочен к морозобойным трещинам, трещинам усыхания и к микродепрессиям другого генезиса. Выше 100 м над уровнем моря растительность практически отсутствует. Основные типы распределения растительной дернины — куртинно-

Рис. 13. Горизонтальная и вертикальная структура полигональной лишайниково-моховой пустыни. Размер площадки 1×2 м (Н. В. Матвеева, 1979):

1 — голый грунт со щебнем; 2 — *Aulacomnium turgidum*; 3 — *Brium tortifolium*; 4 — *Orthothecium chryseum*; 5 — *Psoroma hypnorum*; 6 — *Thamnolia subuliformis*; 7, 13 — *Phippsia algida*; 8 — *Saxifraga cernua*; 9, 14 — *Cerastium regelii*; 10 — *Stellaria edwardsii*; 11, 15 — *Draba* sp.; 12 — трещины, заполненные щебнем

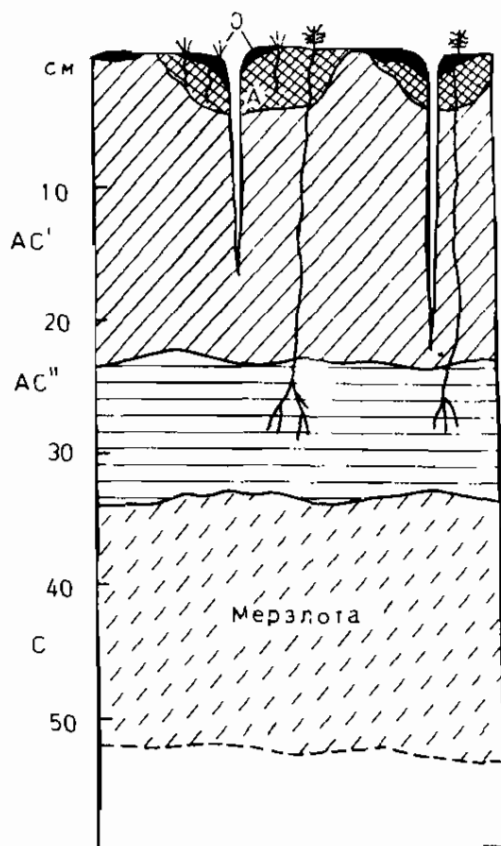
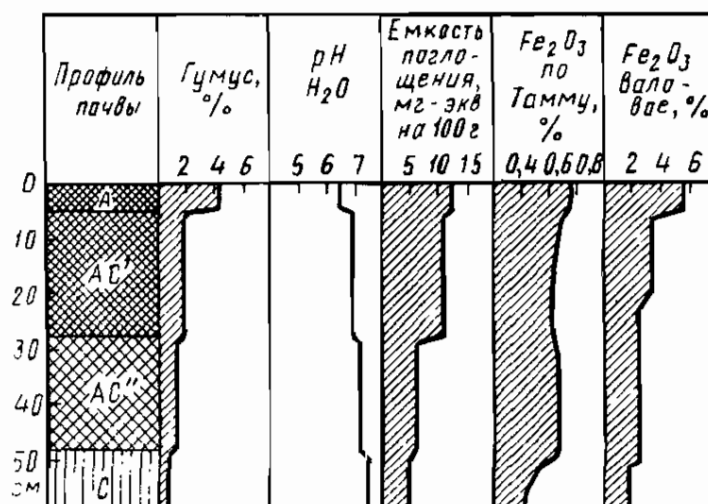


Рис. 14. Профиль арктической типичной гумусной почвы (И. С. Михайлов, 1970)

Рис. 15. Состав и свойства арктической почвы (И. С. Михайлов, 1963)



подушечный и полигонально-сетчатый (рис 12 и 13). Голый грунт занимает от 70 до 95%.

Почвы оттаивают всего на 30—40 см и на период около полутора месяцев. Весной и в начале лета профиль арктических почв сильно переувлажнен из-за застаивания влаги, образующейся при таянии почвенного льда над мерзлым горизонтом; летом почва с поверхности пересыхает и растрескивается за счет кругло-суточной инсоляции и сильных ветров.

Для профиля арктических почв характерна слабая дифференциация как по морфологии, так и по составу. Профиль состоит из горизонтов A и C (или R), иногда с переходным горизонтом AC или AR (рис. 14). Окраска верхней части профиля, как правило, коричневато-бурая и в нижней части бурая или серая. В верхней части профиля структура зернистая, в нижней — глыбистая. Верхняя корочка (3—4 см) очень пористая, особенно на пятнах голого грунта, лишенных растительности. На щебенчатых отложениях на поверхности всегда имеется слой щебня за счет вымораживания крупных обломков. Оттаивающий слой почвы разбит вертикальными трещинами.

Дифференциация арктических почв по валовому химическому составу очень слабая (рис. 15). Можно отметить лишь некоторое накопление полуторных оксидов в верхней части профиля и довольно высокий фон содержания железа, что связано с криогенным подтягиванием железа, мобилизуемого в условиях сезонной смены аэробных и анаэробных условий. Криогенное подтягивание железа («ожелезнение») в почвах арктических пустынь выражено лучше, чем в каких-либо других мерзлотных почвах.

Органического вещества в почвах на участках с растительной дерниной содержится от 1 до 4%. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот порядка 0,4—0,5, часто даже меньше.

Обобщенные материалы И. С. Михайлова (1970) свидетельствуют о том, что арктические почвы имеют, как правило, слабокислую реакцию (рН 6,4—6,8), с глубиной кислотность еще более уменьшается, иногда реакция может быть даже слабощелочной. Емкость поглощения колеблется около 12—15 мг-экв на 100 г почвы при почти полной насыщенности основаниями (96—99%). Иногда наблюдается слабый вынос кальция, магния и натрия, но он восполняется импульсацией морских солей. Свободных карбонатов типичные арктические почвы, как правило, не содержат, за исключением тех случаев, когда почвы развиваются на карбонатных породах.

Арктические почвы могут быть разделены на два подтипа: 1) арктические пустынные и 2) арктические типичные гумусные. Современный уровень изученности этих почв позволяет в пределах первого подтипа выделить два рода: а) насыщенные и б) карбонатные и засоленные.

Арктические пустынные карбонатные и засоленные почвы характерны для супераридной (осадков меньше 100 мм) и ультрахолодной части Арктики и оазисов Антарктиды. Американский ученый Дж. Тедроу называет эти почвы полярно-пустынными. Они встречаются на севере Гренландии (Земля Пири), в наиболее северной части Канадского Арктического архипелага. Эти арктические почвы имеют нейтральную или слабощелочную реакцию и солевую корочку на поверхности. Арктические пустынные насыщенные почвы отличаются от описанных отсутствием новообразований легкорастворимых солей и карбонатов в верхней части профиля.

Арктические типичные гумусные почвы характеризуются слабокислой или нейтральной реакцией, имеют несколько большие запасы гумуса, чем почвы первого подтипа, формируются под задернованными участками полигонов, солевых аккумуляций они не имеют. Этот подтип арктических почв преобладает в Советской Арктике.

Наиболее характерными чертами арктических почв следует считать следующие: 1) комплексность почвенного покрова, связанная с характером микрорельефа, полигональность; 2) укороченность профиля в связи с низкой интенсивностью почвообразовательных процессов и неглубоким сезонным оттаиванием; 3) неполнота и недифференцированность почвенного профиля из-за малой интенсивности передвижения веществ; 4) значительная скелетность вследствие преобладания физического выветривания; 5) отсутствие оглеения, связанное с небольшим количеством осадков.

Территории Арктики и Антарктики лежат вне пределов сельскохозяйственной деятельности человека. В Арктике эти районы

могут быть использованы лишь как охотничьи угодья и резерваты для сохранения и поддержания численности редких видов животных (белый медведь, овцебык, белый канадский гусь и др.).

5.3. Тундровые глеевые почвы

Тундровые глеевые почвы — это почвы, формирующиеся на многолетнемерзлых, преимущественно суглинистых отложениях в условиях очень короткого и холодного вегетационного периода (севернее июльской изотермы $+10^{\circ}$, среднегодовые температуры отрицательные: -4 — -14°C при преобладании осадков над испарением) под кустарниково(кустарничково)-лишайниково-моховой растительностью, характеризующиеся оглееным профилем типа $O(T)-(A)-(Bg)-G$. Важную роль в генезисе тундровых глеевых почв играют такие криогенные процессы, как пятнообразование, пучение, трещинообразование.

Крупнейшие русские и советские почвоведы, ботаники, географы неоднократно уделяли внимание изучению почв северных окраин нашей родины. В. В. Докучаев (1899) в числе главных почвенных зон выделил особую «бореально-тундровую» зону, считая, что должен существовать особый «полярный» тип почвообразования. Н. М. Сибирцев (1901) также выделил тундровые почвы в один из классов зональных почв.

Тип тундровых глеевых почв был введен в систематику почв СССР Е. Н. Ивановой (1956).

Тундровые глеевые почвы типичны для тундровой ландшафтно-географической зоны. Они тянутся полосой различной ширины по всей северной окраине Евразии и Северной Америки. В южном полушарии из-за отсутствия суши в соответствующих широтах тундровые глеевые почвы не распространены. В Евразии эти почвы составляют 2,7% от площади континента. В Северной Америке их доля в почвенном покрове даже выше — до 4,6%. Общая площадь их на земном шаре около 2600 тыс. км².

В тундре выделяются три подзоны: подзона южных кустарниковых (мохово-кустарниковых) тундр, подзона типичных моховых (пушицево-моховых) тундр и подзона арктических тундр. В отличие от южных и типичных тундр для арктических тундр характерна несомкнутость растительного покрова; доминирующий тип распределения растительности, как и в арктической зоне, полигонально-сетчатый.

Значительный запас мертвых растительных остатков в тундрах обусловлен замедленной минерализацией опада, бедностью бактериальной флоры, неблагоприятными почвенными температурами. В мертвом органическом веществе аккумулируется значительное количество энергии тундровых биогеоценозов. Биологический круговорот в тундрах можно характеризовать как заторможенный, застойный, с малой емкостью за счет низкой продуктивности и невысокой зольности тундровых растений.

Тундровые глеевые почвы, описанные в различных биоклиматических провинциях тундровой зоны, в зависимости от условий почвообразования могут иметь довольно существенные различия в строении профиля. В наиболее общем виде профиль тундровой глеевой почвы на суглинистых отложениях состоит из горизонта подстилки (О или ОА), гумусового или перегнойного горизонта (А или ОА/А), оглеенного переходного горизонта Вg и глеевого горизонта G. В различных подтипах тундровых глеевых почв строение профиля может существенно меняться: *тундровые глеевые гумусные почвы* имеют хорошо выраженный гумусо-аккумулятивный горизонт мощностью в несколько сантиметров, *тундровые глеевые перегнойные почвы* характеризуются буровато-коричневым мажущимся органогенным горизонтом с большим количеством полуразложившегося растительного материала, *тундровые глеевые типичные почвы* имеют только слой подстилки (тундрового войлока) из мхов и кустарничков, в *тундровых глеевых торфянистых почвах* органогенный горизонт может достигать мощности 10—20 см.

Тундровые глеевые почвы могут различаться и по характеру оглеения в профиле. В европейских тундрах оглеение чаще всего начинается с поверхности (поверхностно-глеевые почвы), в западно-сибирских тундрах оно приурочено к горизонтам смены породы по гранулометрическому составу (контактно-глеевые почвы), в восточно-сибирских тундрах оглеение часто носит надмерзлотный характер (надмерзлотно-глеевые почвы). Если глеевый горизонт развит достаточно хорошо, то почва классифицируется как глеевая, в случае наличия лишь пятен оглеения в профиле — как глееватая. Глееватые почвы типичны для северной подзоны тундр — арктических тундр.

Микроморфологические исследования тундровых глеевых почв показывают, что для органогенных горизонтов характерна сильная опесчаненность и почти незаметное в шлифах содержание илистой фракции; связующим цементом между минеральными зернами служит органическое вещество, состоящее из растительных остатков разной степени гумификации. Поверхность минеральных зерен от илстых частиц и пленок отмыта. В связи с тем, что иллювиирование ила в подстилающие горизонты не наблюдается, можно предположить, что вынос илстых частиц осуществляется боковым стоком по рыхлым органогенным горизонтам (горизонтальное надмерзлотное элювиирование).

Криогенные процессы в тундровых глеевых почвах влияют на микроструктуру глинистого вещества минеральных горизонтов, для которого характерно ярко выраженное чешуйчатое строение. Образование ориентированных глин чешуйчатой формы вероятнее всего связано с длительным замерзанием почвенной толщи, при котором вся она пронизывается кристаллами льда и глинистые частицы ориентируются вдоль этих кристаллов. При медленном оттаивании они сохраняют свою ориентацию.

В шлифах глеевых горизонтов доминирует серая окраска. По

редким порам имеются зоны окисления ржаво-бурого цвета. Горизонты плохо агрегированы, содержат мало грубых растительных остатков, нет отмытости стенок пор и минеральных зерен от глинистого вещества. Характерно накопление большого количества аморфных соединений железа, пропитывающих окисленные участки глеевых горизонтов. В них же встречаются округлые стяжения гидроксидов железа до 1 мм в диаметре.

Для типа тундровых глеевых почв характерна слабая дифференцированность профиля по распределению ила и минеральных компонентов. Факторов, которые ограничивают дифференциацию профиля, несколько. Важнейшими из них являются: мерзлотный массо- и влагообмен в профиле (перемешивание и постоянное обновление), наличие труднопроницаемых глеевых тиксотропных горизонтов, затрудненность бокового оттока элементов из-за неравномерного оттаивания мерзлоты на различных элементах нано- и микрорельефа.

Однако в тундровых глеевых почвах идет ряд процессов, которые хотя и в слабой степени, но способствуют их дифференциации. Это процессы оглеения, нисходящая миграция, криогенное подтягивание веществ из минеральных горизонтов в органогенные и наоборот и, наконец, боковой сток, интенсивно идущий по органо-генным горизонтам в период максимального оттаивания профиля.

Различия по валовому составу генетических горизонтов тундровых глеевых почв, как правило, невелики. В арктических тундрах профиль почти не дифференцирован по содержанию ила и полуторных оксидов. В подзонах типичной и южной тундр при благоприятных условиях наблюдается слабая дифференциация профиля (рис. 16).

Большинство исследователей тундровых глеевых почв отмечают преобладание крупнопылеватых и мелкопесчаных фракций в их гранулометрическом составе. Это является следствием того, что при *криолитогенезе* (преобразование различных горных пород под влиянием мерзлотных процессов) тонкозернистые продукты образуются главным образом за счет физического выветривания, химическое выветривание имеет подчиненное значение. Может иметь место и агрегация глинистых частиц, приводящая к образованию частиц размерности пыли.

В связи с слабовыраженными процессами неосинтеза глин в криогенных почвах минералогический состав тундровых глеевых почв в значительной мере унаследуется от почвообразующих пород. Как правило, среди тонкодисперсных минералов илистой фракции преобладают гидрослюды (при почвообразовании на моренных и покровных суглинках и некоторых других почвообразующих породах). Но на полуострове Таймыр и северо-западе Аляски, например, где почвообразование идет на морских темноцветных суглинках, в илистой фракции тундровых глеевых почв преобладают смешанослойные минералы и монтмориллонит.

Гумус тундровых глеевых почв характеризуется преобладанием бесцветных подвижных гумусовых веществ типа фульвокислот.

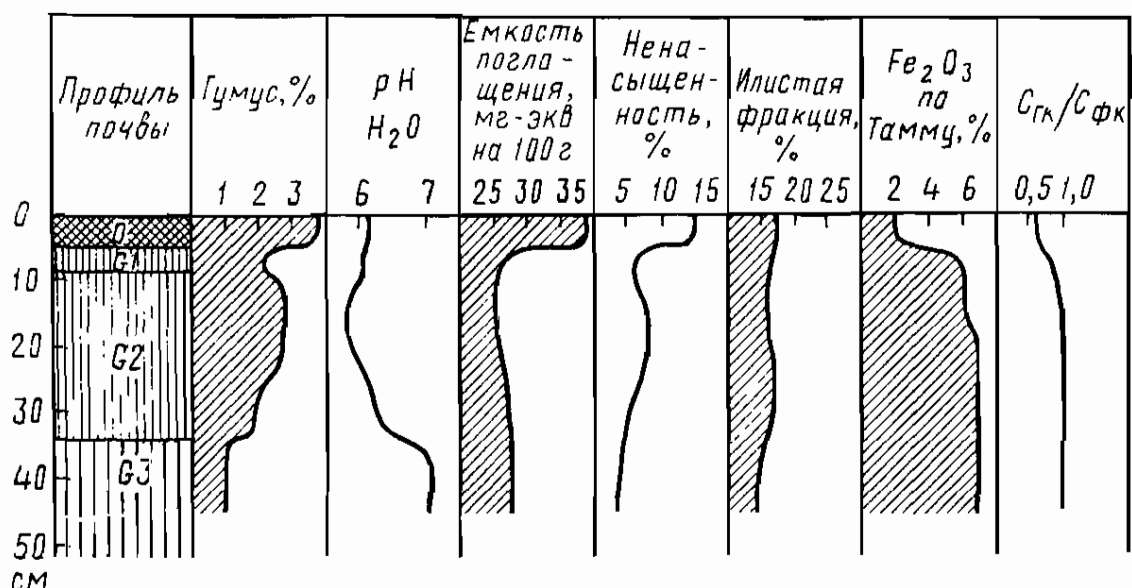


Рис. 16. Состав и свойства тундровой глеевой типичной почвы (Таймыр)

Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот колеблется в пределах 0,1—0,6. В составе гумуса преобладают фракции, связанные с полуторными оксидами; большую долю составляют неспецифические вещества (30—40%).

Подвижность гумуса приводит к пропитанности профиля тундровых глеевых почв бесцветным органическим веществом. При наличии многолетнемерзлого водоупорного горизонта гумусовые соединения механически задерживаются над мерзлотой и накапливаются в надмерзлотном горизонте профиля.

Реакция тундровых глеевых почв в различных подзонах колеблется от кислой до слабокислой, почти нейтральной. Наиболее кислыми являются тундровые глеевые почвы южных тундр и лесотундры. Весьма существенно на реакции почв сказывается характер почвообразующих пород. Так, почвы на морских суглинистых отложениях (полуостров Таймыр, например) имеют слабокислую, почти нейтральную реакцию. В непосредственной близости от морских побережий на реакцию почв влияет принос солей с моря. Например, pH органогенного горизонта арктических тундр Югорского полуострова выше, чем в минеральных, за счет приносимых солей. Обычно же в тундровых почвах органогенные горизонты значительно кислее минеральных.

Емкость поглощения тундровых глеевых почв небольшая, но степень ненасыщенности основаниями высокая, за исключением органогенных горизонтов. В связи с постоянным оглеением профиля и отсутствием выноса в тундровых глеевых почвах наблюдается высокое содержание подвижного Fe (II) (до 100 мг — FeO на 100 г почвы в вытяжке 0,1 н. H₂SO₄) и низкие ОБП от 200 до 500 мВ.

Для тундровых глеевых почв характерна высокая плотность, низкая порозность (особенно в глеевых горизонтах), слабая аэрация. Низкая фильтрационная способность глеевых горизонтов

обуславливает интенсивный боковой сток по органогенным горизонтам.

В программе Почвенной карты СССР, подготовленной Почвенным институтом им. В. В. Докучаева, тундровые глеевые почвы названы глееземами тундровыми мерзлотными. В классификации почв Канады и в системе ФАО/ЮНЕСКО эти почвы относятся к криогенным глейсолям. В современной классификации почв США тундровые глеевые почвы могут быть отнесены к различным большим почвенным группам порядков инсептисолей, моллисолой, энтисолой.

Основными чертами тундрового глеевого почвообразования, определяемыми всем комплексом биоклиматических условий, являются следующие: небольшая скорость разрушения и изменения почвообразующих пород; замедленное удаление продуктов выветривания и почвообразования из почвенной толщи; слабая дифференциация профиля по распределению ила и минеральных компонентов; оглеенность профиля; относительная замедленность разложения и синтеза органических веществ и, как следствие этого, образование грубогумусных горизонтов с значительным количеством легкорастворимых гумусовых соединений фульватной природы; существенная роль криогенных процессов в формировании морфологии и химических свойств почв.

В образовании тундровых глеевых почв большую роль играют криогенные процессы, объединяемые под общим названием «криотурбации» (морозобойное растрескивание, пучение, тиксотропное течение, криогенное оструктурирование и др.). Криотурбационные процессы в тундровых глеевых почвах определяют четко выраженную микрокомплексность почвенного покрова (рис. 17). Посто-

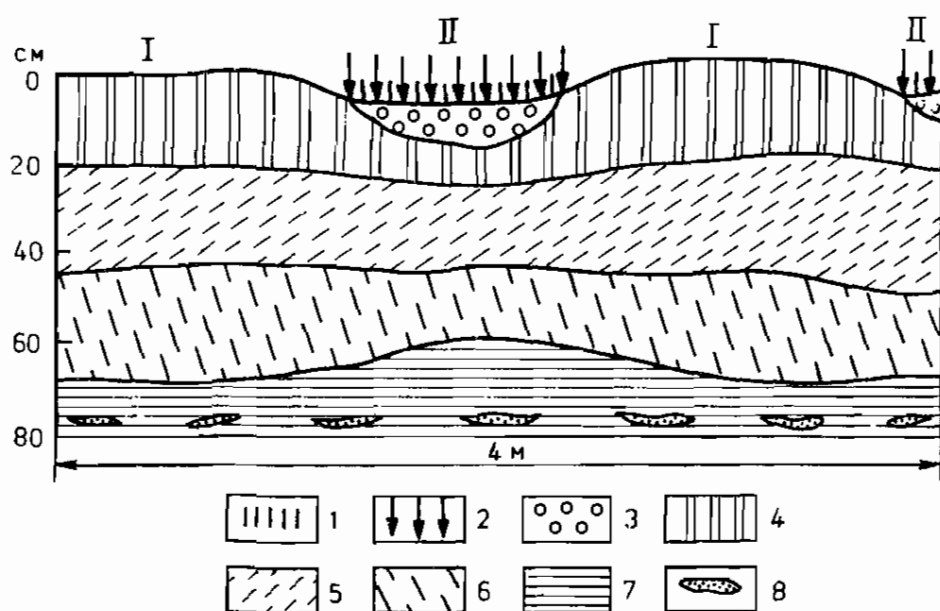
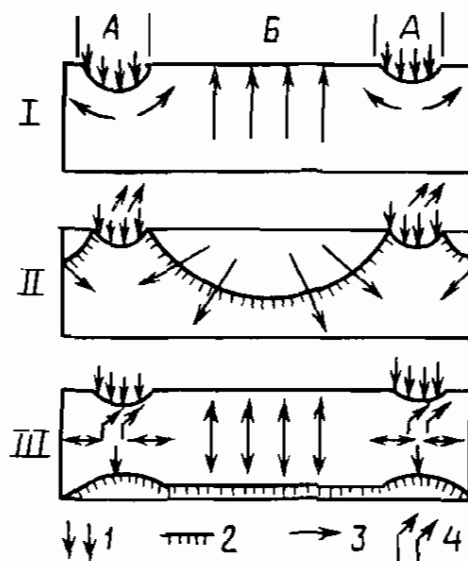


Рис. 17. Почвенный комплекс трещинно-наполюгональной дриадово-моховой пятнистой тундры:

I — пятно, лишенное растительности; II — тундровая гумусная глееватая почва понижения; I — мхи; 2 — кустарнички; 3 — гор. ОА; 4 — гор. АВ; 5 — гор. Вg1; 6 — гор. Вg2; 7 — мерзлая толщина; 8 — линзы льда

Рис. 18. Схема сезонного массо- и влагообмена в трещинно-наполюгональном почвенном комплексе тундровой гумусовой глееватой почвы (А) и пятна (Б):

I — почва мерзлая (поздняя осень, зима); II — весеннее оттаивание; III — максимальное оттаивание (конец лета); 1 — кустарничково-моховой растительный покров; 2 — уровень оттаивания мерзлоты; 3 — направление движения влаги и водорастворимых соединений; 4 — поверхностный сток или горизонтальное надмерзлотное элювирование



янная динамика микрорельефа, растительности и характера почвообразования определяет цикличность всех процессов: почва каждого элемента микрорельефа представляет собой относительно кратковременную стадию в общем криогенном цикле данного ландшафта. Большое значение имеют процессы водной миграции в почвах (рис. 18).

В районах распространения тундровых глеевых почв традиционными формами хозяйства являются оленеводство, рыболовство, охотничий промысел. В последние десятилетия появились также очаги звероводства. Биологические ресурсы тундры и лесотундры достаточно велики: здесь добывается много пушнины и рыбы, выпасается около 3 млн. домашних оленей и обитает несколько сот тысяч диких северных оленей. Поэтому основная часть территории используется как пастбища для оленя (Е. Е. Сыроечковский, 1974).

Интенсивное хозяйственное освоение Севера требует развития пригородного хозяйства: молочного животноводства, свиноводства, птицеводства, огородничества. Основой развития животноводства в суровых условиях Крайнего Севера является кормовая база. Кроме необходимого набора привозных концентратов она должна включать долготлетние культурные и улучшенные естественные пастбища, лугопастбищные севообороты, зеленый конвейер. Главным источником получения грубых, сочных и пастбищных кормов на Севере являются пойменные угодья (различные типы аллювиальных почв), однако и тундровые глеевые почвы, особенно приуроченные к южным склонам и относительно легким почвообразующим породам, могут стать резервом сельскохозяйственных угодий, необходимых для получения кормов. Урожайность сена на таких лугах может достигать 3—10 ц/га. Систематическая подкормка лугов минеральными и органическими удобрениями обеспечивает получение не менее 20—25 ц/га сена.

В тех районах Севера, где ощущается недостаток естественных луговых угодий, большую роль может сыграть возделывание многолетних трав. Травы на Крайнем Севере способны при бла-

гоприятных условиях агротехники давать урожай сена от 20 до 60 ц/га. Кроме трав наиболее распространенной в настоящее время кормовой культурой является овес (70—150 ц зеленой массы/га). Перспективными культурами могут быть также ячмень, озимая рожь, некоторые кормовые корнеплоды и клубнеплоды.

5.4. Мерзлотно-таежные почвы

Мерзлотно-таежные почвы — это почвы, формирующиеся на многолетнемерзлых породах преимущественно суглинистого гранулометрического состава в условиях холодного климата (среднегодовые температуры отрицательные ($-2 \dots -4^{\circ}\text{C}$); в экстраконтинентальных условиях до -16°C) под светлехвойной тайгой и характеризующиеся профилем типа О-ОА (А, ОВ, Вf)-Bg-C(Cg). В мерзлотно-таежных почвах идет поверхностное накопление кислого грубого гумуса, обладающего большой подвижностью, и аморфных гидроксидов железа; в них имеют место криогенные процессы миграции железа, часто оглеение, тиксотропия.

Мерзлотно-таежные почвы наиболее характерны для равнинных и горных районов Средней и Восточной Сибири и севера Дальнего Востока. Начало изучению этих территорий было положено работами Переселенческого управления (1906—1914) под руководством К. Д. Глинки. Еще в те годы принимавший участие в этих работах Л. И. Прасолов говорил о наличии особых местных черт в выделенных типах почв, хотя в целом они характеризовались как аналогичные почвам европейской части СССР — подзолистые и болотные.

Мерзлотно-таежные почвы типичны для северной и частично средней тайги в Забайкалье, Якутии, на Колыме и Чукотке. Они встречаются также в долинах южной части Аляски. Большие массивы мерзлотно-таежных почв приурочены к территории Канадского кристаллического щита: между Большим Медвежьим и Невольничьим озерами и Гудзоновым заливом, на полуострове Лабрадор. В континентальных районах Азии южная граница распространения мерзлотно-таежных почв проходит примерно по 50-й параллели, на Аляске и в центральной части Североамериканского материка по 60° , на полуострове Лабрадор опускается до 54° с. ш.

В Евразии равнинные мерзлотно-таежные почвы занимают 2230 тыс. км², т. е. примерно 4% территории; в Северной Америке 592 тыс. км², или 2,4% площади. Общая площадь горных массивов мерзлотно-таежных почв примерно 2400 тыс. км. (4,4% от территории Евразии и 0,1% — Северной Америки). На территории СССР мерзлотно-таежные почвы занимают около 200 млн. га, т. е. больше, чем почвы тундр и арктических пустынь. Мерзлотно-таежные почвы в Евразии приурочены к области сплошного и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород, в Северной Америке — к области островной мерзлоты.

Специфической особенностью климата мерзлотно-таежной области бореального пояса является то, что температуры почв самого теплого месяца года всегда ниже, чем температура воздуха. Это относится и к сумме активных температур. Отмеченное явление сближает мерзлотно-таежные почвы с криогенными почвами полярного пояса. Количество осадков в различных провинциях мерзлотно-таежных почв существенно варьирует от 200—300 до 500—600 мм, радиационный баланс — 20—125,4 кДж/(см² · год).

Мерзлотно-таежные почвы формируются преимущественно под листовенничной тайгой (лиственница сибирская и даурская) с напочвенным покровом из кустарничков (багульник, брусника, голубика и др.). Для северо-таежных редкостойных листовенничников характерны низкорослые кустарники: различные виды ивы и березы, ольховник, рододендрон, кедровый стланик.

В связи с тем, что мерзлотно-таежные почвы занимают огромные и часто труднодоступные территории, в пределах которых происходят существенные изменения условий увлажнения, характера почвообразующих пород и некоторых других природных факторов, этот тип почв в действительности представляет собой группу типов, четкое разделение которых затруднено из-за недостаточного количества данных исследований. Мерзлотно-таежные почвы разными исследователями назывались мерзлотоземами и мерзлотно-таежными светлоземами, криоземами, глееземами таежными мерзлотными, северотаежными мерзлотными, глеевыми таежными мерзлотными почвами. В Якутии выделяются также мерзлотно-таежные палевые почвы.

В настоящее время представляется возможным выделить три типа мерзлотно-таежных почв: *мерзлотно-таежные глеевые почвы*; *мерзлотно-таежные неоглеенные почвы (гомогенные криоземы* И. А. Соколов, 1980); *мерзлотные палевые почвы* (Е. Н. Иванова, 1970; И. А. Соколов, Г. М. Быстряков, 1980).

В классификации почв Канады мерзлотно-таежные почвы соответствуют порядку брюнисолей (подгруппы Cryic Eutric Brunisols, Cryic Distric Brunisols). В современной классификации США мерзлотно-таежные почвы в зависимости от характера органогенного горизонта и степени дифференциации профиля могут быть отнесены к таким порядкам, как инсептисоли, энтисоли и сподосоли.

Мерзлотно-таежные почвы при близком залегании мерзлоты (50—60 см) и достаточно большом количестве осадков имеют чаще всего оглеенный профиль.

Для Северной Якутии Е. Н. Иванова (1956) отмечает такое строение мерзлотно-таежных глеевых почв: подстилка мощностью 5—7 см, под которой сразу идет переувлажненный оглеенный горизонт Bg; ортштейнов в профиле почти нет. При малой мощности почвы нанорельеф трещинно-наполюгональный, при достаточно мощной толще суглинка — пучинно-бугорковатый.

Для Северной Колымы и Чукотки Е. М. Наумовым (1969) даны такие основные морфологические признаки оглеенных мерзлотно-таежных почв: оторфованность органогенного горизонта,

наличие оглеения и следов мерзлотного перемешивания профиля, слабая дифференциация профиля по цвету и гранулометрическому составу, наличие фрагментов погребенных органических материалов в профиле вследствие криотурбаций, тиксотропность почвы (в основном в нижней части). При пучинно-бугорковом нанорельефе органогенный горизонт состоит из подстилки и темно-коричневого перегнойно-торфянистого горизонта АТ, ниже располагается буровато-коричневый творожисто-слоеватый горизонт Bh. Сверху вниз темные тона в окраске нарастают. Возрастают также плавунность и тиксотропность. В трещине горизонт АТ имеет мощность от 18 до 50 см и переходит в бурый оглеенный и большей частью мерзлый горизонт Bg.

Минералогический состав и микроморфология мерзлотно-таежных почв изучены весьма слабо. Исследования Е. М. Наумова и Б. П. Градусова (1964) показали, что в связи с малой скоростью выветривания в условиях сурового континентального климата в мерзлотно-таежных почвах отмечается низкое содержание высокодисперсных минералов. Их состав наследуется от почвообразующей породы. Для глеевых горизонтов мерзлотно-таежных почв характерна плотная упаковка частиц.

Мерзлотно-таежные почвы характеризуются кислой или сильно-кислой реакцией, ненасыщенностью основаниями. В нижней части профиля кислотность, как правило, становится несколько меньше. Дифференциация профиля по валовому составу не выражена, но отчетливо прослеживается аккумуляция подвижных оксидов железа как по всему профилю, так и особенно в верхней его части. Содержание подвижного железа может достигать 20—25% от валового (рис. 19).

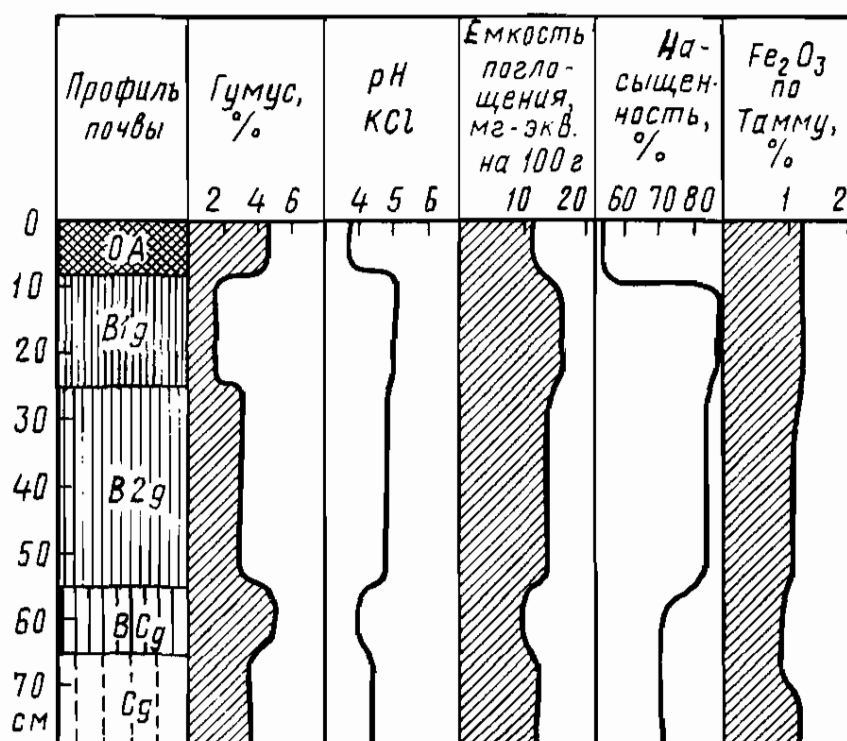


Рис. 19. Состав и свойства мерзлотно-таежной глеевой почвы (Е. М. Наумов, 1971)

Н. А. Ногина (1956, 1957) объясняет накопление подвижного железа в профиле мерзлотно-таежных почв следующим путем: образующееся в процессе внутрипочвенного выветривания свободное железо с осенне-зимними восходящими токами влаги (в сторону более низких температур) поднимается вверх и при вымораживании зимой закрепляется в профиле. Более низкие температуры в верхней части профиля объясняются резкой континентальностью климата (низкие температуры воздуха и небольшая мощность снежного покрова). Летом нисходящий ток воды, обогащенной растворимым органическим веществом и имеющей кислую реакцию, выносит продукты почвообразования и выветривания вниз. Часть их осенью возвращается наверх с восходящими токами. При равнозначности нисходящей и восходящей миграции образуются мерзлотно-таежные ожелезненные почвы, при преобладании нисходящих токов начинается оподзоливание. И. А. Соколов и Т. А. Соколова (1962) высказываются за иной путь ожелезнения профиля: образование свободных оксидов железа при выветривании на месте с их последующей коагуляцией. В целом факт ожелезнения мерзлотно-таежных почв можно считать доказанным, но его интерпретация — дело будущих исследований.

Гумус мерзлотно-таежных почв резко фульватный ($C_{гк}:C_{фк} = 0,3—0,6$); гуминовые кислоты в большинстве своем связаны с полуторными оксидами. Отношение $C:N = 32—24$. Гумус имеет потечный характер, но его максимум наблюдается в верхней части почвенной толщи с постепенным падением вниз по профилю. В надмерзлотном горизонте наблюдается второй максимум содержания органического вещества. Для органогенных горизонтов мерзлотно-таежных почв характерна карманистость, языковатость, связанная с горизонтальным надмерзлотным элювированием органических веществ и заполнением ими морозобойных трещин.

Для мерзлотно-таежных почв характерно равномерное распределение илистой фракции по профилю и однородное соотношение фракций по всем горизонтам. На щебнистых породах в горных районах по всему профилю преобладают крупные фракции 0,25—0,01 мм. Почвы среднего и тяжелого гранулометрического состава бесструктурны и практически водонепроницаемы. При распашке водно-физические свойства мерзлотно-таежных почв еще более ухудшаются. Нижние горизонты имеют листоватое сложение.

Генезис мерзлотно-таежных глеевых почв обуславливается следующими основными элементарными почвенными процессами: подстилкообразование и поверхностное накопление грубого гумуса; гумусовая мобилизация подвижного железа и последующая его миграция за счет криогенных процессов (миграция веществ к фронту промерзания или коагуляция на месте); при наличии льдистой мерзлоты в плохих условиях дренажа развивается процесс оглеения, и наоборот, при относительно хорошем дренаже может начаться процесс миграции и выноса алюможелезо-гумусовых соединений и формирование осветленного горизонта (оподзоливание). Кроме того, для мерзлотно-таежных почв, как и для

всех криогенных почв, характерны такие криотурбационные процессы, как морозобойное растрескивание, пучение, тиксотропное течение, криогенное оструктуривание.

При наличии мерзлотного нанорельефа мерзлотно-таежные глеевые почвы обычно бывают приурочены к бугоркам-повышениям, в понижениях же и трещинах между бугорками распространены болотные почвы. Сочетания почв и их мозаика в различных провинциях распространения мерзлотно-таежных почв различны. Кроме болотных почв сочетания с мерзлотно-таежными почвами могут образовывать подбуры и подзолы (на участках с более легкими и дренированными почвообразующими породами).

Мерзлотно-таежные неоглеенные почвы (гомогенные криоземы) — развиваются под редкостойной угнетенной лиственничной тайгой на самых разнообразных почвообразующих породах. В отличие от оглеенных таежных почв обязательным условием их формирования должно быть отсутствие застойного увлажнения. Этому могут способствовать активный боковой внутрипочвенный сток, обогащающий почвенные растворы кислородом, и наличие сети криогенных трещин или каменных многоугольников, создающих дополнительный дренаж.

Гомогенные криоземы имеют следующие признаки (И. А. Соколов, 1980): 1) торфянистый характер органогенного горизонта; 2) очень малая мощность профиля и высокое залегание льдистой мерзлоты; 3) обилие в минеральном горизонте неразложившихся и полуразложившихся растительных остатков за счет криотурбаций; 4) гомогенность, бесструктурность, плавунность; 5) отсутствие признаков оглеения; 6) строения профиля О-ОА-ОВ-С(D).

В отличие от глеевых почв, для которых характерно сегрегационное ожелезнение, для гомогенных криоземов типично равномерное распределение железа в профиле. При этом наблюдается достаточно высокое содержание несиликатных соединений железа.

Палевые мерзлотные почвы в отличие от мерзлотно-таежных (глеевых и неглеевых) почв формируются в условиях ультраконтинентального холодного полуаридного климата преимущественно на средних и основных породах, хотя встречаются и на кислых. Ареал их распространения занимает полосу предтундровых редколесий подзоны северной и средней тайги. Наиболее типичный растительный покров — лишайниково-кустарничковые лиственничники и заросли кедрового стланика.

Специфические особенности строения профиля палевых почв следующие (И. А. Соколов, Г. М. Быстряков, 1980): 1) наличие гумусо-аккумулятивного горизонта А; 2) метаморфический характер горизонта В; 3) отсутствие признаков Al-Fe-гумусового процесса; 4) фульватное гумусообразование без потечности гумуса; 5) высокое относительное содержание окристаллизованных соединений свободного железа при низком содержании аморфных соединений; 6) полная насыщенность основаниями (палевые нейтральные почвы) или умеренная насыщенность (кислые палевые почвы); 7) строение профиля ОА-А-Вm-С-(Cca).

Основные элементарные почвенные процессы, формирующие профиль палевых почв, следующие: обломочная ферсиаллитизация (оглинивание и ожелезнение), биогенная аккумуляция, гумусонакопление на месте, криогенное растрескивание, дегидратация и кристаллизация свободных соединений железа.

В Советском Союзе эти почвы типичны для Центральной Якутии, Анабарского плато, верховьев рек Индигирки и Колымы.

Районы распространения мерзлотно-таежных, в том числе палевых почв (как и тундровых глеевых почв) в основном являются базой оленеводства, охотничье-промыслового хозяйства, звероводства. Напочвенный покров мерзлотно-таежных почв сложен часто мхами и лишайниками (наряду с кустарниками и кустарничками), поэтому они используются как олени пастбища. Кроме того, на них располагаются большие массивы лиственничных лесов — существенных поставщиков деловой древесины.

Несмотря на суровые климатические условия, в которых формируются мерзлотно-таежные почвы, в районах их распространения получают развитие также мясомолочное животноводство, табунное коневодство (в Якутии), овощеводство закрытого и открытого грунта. Для укрепления кормовой базы животноводства, табунного коневодства и оленеводства якутские ученые кроме улучшения пойменных лугов предлагают также осваивать мерзлотно-таежные почвы низких плато и цокольных террас, где отсутствуют полигонально-жильные льды.

В районах преобладания в почвенном покрове мерзлотно-таежных почв земли для сельскохозяйственного освоения следует искать на склонах южной экспозиции и в местах, защищенных от холодных токов воздуха. При достаточном внесении удобрений и правильной системе ухода могут быть получены довольно стабильные урожаи овощей и кормовых культур (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Динамика урожайности (ц/га) основных видов сельскохозяйственных культур в колхозах и совхозах Магаданской области (И. Л. Иосифович, М. И. Татарченков, 1968)

Культура	1954 г.	1957 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.
Картофель	84	59	85	96	73
Капуста	127	162	197	290	201
Кормовые на силос	60	82	63	88	77
Однолетние травы на сено	10	17,3	14	23	14
Кормовые корнеплоды	103	166	90	174	83

5.5 Подбуры

Подбуры — это кислые выщелоченные ненасыщенные почвы с бурым (красновато- или коричневатобурым) профилем типа O-Bf(Bhf)-C, формирующиеся на массивно-кристаллических или

песчаных (щебнистых) полимиктовых породах в условиях холодного гумидного климата под тундровой или северо-таежной растительностью.

Главные процессы: накопление остаточного грубого органического вещества и подвижного дисперсного гумуса, обломочная сиаллитизация. Слабо выражены процессы оглинения и элювиально-иллювиального перераспределения органоминеральных соединений железа и алюминия и пылевато-илистых фракций. Из криогенных процессов наиболее типичны криогенная коагуляция продуктов выветривания, трещинообразование и вымораживание щебня.

Термин «подбуры» был предложен В. О. Таргульяном в 1971 г. Необходимость выделения особой группы почв на легких по гранулометрическому составу или щебнистых отложениях вызвана существенными отличиями в морфологии и свойствах формирующихся в этих условиях почв от суглинисто-глинистых почв.

При рассмотрении тундровых глеевых и мерзлотно-таежных почв были отмечены такие их особенности, как застойный водный режим, переувлажнение, преобладание восстановительных процессов в профиле. Для легких и щебнистых отложений, напротив, характерна большая водопроницаемость, наличие нисходящих токов почвенных растворов, свободный внутренний дренаж, господство окислительных процессов и отсутствие оглеения.

До введения термина «подбуры» почвы холодных гумидных районов с бурым недифференцированным профилем относились к различным типам или подтипам почв (тундровые иллювиально-гумусовые, тундровые неоглеенные, арктические бурые, субарктические бурые лесные, скрытоподзолистые и др.).

Подбуры встречаются на равнинных и горных территориях вместе с тундровыми глеевыми и мерзлотно-таежными почвами и распространены в тех же биоклиматических условиях, но на легких и щебнистых породах с богатым для выветривания резервом первичных минералов. Поскольку на имеющихся обзорных мировых картах подбуры до сих пор не выделялись, их площади можно оценить лишь весьма приблизительно (равнинные и горные аналоги в Евразии около 3% территории, или 1600 тыс. км², в Северной Америке — 12%, или 2600 тыс. км²).

Профиль подбуров имеет следующее строение: под темно-бурым или темно-серым органом-аккумулятивным горизонтом залегает бурая, коричневатая или красновато-бурая минеральная толща, постепенно светлеющая с глубиной. Характер верхнего горизонта может варьировать в широких пределах: рыхлая оторфованная подстилка, перегнойный или грубогумусный органом-аккумулятивный горизонт, реже торфянистый горизонт. В ряде случаев отмечается вымывание подвижного органического вещества в верхнюю ожелезненную часть минерального профиля (гор. Bh₁). В оподзоленных вариантах подбуров в верхней части профиля отмечаются слабые признаки осветления бурой окраски или наличие серовато-белесых пятен и линз. При некотором ухудшении дренажа за счет слабой

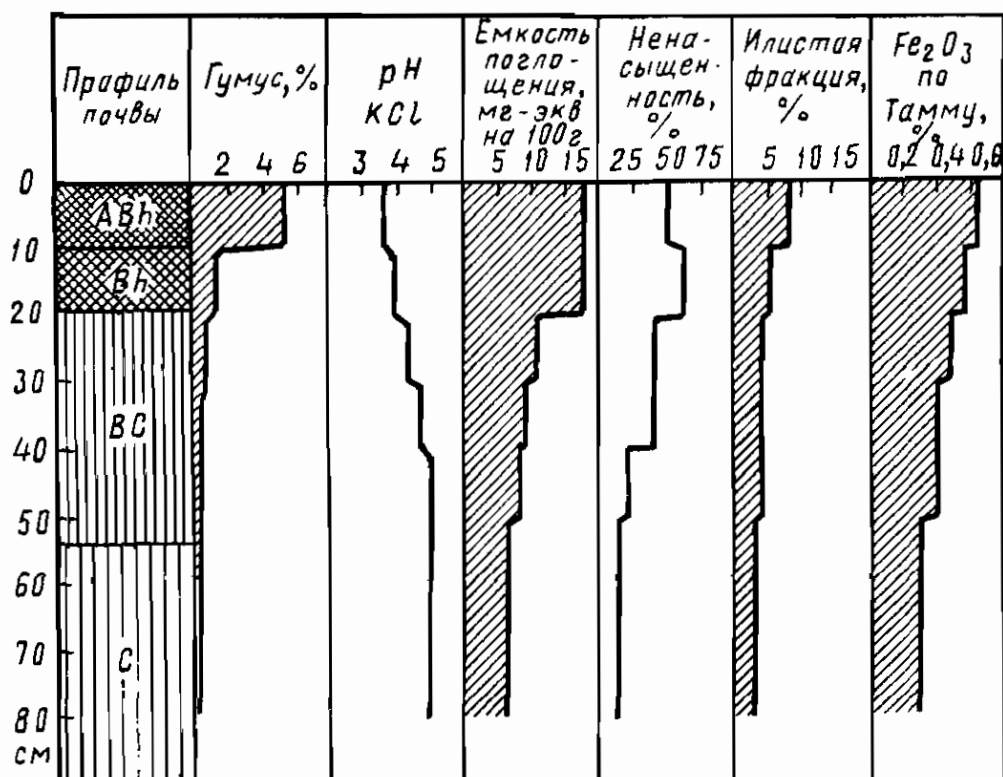


Рис. 20. Состав и свойства типичного тундрового подбюра (И. В. Игнатенко, 1979)

цементации профиля мерзлотой в надмерзлотной части профиля подбюра могут отмечаться признаки оглеения. Морфология и другие свойства нижней части профиля подбюра определяются типом почвообразующей породы.

Общими для всех подбюров являются такие признаки: кислая реакция почвы со снижением кислотности вниз по профилю; распределение органического вещества и общего количества поглощенных катионов имеет аккумулятивный характер; почвы ненасыщены в верхней и средней части профиля (рис. 20). Общее содержание ила варьирует весьма существенно в зависимости от характера почвообразующей породы, преобладает аккумулятивный тип его распределения. В распределении валового содержания и оксалорастворимых соединений железа и алюминия наблюдаются слабые признаки элювиально-иллювиальной дифференциации, особенно в подтипе оподзоленных подбюров. Верхние и средние части профиля подбюров обеднены кремнеземом.

В гумусе подбюров преобладают фульвокислоты; как в них, так и в гуминовых кислотах доминируют подвижные и агрессивные фракции, способные активно воздействовать на почвенные минералы и давать с продуктами их разрушения подвижные комплексы. Основная масса органических веществ, образующихся при разложении подстилок и корневого опада, осаждается в верхней части профиля в виде устойчивых органоминеральных комплексов, но часть их вымывается нисходящими почвенными растворами и после осаждения с железом и алюминием образует иллювиально-гумусовый горизонт.

Подтиповое, родовое и видовое разделение подбюров разработа-

но слабо. Большинство исследователей выделяют следующие подтипы подбуров: типичные, оподзоленные, сухоторфянистые, перегнойные, надмерзлотно-глееватые. Разделение на подтипы идет, таким образом, по степени дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу, по характеру органогенного горизонта, по проявлению оглеения профиля.

В классификации почв Канады подбуры могут быть отнесены к брүнисолям (Brunisolic) или к подзолам (при наличии слабого осветления верхней части профиля). По классификации почвенной службы США подбуры попадают в два порядка: энтисолей (уденты) и инсептисолей (охрепты).

Среди явлений и процессов, определяющих генетическую сущность почвообразования в подбурах, выделяются две группы: фоновые — свойственные не только подбурам, но и всем почвам холодных гумидных областей, и специализированные — типичные только для неглеевых почв этих регионов.

Общие фоновые явления — это замедленный и малоемкий биологический круговорот веществ; преимущественно поверхностное поступление отмершей растительной массы; медленная трансформация растительного опада и образование как грубого кислого остаточного органического вещества, так и кислого подвижного высокоагрессивного органического вещества, способного к миграции в профиле; интенсивное физическое и слабое химическое выветривание; коагуляция и осаждение в профиле мигрирующих соединений в результате процессов промерзания; некоторые криогенные процессы (вымораживание щебня, трещинообразование и др.).

Специфические процессы, формирующие подбуры, возникают лишь в условиях свободного внутреннего дренажа при отсутствии длительного переувлажнения почвенной толщи и при относительно богатстве пород первичными минералами. К таким явлениям и процессам относятся следующие: кислое окислительное элювирование всего профиля; сиаллитизация и слабое глинообразование, проявляющееся на общем обломочном фоне в относительном накоплении в почве алюминия и железа в виде гидроксидов, органо-минеральных соединений и глинистых силикатных минералов; внутрипочвенное элювиально-иллювиальное перераспределение кислого подвижного гумуса и связанных с ним железа и алюминия; передвижение сверху вниз суспензий тонкой пыли и ила в рыхлой порозной толще почвы.

Ареал подбуров выходит за пределы распространения многолетнемерзлых пород и, следовательно, криогенных почв. Подбуры умеренного климата не имеют в профиле таких признаков, как трещинообразование, интенсивное вымораживание щебня, надмерзлотно-глееватость. В их профиле увеличивается длительность и интенсивность процесса иллювиально-гумусового оподзоливания, что обуславливает их переход в подзолы. Поэтому в регионах, где многолетнемерзлые породы отсутствуют, доля подбуров в почвенном покрове существенно сокращается, уступая место подзолам.

Сельскохозяйственное использование подбуров в целом анало-

гично районам распространения тундровых глеевых и мерзлотно-таежных почв. В связи с тем, что это более «теплые» почвы, чем суглинистые тундровые глеевые и мерзлотно-таежные, им отдается предпочтение при выборе участков для пригородного огородничества и создания кормовых севооборотов.

Глава шестая

КИСЛЫЕ СИАЛЛИТНЫЕ ПРОФИЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ПОЧВЫ

Дифференциация почвенного профиля на две различные по гранулометрическому составу и, как правило, по минералогическому и химическому составу и комплексу свойств части, из которых верхняя более легкая, а нижняя более тяжелая, может быть результатом как педогенеза, так и литогенеза, т. е. может образоваться в процессе почвообразования на исходно однородной материнской породе либо быть унаследованной от исходно двучленной материнской породы. Такие почвы могут формироваться на различных корах выветривания (сиаллитных, ферсиаллитных, ферраллитных), в различных условиях среды (при кислой, нейтральной, щелочной реакции), при различных условиях водного и температурного режима от субарктики до тропиков, от влажных лесов до пустынь.

В данной главе рассмотрена лишь одна группа таких почв, а именно те, которые формируются в кислой среде при промывном водном режиме на сиаллитной остаточной либо переотложенной коре выветривания.

6.1. Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль

Под *элювиально-иллювиально-дифференцированным профилем* понимается почвенный профиль, сформировавшийся в педогенезе путем дифференциации исходной почвообразующей породы на генетические горизонты в результате выноса нисходящим током воды ряда веществ из его верхней части (элювиальный процесс в элювиальной части профиля) и аккумуляции этих же веществ или только их какой-то доли (часть выносимых сверху веществ может уходить за пределы почвенного профиля и из данного ландшафта вообще) в средней и нижней частях (иллювиальный процесс в иллювиальной части профиля).

Данное определение предполагает различные механизмы элювиального процесса при обязательности промывного или, по крайней мере, полупромывного режима. Допускается, что в верхней элювиальной части профиля в разных экологических ситуациях и в разных физико-химических условиях могут иметь место следующие процессы:

— разрушение первичных и вторичных минералов с выносом продуктов разрушения в истинных или коллоидных растворах (оподзоливание, псевдооглеение);

— суспендирование тонкодисперсных частиц (ил, тонкая и средняя пыль) и их вынос в неразрушенном состоянии (лессивирование);

— отмывка крупных частиц от коллоидных полутораоксидных пленок и вынос соответствующих соединений (отбеливание).

Допускается, что активными агентами указанных процессов могут быть водородный ион воды, угольной кислоты или простых органических кислот, хелатирующие и солеобразующие гумусовые кислоты, особенно фульвокислоты. Далее допускается, что в иллювиальной нижней части профиля происходит аккумуляция как продуктов разрушения или отмывки с их возможным последующим ресинтезом в новых или тех же минеральных формах с постепенной кристаллизацией аморфных веществ, так и (либо) неразрушенных минеральных компонентов, элювиированных сверху.

В любом случае элювиально-иллювиальная дифференциация профиля в конечном итоге проявляется в его дифференциации по гранулометрическому составу. **Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль** — это всегда **текстурно-дифференцированный профиль**. Важно при этом заметить, что обратное положение не является справедливым, поскольку текстурная дифференциация профиля отнюдь не всегда следствие элювиально-иллювиальных процессов, а может быть результатом и других явлений: 1) исходной текстурной неоднородности породы; 2) педогенетической текстурной дифференциации без перемещения веществ в профиле при различной интенсивности и направленности минеральных преобразований породы в разных генетических горизонтах (оглинивание *in situ*, например); 3) эрозии или дефляции поверхностного горизонта.

Диагностическими критериями элювиально-иллювиальной дифференциации в профиле тонкодисперсных фракций без их разрушения, т. е. процесса *лессивирования* (*обезыливания*, *иллимеризации*) принимаются следующие: 1) более тяжелый гранулометрический состав иллювиального горизонта *Bt* по сравнению с элювиальным горизонтом *E*; 2) более высокое отношение коллоидов к общей глине в горизонте *Bt*, чем в горизонте *E*; 3) видимая макро- и микроморфологически аккумуляция натечных глин в горизонте *Bt*; 4) постоянство молекулярного отношения $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ в составе глинистой фракции во всех горизонтах при одновременном более широком отношении во всей массе горизонта *E*, чем во всей массе горизонта *Bt*, за счет обеднения горизонта *E* глиной и накопления ее в горизонте *Bt*. При наличии указанных четырех признаков горизонт *B* признается глинисто-иллювиальным и обозначается символом *Bt* (*B* — *текстурный*). Пример диагностики процесса лессивирования дан в табл. 6.

Природа элювиального процесса в описываемых почвах может быть весьма разнообразной в зависимости от различных экологи-

**Таблица 6. Диагностика процесса лессивирования
в кислой сиаалитной элювиально-иллювиально-дифференцированной
почве по признакам (1—4)**

Горизонт	Содержание частиц, % (1)		Отношение ил:коллоиды (2)	Натечные глины, % от площади шлифа (3)	Отношение $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ (4)	
	ил <0,001 мм	коллоиды <0,0002 мм			в почве	в иле
Е	10	3	0,3	нет	7,0	4,5
Bt	20	10	0,5	5,0	5,0	4,5

ческих условий и типа почвообразования. На протяжении истории почвоведения были описаны многие типы элювиального процесса: *оподзоливание* — кислотный гидролиз минералов с выносом продуктов; *обезыливание* (лессивирование, иллиммеризация, псевдооподзоливание, параоподзоливание, партлювация — синонимы, предложенные разными авторами) — вынос тонких фракций без их разрушения; *отбеливание* — снятие и вынос пленок с крупных частиц; *псевдооглеение* — глее-элювиальный процесс. Было найдено также, что ряд элювиальных процессов может протекать совместно в едином почвенном профиле (обезыливание и оподзоливание, обезыливание и псевдооглеение) или накладываться один на другой в последовательных стадиях формирования почвенного профиля, как, например, псевдооглеение после обезыливания или оподзоливания при образовании *вторичных псевдоглеев*. Важно отметить, что природа элювиального процесса и его механизмы могут быть весьма разными, а конечный результат — довольно близким — образование элювиального горизонта Е, более или менее однообразного по свойствам в различных типах почв.

Нет однозначного решения и вопроса о природе и месте в профиле иллювиального горизонта, для чего в почвоведении было предложено несколько отнюдь не взаимоисключающих гипотез:

— осаждение веществ в результате изменения реакции среды, окислительно-восстановительного потенциала, концентрации почвенного раствора, катионного состава почвенного раствора, соотношения обменных катионов;

— осаждение веществ на нижней границе сезонного промачивания почвы нисходящим током воды;

— осаждение веществ на верхней границе капиллярной каймы грунтовых вод;

— осаждение веществ в результате десукционного и биохимического влияния корневых систем растений, особенно древесных;

— осаждение веществ в результате изменения гидрофизических параметров породы в случае ее литологической слоистости;

— осаждение веществ в результате постепенного насыщения просачивающихся растворов, их нейтрализации.

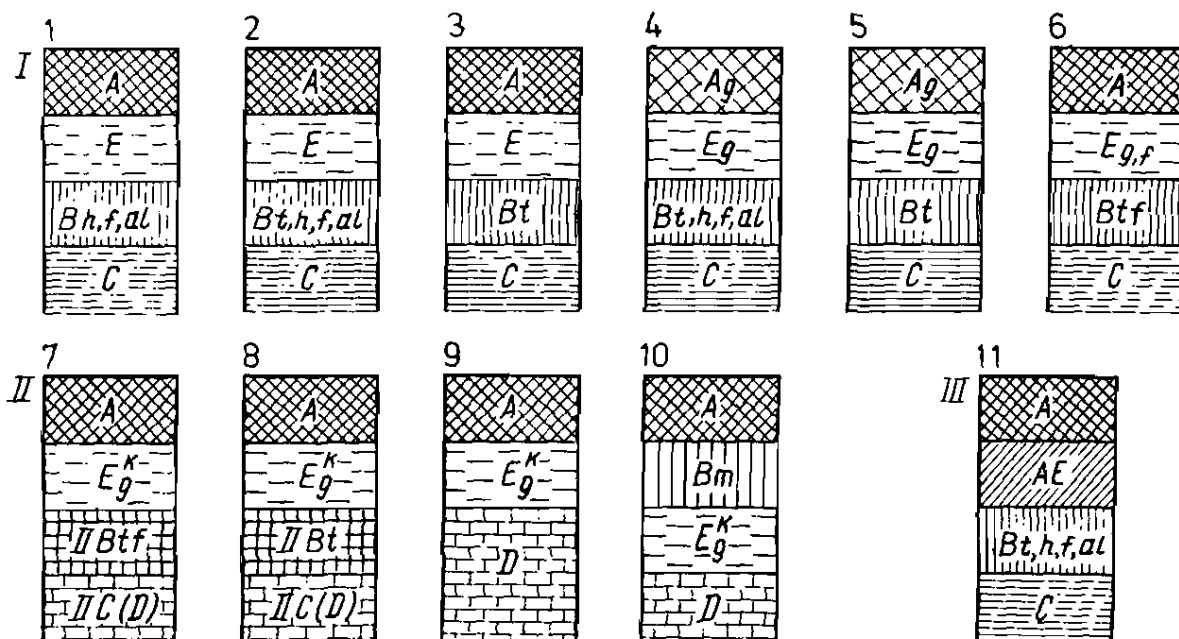


Рис. 21. Схемы строения разных типов элювиально-иллювиально-дифференцированных почв:

I — на однородных материнских породах; II — на двучленных материнских породах; III — на однородных материнских породах с глубокой гумусированностью профиля. Пояснения в тексте

В соответствии с разнообразием элювиальных и иллювиальных процессов все кислые сиаалитные элювиально-иллювиально-дифференцированные почвы можно разделить на следующие группы (рис. 21).

1. Подзолы (железо/гумусо-иллювиальные подзолистые почвы, железо/гумусо-иллювиальные подзолы, песчаные подзолистые почвы, песчаные подзолы по русской терминологии разных времен; собственно подзолы по терминологии почвоведов Западной Европы и ФАО; сподосоли США; Al-Fe-гумусовые подзолы по терминологии М. А. Глазовской — И. А. Соколова — В. О. Таргульяна) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, характеризующиеся иллювиальной аккумуляцией в горизонте В аморфных соединений гумуса и (или) железа и алюминия, т. е. имеющие в профиле горизонт Bh, Bf, Bh, f, Bh, f, al, Bf, al.

2. Подзолистые почвы (подзолувисоли по терминологии ФАО) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы с иллювиальной аккумуляцией в горизонте В неразрушенных тонкодисперсных минеральных частиц и аморфных соединений гумуса и (или) железа и алюминия, т. е. имеющие в профиле горизонт Bt, f, al, иногда Bt, h, f, al.

3. Обезыленные почвы (лессивированные по французской терминологии, илимеризованные по В. М. Фридланду, псевдоподзолистые по В. Кубиене и И. П. Герасимову, пароподзолистые по Е. Мюккенхаузену, элювиземно-подзолистые по М. А. Глазовской, лювисоли ФАО, альфисоли США) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, характеризующиеся иллювиальной аккумуляцией в горизонте В неразрушенных тонкодисперсных минеральных частиц, т. е. имеющие в профиле горизонт Bt.

4. Глее-подзолистые почвы (вторичные псевдоглеи по терминологии западно-европейских почвоведов) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, отличающиеся оглеением верхних горизонтов при характеристике горизонта В, соответствующей типу 2, когда поверхностное оглеение является следствием текстурной дифференции профиля при оподзоливании.

5. Глее-обезыленные почвы (вторичные псевдоглеи по терминологии западно-европейских почвоведов, которые не разделяют 4-й и 5-й типы, что, вероятно, справедливо вследствие недостаточности диагностических критериев для объективного разделения, но в принципе возможно; глеевые псевдоподзолы по терминологии И. П. Герасимова) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, характеризующиеся оглеением верхних горизонтов при признаках горизонта В, соответствующих типу 3, когда поверхностное оглеение является следствием текстурной дифференциации профиля при обезыливании.

6. Отбеленные почвы (глее-элювиальные почвы, подбелы, «рисовые подзолы», частично планосоли ФАО) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы с иллювиальной аккумуляцией в горизонте В тонкодисперсных минеральных частиц и аморфных соединений железа при частичной сегрегации железа в горизонте Е в условиях резко пульсирующего окислительно-восстановительного режима в верхней части профиля.

7. Подзолистые контактно-оглеенные почвы (вторичные псевдоглеи по терминологии западно-европейских почвоведов) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, имеющие в горизонте В иллювиальную аккумуляцию тонкодисперсных минеральных частиц и аморфных соединений железа и алюминия при совпадении горизонта В с исходно более тяжелым слоем почвообразующей породы.

8. Обезыленные контактно-оглеенные почвы (вторичные псевдоглеи по терминологии западно-европейских почвоведов) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, характеризующиеся иллювиальной аккумуляцией в горизонте В тонкодисперсных минеральных частиц при совпадении горизонта В с исходно более тяжелым слоем почвообразующей породы.

9. Двучленные контактно-оглеенные почвы (первичные псевдоглеи по терминологии западно-европейских почвоведов) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы, имеющие контактно-оглеенный горизонт E_g^k на границе с более тяжелой подстилающей породой, не имеющей признаков горизонта В.

10. Двучленные контактно-оглеенные буроземы (первичные псевдоглеи по терминологии западно-европейских почвоведов) — профильно-дифференцированные кислые сиаалитные почвы типа буроземов, характеризующиеся контактным оглеением ниже горизонта В_т (В структурного) на границе с более тяжелой подстилающей породой, не имеющей признаков горизонта В.

11. Серые лесные почвы (грэйземы ФАО) — профильно-диф-

ференцированные кислые сиаалитные почвы с глубокой гумусированностью и ореховатой структурой верхней части профиля.

Перечисленные профилно-дифференцированные почвы различаются между собой по соотношению различных элювиальных (E, Eg, Eg^k, AE) и иллювиальных (Bh, f, al, Bt, Bt, h, f, al, Bt, f) горизонтов, а также по характеру литологии профиля (C, C-IIС, C-D).

6.2. Подзолы

Термин «подзол» был взят В. В. Докучаевым из народного лексикона Смоленской губернии и введен в научный обиход для названия почв, имеющих в верхней части профиля осветленный бесструктурный горизонт, цвет которого напоминает цвет печной золы. Впоследствии термин в различном контексте терминообразования претерпел длительную эволюцию и в разных учебниках и научных трудах можно найти его разнообразное толкование.

В настоящее время под подзолом понимается кислая сиаалитная почва с профилем типа E-Bh, f, al, формирующаяся в условиях резко выраженного промывного режима и дефицита оснований. Конкретный профиль подзола может быть либо O-E-Bh, f, al-C, либо O-A-E-Bh, f, al-C, а в условиях нарушенных человеком экосистем — A-E-Bh, f, al-C, E-Bh, f, al-C, Ap-E-Bh, f, al-C, Ap-Bh, f, al-C.

Такие почвы формируются на бедных кварцевых песках либо щебнистых хорошо дренированных породах в условиях гумидного климата под вечнозелеными хвойными (в бореальном и суббореальном поясах) или лиственными (в субтропическом и тропическом поясах) лесами. Наиболее типичными для формирования подзолов геоморфологическими элементами служат песчаные древнеаллювиальные террасы с относительно глубоким стоянием грунтовых вод. Часты подзолы на флювиогляциальных и дюнных песках. Вторым характерным ландшафтом подзолов служат хорошо дренированные облесенные склоны гор, сложенные щебнистым элювием кислых плотных пород (граниты, кварциты, гнейсы и т. п.).

В северных районах подзолы, как правило, маломощные, иногда карликовые, хотя горизонт В может быть и растянутым, состоящим из ряда прослоев. В тропиках профиль подзолов, как правило, очень мощный, с горизонтом E 50—100 см и горизонтом В 100—200 см, что дает общую элювиально-иллювиальную толщу до 2—3 м. У целинных подзолов в девственных лесах на поверхности почвы всегда присутствует мощная (5—15 см), часто торфянистая, грубогумусная лесная подстилка — горизонт O, в нижней части часто образующая переходный горизонт OA. Подстилка богата грибной микрофлорой и бедна бактериальной.

Для профиля подзолов (рис. 22) характерно четкое разделение на элювиальную (E) и иллювиальную (Bh, f, al) части. В зависимости от специфики условий почвообразования (условия увлажнения,

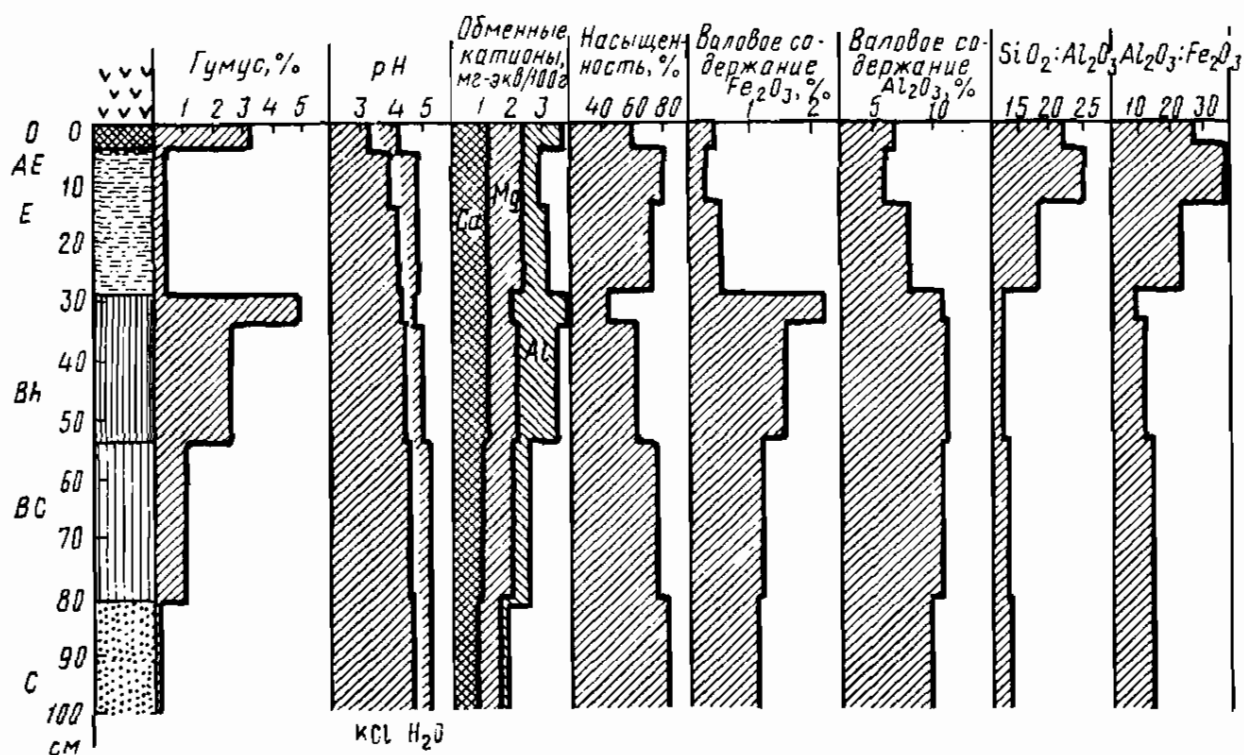


Рис. 22. Профильная характеристика подзола (песчаный иллювиально-гумусово-железистый подзол под елово-сосновым чернично-долгомошным лесом II—IV бонитета на озерно-ледниковой песчаной террасе Ленинградской обл.) по данным В. В. Пономаревой и А. П. Сотниковой (1972)

литология) подзолы могут быть иллювиально-гумусовыми, иллювиально-железистыми, иллювиально-гумусово-железистыми, иллювиально-железисто-гумусовыми. Горизонт В может быть сплошным (как правило, у наиболее влажных иллювиально-гумусовых подзолов) либо состоять из ряда разрозненных прослоек — псевдофибровый, ортзандовый; ортзанд может быть выражен в форме цементированной железом плиты.

Для подзолов характерны следующие свойства:

- низкая общая гумусированность при резкой дифференциации содержания гумуса по профилю: максимум непосредственно под подстилкой, резко сменяющийся минимумом в горизонте Е; второй максимум, более растянутый по вертикали, в горизонте В;

- резко выраженный фульватный состав гумуса ($C_{тк}:C_{фк} < 1,0$);

- сильная кислотность всего профиля, максимальная в подстилке и постепенно уменьшающаяся с глубиной; $pH_{(KCl)}$ верхних горизонтов не превышает 3—3,5, а $pH_{(H_2O)}$ 4,0—4,5;

- крайне низкая емкость катионного обмена (5—10 мг-экв/100 г) при резко выраженной ненасыщенности основаниями; особенно высокая гидролитическая кислотность по отношению к обменным основаниям;

- четко выраженное в профиле элювиально-иллювиальное распределение полуторных оксидов;

- высокая водопроницаемость и малая влагоемкость;

- низкая обеспеченность элементами питания растений.

В основе оподзоливания лежит кислотный гидролиз первичных

и вторичных, включая глинистые, минералов с образованием водорастворимых продуктов, которые нисходящим током воды выносятся из элювиальной части профиля, частично осаждаюсь в его иллювиальной части, а частично уходя из ландшафта в гидрографическую сеть. В наибольшей степени выносу подвергаются щелочи, щелочно-земельные элементы и кремний (относительно накапливается лишь кварц) — выносятся за пределы профиля; значительная часть освобождающихся соединений железа и алюминия осаждается в иллювиальном горизонте, обычно вместе с гумусом.

Что касается механизмов этого процесса, у ученых нет единого мнения. К. К. Гедройц (1920) полагал, что главным агентом оподзоливания служит водородный ион, который появляется либо в результате диссоциации воды, либо при диссоциации угольной кислоты при насыщении диоксидом углерода воды, просачивающейся через почву. Воздействуя на кристаллическую решетку минералов, водородный ион постепенно разрушает ее, переводя в раствор соответствующие ионы. При этом образуются коллоидные золи SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , гуматов, пептизируемые водородным ионом и выносимые вниз по профилю. Ниже по профилю реакция почвы становится менее кислой и золи коагулируют, давая начало иллювиальному горизонту.

Слабым местом гипотезы Гедройца является, во-первых, источник свободного иона водорода — ни чистая вода, ни вода, насыщенная CO_2 при обычных условиях, не дают столь высокой концентрации водородного иона, которая необходима для гидролиза минералов и поддержания низкого рН среды; во вторых, пептизирующая роль иона водорода — как правило, он коагулирует коллоиды, а не наоборот.

А. А. Роде (1937) выдвинул гипотезу о том, что свободный ион водорода может появляться в среде в больших количествах в результате выделения корнями растений при обменном поглощении катионов в процессе минерального питания. Но и эта гипотеза не нашла экспериментального подтверждения, тем более, что в наиболее оподзоленном горизонте всегда наблюдается минимум корней.

Н. П. Ремезов (1940) выдвинул гипотезу о соответствующей роли иона аммония, освобождающегося якобы в больших количествах в почве в процессе аммонификации и являющегося пептизирующим агентом в отношении коллоидных золь. Однако если ион аммония и пептизирует коллоиды, то, во-первых, его нет в условиях сильнокислой среды подзолистых почв (он быстро уходит в процессе денитрификации либо поглощается обменным комплексом), а во-вторых, он не способен гидролизовать минералы.

Оригинальную концепцию подзолообразования предложил В. Р. Вильямс (1940), который считал, что оподзоливание — это результат биохимических процессов. Согласно Вильямсу, в лесной подстилке идет грибной аэробный процесс разложения, продуктом которого является «креновая кислота», которая, воздействуя на минералы почвы при просачивании водных растворов, разрушает

их и образует «кренаты» металлов. Продвигаясь вниз, «кренаты» постепенно встречают анаэробную зону и восстанавливаются в «апокренаты», которые нерастворимы и выпадают в осадок, давая иллювиальный горизонт. Эта гипотеза хотя и не была подтверждена экспериментально и содержит много противоречий (в частности, о соотношении аэробных и анаэробных зон в профиле, о наличии специфической «креновой» кислоты, переходящей в «апокреновую»), все же привлекла внимание ученых к самой роли органических продуктов микробных процессов в подзолообразовании. Наиболее полно этот подход был развит позднее В. В. Пономаревой.

В. В. Пономарева, развивая подход В. Р. Вильямса и основываясь на работах И. В. Тюрина по характеристике гумусовых веществ, в течение 30 лет (1949—1980) опубликовала большую серию работ по биохимии подзолообразования, включая две капитальные монографии (1964, 1980). Согласно Пономаревой, главным фактором оподзоливания служит бедность лесного опада зольными элементами и азотом, что вместе с преобладанием грибного кислотообразующего разложения растительных остатков приводит к консервации опада в виде подстилки и продуцированию в подстилке и усиленному вымыванию из нее простых органических кислот и специфических фульвокислот; образование гуминовых кислот при этом слабо выражено. Агрессивные органические кислоты разлагают первичные и вторичные минералы, попадая из подстилки в почву, взаимодействуют с освобождающимися полуторными оксидами, образуют с ними подвижные комплексные соединения. Передвигаясь вниз, растворы все более обогащаются R_2O_3 , что приводит к осаждению комплексов в иллювиальном горизонте. Осаждение органоминеральных комплексов в горизонте В обусловлено увеличением отношения $R_2O_3:C_{фк}$ при повышении общей концентрации растворов и незначительном росте pH. Такой ход процесса иллюстрируется данными табл. 7.

Приведенные в табл. 7 данные, как и другие материалы, позволили В. В. Пономаревой заключить, что процесс разложения минералов под воздействием гумусовых кислот идет не только в подзолистом горизонте, но и во всем профиле в целом, что было также подтверждено А. А. Роде, причем главным остаточным продуктом разложения минералов служит глинозем, а кремнезем, основания и частично железо уходят за пределы профиля.

Как правило, подзолы не образуют сплошных крупных почвенных ареалов, будучи больше сопутствующими почвами, связанными со спецификой литологии поверхностных пород. Особенно часто они образуют ассоциации с различными болотными почвами, что характерно для больших задровых полей (полесья перигляциальной области). На горных склонах они сочетаются обычно с буроземами.

Подзолы как на песках, так и на щебнистом элюво-делювии горных склонов, — это типично лесные почвы и никакое иное землепользование на них не является экологически целесообразным.

Введение песчаных подзолов в сельскохозяйственное пользование

Таблица 7. Характеристика песчаных подзолов
(по данным В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой, 1980)

Горизонт	Глубина, см	С, %	N, %	C	C _{гк} N	Переход в 0,5 н. H ₂ SO ₄ вытяжку, % от почвы							
						C	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃ C	R ₂ O ₃ CaO	CaO C

Песчаный иллювиально-гумусовый подзол Ленинградской обл.

O'	0—4	37,2	1,18	32	0,8	0,93	0,65	0,71	0,92	1,3	1,8	2,5	0,7
O''	4—9	38,7	1,16	33	0,9	0,62	0,47	0,51	1,31	2,6	2,9	3,9	0,7
AE	9—11	2,30	0,06	40	1,1	0,05	0,05	0	0	0	0	0	1,0
E	15—20	0,61	0,03	18	0,5	0,02	0,02	0	0	0	0	0	1,0
B1	30—40	3,47	0,11	33	0,2	2,00	0,09	7,23	21,0	3,8	86	86	0,04
B2	50—60	0,52	0,02	24	0,1	0,33	0,07	0,32	5,98	19,0	19,1	1,97	0,2
BC	80—90	—	—	—	—	—	0,07	0,18	0,33	2,0	—	7	—

*Песчаный иллювиально-гумусовый подзол террасы р. Конго
в Центральной Африке*

A	2—30	0,85	—	—	1,0	—	0,03	0,04	0	0	—	1,3	—
E	30—66	0,22	—	—	0,8	—	0,03	0,04	0	0	—	1,3	—
E	60—110	0,07	—	—	0,3	—	0,03	0,03	0	0	—	1,0	—
B	110—140	3,05	—	—	0,02	—	0,08	0,48	5,1	10,6	—	70	—
BC	140	0,55	—	—	0,05	—	0,04	0,20	2,0	10,0	—	55	—

возможно, но они мало плодородны для сельскохозяйственных культур. Для получения на них высоких и устойчивых урожаев требуется периодическое внесение высоких доз органических удобрений (навоз, торф, компосты, зеленые удобрения). Необходимо периодическое известкование, но оно эффективно лишь при заправке почв органикой. Естественно, постоянно нужны минеральные удобрения, эффективность которых также зависит от заправки органикой, а также от известкования. Часто оказываются необходимы и микроудобрения. Окультуривание песчаных подзолов — сложный, длительный и дорогостоящий процесс.

6.3. Подзолистые почвы

Под термином «подзолистые почвы» в советском почвоведении в настоящее время понимается большая группа кислых сиаалитных элювиально-иллювиально-дифференцированных почв с профилем типа E-Bt, f, al (E-Bt, h, f, al), формирующихся в условиях промывного водного режима при сезонном промораживании. Конкретный профиль подзолистых почв может быть O-E-Bt, f, al-C, O-A-E-Bt, f, al-C, а в условиях нарушенных человеком экосистем — A-E-Bt, f, al-C, Ap-E-Bt, f, al-C, Ap-Bt, f, al-C.

Эти почвы формируются под хвойными, хвойно-лиственными или вторичными лиственными лесами бореального и суббореального поясов, преимущественно на голоценовых суглинистых и глинистых, часто двучленных, гляциальных, флювиогляциальных и древнеаллювиальных отложениях, реже на плотных коренных породах. Для условий формирования этих почв характерно периодическое переувлажнение верхней части профиля: весной при снеготаянии и осенью перед установкой снежного покрова.

В указанном понимании группа подзолистых почв включает все перечисленные выше (см. рис. 21) типы строения почвенного профиля, за исключением подзолов, отбеленных и серых лесных почв, т. е. собственно подзолистые, обезыленные, глее-подзолистые, глее-обезыленные, подзолистые и обезыленные контактно-оглеенные, двучленные контактно-оглеенные.

Для такого широкого объединения разных по генезису почв в единой группе есть свои аргументы: 1) сходная морфология и тип строения профиля; 2) трудность диагностирования генетических различий почв в полевых условиях без достаточных аналитических характеристик; 3) близкое потенциальное плодородие как в естественных условиях, так и при земледельческом освоении; 4) общий характер основных агромелиоративных мероприятий, направленных на повышение и поддержание плодородия почв. С другой стороны, процессы почвообразования в разных почвах этой группы существенно различны: оподзоливание, обезыливание, псевдооглеение. Соответственно различна и природа элювиального и иллювиального горизонтов, что требует разделения почв на типовом уровне. Указанное противоречие пока остается в почвоведении неразрешенным, вызывающим острые научные дискуссии. До настоящего времени конкурируют четыре точки зрения:

1) традиционная точка зрения, согласно которой все рассматриваемые почвы составляют единый тип подзолистых почв, образующихся под хвойными лесами бореального пояса путем оподзоливания, т. е. кислотного гидролиза первичных и вторичных минералов в элювиальном (подзолистом) горизонте с выносом продуктов гидролиза в иллювиальный горизонт; в типе подзолистых почв выделяются три «зональные» подтипа: глее-подзолистые в северной тайге, подзолистые в средней тайге и дерново-подзолистые в южной тайге, причем в любой из этих подзон тайги все распаханые почвы относятся к дерново-подзолистым;

2) точка зрения западно-европейских почвоведов, согласно которой эта группа включает два самостоятельных типа почв — лессивированные и псевдоглеевые; никаких самостоятельных «подзолистых» почв при этом не выделяется, хотя оподзоленность может иметь место в ряде типов почв, например в буроземах, а лессивированная почва может эволюционировать в псевдоглей;

3) точка зрения почвоведов США, согласно которой существует единый порядок текстурно-дифференцированных почв — альфисолов, сформированных преимущественно процессом обезыливания (лессиважа);

4) точка зрения некоторой части советских почвоведов, согласно которой рассматриваемая группа включает несколько самостоятельных типов почв: а) подзолистые, образующиеся при сочетании оподзоливания и обезыливания; б) первичные псевдоглеи, формирующиеся на двучленных породах; в) вторичные псевдоглеи, образующиеся в результате элювиально-иллювиальной дифференциации профиля; г) обезыленные (псевдоподзолистые, лессивированные), возникающие при лессиваже; существование самостоятельного типа обезыленных почв не всеми признается доказанным; не все признают и самостоятельность псевдоглеев, относя их либо к подзолистым, либо к обезыленным поверхностно оглееным почвам.

Большая многолетняя дискуссия имела место по поводу разделения подзолистых (О-Е-В-С) и дерново-подзолистых (О-А-Е-В-С) почв, особенно в связи с тем, что оба типа (подтипа) дают при распашке единый профиль Ар-Е-В-С или даже Ар-В-С при малой мощности горизонта Е в целинной почве.

Считалось, что подзолистые почвы характерны для более северных лесов, а дерново-подзолистые — для более южных. Далее предполагалось, что подзолистые почвы (О-Е-В-С) свойственны мертвопокровным хвойным лесам, а дерново-подзолистые (О-А-Е-В-С) — хвойно-лиственным или лиственным лесам с травяным напочвенным покровом. В связи с выделением самостоятельного типа описанных выше подзолов такое противопоставление теряет смысл. Подзолистых почв, т. е. почв с профилем типа Е-Bt, f, al без гумусового горизонта, развитого хоть в какой-то форме (А, ОА или АЕ), вероятно, не существует. Если под горизонтом О в почвенном профиле нет горизонта А, а сразу лежит горизонт Е, то в такой почве обычен иллювиальный горизонт Bh, f, al, а не Bt, f, al и, соответственно, такая почва должна классифицироваться как подзол, а не как подзолистая почва. Разделение подзолистых и дерново-подзолистых почв может быть аргументировано в определенной степени лишь разной мощностью гумусо-аккумулятивного горизонта, но и то условно.

В связи с сезонным переувлажнением все подзолистые почвы в верхней части профиля слабо оглеены, особенно в пределах элювиального горизонта Е над уплотненным иллювиальным горизонтом В, поскольку весной и осенью здесь имеет место застой воды и даже образование горизонта верховодки. С. П. Ярков, И. С. Кауричев, Ф. Р. Зайдельман показали, что периодическое сезонное переувлажнение и слабая поверхностная глееватость всегда сопровождает оподзоливание или является его условием. Переменный окислительно-восстановительный режим приводит к чередованию мобилизации и иммобилизации свободных соединений железа и марганца, часто в виде органоминеральных соединений, их сегрегации в форме небольших ортштейнов, сгустков, точечных скоплений. Особенно много их в нижней части подзолистого горизонта Е. Однако конкреционность в подзолистых почвах никогда не достигает столь больших размеров, как в псевдоглеях и подбелах.

Поскольку процесс оподзоливания развивается вниз от поверх-

ности, затрагивая все большую толщу почвообразующей породы при просачивании агрессивных растворов, характерны языковатость, потечность нижней границы подзолистого горизонта и формирование переходного горизонта ЕВ или Е/В. Подзолистый горизонт отличается и своеобразной плитчатой или листоватой структурой, формирующейся при чередовании зимнего промораживания и весеннего оттаивания насыщенного водой слоя.

Подзолистый горизонт самый светлый в профиле, имеющий белесую окраску разных тонов (белого, серого, палевого, буроватого), разнообразие которой определяется, вероятно, составом исходных почвообразующих пород и в наибольшей степени условиями увлажнения. Осветленность горизонта связана с относительно повышенным по сравнению с другими горизонтами содержанием кремнезема, преимущественно отмытых от оксидных пленок кварцевых зерен.

Считалось, что гумусовый и подзолистый горизонты подзолистых почв разновозрастны: сначала под хвойным лесом образуется оподзоленный профиль О-Е-Bt, f, al-C, а затем при поселении травянистой растительности в верхней части подзолистого горизонта образуется гумусовый горизонт и формируется профиль О-А-Е-Bt, f, al-C дерново-подзолистой почвы, т. е. идет наложение дернового процесса на профиль ранее сформированной подзолистой почвы. Исследования В. В. Пономаревой показали, что это не так. Оба процесса — гумусообразование и оподзоливание — идут одновременно, а гумусовый горизонт в верхней части профиля образуется сразу под лесной подстилкой.

Согласно исследованиям В. В. Пономаревой (1964, 1980), генезис подзолистых почв можно представить следующим образом. Формирование подзолистых почв под хвойными лесами связано с особыми биоклиматическими и биогеохимическими условиями почвообразования, среди которых важнейшую роль играют: а) бедность растительного опада зольными элементами питания и азотом; б) пониженные температуры и промывной водный режим; в) особенность биохимических превращений растительных остатков; замедление микробной деятельности, преобладание грибного кислотообразующего разложения, консервация лесного опада в виде подстилки, продуцирование в подстилке и усиленное вымывание из нее в почву водорастворимых гумусовых кислот и простых органических кислот.

Продуцируемые в подстилке органические кислоты, попадая с просачивающимся раствором в лежащую под ней минеральную толщу, реагирует с составляющими ее первичными и вторичными минералами. При этом, во-первых, происходит разрушение, кислотный гидролиз минералов и мобилизация имеющихся в породе свободных полуторных оксидов, а во-вторых, имеет место осаждение сразу под подстилкой крупномолекулярных фракций гумусовых кислот, прежде всего бурых гуминовых кислот, связанных с полуторными оксидами, и в очень малой степени серых гуминовых кислот, связанных с кальцием. Формируется гумусовый горизонт ОА, А или АЕ. Более низкомолекулярные фракции органических кислот, включая ненасыщенные фульвокислоты, просачи-

Т а б л и ц а 8. Свойства подзолистой (дерново-подзолистой) суглинистой почвы
Ленинградской обл.,
развитой на красно-буром моренном суглинке под ельником-кисличником 1—2-го бонитета
(В. В. Пономарева, Т. А. Глутникова, 1980)

98

Гори- зонт	Глубина, см	С, %	N, %	C:N	Гу- мус, * %	рН		В % от общего гумуса													Гк ФК	В 0,5 н. H ₂ SO ₄ вы- тяжке, %	
						вод- ный	со- ле- вой	Фракции ГК				Фракции ФК					Сум- ма ГК и ФК	Нераст- воримый остаток	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃			
								1	2	3	сум- ма	1а	1	2	3	сум- ма							
О	0—2	34,89	0,880	39,6	60,0	5,0	4,4	11,1	1,5	13,5	26,1	1,4	16,9	0	4,5	22,8	48,9	51,1	1,1	0,15	0,03		
ОА	2—6	20,59	0,520	39,6	35,54	4,7	3,9	17,1	0	10,4	27,5	2,3	15,2	1,8	10,3	29,6	57,1	42,9	0,9	0,48	0,34		
А	6—12	1,48	0,080	18,5	2,55	4,0	3,6	20,3	2,0	11,5	33,8	7,4	16,2	2,9	7,3	33,8	67,6	42,4	1,0	0,22	0,39		
Е	12—18	0,22	0,016	13,7	0,38	4,4	3,8	9,1	0	9,5	18,6	18,2	16,8	5,9	11,4	52,3	70,9	29,1	0,4	0,17	0,13		
ЕВ	18—26	0,16	0,015	10,7	0,28	4,4	3,8	5,6	0	6,3	11,9	18,8	21,2	4,5	12,5	57,0	68,9	31,1	0,2	0,13	0,17		
В1	26—30	0,19	0,021	9,0	0,33	4,5	3,5	2,6	0	3,2	5,8	19,0	16,8	8,0	13,1	56,9	62,7	37,3	0,1	0,16	0,33		
	30—40	0,18	0,034	5,3	0,31	4,5	3,4	2,2	0	0	2,2	20,6	15,5	6,8	15,6	58,5	60,7	39,3	0	0,20	0,44		
	40—50	0,16	0,038	4,8	0,28	4,7	3,4	0	0	0	0	18,8	12,5	8,1	14,4	53,8	53,8	46,2	0	0,27	0,37		
В2	50—60	0,13	0,030	4,3	0,22	4,9	3,3	0	0	0	0	15,4	13,8	7,6	12,3	49,1	49,1	50,9	0	0,26	0,34		
	60—70	0,12	0,031	3,9	0,21	5,4	3,7	0	0	0	0	16,9	7,3	12,7	13,3	50,2	50,2	49,8	0	0,23	0,31		
	70—80	0,12	0,032	3,7	0,21	6,4	4,8	0	0	0	0	11,7	4,1	10,9	11,7	38,4	38,4	61,6	0	0,23	0,26		
	96—106	0,12	0,026	4,6	0,21	7,3	6,1	0	0	0	0	11,7	0,8	11,7	11,7	35,9	35,9	64,1	0	0,26	0,22		
ВС	120—130	0,12	0,027	4,4	0,21	7,7	6,6	0	0	0	0	10,7	0	11,7	11,7	34,1	34,1	65,9	0	0,23	0,25		

* Общее содержание органического вещества.

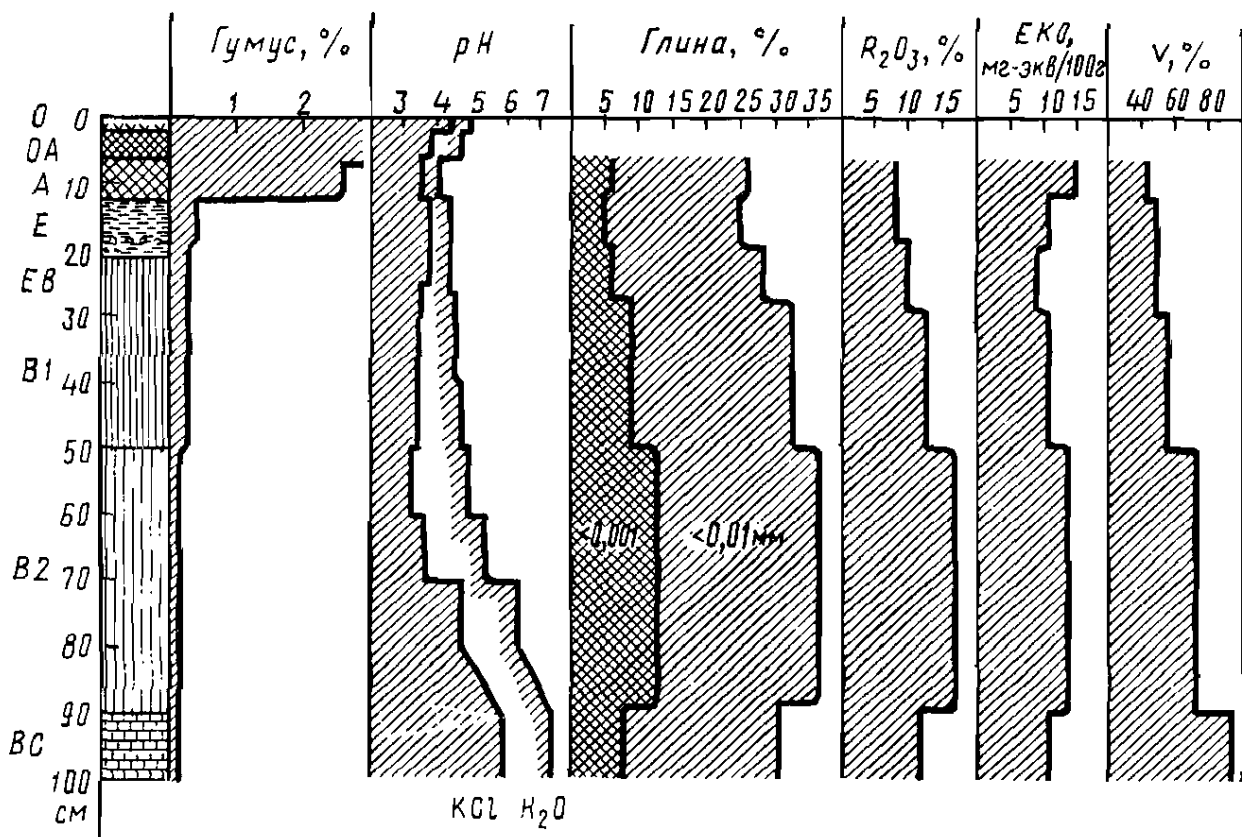


Рис. 23. Профильная характеристика подзолистой (дерново-подзолистой) почвы под лесом (по данным В. В. Пономаревой)

ваются ниже и формируют элювиальный (подзолистый) горизонт Е. Продукты разрушения минералов горизонтов А и Е выносятся вниз и осаждаются вместе с выносимыми сюда же в неразрушенном состоянии илистыми и пылеватыми частицами, формируя иллювиальный горизонт Вt, f, al. Весь почвенный профиль представляет собой своеобразную хроматографическую колонку, в которой органические, органоминеральные и минеральные компоненты фракционируются в соответствии со своей подвижностью, в основе которой лежат различная подвижность и агрессивность гумусовых кислот. При этом профиль почвы формируется сразу как единое целое во всей совокупности генетических горизонтов О, А, Е и В. Это находит свое отражение в свойствах подзолистых почв, иллюстрируемых данными табл. 8.

Описанный механизм образования подзолистых (дерново-подзолистых) почв характерен для однородных суглинистых почв. На бедных песках в этих условиях образуется подзол, а на двучленных породах процесс идет более сложно, сочетаясь с псевдооглеением. На богатых полевыми шпатами и другими минералами песках часто также образуются подзолистые почвы с характерным гумусовым горизонтом под подстилкой и обогащенным илом иллювиальным горизонтом.

Роль дернового процесса при обильном травяном покрове при этом сводится к более мощному развитию гумусового горизонта А, поскольку при разложении опада травянистых растений формируется больше гуминовых кислот, в частности закрепляемых

кальцием серых гуминовых кислот, хотя принципиально направление почвообразования не изменяется. Иное дело в распахиваемых подзолистых почвах, где природный процесс сменяется культурным и где гумусообразование протекает в иных условиях. Однако свойства почвы, созданные природным процессом оподзоливания, сохраняются и в освоенных почвах длительное время.

Оценивая свойства подзолистых почв (табл. 8, рис. 23), необходимо отметить их следующие общие особенности:

— четко выраженная дифференциация профиля на элювиальную и иллювиальную части с образованием осветленного подзолистого горизонта в верхней части профиля под маломощным гумусовым горизонтом;

— обеднение элювиальной части профиля физической глиной, илом (табл. 9), полуторными оксидами и соответствующее их накопление в иллювиальном горизонте; относительное (остаточное) обогащение элювиальных горизонтов SiO_2 (табл. 10);

— малое содержание гумуса (2—3% в горизонте А и 0,5—1,0% в горизонте Е) и малый общий запас гумуса при преобладании в составе гумуса фульвокислот над гуминовыми, а в составе гуминовых — бурых гуминовых кислот;

— высокая актуальная и потенциальная кислотность верхней части профиля, особенно у целинных почв под лесом;

— малая емкость катионного обмена (10—15 мг-экв/100 г) при низкой степени насыщенности основаниями (менее 50% в верхней части профиля);

— низкая обеспеченность элементами питания растений;

— неблагоприятные физические свойства: наличие уплотненного иллювиального горизонта в средней части профиля и соответствующая дифференциация фильтрационных свойств по профилю, отсутствие агрономически ценной структуры (непрочная комковато-пылеватая в горизонте А, плитчато-пластинчатая в горизонте Е,

Таблица 9. Гранулометрический состав пахотной дерново-сильноподзолистой среднесуглинистой почвы на покровном суглинке на западе Московской области, % (по Ф. Р. Зайдельману, 1974)

Горизонт	Глубина, см	Размер фракций, мм							Содержание ортштейнов размером 0,25—2 мм, %
		1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01	
Ap	0—10	—	6,2	58,0	6,6	13,6	15,6	35,8	1,2
E	29—35	—	7,7	59,6	7,7	10,0	15,0	32,7	1,3
EB	40—46	—	7,5	49,2	9,2	4,5	29,6	43,3	0,2
B1	70—80	—	1,2	42,2	8,4	13,2	35,0	56,6	—
B2	120—140	—	5,0	37,3	13,2	20,6	23,9	57,7	—
C	160—170	3,7	14,5	25,3	4,8	18,1	33,6	56,5	—

Т а б л и ц а 10. Валовой химический состав пахотной дерново-сильнопodzolistой среднесуглинистой почвы на покровном суглинке на западе Московской области, % на прокаленную навеску (по Ф. Р. Зайдельману, 1974)

Горизонт	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Молекулярные отношения	
											$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$
Ap	0—10	80,32	10,53	2,77	0,08	0,23	1,16	0,84	2,36	1,07	13,4	5,0
E	29—35	80,10	11,13	2,91	0,07	0,09	1,14	0,82	2,32	1,05	12,2	6,1
B1	70—80	74,16	14,49	4,88	0,07	0,07	1,17	1,06	2,70	1,08	8,7	4,7
B2	120—140	73,19	15,62	4,70	0,04	0,07	1,18	1,38	2,72	1,15	7,8	5,1
C	160—170	75,32	14,05	4,70	0,06	0,11	1,18	1,05	2,37	1,03	9,1	4,6

Т а б л и ц а 11. Валовой химический состав илистой фракции почвы и иллювиальных корочек пахотной дерново-сильнопodzolistой среднесуглинистой почвы на покровном суглинке на западе Московской области, % на прокаленную навеску фракции (по Ф. Р. Зайдельману, 1974)

Горизонт	Глубина, см	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Молекулярные отношения	
											$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$

Ил почвы в целом

Ap	0—10	50,81	29,01	11,82	0,44	0,59	1,22	3,03	2,74	0,44	3,0	3,8
E	29—35	51,76	28,94	11,85	0,28	0,26	1,31	2,72	2,68	0,41	3,0	3,8
B1	70—80	52,92	27,54	12,36	0,19	0,10	1,31	2,59	2,72	0,33	3,3	3,5

Ил иллювиальных корочек

B1	70—80	52,52	27,86	12,00	0,14	0,10	1,16	3,00	2,61	0,26	3,2	3,6
B2	120—140	53,86	28,10	10,36	0,17	0,07	1,16	3,90	2,61	0,23	3,2	4,3

призмовидная в горизонте В), большая плотность и малая порозность;

— высокое содержание подвижного алюминия, повышающего обменную кислотность почв и вызывающего токсикоз.

В наибольшей степени элювиальные горизонты обедняются Fe₂O₃, MgO и Al₂O₃, причем важно отметить, что горизонт А дерново-подзолистых почв обеднен не в меньшей степени, чем горизонт Е. Таким образом, гумусовый горизонт подзолистых (дерново-подзолистых) почв по своей природе также является оподзоленным, но лишь прокрашенным гумусом. Характер молеку-

лярных отношений в профиле показывает ярко выраженную силлитную природу почвы.

Анализ валового химического состава илистой фракции почвы и иллювиальных корочек (табл. 11) и сопоставление его с составом почвы в целом показывает, что, во-первых, илистая часть почвы значительно беднее кремнеземом и богаче полуторными оксидами и другими компонентами по сравнению с более крупными фракциями; во-вторых, состав ила несколько меняется по профилю, что свидетельствует об оподзоленности почвы; в-третьих, состав ила корочек и основной массы иллювиальных горизонтов близок и свидетельствует о перемещении наряду с продуктами разрушения минералов тонких неразрушенных частиц.

Наконец, анализ химических свойств (табл. 12) показывает четкую их кислотную природу при малой гумусированности и типичные характеристики, описанные выше.

Своеобразным вариантом подзолистых почв являются «палево-подзолистые» почвы, выделяемые в северо-западных районах европейской части СССР к западу от Смоленска. В их профиле характерны наличие бурого подгоризонта в верхней части горизонта Е и общий палевый оттенок подзолистого горизонта. В отношении их генезиса нет единого мнения: Н. А. Ногина (1950) связывала их образование со спецификой водного режима (подтягивание к поверхности обогащенных железом растворов во время летнего иссушения); Б. Г. Розанов (1955) отнес их к контактно-оглееным буроземам, развитым на двучленных породах; Т. А. Романова (1965) назвала их буроземно-подзолистыми почвами. По своим свойствам и потенциальному плодородию они близки к обычным подзолистым почвам.

Существенное значение имеет выделение видов подзолистых почв по степени и глубине оподзоленности. Для такого разделения целинных (лесных) почв используются следующие критерии:

по степени выраженности подзолистого горизонта Е

слабоподзолистые	Е пятнами, комковатый, серый
среднеподзолистые	Е сплошной, плитчатый, белесо-серый
сильноподзолистые	Е сплошной, листоватый, мучнистый, белесый

по глубине нижней границы подзолистого горизонта Е

поверхностно-подзолистые	до 10 см
мелкоподзолистые	10—20 см
неглубокоподзолистые	20—30 см
глубокоподзолистые	>30 см

При соответствующем разделении пахотных подзолистых почв возникают существенные методические трудности, связанные как с перемешиванием вспашкой поверхностных горизонтов, так и с эрозией поверхности (частично стаскиванием почвы по склону во время обработки). Обычно среди пахотных подзолистых почв выделяют:

дерново-слабоподзолистые Е выражен отдельными пятнами под Ар
 дерново-среднеподзолистые Е сплошной с нижней границей выше 30 см
 дерново-сильноподзолистые Е сплошной с нижней границей глубже 30 см

Т а б л и ц а 12. Химическая характеристика пахотной дерново-сильноподзолистой почвы на покровном суглинке на западе Московской области (по Ф. Р. Зайдельману, 1974)

Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая вода, %	Гумус, %	pH		Обменные катионы, мг-экв/100 г				Степень насыщенности V, %	Помобильный Al, мг/100 г
				H ₂ O	KCl	H ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	ЕКО		
Ар	0—10	1,00	1,85	5,6	4,3	4,7	9,7	3,7	18,1	74,0	3,2
Е	29—35	0,96	0,40	5,6	4,3	4,8	7,4	4,9	17,1	71,9	6,4
ЕВ	40—46	—	0,50	5,1	3,8	8,0	—	—	—	—	33,3
В1	70—80	2,47	0,50	—	—	11,5	13,4	4,8	29,7	61,3	—
В2	120—140	3,28	0,40	5,7	3,6	—	15,8	6,1	—	—	—
С	160—170	2,64	0,50	5,9	3,6	—	14,6	7,3	—	—	—

Легко видеть, что приведенное разделение пахотных подзолистых почв генетически не оправдано (сопоставьте с разделением целинных почв) и может быть сохранено лишь как традиционное.

Разделяются подзолистые почвы и по степени окультуренности. Обычно выделяют дерново-подзолистые *освоенные, окультуренные* (иногда слабо-, средне- и сильноокультуренные) и *культурные (культосоли* западно-европейских почвоведов). Освоенные почвы распахиваются недавно и потому во всех своих свойствах еще напоминают исходные целинные почвы; их пахотный горизонт еще не приобрел гомогенности и гумусированности окультуренных почв и отличается высокой кислотностью. Постепенно по мере окультуривания почвы становятся все более гумусированными, менее кислыми, более обеспеченными элементами минерального питания.

В связи с особенностями рельефа в зоне распространения подзолистых почв (обычно моренно-холмистый, с преобладанием пологих коротких склонов с обильными понижениями между ними) они, как правило, оглеены в той или иной степени в нижних частях склонов, образуя серию переходов к болотным почвам понижений (рис. 24). Характерна и поверхностная глееватость почв.

В своем природном состоянии подзолистые почвы мало плодородны для сельскохозяйственных культур, причем их плодородие лимитируется неблагоприятным комплексом как химических, так и физических свойств. Положение слабо меняется при распашке и освоении почв, если не применяются специальные меры по их окультуриванию. В то же время при интенсивном окультуривании, адекватной агротехнологии эти почвы способны производить высокие урожаи при благоприятных погодных условиях.

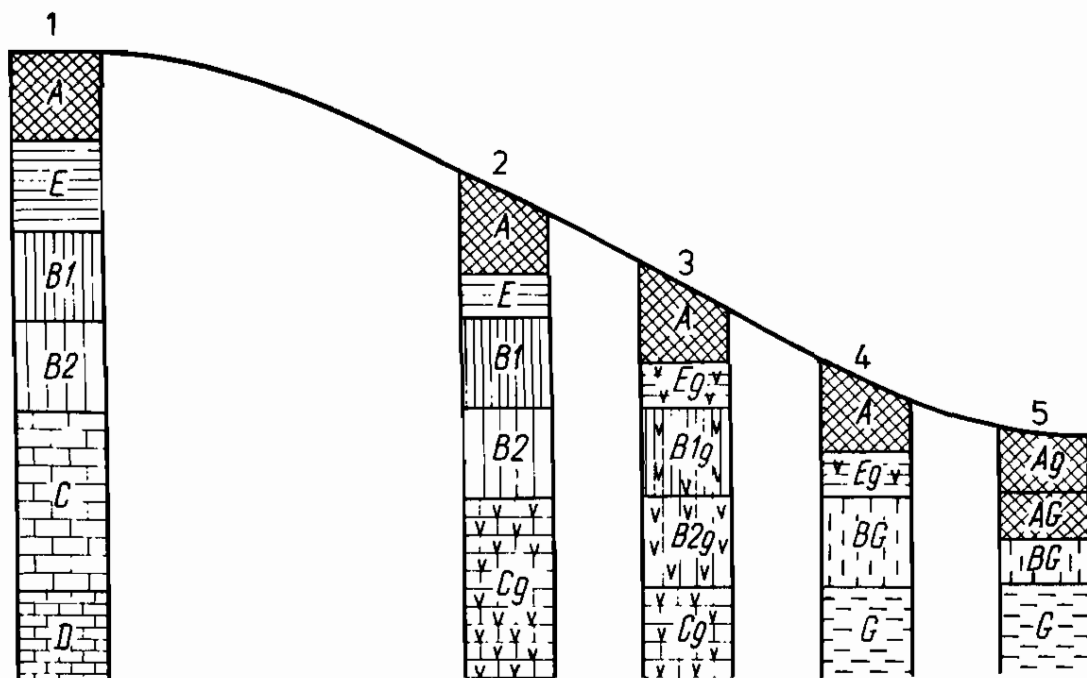


Рис. 24. Типичное почвенное сочетание (катена) на склоне в зоне распространения подзолистых почв:

1 — дерново-подзолистая; 2 — дерново-подзолистая глубокоогулеванная; 3 — дерново-подзолистая глееватая; 4 — дерново-подзолисто-глеевая (дерново-подзолистая глеевая); 5 — дерново-глеевая почва

Для повышения и поддержания на высоком уровне плодородия пахотных почв для их окультуривания императивны следующие приемы:

- создание глубокого (25—30 см), рыхлого (с плотностью 1,1—1,2 г/см³), высокогумусированного (3—4—5% гумуса), слабнокислого ($pH_{(H_2O)}$ 6—7, $pH_{(KCl)}$ 5,5—6) или даже нейтрального пахотного слоя, что достигается постепенным углублением при внесении больших доз органических удобрений и известковании;

- периодическое внесение органических удобрений и применение травосеяния в севообороте для поддержания бездефицитного баланса гумуса и облагораживания его состава (повышения доли гуминовых кислот в составе гумуса);

- периодическое известкование для недопущения повышения кислотности;

- систематическое внесение минеральных азотных, фосфорных и калийных удобрений в дозах, достаточных для получения планируемого урожая (избыток удобрений на полях так же вреден, как и их недостаток);

- периодическое глубокое рыхление (щелевание, кротование и т. п.) подпахотных горизонтов для предупреждения внутрипочвенного поверхностного переувлажнения и обеспечения свободного дренажа;

- регулирование водного режима путем сброса избытка поверхностных вод весной мелким поверхностным дренажем или бороздованием и умеренного полива дождеванием в периоды летних засух.

Большие массивы в различной степени оглеенных (заболоченных) подзолистых почв, как пахотных, так и под лесом, нуждаются в осушительных и других мелиорациях. В частности, постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР 1974 г. предусмотрено только в Нечерноземной зоне РСФСР за период 1975—1990 годов провести осушение земель на площади 9—10 млн. га, культур-технические работы (расчистка кустарника, уборка камней, укрупнение полей) на площади 8—10 млн. га, известкование на площади 23 млн. га, обеспечить применение минеральных удобрений. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР 1984 г. предусматривается к 2000 г. расширение площади осушенных земель до 19—21 млн. га. Эти работы осуществляются сейчас в значительных размерах.

6.4. Серые лесные почвы

Серые лесные почвы широко распространены на территории Советского Союза, США и Канады. Ландшафтная зона лесостепи, в границах которой распространены серые лесные почвы, контактирует на севере с подзоной южной тайги, на юге — с зоной степей; соответственно серые лесные почвы с севера контактируют с дерново-подзолистыми почвами, на юге — с черноземами.

Первые упоминания о серых лесных почвах связаны с начальными шагами в области русской почвенной картографии. Так, на карте В. И. Чаславского, составленной на европейскую часть России в масштабе 60 верст в английском дюйме (приблизительно 1:2 500 000) и опубликованной в 1879 г., уже были показаны серые лесные земли (переход к чернозему). Дальнейшее изучение серых лесных почв связано с именами В. В. Докучаева и Н. М. Сибирцева. Уже в своей классификации 1886 г. В. В. Докучаев выделил «серые переходные» (лесные) почвы как самостоятельный почвенный тип.

Структура почвенного покрова лесостепной зоны характеризуется сложным сочетанием нескольких почвенных типов, из которых каждый занимает определенное ландшафтное положение в ее пределах, — это серые лесные почвы, черноземы, лугово-черноземные почвы, солоды, солонцы.

Водораздельные лесостепные пространства, имеющие платообразный или слабовыпуклый характер, изрезаны глубокими оврагами и балками. Овраги, как правило, крутостенны, имеют ветвистый характер, врезаются на глубину до 15—20 м в толщу пород и тянутся на несколько километров в глубь водораздельных территорий. Приовражные склоны в той или иной степени подвержены процессам водной эрозии. Развитию эрозионных процессов в немалой степени способствует наличие покрова лессовидных пород, преобладающих в этой зоне среди почвообразующих пород, легко поддающихся размыву как в горизонтальной плоскости, так и особенно по вертикали, что способствует возникновению на склонах

Таблица 13. Климатические показатели зоны серых лесных почв

Провинция	Температура		Длина вегетационного периода, дни	Сумма температур выше 10°	Осадки, мм	Испаряемость, мм	Коэффициент увлажнения КУ
	января, °С	июля, °С					
Украинская	— 4...— 8	19,5—20	155—159	2450—2600	550—700	500—550	1,0—1,2
Среднерусская	— 8...— 13	18,5—19	144—150	2200—2400	500—550	500—550	1,0
Прикамская	— 13...— 16	18—19	110—120	1800—1900	450—500	—	—
Западно-Сибирская	— 16...— 19	18—18,5	116—120	1750—1850	380—420	380—420	1,0
Прибайкальская	— 18...— 25	17,5—18,5	95—104	1400—1600	360—450	450—470	0,77—1,0
Северо-Кавказская	4—2	21—23	—	3000—3500	500—700	—	—

рытвин, промоин, ложбин стока, дающих начало росту оврагов и способствующих развитию твердого стока.

Учитывая изменения климата, общих биоклиматических условий и характера почвообразования, зона лесостепи СССР разделена на ряд крупных провинций: 1) Украинская (западная); 2) Среднерусская (центральная); 3) Прикамская (восточная); в качестве отдельной провинции выделяется Северо-Кавказский регион; за Уральским хребтом выделяются Западно-Сибирская и Прибайкальская провинции (табл. 13).

Тип водного режима на всей территории лесостепи характеризуется как периодически промывной. В целом климат лесостепной зоны относится к умеренно континентальному, с прохладным влажным летом в северной части и теплым на юге. Он благоприятен для возделывания многих сельскохозяйственных культур.

Зона серых лесных почв целиком вписывается в ландшафтную зону лесостепья, которая представлена сочетанием смешанных дубрав в Европе или березовых лесов в Сибири и безлесных участков, занятых в прошлом степной растительностью. В Северной Америке это тоже чередование широколиственных лесов и степей. В северной части зоны леса выходят на водораздельные пространства, составляя крупные массивы, в южной части они теснятся к коренным берегам рек и на водоразделах встречаются только в виде разрозненных островов. Основные площади, бывшие ранее под целинными степями, ныне распаханы и освоены под земледелие. Распространение серых лесных почв связано непосредственно с широколиственными лесами. Однако в настоящее время их можно найти как под пологом дубрав, так и на распаханых участках, давно освоенных человеком.

Профиль серых лесных почв состоит из следующих генетических горизонтов: О-А-АЕ-ЕВ-Bt1-Bt2-BC-C. Серая лесная почва,

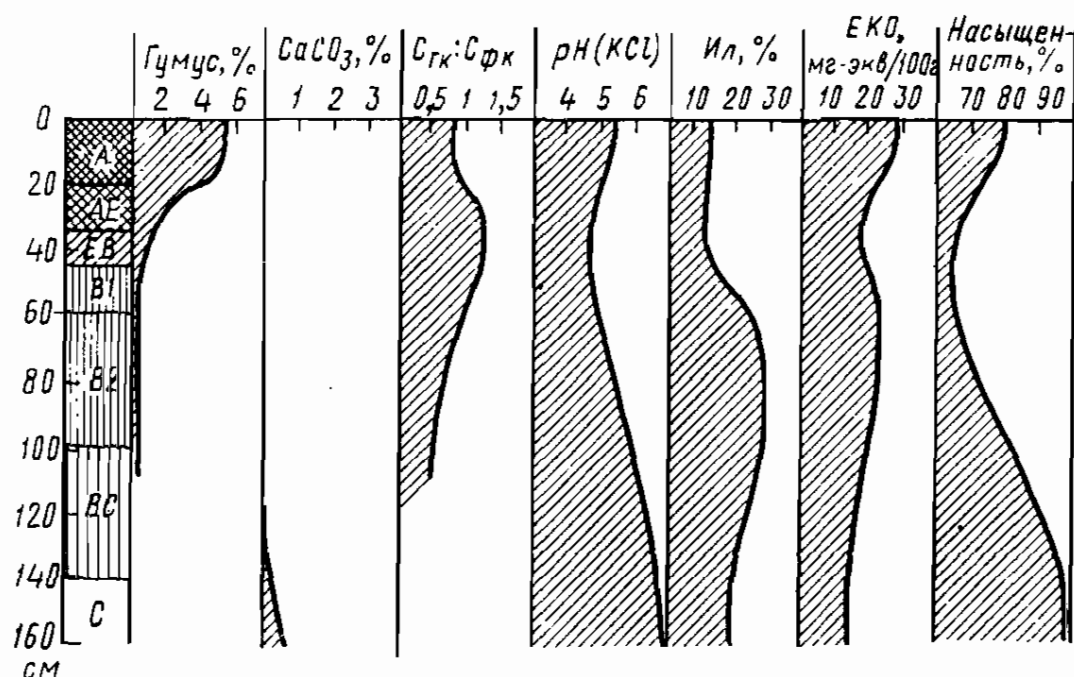


Рис. 25. Профильная характеристика серой лесной почвы

вскрытая разрезом в дубовом лесу, имеет следующее строение (рис. 25):

- О — лесная подстилка мощностью до 5 см из остатков листьев дуба и травянистой растительности разной степени разложения.
- А — гумусовый горизонт, окраска которого меняется в зависимости от подтипа почвы от светло-серой до темно-серой; в типичных серых лесных почвах — серый с коричневатым оттенком, густо пронизан корнями древесной и травянистой растительности и имеет порошисто-зернисто-комковатую структуру.
- АЕ — переходный гумусо-элювиальный горизонт (в темно-серых может отсутствовать) светло-серой с буроватыми пятнами окраски; с хорошей горизонтальной делимостью на плитки, распадающиеся на комковато-ореховатые отдельности, местами пластинчато-чешуйчатый; характерна обильная белесая присыпка по всему горизонту.
- ЕВ — переходный элювиально-иллювиальный горизонт; неоднородно окрашен: серовато-бурый или коричнево-бурый с более темными пятнами; характерна ореховатая структура с обильной белесой присыпкой по граням отдельностей.
- Вt1 — иллювиальный горизонт серовато-бурого или коричневатого цвета с более темными пятнами, четкой крупноореховатой структуры, с белесой присыпкой и темно-коричневыми глянцевитыми пленками и корочками по граням отдельностей.
- Вt2 — иллювиальный горизонт, светлее предыдущего, на буром фоне темные пятна и вертикальные затеки гумуса, четкой призматической структуры с глянцевитыми корочками и натеками по граням структурных отдельностей; плотный, связный.
- ВС — переходный к материнской породе горизонт желто-бурой окраски, с глубокими бледными прокрасками гумусом и белесой присыпкой по вертикальным трещинам; он имеет комковато-глыбисто-призматическую структуру, сильно уплотнен; с глубины 200 см возможны скопления карбонатов в виде журавчиков и трубковидных натеков по ходам древесных корней.
- С — материнская порода: буровато-желтый суглинок, иногда с сизыми пятнами оглеения, плотный, крупноглыбисто-комковатый, пористый, с карбонатными новообразованиями в виде мучнистых скоплений, дутиков и журавчиков.

Светло-серая лесная почва имеет несколько отличное от типичных серых лесных почв морфологическое строение. Во-первых, ее гумусовый и оподзоленные переходные горизонты более светлые,

**Таблица 14. Гранулометрический состав серых лесных почв, %
(Б. П. Ахтырцев, 1979)**

Почва	Горизонт	Глубина, см	Размер фракций, мм						
			1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001	< 0,01
Светло-серая лесная, Орловская обл., водораздел рек Оки и Зуши	A	1—8	5,5	15,3	39,7	8,6	11,2	19,8	39,6
	AE	10—25	6,1	14,0	40,5	9,3	10,8	19,3	39,4
	Bt1	30—50	6,8	12,0	25,4	5,5	9,5	40,8	55,8
	Bt2	80—90	7,9	8,2	26,4	5,0	13,3	39,2	57,5
	BC	125—135	7,5	8,8	26,6	6,8	11,5	38,8	57,1
	C	140—160	9,7	8,3	40,2	4,9	7,0	29,9	41,8
Серая лесная, Тульская обл., водораздельное плато	A	0—7	0,8	4,4	61,9	13,4	9,4	10,1	32,9
	A	7—18	0,2	2,3	63,6	11,3	11,7	10,9	33,9
	AE	18—32	0,3	3,2	63,8	13,9	5,0	13,8	32,7
	EB	32—43	0,3	0,3	56,4	9,6	8,3	25,1	43,0
	Bt1	43—56	0,2	3,2	47,5	9,7	10,5	28,7	48,9
	Bt2	80—90	0,1	1,1	45,8	8,8	11,7	32,5	53,0
	BC	130—140	0,1	0,3	47,8	9,8	10,4	31,6	51,8
Темно-серая лесная, Тульская обл., слабо пологий склон	A	0—10	1,6	6,1	58,5	13,5	10,8	9,5	34,8
	A	10—20	0,7	6,9	55,4	13,4	11,2	12,4	37,0
	EB	30—40	0,2	1,8	45,2	12,2	9,3	31,3	52,8
	Bt1	40—50	0,2	1,6	43,9	9,5	8,8	36,0	54,3
	Bt2	70—80	0,6	5,5	39,1	8,6	10,4	35,9	54,8
	C	150—160	2,3	3,6	38,5	9,1	10,7	33,8	53,6

именно светло-серые. В оподзоленном горизонте характерна сло-евато-плитчато-ореховатая структура. Более обильна белесая присыпка по всему профилю.

Профиль темно-серой лесной почвы отличается от профиля серой лесной большей мощностью гумусового горизонта, более интенсивной его окраской и менее четкой дифференциацией профиля по элювиально-иллювиальному типу. Переходный горизонт AE может отсутствовать. Меньше здесь белесой присыпки в профиле.

Профиль серых лесных почв отражает четкую дифференциацию распределения гранулометрических фракций по вертикали. Наблюдается активный вынос ила из горизонтов A, AE и EB и накопление его в иллювиальном горизонте Bt и иногда в нижележащих горизонтах. Такая же закономерность отмечается и для распределения физической глины (табл. 14).

Обезыливание верхних горизонтов является следствием активного процесса лессиважа, что подтверждается однородностью валового и минералогического состава илистой фракции по всем генетическим горизонтам (Б. П. Ахтырцев, 1979). В составе присыпки в горизонтах A и AE резко преобладают тонкодисперсный кварц и полевые шпаты, аморфный кремнезем почти полностью отсутствует.

В профиле серых лесных почв наблюдается отчетливая ди-

дифференциация и валового химического состава по элювиально-иллювиальному типу. В наибольшей степени эта дифференциация выражена у светло-серых лесных почв, где гумусовый (А) и элювиальный (АЕ) горизонты значительно обеднены оксидами железа и алюминия и имеют относительное (остаточное) накопление кремнезема (табл. 15). В иллювиальном горизонте В₁ у всех подтипов серых лесных почв соответственно наблюдается накопление оксидов железа и алюминия и снижение содержания кремнекислоты.

По данным Б. П. Ахтырцева (1979), в серых лесных почвах дифференциация валового химического состава илстой фракции по генетическим горизонтам выражена в малой степени. В составе ила сконцентрирована основная часть оксидов алюминия, железа, фосфора и магния. В иле содержатся минералы гидрослюдисто-монтмориллонитовой ассоциации. Гидрослюда преобладает во всех генетических горизонтах, в меньшем количестве присутствуют смешаннослойные минералы, монтмориллонит, хлорит, каолинит, кварц и гидроксиды железа.

Наиболее кислая реакция характерна для светло-серых почв, где рН солевой вытяжки находится в пределах 4,3—4,5 у серых лесных почв 4,6—5,2. Наименее кислая реакция наблюдается в темно-серых лесных почвах, где рН 5,2—6,4. Степень насыщенности почв основаниями наименьшая у светло-серых лесных почв (59—63%) и наиболее высокая у темно-серых лесных почв (77—96%). Содержание обменного кальция в почвенном поглощающем комплексе светло-серых лесных почв низкое, всего 7,0—11,0 мг-экв/100 г в горизонте А, с резким падением вниз по профилю; в темно-серых лесных почвах повышается до 20—25 мг-экв/100 г.

В основе разделения серых лесных почв на подтипы светло-серых, серых и темно-серых лежат не только различия в морфологическом строении, но и качественные и количественные различия их состава и, в частности, в содержании гумуса:

	<i>Светло-серая</i>	<i>Серая</i>	<i>Темно-серая</i>
Мощность гумусового горизонта А, см	15—20	25—30	30—40
Гумус в А, %	2—3	3—4	5—6
Запас гумуса, т/га	100—150	200	250—300

В гумусе светло-серых почв фульвокислоты преобладают над гуминовыми, в серых почвах их содержание одинаково, а в темно-серых больше гуминовых кислот.

По своим физическим свойствам серые и темно-серые лесные почвы центральной и южной лесостепи заметно отличаются от серых и особенно светло-серых лесных почв северной лесостепи. В целом они более благоприятны для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Каждый подтип на основании различий в гидротермическом

**Таблица 15. Валовой химический состав серых лесных почв, % на прокаленную
бескарбонатную навеску (Б. П. Ахтырцев, 1979)**

Горизонт	Глубина, см	Потеря при прокаливании	Химически связанная вода	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Молекулярные отношения		
													SiO ₂	SiO ₂	SiO ₂
													Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃
Светло-серая лесная почва															
A	3—13	9,19	1,59	81,16	9,72	3,17	0,54	0,25	0,14	0,68	0,57	2,08	14,3	68,2	10,7
AE	20—30	2,84	1,65	83,92	9,00	2,78	0,49	0,10	0,10	0,38	0,34	1,96	15,9	79,8	12,3
Bt2	60—70	5,90	5,31	68,73	12,27	16,39	0,40	0,06	0,15	0,31	0,39	—	9,5	11,2	5,0
C	100—120	5,43	4,98	69,90	12,71	15,03	0,39	0,04	0,26	0,24	0,44	1,09	9,3	12,4	5,1
Серая лесная почва															
A	0—7	9,80	2,65	80,43	8,76	3,72	1,06	0,17	0,36	1,22	1,16	2,57	15,6	57,8	12,3
A	7—18	5,60	2,98	80,27	8,83	3,55	1,02	0,12	0,34	1,19	1,20	2,65	15,4	60,8	12,3
AE	18—32	4,32	3,39	80,76	8,52	3,41	1,17	0,14	0,33	1,23	1,14	2,66	16,1	63,2	12,8
Bt2	60—70	7,23	6,67	12,17	13,52	5,84	1,19	0,11	0,34	1,70	1,73	2,59	8,9	32,0	7,0
BC	220—250	6,07	5,32	73,35	12,66	5,92	1,15	0,07	0,27	1,44	1,71	2,77	9,9	33,0	7,6
Темно-серая лесная почва															
A	0—8	10,55	4,30	78,24	8,91	4,29	1,02	0,26	0,31	1,97	1,60	2,55	14,9	48,6	11,4
A	8—19	7,15	4,55	77,60	8,50	4,47	1,07	0,21	0,25	1,93	1,73	2,58	15,6	46,2	11,6
Bt1	50—60	5,79	4,97	74,87	11,72	6,09	1,10	0,06	0,21	1,19	1,20	2,76	10,9	32,9	8,2
Bt2	105—125	6,02	5,56	73,92	12,44	6,30	1,12	0,07	0,19	1,28	1,19	2,64	10,1	31,3	7,6
C	140—160	8,39	7,71	63,02	13,44	15,84	1,26	0,08	0,40	1,22	1,58	2,18	8,0	10,6	4,6

режиме делится на фациальные подтипы, например выделяются серые лесные умеренно теплые промерзающие почвы или серые лесные теплые промерзающие почвы и т. д. В пределах каждого подтипа произведено разделение на роды: *обычные*, развитые на рыхлых толщах суглинистого, глинистого и супесчаного состава; *остаточно-карбонатные*, развитые на карбонатных породах; *контактно-луговатые*, сформированные на двучленных наносах; *пестроцветные*, развитые на коренных пестроцветных породах, и *со вторым гумусовым горизонтом*. Разделение на виды производится по глубине вскипания — *высоковскипающие* (выше 100 см) и *глубоковскипающие* (глубже 100 см), а также по мощности гумусового горизонта (A + AE) — *мощные* (>40 см), *среднемощные* (40—20 см) и *маломощные* (< 20 см).

Почвы, находящиеся в сельскохозяйственном использовании, разделяются на: а) *освоенные* и б) *окультуренные*.

При наличии избыточного увлажнения (поверхностного или грунтового) и развития в профиле глеевых процессов выделяется самостоятельный тип *серых лесных глеевых почв*. Серые лесные глеевые почвы в зависимости от характера увлажнения разделяются на три подтипа: а) *серые лесные поверхностно-глееватые*; б) *серые лесные грунтово-глееватые*; в) *серые лесные грунтово-глеевые*.

В среднерусской лесостепи структура почвенного покрова осложняется своеобразными серыми лесными поверхностно-глеево-элювиальными (псевдоглеевыми) и серыми лесными осолодело-солонцеватыми почвами. Первые из них приурочены к западным ландшафтам Среднерусской возвышенности и севера Окско-Донской равнины, вторые распространены в подзоне южной лесостепи и связаны с засоленными породами и грунтовыми водами. По своим признакам и свойствам, особенно в агропроизводственном отношении, они существенно отличаются от обычных серых лесных почв, будучи значительно менее плодородными.

В международной систематике ФАО серые лесные почвы (Greyzems) разделяются на три подтипа: 1) Orthic greyzems — типичные; 2) Mollic greyzems — с сильно гумусированным верхним горизонтом; 3) Gleyic greyzems — с выраженным глеевым горизонтом.

Вопрос о генезисе серых лесных почв является до настоящего времени дискуссионным. Спорность и противоречивость многих научных концепций по этому вопросу определена природным переходным положением серых лесных почв между зонами подзолистых и черноземных почв, их совместным распространением с черноземами в лесостепи, а также большими провинциальными и фациальными различиями.

В основу разделения «светло-серых северных почв» и «серых переходных (лесных почв)» В. В. Докучаев (1886) положил идею о различном влиянии разных типов лесной растительности на процесс почвообразования. По его мнению, хвойные леса способствуют формированию подзолистых почв, широколиственные (дубравы) — образованию типичных серых лесных («ореховых») почв.

С другой стороны, ботаник С. И. Коржинский (1887), проводивший исследования в Приуралье и Заволжье в пределах северной границы черноземов, пришел к выводу, что серые лесные почвы, находящиеся под широколиственными лесами (дубравами) в черноземной степи, представляют собой измененный лесом деградированный чернозем. Он полагал, что весь ряд почв от черноземных до подзолистых представляет собой лишь стадии последовательного процесса деградации черноземов.

Противоположная точка зрения на образование серых лесных почв была высказана В. И. Талиевым (1904), полагавшим, что широколиственные леса раньше занимали большее пространство и располагались более крупными массивами. Островной характер современных дубрав есть явление вторичное, обусловленное деятельностью человека. На местах вырубок широколиственного леса поселилась лугово-степная растительность или же они были заняты под культурную растительность. Под влиянием травянистой растительности серые лесные почвы бывших дубрав испытывали процесс проградации, превративший их в черноземы.

Работами Н. П. Ремезова, С. В. Зонна, В. Н. Миных, И. М. Розановой и других было показано, что широколиственные древесные породы не только не вызывают процессов оподзоливания почвы, а скорее способствуют развитию дернового процесса, гумусонакоплению и обогащению гумусо-аккумулятивного горизонта основаниями и азотом.

Наиболее полное обобщение всех материалов по вопросу о генезисе серых лесных почв было дано в работе Б. П. Ахтырцева (1979), который рассмотрел вопрос о формировании серых лесных почв с позиции проявления основных элементарных почвенных процессов. По его мнению, серые лесные почвы формируются под влиянием следующих процессов: поступление органических остатков в почву, гумусонакопление и связанная с ним биогенная аккумуляция зольных веществ, выщелачивание карбонатов и легко растворимых солей, миграция гумусовых веществ и продуктов распада минералов в форме металлоорганических и оксидных соединений, лессиваж и оглинивание. Формирование элювиального и иллювиального горизонтов серых лесных почв в наибольшей мере связано с лессиважем. Степень выраженности его неодинакова в разных условиях, а сам процесс протекает в комплексе с другими явлениями, в частности с оглиниванием.

Таким образом, по вопросу о генезисе серых лесных почв к настоящему времени сложились две точки зрения, из которых одна, высказанная еще В. В. Докучаевым, признает за серыми лесными почвами изначальную самостоятельность происхождения (под воздействием широколиственного леса), другая рассматривает серые лесные почвы как различные переходные стадии развития либо черноземных почв в дерново-подзолистые, либо дерново-подзолистых в черноземные.

Зона лесостепи является зоной интенсивного земледелия. По степени сельскохозяйственного использования почв она занимает

второе место после черноземной зоны; лесопокрываемые территории занимают в ней в настоящее время не более 20—25%, остальная площадь используется под различные сельскохозяйственные угодья (пашни, сады, сенокосы, выгоны).

В связи с невысоким содержанием гумуса и низкой обеспеченностью азотом серые лесные почвы в первую очередь нуждаются в органических удобрениях (навоз, торфонавозные компосты). Внесение высоких доз навоза способствует улучшению структурного состояния пахотного горизонта, снижает кислотность почвы, улучшает пищевой режим.

На светло-серых и серых лесных почвах, имея в виду их кислую реакцию, необходимо проводить известкование, которое в районах свеклосахарных заводов осуществляется путем внесения богатого известью дефекаата.

Из минеральных удобрений хороший эффект дает применение фосфоритной муки и томасшлака, высокий — применение азотных удобрений, средний — калийных.

Для успешного и планомерного повышения плодородия серых лесных почв необходимо осуществление целого комплекса мероприятий. Борьба с эрозией почв — одно из важнейших звеньев этого комплекса.

Глава седьмая

СИАЛИТНЫЕ ОГЛИНЕННЫЕ КИСЛЫЕ (БУРОЗЕМЫ) И НЕЙТРАЛЬНЫЕ (КОРИЧНЕВЫЕ) ПОЧВЫ

А. БУРОЗЕМЫ

7.1. Буроземный профиль

Бурозем (бурая лесная почва) относится к группе почв с недифференцированным по элювиально-иллювиальному типу профилем, хотя в ряде случаев может иметь текстурно-дифференцированный профиль вследствие преимущественного оглинивания средней части профиля, что может явиться причиной поверхностного оглеения (вторичного псевдооглеения). В типичном выражении буроземный профиль имеет строение А-В_т-С. Его диагностическим признаком служит наличие метаморфически оглиненного горизонта В_т (В структурный В_т в отличие от В текстурного В_т) при отсутствии каких бы то ни было элювиальных или иллювиальных горизонтов.

Впервые термин «бурые почвы» для лесных почв был использован Р. В. Ризположенским (1892), описавшим их в Заволжье. Впоследствии оказалось, что описанные им почвы относятся к буроокрашенным рендзинам на древних красноцветных карбонатных глинах (пермские коры выветривания), но термин остался и получил широкое распространение.

В 1905 г. Е. Раманн в Германии обосновал выделение самостоятельного типа почв широколиственных лесов Центральной и Южной Европы, которые им были названы *Braunerden* — *буроземы*. Эта идея была поддержана в Румынии одним из крупнейших авторитетов того времени Г. Мургочи (1909), который предложил, однако, называть такие почвы *braune Waldböden* — *бурые лесные почвы*.

С предложением выделения самостоятельного типа буроземов не был согласен К. Д. Глинка, не считавший возможным выделить их самостоятельно на своих мировых почвенных картах (1908, 1915, 1927) и объединивший такие почвы в едином контуре «лесных почв и деградированных черноземов». К. Д. Глинка считал, что это лишь одна из стадий оподзоливания, переход от красноземов к подзолистым почвам либо ранняя стадия оподзоливания на карбонатных породах. Однако он вынужден был признать необычность таких «неоподзоленных» почв, описав их под названием *поддубиц* под дубовыми лесами Псковской губернии (1923).

Все же идеи Е. Раманна и Г. Мургочи получили все большее распространение, и буроземы описывались в различных районах под суббореальными широколиственными лесами не только Европы, но и Северной Америки.

В 1930 г. на Втором международном конгрессе почвоведов было решено, во-первых, считать буроземы самостоятельным почвенным типом, а во-вторых, чтобы подчеркнуть их экологическую особенность, использовать для таких почв термин Г. Мургочи «бурая лесная почва», а термин Е. Раманна «бурозем» использовать лишь как синоним. С тех пор оба термина равнозначно используются в почвоведении, но преимущество все-таки имеет более краткий термин Е. Раманна.

Впоследствии подобные почвы были описаны не только под широколиственными лесами, но и под хвойными, не только на холмистых равнинах Центральной Европы, но и в горах, не только в суббореальном поясе, но и в субтропиках и тропиках. Кроме того, под широколиственными лесами суббореального пояса были описаны почвы с выраженной дифференциацией профиля, получившие в Европе и Северной Америке название *серо-буро-подзолистых* и *буро-подзолистых почв*, а в СССР *буро-подзолистых почв* и *оподзоленных буроземов*. Последние были позднее в Европе отнесены к лессивированным и псевдоглеевым почвам. В СССР эти термины сохранились для Прикарпатья и Дальнего Востока. Позднее на Дальнем Востоке они получили название *лесных подбелов*.

Далее оказалось, что буроземы как в Центральной Европе, так и в других районах мира образуют массу переходных форм к другим типам почв. В частности, были описаны переходные формы *рендзина-бурозем*, *парарендзина-бурозем*, *бурозем-подзол*, *бурозем-лессиве*, *бурозем-псевдоглей*, *бурозем-чернозем*, *бурозем-краснозем* и т. д. Распространение буроземно-подзолистых почв было показано в Белоруссии, Прибалтике, Псковской и Новгородской областях.

При составлении международной Почвенной карты мира ФАО/ЮНЕСКО для почв, имеющих в профиле горизонт *Bm*, был

предложен новый термин — *камбисоль*. На составленной карте камбисоли (буроземы, бурые лесные почвы) оказались наиболее распространенными в мире от бореального пояса до тропического и имеющими много переходных форм.

В советской почвенной школе сложилось более узкое понимание буроземов как типа профильно-недифференцированных почв, свойственных широколиственным и хвойно-широколиственным лесам с богатым кальциевым биологическим круговоротом веществ и имеющих промывной водный режим (в отличие от полупромывного в серых лесных почвах).

Для понимания типа буроземов в советской почвенной школе имели большое значение обобщающие работы Л. И. Прасолова и И. Н. Антипова-Каратаева (1947) по Крыму и Кавказу, Ю. А. Ливеровского (1948) по Кавказу и Дальнему Востоку, С. В. Зонна (1950) по Северо-Западному Кавказу, И. П. Герасимова (1960) по Центральной Европе, В. М. Фридланда (1976) по Кавказу, Н. П. Ремезова (1951) по биологическому круговороту веществ в широколиственных лесах.

7.2. Буроземообразование

Для развития буроземов характерны следующие экологические условия: 1) широколиственные, хвойно-широколиственные, иногда хвойные леса с развитым травяным покровом, характеризующиеся мощным по объему азотно-кальциевым биологическим круговоротом веществ; 2) преобладание атмосферных осадков над испарением, обеспечивающее глубокое (сезонное) промачивание почвы и промывной водный режим; 3) обязательный свободный внутрипочвенный дренаж, с чем связано преимущественное распространение буроземов на горных склонах; 4) не слишком длительное сезонное промерзание или его полное отсутствие, обеспечивающее достаточную интенсивность выветривания и вторичного минералообразования; 5) относительно небольшой возраст почвообразования в связи со склонностью буроземов к эволюции в другие типы почв.

В соответствии с описанными условиями в буроземах доминируют следующие элементарные почвенные процессы: 1) гумусообразование и гумусонакопление, ведущие к формированию под лесной подстилкой гумусового горизонта А, темного, но в той или иной степени окрашенного в бурые тона вследствие преобладания фульвокислот и бурых гуминовых кислот и прокрашивания оксидами железа; 2) сиаллитное оглинивание всей толщи, охваченной почвообразованием, без перемещения по профилю продуктов выветривания, за исключением выносимых за пределы профиля и из ландшафта в целом водорастворимых солей, преимущественно развивающееся в средней части профиля и ведущее к формированию глинисто-метаморфического горизонта Вm под горизонтом А.

Сформированная указанными процессами почва обычно имеет монотонный буроокрашенный профиль с весьма постепенным переходом между горизонтами: О-ОА-А-АВ-Вm-ВС-С. Это всегда почва

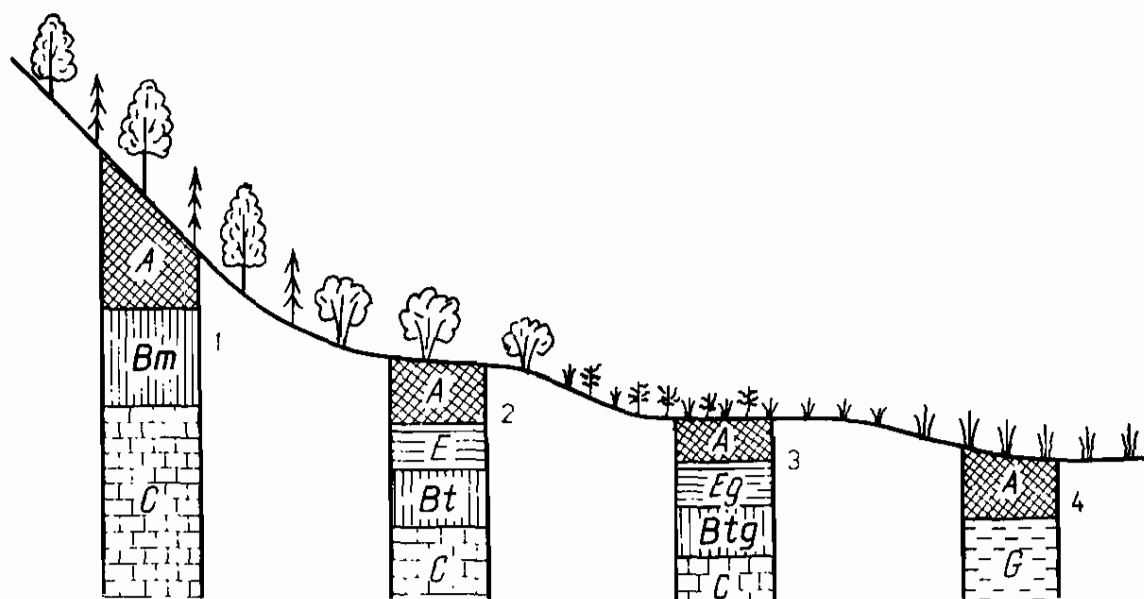


Рис. 26. Типичная буроземная catena в холмистых и низкогорных районах (пояснения в табл. 16)

дренированных склонов, преимущественно горных, либо расчлененных холмистых территорий. На низменностях, в понижениях рельефа буроземов нет (на подножьях склонов могут быть глеевые буроземы, переходящие в псевдоглей или болотные почвы) (рис. 26).

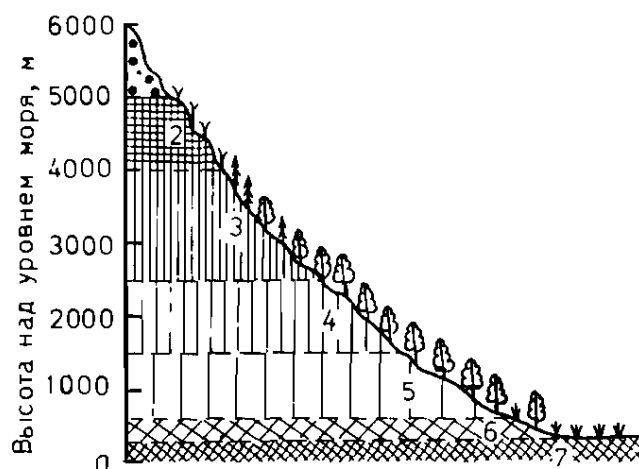
В холмистых и низкогорных районах Центральной Европы, Прикарпатья, Дальнего Востока (предгорья Сихотэ-Алиня) наиболее типичным сочетанием почв является показанная на рис. 26

Таблица 16. Корреляция принятых в разных странах названий почв типичной буроземной cateny (см. рис. 26)

Регион	Хорошо дренированные склоны — 1*	Дренированные подножья склонов — 2*	Слабо дренированные равнины — 3*	Недренированные низменности — 4*
Дальний Восток СССР	Бурая лесная	Буро-подзолистая (лесной подбел)	Луговой подбел	Дерново-глеевая
Прикарпатье СССР	Бурая лесная	Буроземно-подзолистая	Бурая лесная глеевая	Дерново-глеевая
Чехословакия	Бурозем	Гнедозем	Псевдоглей	Глей
Венгрия	Бурозем	Бурозем лес-сивированный	Псевдоглей	Глей
Румыния	Бурозем	Вторичный подзол	Псевдоглей	Глей
ГДР	Бурозем	Светлозем	Псевдоглей	Глей
ФРГ	Бурозем	Парабурозем	Псевдоглей	Глей
Франция	Бурозем	Лессиве	Псевдоглей	Глей

* Номера почв на рис. 26.

Рис. 27. Вертикальная зональность почв на Северо-Западном Кавказе: 1 — нивальная зона; 2 — горно-луговые почвы альпийских и субальпийских лугов (литосоли, ранкеры); 3 — темные буроземы буковых и пихтовых лесов; 4 — буроземы дубово-грабовых и дубово-буковых лесов; 5 — светлые буроземы дубовых лесов и рендзины сосняков; 6 — серые лесные почвы предгорной лесостепи; 7 — черноземы степей



катена, члены которой, хотя в разных странах и называются по-разному, представляют весьма характерный и всюду одинаковый ряд переходов в связи с изменениями степени дренированности и соответствующего водного режима (табл. 16).

Итак, буроземы — это гумидно-лесные почвы хорошо дренированных склонов в горах или на сильно расчлененных высоких равнинах, формирующиеся при промывном водном режиме и богатом азотно-кальциевом биологическом круговороте веществ. Их общей особенностью во всех горных районах мира является увеличение степени гумусности с высотой: светлые буроземы внизу и темные — выше по склону (рис. 27).

Эволюционно и топографически они всегда образуют определенную стадию в развитии почвенного покрова. Их предшественниками являются литосоли, ранкеры, рендзины. В условиях перехода к степям они эволюционируют в черноземы. При промывном водном режиме, но с поверхностным переувлажнением они трансформируются в подзолистые или лессивированные почвы, а при затрудненном дренаже — в псевдоглеи. В условиях длительного почвообразования и интенсивности эволюционного выветривания они эволюционируют в ферраллитизированные почвы, красноземы и ферраллиты, что, естественно, широко наблюдается в теплых гумидных районах субтропиков и тропиков.

Разнообразие форм буроземов связано также с разнообразием почвообразующих пород, среди которых встречаются как элювий кислых и основных массивно-кристаллических пород либо известняков, так и рыхлые голоценовые наносы, включая лёсс. На элювии основных изверженных пород в Румынии и Венгрии описаны специфические «красноватые» буроземы; на элювии известняков или мергелей — остаточно-карбонатные буроземы.

При буроземообразовании характерны, с одной стороны, выщелачивание катионов нисходящим током воды, а с другой — их биологическая аккумуляция в подстилке и гумусовом горизонте. Согласно Н. П. Ремезову (1956), из лесных почв ежегодно выщелачивается 10—15 кг СаО на 1 га, а Б. Мэйер (1962) подсчитал, что при образовании буроземов на карбонатном лёссе из последнего выносятся 130—220 кг СаСО₃ на 1 м². Одновременно в лесной подстилке широколиственного леса аккумулируется, кг/га:

буковый лес:	CaO	MgO	K ₂ O
на кислой почве	35	10	13
на карбонатной почве	46	7	10
дубовый лес:			
на кислой почве	27	7	7
на карбонатной почве	38	8	7

Интенсивности биологического круговорота в широколиственных и хвойно-широколиственных лесах способствует обильная почвенная мезо- и микрофауна, особенно разнообразно представленная в лесной подстилке, которая формируется по мюллеровому типу.

Как указывает П. Стефанович (1971), обобщивший материалы по буроземам Венгрии, для сквозного промачивания буроземов достаточно 250 мм атмосферных осадков в год, учитывая их хорошую дренированность, а их годовая норма в районах распространения буроземов составляет 600—800 мм. Это всегда ведет к существенному выщелачиванию и подкислению буроземов. Этому же способствует и фульватный характер их гумуса: в составе гумуса $C_{гк} : C_{фк}$ ниже единицы, обычно 0,7—0,8. Типичный бурозем — это кислая почва, не насыщенная основаниями. Тем не менее вовлекаемых в биологический круговорот оснований и освобождаемых при выветривании оксидов железа и алюминия достаточно для насыщения образующихся при разложении растительных остатков гумусовых кислот и нейтрализации их агрессивности, что вместе с преобладанием окислительной обстановки и отсутствием застоя растворов препятствует оподзоливанию почв.

Особое внимание было уделено оглиниванию (сиаллитизации) буроземов как основному профилеобразующему элементарному почвенному процессу в почвах этого типа.

Ф. Шеффер и П. Шахтшабель (1956), В. Лаатч (1957) предложили и проследили экспериментально следующую схему вторичного минералообразования в буроземах, в которых относительная роль тех или иных вторичных минералов в составе будет определяться той или иной стадией выветривания и буроземообразования:

при сохранении кристаллической решетки

мусковит → гидрослюда → иллит → переходные минералы → монтмориллонит
биотит → гидрослюда → вермикулит → переходные минералы → монтмориллонит

при разрушении решетки

полевые шпаты авгиты амфиболы	ионы и коллоиды → продуктов вывет- ривания	слабощелочные (ионы Ca^{2+} , Mg^{2+})	→ монтмориллонит
		слабощелочные или кислые (ионы K^{+})	→ иллит
		умеренно кислые	→ каолинит

Г. Фёльстером (1963) было показано, что глинообразование в профиле буроземов может быть результатом как трансформации первичных минералов, так и синтеза глин из ионных компонентов, при этом подчеркнуто, что 95 % глины в буроземе на лёссе было новообразовано при трансформации слоистой решетки слюд в диоктаэдрическую решетку иллита. Новообразование глинистых минералов сопровождается «побурением» почвенной массы — отложением мелкокристаллического гетита на поверхности зерен глинистых минералов или образованием так называемых железо-иллитов, что было описано Г. Е. Штрemme (1951) и Б. Мейером (1962) в ГДР и ФРГ, П. Стефановичем (1963) в Венгрии.

7.3. Систематика буроземов

В советском систематическом списке почв большая группа буроземов делится на следующие типы и подтипы почв:

1. Бурые лесные почвы (буроземы)
 - 1.1. Бурые лесные кислые грубогумусные
 - 1.2. Бурые лесные кислые грубогумусные оподзоленные
 - 1.3. Бурые лесные кислые
 - 1.4. Бурые лесные кислые оподзоленные
 - 1.5. Бурые лесные слабонасыщенные
 - 1.6. Бурые лесные слабонасыщенные оподзоленные
2. Бурые лесные глеевые почвы (буроземы глеевые)
 - 2.1. Бурые лесные поверхностно-глееватые оподзоленные
 - 2.2. Бурые лесные поверхностно-глеевые оподзоленные
 - 2.3. Бурые лесные глееватые
 - 2.4. Бурые лесные глеевые
3. Подзолисто-бурые лесные почвы (подзолисто-буроземные)
 - 3.1. Подзолисто-бурые лесные ненасыщенные
 - 3.2. Подзолисто-бурые лесные слабонасыщенные
4. Подзолисто-бурые лесные глеевые почвы (подзолисто-буроземные глеевые)
 - 4.1. Подзолисто-бурые лесные поверхностно-глееватые
 - 4.2. Подзолисто-бурые лесные поверхностно-глеевые
 - 4.3. Подзолисто-бурые лесные глееватые
 - 4.4. Подзолисто-бурые лесные глеевые
5. Луговые подбелы (лугово-бурые почвы)
 - 5.1. Луговые подбелы оподзоленные
 - 5.2. Луговые подбелы оподзоленно-глеевые

Кроме указанных типов и подтипов выделяются специфические фациальные подтипы, формирующиеся в разных климатических условиях: теплые, умеренные, холодные, глубокопромерзающие, промерзающие, непромерзающие и т. п. В пределах подтипов выделяются роды почв: остаточно-карбонатные, остаточно-насыщенные, ферралитизированные, вторично-дерновые, галечниковые, контактно-глееватые, остаточно-луговые, конкреционные. Виды буроземов выделяются по содержанию гумуса (%) в горизонте А: многогумусные (>10), среднегумусные (5—10), малогумусные (<5).

В систематике буроземов нет пока единства и твердо установленных принципов, что, вероятно, связано, во-первых, с их большим

разнообразием в связи с обширным ареалом распространения и, во-вторых, с обилием переходных форм к другим типам почвообразования. Именно эти обстоятельства заставляют рассматривать буроземы как стадийно относительно молодые почвы, с возрастом эволюционирующие в какие-то более устойчивые типы почв.

Сопоставляя систематику буроземов с характеристиками иных типов почв, можно заключить, что из содержащихся в советском систематическом списке пяти типов почв к настоящим буроземам относятся лишь первые два (во втором типе первые два подтипа должны быть отнесены к псевдоглеям). Все поверхностно-глееватые и поверхностно-глеевые почвы относятся к псевдоглеям, как и луговые подбелы. Подзолисто-буроземные почвы выделяются в самостоятельный тип лессивированных почв (лессиве Франции, парабурозем ФРГ, светлосем ГДР, псевдоподзол И. П. Герасимова, вторичный подзол Н. Черкеску, гнедозем Чехословакии). Среди настоящих буроземов четко различаются следующие типы (или подтипы, если принять бурозем как почвенный тип): черноземовидные, остаточнокарбонатные, слабонасыщенные (эутрофные), кислые (дистрофные), грубогумусные, оподзоленные, лессивированные, глеевые, псевдофибровые (на песках).

7.4. Свойства буроземов

Для профиля буроземов, в принципе построенного по типу А-В_т-С, характерна бурая окраска при весьма постепенном освещении ее с глубиной и постепенными переходами между горизонтами (рис. 28). В горизонте А почва под лесом обычно темно-бурая до черно-бурой, а на переходе к породе становится желто-бурой. Степень затемненности окраски определяется содержанием гумуса, которое колеблется в лесных буроземах от 3—4 до 10—12% в горизонте А и может превышать 12% непосредственно под подстилкой. Степень яркости окраски определяется характером «побурения», зависящим от содержания и преобладающей формы свободных гидроксидов железа.

Гумусовый профиль буроземов регрессивно-аккумулятивный, типичный для лесных почв: содержание гумуса хотя и постепенно, но быстро падает с глубиной. Гумус фульватный, но в черноземовидных буроземах может быть фульватно-гуматным либо гуматным. Гумусовые кислоты связаны с кальцием, железом, алюминием. Среди гуминовых кислот преобладают бурые. Значительная доля гумусовых кислот связана с глинистыми минералами. При распашке буроземы быстро теряют гумус и его содержание в пахотном горизонте обычно составляет 2—3% при сохранении фульватного состава.

Анализ гранулометрического состава показывает существенную оглиненность буроземов, обычно максимальную в средней части профиля в горизонте В_т, причем содержание как ила, так и физи-

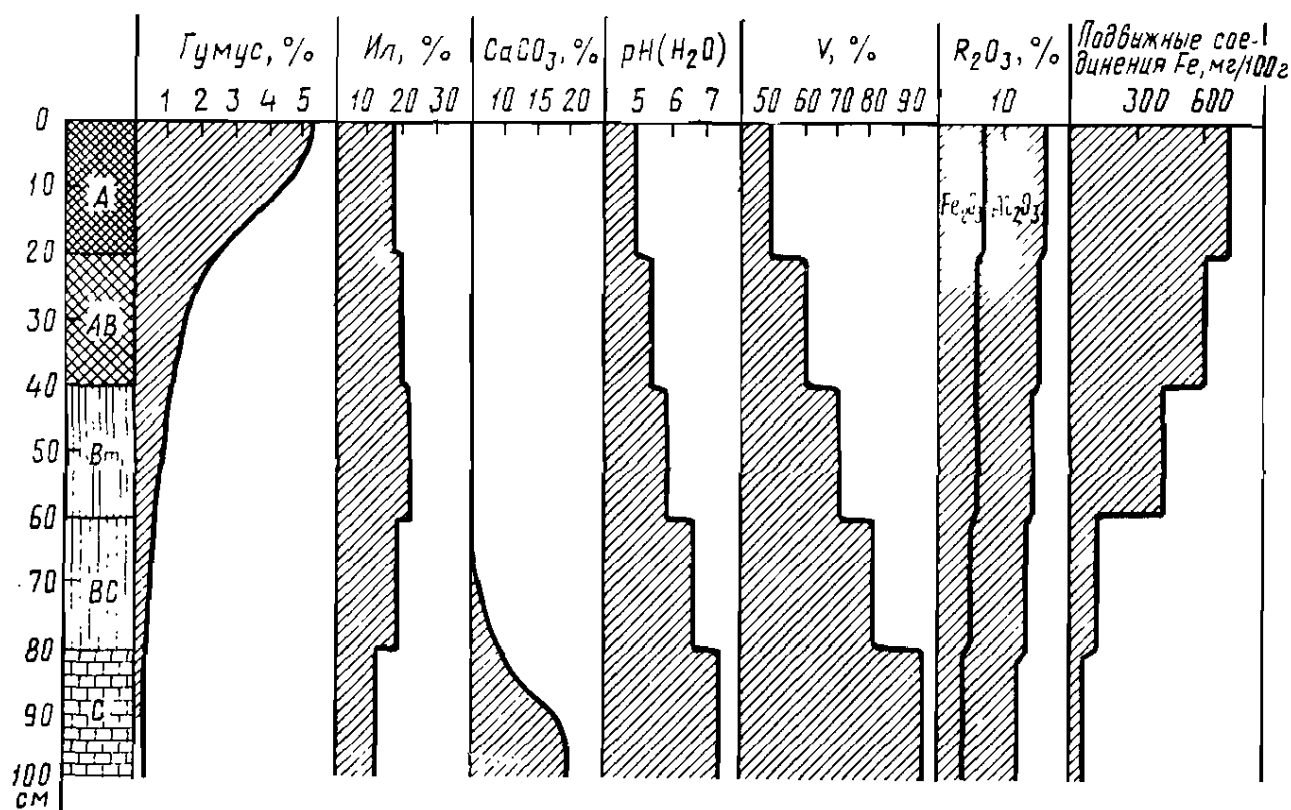


Рис. 28. Профильная характеристика бурой лесной почвы

ческой глины в почве всегда больше, чем в исходной почвообразующей породе.

Характерно относительно равномерное распределение SiO₂ и R₂O₃ при небольшом накоплении полуторных оксидов с поверхности. Однако анализ подвижных соединений железа показывает всегда их накопление в поверхностном горизонте. Емкость катионного обмена достигает 20—25 мг-экв/100 г, а среди обменных катионов обычно преобладает Ca²⁺. Типична некоторая ненасыщенность основаниями, максимальная с поверхности и постепенно исчезающая вниз по профилю. Почвы, как правило, кислые, но обычно кислотность невысокая.

Для буроземов характерны благоприятные водно-физические свойства: высокая влагоемкость и достаточно хорошая водопроницаемость, что обеспечивается устойчивой комковатой структурой во всем профиле вплоть до породы.

Черноземовидные буроземы образуют ясно выраженный переход от буроземов к черноземам, занимая по всем диагностическим признакам и свойствам промежуточное положение. Они широко распространены в Центральной Европе (Венгрия, Чехословакия, ГДР, ФРГ) на лёссовых равнинах. В настоящее время эти почвы полностью распаханы, имея высокое природное плодородие и располагаясь в благоприятных условиях рельефа по склонам пологих холмов.

В профиле черноземовидных буроземов характерны три горизонта: А—0—60 см — темно-бурый (черно-бурый), зернисто-комковатый; Вm—60—100 см — бурый (желто-, красно-, серо-

Таблица 17. Характеристика черноземовидных буроземов Венгрии
(по П. С. Стефановичу, 1971); 1 — район Бодва;
2 — район Комполт; 3 — район Сабади

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %			pH			CaCO ₃ , %			Степень насыщенности основаниями, %		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Ap	0—30	2,42	3,80	2,43	6,6	7,0	6,4	0	0	0	57,0	63,3	84,1
A	30—60	1,06	2,80	1,30	6,6	6,6	6,6	0	0	0	58,0	53,8	81,7
Bm	60—100	1,06	1,52	0,93	6,8	8,0	8,0	0	0	4,6	60,3	57,0	99,7
BCca	100—150	0,65	0,98	0,37	8,5	—	8,6	8,4	7,1	32,3	81,2	—	100
Cca	150—200	0,24	—	—	8,8	—	—	22,7	—	—	100	—	—

бурый), комковатый; BCca—100—150 см — желто-бурый (палевый), комковато-глыбистый.

Для них характерна относительно низкая гумусированность при глубоком прокрашивании почвы гумусом и фульватно-гуматном или гуматном составе гумуса (табл. 17). В нижней части профиля всегда имеется карбонатно-аккумулятивный горизонт, переходный к карбонатному лёссу. Почвы имеют нейтральную или близкую к ней реакцию, но в значительной степени не насыщены основаниями в верхних горизонтах; в карбонатном горизонте насыщенность основаниями, естественно, полная либо приближается к полной.

Остаточно-карбонатные буроземы образуются на карбонатных материнских породах и формируют переход к настоящим буроземам от рендзин, отличаясь от последних наличием глинисто-метаморфического горизонта Bm. Остаточная карбонатность обычно отмечается в горизонте BC. Почвы нейтральные, насыщенные, но могут быть слабовыщелоченными в гумусовом горизонте.

Слабонасыщенные (эутрофные) буроземы наиболее типичны для широколиственных лесов Центральной и Южной Европы, горного Альпийского пояса и муссонных районов Восточной Азии (Сихотэ-Алинь, Корея, Япония, Восточный Китай). Формируясь преимущественно на коренных породах, они имеют достаточно большой резерв оснований, поддерживаемый интенсивным биологическим круговоротом. Соответственно они характеризуются слабокислой реакцией и невысокой ненасыщенностью с поверхности, обычно не превышающей 25% (диагностически не более 50%).

Кислые (дистрофные) буроземы характерны для хвойно-широколиственных и хвойных горных лесов и часто формируются на бедных выветриваемыми минералами плотных породах (кварциты, песчаники, граниты). Для них типична высокая кислотность гумусового горизонта и степень насыщенности основаниями менее 50% вплоть до горизонта BC.

Грубогумусные буроземы распространены под еловыми и пихтовыми лесами наиболее высокого лесного пояса в горах с мохово-

папоротниковым или мохово-полукустарниковым напочвенным покровом. Они также кислые и ненасыщенные, как и предыдущие. Для них характерно высокое накопление гумуса в горизонте А, часто превышающее 10%, но при быстром падении содержания гумуса с глубиной и малой мощности гумусового горизонта. Обычно они щебнистые и маломощные, как типично для всех горных почв.

Оподзоленные буроземы формируются в результате небольшого поверхностного переувлажнения, будучи приуроченными к выровненным поверхностям в нижних частях склонов. Для них характерно наряду с высокой кислотностью и ненасыщенностью незначительное иллювиальное накопление вынесенного из гумусового горизонта материала в горизонте Вm в виде слабо выраженных глинисто-железисто-гумусовых пленок, налетов, корочек на гранях комковато-призмовидных структурных отдельностей. Анализ показывает начало перераспределения полуторных оксидов в профиле с их слабым накоплением в горизонте Вm. Однако профильная дифференциация, как в подзолистых почвах или подзолах, в этих почвах еще не выражена. Это лишь начальная стадия процесса.

Лессивированные буроземы характерны для выровненных верхних частей подножий склонов, где они формируют переход от настоящих буроземов к типичным лессивированным (псевдоподзолистым) почвам подножий. Такие почвы особенно широко описаны в Центральной Европе и частично под названием «лесных подбелов», «подзолисто-буроземных», «буроземно-подзолистых», «бурых-псевдоподзолистых» в Прикарпатье, Прибалтике, Белоруссии, на Дальнем Востоке. У них наблюдается текстурная дифференциация профиля при отсутствии морфологически выраженного осветленного горизонта Е, небольшое иллювиальное накопление тонких фракций в горизонте Вm в виде глинистых натечных корочек.

Глеевые буроземы формируются в понижениях рельефа в условиях избыточного поверхностно-склонового или грунтового увлажнения; они оглеены в верхней (поверхностно-глееватые, поверхностно-глеевые) или нижней (глубинно-глееватые, глубинно-глеевые) части профиля. Степень и положение оглеения в профиле зависят от конкретных условий увлажнения.

Псевдофибровые (коварзанные) буроземы образуются на песках, будучи близкими по своим свойствам к ареносолям. Почвообразующая порода при этом должна быть достаточно богатой первичными минералами, чтобы при их выветривании протекало вторичное глинообразование с формированием горизонта Вm. Как известно, если в профиле песчаной почвы нет ясного горизонта Вm под гумусовым горизонтом, она должна быть отнесена к слабо развитым почвам — ареносолям. Псевдофибровый горизонт в этих почвах, лежащий обычно достаточно глубоко в профиле (не выше 100 см), как правило, показывает бывшие уровни грунтовых вод и формировался при их более высоком стоянии в стадии более влажного почвообразования.

7.5. Использование буроземов

При распространении в благоприятных условиях рельефа буроземы при распашке дают хорошие пахотные почвы высокого природного плодородия, однако они нуждаются в небольшом известковании, систематическом внесении органических и минеральных удобрений для поддержания на высоком уровне эффективного плодородия. Водный и тепловой режим их благоприятен для большинства полевых культур: они не нуждаются в водных мелиорациях.

Буроземы, вследствие удовлетворительных физических свойств, особенно пригодны для многолетних плодовых насаждений и ягодников. В благоприятных климатических условиях они широко используются под виноградники (Центральная и Южная Европа особенно).

Обладая хорошими фильтрационными свойствами и высокой влагоемкостью, буроземы довольно устойчивы к водной эрозии, а глинистый состав при достаточной оструктуренности исключает ветровую дефляцию. Однако при сведении лесов на горных склонах ливневые потоки могут полностью разрушить почву, не защищенную покровом растений, да еще и нарушенную при вывозке леса.

В естественном состоянии буроземы обеспечивают высокую продуктивность лесов. Лесные посадки на них также продуктивны. Одновременно они дают и хорошие пахотные и садовые земли, так что это почвы многоцелевого использования с минимумом потребных мероприятий по поддержанию эффективного плодородия.

Б. КОРИЧНЕВЫЕ ПОЧВЫ

7.6. Тип коричневых почв

К типу *коричневых* почв относятся насыщенные нейтральные почвы с недифференцированным профилем коричневых тонов, сильно оглиненным, иногда карбонатным в средней и нижней частях. Типичный профиль коричневых почв имеет строение A-Bm-Bca-C, характеризующееся постепенными переходами между генетическими горизонтами и наличием переходных горизонтов АВ и ВС.

Впервые коричневые почвы были описаны и так названы С. А. Захаровым (1924) на Кавказе. Затем их в Испании описал Ф. де-Вийяр (1937) под названием *ксеросиаллитных* почв. Позднее В. Кубиена (1948) предложил их назвать *бурыми средиземноморскими* и *красно-бурыми средиземноморскими* в соответствии с различиями в формировании на корах выветривания типов *terra-fusca* и *terra-gossa*. Наконец, И. П. Герасимов (1949) предложил выделять эти почвы на уровне самостоятельного типа под названием *коричневых*

почв субтропических сухих лесов и кустарников как специфические зональные почвы Средиземноморья.

На Почвенной карте мира ФАО/ЮНЕСКО эти почвы показаны под названием *окрашенных камбисолей*, а в систематике почв США они выделяются как большая почвенная группа *эутрохрептов* в подпорядке охрептов порядка инсептисолей.

Коричневые почвы формируются в зонах ксерофильных низкорослых жестколистных лесов и кустарников субтропического и тропического поясов, иногда в наиболее теплых районах суббореального пояса, в районах с теплым субаридным сезонным климатом, характеризующимся как «средиземноморский»: жаркое длительное сухое лето со средней температурой самого теплого месяца 20—24°C и относительно прохладная короткая влажная зима с температурой самого холодного месяца от +10 до —3°C. Почвы, как правило, не промерзающие. Годовая норма осадков в зонах их распространения колеблется от 400 до 800 мм.

Будучи приуроченными преимущественно к горным территориям или подгорным равнинам, они формируются на различных материнских породах, включая лёссовидные суглинки, элювий и делювий магматических и осадочных пород, в том числе карбонатных и иногда засоленных. Почвенно-грунтовые воды лежат глубоко и не оказывают влияния на почвообразовательный процесс.

В СССР распространение коричневых почв ограничено горными склонами Крыма, низкогорий Кавказа, Тянь-Шаня, где они связаны с ксерофильными дубовыми, дубово-грабовыми, плодовыми лесами. Много их в Южной Европе, особенно на Пиренейском полуострове, в Южной и Северной Африке, в Центральной Америке, в Юго-Западной Австралии, в Южной Азии.

Биологический круговорот 40-летнего дубово-грабинникового леса на коричневой почве Восточной Грузии, характеризуется следующими показателями (М. В. Твалавадзе, 1983). Живая фитомасса составляет около 1300 ц/га, из которых на подземную приходится 300 ц/га. Ежегодный прирост достигает 110 ц/га, при этом потребляется 350 кг/га зольных элементов и 110 кг/га азота. С опадом ежегодно поступает на поверхность почвы около 250 кг/га азота и зольных элементов, причем больше всего кальция, затем кремния, азота и калия. Для полного разложения опада требуется 5 лет.

Коричневые почвы характеризуются сравнительно высокой биологической активностью. Микробиологические и ферментативные процессы здесь периодически (весной и осенью) протекают весьма интенсивно. Содержание микроорганизмов в гумусово-аккумулятивном горизонте превышает 40 млн./г, постепенно уменьшаясь до 5 млн./г в нижележащих горизонтах (Р. А. Эдилян, 1979).

7.7. Свойства коричневых почв

Для коричневых почв характерно отсутствие дифференциации профиля по валовому химическому составу (табл. 18). В то же время обычно наблюдается текстурная дифференциация профиля, связанная с максимумом оглинивания в его средней части.

Коричневые почвы богаты гумусом. Наличие длительного сухого и жаркого периода обуславливает полимеризацию и закрепление органического вещества. Его содержание достигает 5—10%, причем сравнительно постепенно убывает вниз по профилю. В составе гумуса обычно преобладают гуминовые кислоты, реже — фульвокислоты. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ варьирует от 0,7 до 2. Доминируют гуминовые кислоты и фульвокислоты, связанные с кальцием. Отношение $C:N=9-11$. Перечисленные особенности гумуса отличают коричневые почвы от бурых лесных почв.

Реакция коричневых почв колеблется от нейтральной до слабощелочной (pH 7—8), вниз по профилю щелочность возрастает. Емкость катионного обмена довольно высока (25—40 мг-экв/100 г), что обуславливается их глинистостью и гумусностью. Среди обменных катионов резко преобладает кальций, содержание обменного натрия ничтожно.

Коричневые почвы лишены легкорастворимых солей и гипса. Этот признак, так же как и наличие оглиненного горизонта неиллювиаль-

Т а б л и ц а 18. Свойства коричневых почв Азербайджана
(М. Э. Салаев, 1979)

Почва	Горизонт	Глубина, см	Гумус. %	N. %	CO ₂ карбонатов, %	Обменные		pH _{H2O}	Частицы, %		Валовое содержание, %	
						Ca ²⁺	Mg ²⁺		<0,01 мм	<0,001 мм	SiO ₂	R ₂ O ₃
						мг-экв / 100 г						
Коричневая выщелоченная	A	2—9	7,4	0,58	0,0	29,2	4,2	6,8	65,0	32,6	63,7	23,8
	A	9—31	6,7	0,49	0,0	22,7	6,9	7,0	69,9	42,3	64,3	24,0
	AB	31—56	3,2	0,37	0,0	26,4	9,0	7,2	76,9	44,5	64,7	24,6
	Bm	56—82	1,2	—	0,0	26,4	9,2	7,4	66,7	32,3	71,9	24,4
Коричневая типичная	A	3—19	10,8	0,82	0,0	35,3	2,4	7,2	61,6	36,0	57,8	25,2
	A	19—35	8,0	0,26	0,0	34,0	4,8	7,3	68,8	43,0	58,8	25,8
	AB	35—52	4,3	0,19	8,1	23,7	1,5	8,1	63,0	34,8	—	—
	Bm	52—74	1,3	—	11,6	21,8	7,6	8,2	60,1	34,8	59,4	26,5
	BC	74—100	—	—	12,8	24,8	1,7	—	68,4	35,3	64,3	27,9
Коричневая карбонатная	A	0—13	4,0	0,42	0,2	23,2	4,9	7,4	43,6	17,1	61,3	28,0
	A	13—28	3,8	0,38	5,0	21,8	0,9	7,6	50,9	24,2	63,4	29,0
	AB	28—54	2,7	0,27	5,9	21,9	0,9	7,8	51,2	25,5	67,0	29,3
	Bm	54—69	1,1	0,16	5,1	33,8	1,2	7,8	57,9	29,0	—	—

ной природы, отличает коричневые почвы от близких по внешнему облику каштановых почв.

В противоположность легкорастворимым солям, карбонаты кальция задерживаются в почвенном профиле коричневых почв, образуя карбонатно-аккумулятивный горизонт на той или иной глубине. В выщелоченных коричневых почвах карбонатный горизонт опущен глубже, чем в типичных и тем более карбонатных.

Гидротермический режим коричневых почв способствует глубокому выветриванию первичных минералов с сохранением тонкодисперсных продуктов выветривания в средней и верхней частях профиля. Среди минералов илистой фракции преобладают монтмориллонит и гидрослюда.

Водно-физические свойства коричневых почв достаточно благоприятны. Их плотность достигает наибольших значений в горизонте В_т. Общая порозность 40—52%. Влажность завядания колеблется от 15 до 25%, наименьшая влагоемкость 30—45%.

7.8. Классификация коричневых почв

В СССР коричневые почвы разделяются на 3 подтипа: *выщелоченные*, *типичные* и *карбонатные*, которые в свою очередь делятся на фациальные подтипы следующим образом: субтропические непромерзающие, очень теплые периодически промерзающие, очень теплые кратковременно промерзающие.

Коричневые выщелоченные почвы развиваются на наиболее увлажненных территориях ареала коричневых почв под дубовыми и грабово-дубовыми лесами. Это подтип, переходный к типу бурых лесных почв. Главная особенность строения выщелоченных коричневых почв — бескарбонатность гумусового и метаморфического горизонтов и сильная оглиненность последнего. Гумусовый горизонт достигает мощности 50—70 см, содержание гумуса в верхней его части под лесом 4—8%. Вскипают почвы с глубины 80—100 см. Реакция в бескарбонатных горизонтах нейтральная (рН 6,5—7,2).

Коричневые типичные почвы формируются преимущественно под низкорослыми дубовыми лесами с богатым подлеском из грабинника, алычи, терновника, держи-дерева и других ксерофильных колючих кустарников. В Южной Европе и Северной Африке это низкорослые леса из пушистого и пробкового дуба, лавра, некоторых плодовых деревьев. Такие почвы отличаются карбонатностью метаморфического горизонта и менее выраженной оглиненностью. По характеру гумусового горизонта они похожи на выщелоченные. Весь профиль имеет слабощелочную реакцию с рН от 7,0—7,2 вверху до 8,0—8,2 внизу.

Коричневые карбонатные почвы приурочены к наиболее аридным районам зоны коричневых почв. Они формируются под низкорослыми лесами, зарослями кустарника и кустарниковыми степями. Коричневые карбонатные почвы являются переходными к типам каштановых, серо-коричневых почв и сероземов. Весь профиль

этих почв карбонатен, метаморфический горизонт слабо оглинен, окраска тусклая, желтовато-коричневая. Гумусовый горизонт короче, чем в почвах других подтипов, отношение $C_{гк}:C_{фк}$ шире (1,4—1,6). Реакция всего профиля слабощелочная (рН верхних горизонтов 7,5—8,0, нижних — 8—8,2). Содержание карбонатов с поверхности невелико (0,5—1%), вниз по профилю быстро возрастает. В горизонте максимального скопления карбонатов оно достигает 10—15%, из-за обилия карбонатных выделений горизонт приобретает мраморовидную окраску.

Разделение на виды производится по содержанию гумуса (в %) в верхнем горизонте: слабогумусированные (< 4 на целине, $< 2,5$ на пашне); малогумусные (соответственно 4—6 и 2,5—4); среднегумусные (> 6 на целине, > 4 на пашне).

Водный и тепловой режим коричневых почв определяется своеобразным биоклиматическим ритмом средиземноморских областей, складывающимся, по словам И. П. Герасимова, из летнего периода «жаркого и сухого покоя», сезонов довольно бурной весны и менее резко выраженной осенней вегетации, связанных с выпадением дождей, и краткого периода зимнего «холодного покоя». Особенности водно-теплового режима определяют «двухфазность» процесса почвообразования.

В течение влажных и теплых весны и осени в почве активно протекают биологические и химические процессы, из почвенного профиля нисходящим током воды выщелачиваются легкорастворимые соли и карбонаты. В почвах происходит интенсивное гумусообразование, интенсивное выветривание с накоплением глин и гидроксидов железа. Летом, в период ксеропаузы, когда коричневые почвы слабо увлажнены, почвенные процессы протекают замедленно. Ослаблено оглинивание, происходит конденсация и полимеризация гумуса. Общее движение растворов осуществляется снизу вверх.

Летнее иссушение обуславливает подтягивание капиллярной воды и растворимых веществ, в том числе $Ca(HCO_3)_2$, из более глубоких горизонтов к поверхности почвы. Кристаллизуясь в капиллярных промежутках, новообразованные карбонаты кальция принимают форму белых прожилок или псевдомицелия. Периодическое поднятие почвенных растворов кверху обуславливает нейтральную реакцию верхней части почвенной толщи, насыщенность поглощающего комплекса основаниями.

В коричневых почвах определенное развитие получает процесс рубефикации, который обуславливает довольно яркую коричневую окраску почвы. Освобождающиеся при выветривании оксиды железа в сухой период дегидратируются, образуя пленки на поверхности почвенных частиц. Они-то и придают специфическую окраску горизонтам оглинивания. Обычно наиболее яркие красные тона окраски коричневых почв связаны с наиболее аридными районами, часто с развитием почв на красноцветной коре выветривания типа *terra-rossa*, как, например, в Крыму.

В своем географическом распространении коричневые почвы об-

разуют ряд характерных переходов к почвам других типов, специфических в разных условиях природной зональности. Будучи в основном приуроченными к нижним частям горных склонов (в Южной Европе, на Кавказе, в Крыму преимущественно до 800 м над уровнем моря), они с высотой всегда сменяются буроземами высотного пояса широколиственных и хвойно-широколиственных лесов. На подгорных равнинах, с другой стороны, их переходы более разнообразные: в субтропиках через серо-коричневые почвы степей они переходят в сероземы полупустынь; в суббореальном поясе описаны их переходы к черноземам (северный склон Крымских гор); в тропиках обычен их переход к бурым субаридным почвам сухих опустыненных степей.

7.9. Использование коричневых почв

Коричневые почвы потенциально плодородны, будучи богатыми гумусом, азотом, калием, обладая удовлетворительными физическими свойствами. На них возделывают зерновые культуры (пшеница, кукуруза); широко распространены виноградники, плантации цитрусовых, других плодовых культур, маслины. Значительная часть их используется при орошении.

При интенсивной эксплуатации коричневых почв, в том числе на виноградниках и плантациях многолетних насаждений, остро стоит проблема борьбы с эрозией почв. Особенно в плохом состоянии находятся значительные площади этих почв в Испании, Португалии, Греции, где сильной эрозией поражено до 90% пахотных земель. Система противозерозионных мероприятий на коричневых почвах обязательна. Нуждаются они в постоянной заботе о гумусовом состоянии, так как быстро теряют гумус при систематической обработке.

Глава восьмая

НЕЙТРАЛЬНЫЕ СМЕКТИТ-СИАЛЛИТНЫЕ ИЗОГУМУСОВЫЕ ПОЧВЫ

Под обобщающим названием *нейтральных смектит-сиаллитных изогумусовых почв* понимается обширная группа богатых темно-окрашенным гуматно-кальциевым гумусом почв с глубоким изогумусовым текстурно-недифференцированным или слабодифференцированным профилем, включающая: а) структурные почвы с профилем А-АВ-Вса-Сса — черноземные (черноземы, брюниземы, лугово-черноземные почвы), сформировавшиеся под травянистой растительностью степей, прерий и памп суббореального и субтропического поясов в широком диапазоне суммы активных температур выше 10° С (от 1500° до 6500°) и в широком диапазоне увлажнения (КУ от 0,4 до 1,2); б) бесструктурные трещиноватые почвы с

профилем А-АС-Сса — вертисоли (слитоземы), сформировавшиеся под растительностью саванн субтропического и тропического поясов в диапазоне суммы активных температур от 4000° до 8000° при ярко выраженном чередовании сухих и влажных сезонов в условиях затрудненного дренажа на глинистых наносах. Переходное положение между этими двумя группами типов почв занимают слитые черноземы, формирующиеся в наиболее теплых фациях черноземной зоны.

А. ЧЕРНОЗЕМЫ

8.1. Введение понятия о типе черноземов

Черноземы стали объектом исследования с самого зарождения науки о почве. Еще М. В. Ломоносов (1763) сформулировал положение о происхождении чернозема «от согнития животных и растительных тел со временем». После М. В. Ломоносова шло постепенное накопление фактического материала о свойствах и распространении черноземов, был высказан ряд интересных гипотез об их происхождении.

Подлинно научное изучение черноземов началось с В. В. Докучаева, который собрал огромный материал о строении, свойствах, распространении и условиях образования чернозема России. Этот материал был обобщен им в монографии «Русский чернозем» (1883), которая явилась основой для создания генетического почвоведения. Как тип почвы чернозем впервые выделен В. В. Докучаевым в классификации почв 1896 г.

Большой вклад в изучение происхождения, состава и свойств черноземов внес П. А. Костычев, показавший в своей работе «Почвы черноземной области России» (1886), что в образовании чернозема ведущую роль играют биологические процессы, что основным фактором гумусонакопления и структурообразования в черноземе является разложение корней травянистых растений.

Первые фундаментальные исследования водно-физических свойств и водного режима черноземов были проведены А. А. Измайльским и Г. Н. Высоцким в конце прошлого и начале текущего столетия.

В последующее время широко развернулись работы по глубокому изучению свойств, процессов и способов рационального использования черноземов СССР (Л. И. Прасолов, П. Г. Адерихин, И. А. Крупеников, Е. А. Афанасьева, А. Ф. Большаков, Ф. Я. Гаврилюк, К. П. Горшенин, Н. А. Ногина, Н. Н. Розов и др.). Плодороднейшие почвы Земли, житница человечества, — черноземы в наше время — один из наиболее хорошо изученных типов почв.

8.2. Распространение черноземов

Черноземы распространены на материках северного полушария — в Евразии и Северной Америке. Они занимают 260 млн. га (1,7 % суши), в том числе 23 млн. га — горные черноземы. Почти половина площади черноземов приходится на долю СССР, где они образуют пояс, вытянутый островами с запада на восток на расстояние около 7 тыс. км, занимая 163 млн. га, или 7,4% площади страны. Кроме того, 10,5 м. ч. га в СССР принадлежит горным черноземам.

8.3. Экология черноземообразования

Черноземы развиваются в условиях суббореального слабоаридного климата с хорошо выраженной сезонной контрастностью.

При большой широтной протяженности черноземной зоны различные фации черноземов существенно различаются между собой по климатическим показателям (табл. 19). Однако по условиям летнего периода — температуре и количеству осадков, а также по наличию зимнего промерзания все черноземы близки между собой.

Черноземы распространены преимущественно на платформенных равнинах, но встречаются также островами среди других почв в межгорных впадинах, котловинах и на слабо эродлируемых склонах горных систем.

Почвообразующей породой для черноземов служат главным образом четвертичные лёссы и лёссовидные породы, карбонатные, пористые. Встречаются черноземы и на третичных глинах. Гранулометрический состав в большинстве случаев суглинистый или

Таблица 19. Климатические показатели черноземов различных географических областей
(по Г. В. Добровольскому, Н. Н. Розову, М. Н. Строгановой, 1983)

Географическая область	Сумма активных температур > 10°C, °C	Температура наиболее холодного месяца, °C	Годовая норма осадков, мм	Коэффициент увлажнения, КУ
Украинская	2500—3200	от —1 до —9	300—640	0,6—1,0
Восточно-Европейская	2000—3000	от —7 до —16	270—500	0,5—1,0
Западносибирско-Казахстанская	1850—2300	от —16 до —18	300—360	0,4—1,0
Восточно-Сибирская	1600—1800	от —18 до —20	300—400	0,5—1,0
Забайкальская	1500—2000	от —24 до —28	300—370	0,6—1,0
Южно-Канадская	1800—2400	от —12 до —16	350—550	0,5—1,0
Дакотская	2400—3000	от —8 до —12	400—550	0,5—1,0
Дунайско-Понтийская	3000—4000	от 0 до —3	450—650	0,5—1,0
Предкавказская	3000—3500	от —1 до —5	450—600	0,6—1,0
Маньчжурская	2900—3800	от —12 до —16	380—700	0,6—1,2
Небраско-Канзасская	3000—4000	от 0 до —8	400—600	0,6—0,8

глинистый, в редких случаях более легкий. Небольшая часть черноземов развита и на элювии плотных горных пород — гранитов, базальтов, песчаников, мергелей, однако в этих случаях они весьма специфичны.

Черноземы — это почвы травянистых формаций, приуроченных к степной и лесостепной зонам. Характерный гумусовый профиль обязан воздействию травянистой растительности с ее мощной, быстро отмирающей и легко гумифицирующейся корневой системой.

В СССР в черноземной зоне по характеру растительности выделяют три подзоны; лесостепь с луговой степью и остепненными лугами, разнотравно-дерновинно-злаковую степь, дерновинно-злаковую степь.

Основные особенности биологического круговорота степных и лугово-степных травяных растительных сообществ заключаются в том, что: 1) ежегодно с отмирающими частями в почву возвращается практически то же количество питательных веществ, которое было использовано на прирост; 2) большая часть этих веществ возвращается не на поверхность почвы, а непосредственно в почву с корнями; 3) среди химических элементов, вовлекаемых в биологический круговорот, первое место принадлежит кремнию, далее следуют азот, калий и кальций.

Количество растительной массы естественных травяных сообществ на черноземах высокое: в лесостепи Русской равнины 30—40 ц/га надземной фитомассы и 200 ц/га корней, в степи 8—24 ц/га надземной фитомассы и 150—300 ц/га корней. Ежегодный прирост надземной фитомассы на черноземах в 1,5—2 раза выше количества биомассы в период максимального развития. Прирост корней составляет 50—60% их общей массы. В среднем опад травяных сообществ черноземной зоны составляет 200 ц/(га · год) (А. А. Титлянова, Н. И. Базилевич, 1978).

Средняя зольность растительной массы степей 3,5—4,5%. Ежегодное вовлечение азота и зольных элементов в круговорот и поступление их в почву достигает 700—900 кг/га.

Роль биологического круговорота в формировании свойств черноземов определяется не столько химическим составом растений степи, сколько его высокой интенсивностью (большим количеством ежегодно обращающихся химических элементов), поступлением основной массы опада внутрь почвы, активным участием в разложении бактерий, актиномицетов, беспозвоночных, для которых благоприятен биохимический состав опада и общая биоклиматическая обстановка.

Большую роль в формировании свойств черноземов играет мезофауна, особенно велика роль дождевых червей. Их численность в профиле типичных черноземов достигает 100 и более на 1 м². При таком количестве дождевые черви ежегодно выбрасывают на поверхность до 200 т почвы на 1 га и в результате суточных и сезонных миграций проделывают большое количество ходов. Вместе с отмершими частями растений дождевые черви захваты-

вают частицы почвы и образуют в процессе переваривания прочные глино-гумусовые комплексы, выбрасываемые в форме копролитов. По мнению Г. Н. Высоцкого, черноземы в значительной степени обязаны дождевым червям своей зернистой структурой.

Целинная степь была местом обитания большого количества позвоночных. Наибольшую численность и значение имели землерои (суслики, слепыши, полевки и сурки), которые перемешивали и выбрасывали на поверхность большое количество земли. Устраивая в почве норы, они образовывали кротовины — ходы, засыпанные массой верхнего гумусного слоя. Благодаря перемешиванию почвы грызуны постепенно обогащали гумусовые горизонты карбонатами, чем замедляли процессы выщелачивания, а глубокие горизонты — гумусом, что приводило к опусканию границы гумусового горизонта. Таким образом, их деятельность способствовала формированию наиболее характерных свойств черноземов.

В настоящее время целинных черноземов практически не осталось. Большая часть их распахана: в лесостепной зоне СССР — 75% площади, в степной — 67%. Биологический фактор почвообразования при вовлечении черноземов в земледелие существенно изменился. Сельскохозяйственная растительность покрывает почву не более 4 мес в году, за исключением посева многолетних трав. Биологический круговорот стал разомкнутым. Количество ежегодно создаваемой фитомассы в агроценозах меньше, чем в целинной степи, особенно велика разница в количестве продуцируемой подземной биомассы. В биологический круговорот вовлекается меньше азота и минеральных элементов. Так, в зерносвекловичном севообороте при низком применении удобрений емкость биологического круговорота составляет всего около 500 кг/га при среднестандартных дозах удобрений 600 кг/га. В результате отчуждения урожая пахотные черноземы по сравнению с целиной получают в 4 раза меньше органического вещества, в 3 раза меньше азота, кальция, фосфора, калия, в 6—7 раз меньше кремния и таких важных структурообразователей, как железо и алюминий (Б. С. Носко и др., 1983).

На пашне значительно увеличивается численность микрофлоры (табл. 20), но при этом резко уменьшается численность и особенно биомасса беспозвоночных, прежде всего дождевых червей (табл. 21). Позвоночные землерои на пашне не обитают.

Т а б л и ц а 20. Микроорганизмы в типичном мощном черноземе Средне-Русской возвышенности (А. В. Рыбалкина, 1957)

Угодье	Глубина, см	Бактерии, млн./г	Грибы, тыс./г	Актиномицеты, млн./г
Степь	5—8	2,6	14	2,9
Пар	5—8	15,4	25	2,4
Степь	30—32	1,5	0	1,5
Пар	30—32	0,6	0	1,5

**Таблица 21. Общая зоомасса и численность
беспозвоночных в типичном мощном черноземе
Средне-Русской возвышенности
(Р. И. Злутин, 1969)**

Угодье	Общая зоо- масса, г/м ²	Численность на 1 м ²
Степь некосимая	96,5	1460 · 10 ⁴
Озимая пшеница	5,8	354 · 10 ⁴
Однолетний пар	7,2	393 · 10 ⁴

8.4. Строение почвенного профиля

Для черноземов характерно наличие двух генетических горизонтов: 1) гумусового прогрессивно-аккумулятивного, характеризующегося большой мощностью, высоким содержанием гумуса при его постепенном падении с глубиной, зернистой структурой; 2) карбонатно-аккумулятивного. Однако встречаются и бескарбонатные черноземы (в Восточноазиатском и Североамериканском секторах, на элювии плотных силикатных пород, в горах) и, наоборот, черноземы карбонатные с поверхности во всем профиле.

В наиболее типичном выражении профиль целинного чернозема представлен следующим набором генетических горизонтов:

- О** — степной войлок;
- А** — гумусовый однородный темноокрашенный горизонт с зернистой структурой;
- АВ** — гумусовый, темноокрашенный с некоторым побурением, усиливающимся книзу, с темно-бурыми, серо-коричневыми пятнами, заclinками, затеками, кротовинами; структура ореховато- или комковато-зернистая;
- В** — горизонт, переходный к породе, имеет преимущественно бурую (до палевой) окраску; с языками и затеками гумуса, призмовидную структуру; по степени гумусированности, признакам иллювиирования веществ, наличию и формам выделения карбонатов, характеру структуры, обилию кротовин обычно разделяется на несколько подгоризонтов; в оподзоленных и выщелоченных черноземах разделяется на горизонты — **Vt** в верхней части и **Вса** в нижней, а в других подтипах выделяется как **Вса**;
- С** — материнская порода, обычно **Сса**.

До сих пор дискуссионным является вопрос об отнесении к типу черноземов почв, сходных с черноземом по гумусности, мощности и структуре гумусового горизонта, но не имеющих горизонта карбонатной аккумуляции, т. е. бескарбонатных или остаточно-карбонатных (на известковых плотных породах).

8.5. Свойства черноземов

В черноземах слабо развиты процессы разрушения, перемещения и превращения минералов тонких фракций. Оглинивание заметно проявляется только в черноземах теплых фаций, где оно приводит к накоплению ила в верхней и средней частях профиля. Такие черноземы описаны в Молдавии и Предкавказье. Элювиально-иллювиальная дифференциация почвенной толщи по гранулометрическому, минералогическому и химическому составу или не проявляется, или развита слабо. В частности, в оподзоленных, выщелоченных, осолоделых и солонцеватых черноземах верхняя часть профиля несколько обеднена, а горизонт В обогащен илом, алюминием, железом. В типичных черноземах распределение ила, кремния, алюминия, железа равномерное или почти равномерное. Существенны различия лишь в распределении гумуса и связанных с ним биофильных элементов, а также кальция и магния карбонатов.

Минералогический состав черноземов определяется прежде всего составом почвообразующих пород. В черноземах, сформированных на лёссах и лёссовидных суглинках, во фракции >1 мкм преобладают кварц (60—80 %) и полевые шпаты (10—20 %). Тяжелые минералы составляют 2 %, остальное приходится на карбонаты кальция и магния. В составе ила преобладают гидрослюды (50—60 %), затем минералы с расширяющейся решеткой (30—40 %) и каолинит (менее 10 %).

Распределение этих минералов по профилю близко к равномерному, однако характерно пониженное содержание монтмориллонита и повышенное гидрослюд в поверхностном горизонте.

Черноземы относятся к числу почв, наиболее богатых гумусом. В наиболее сильно гумусированных тучных черноземах его содержание в поверхностном слое достигает 10—12 %, а запас гумуса в метровом слое мощного чернозема может быть 600—700 т/га. В составе гумуса черноземов преобладают гуминовые кислоты, а среди них фракция, связанная с кальцием. Гумус отличается высокой степенью полимеризации и конденсированности и прочной связью с глиной. Он обладает слабой способностью к миграции и устойчив к микробному разложению, что приводит к его накоплению в почве.

Черноземы обладают высокой емкостью катионного обмена, особенно в гумусовом горизонте, богатом органическими коллоидами (до 50 мг-экв на 100 г почвы). В составе поглощенных оснований преобладает кальций, содержание магния в 5—8 раз меньше. Типичные, обыкновенные и южные черноземы полностью насыщены основаниями, оподзоленные и выщелоченные содержат небольшое количество обменного водорода в верхнем горизонте, солонцеватые черноземы — небольшое количество обменного натрия. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной. Выщелоченные и оподзоленные черноземы отличаются слабокислой реакцией верхней части профиля, а обыкновенные и южные — слабощелочной реакцией всего профиля.

По словам Л. И. Прасолова (1939), в некоторых отношениях фи-

зические свойства характеризуют природу чернозема более ярко, чем его химизм. Черноземы обладают исключительно хорошими водно-физическими свойствами, обусловленными прекрасной зернистой водопрочной структурой гумусового горизонта. Благодаря этой структуре горизонт рыхл, имеет оптимальную порозность, влагоемкость и водопроницаемость. Плотность верхних горизонтов типичного чернозема составляет $1,0—1,2 \text{ г/см}^3$, порозность метровой толщи в среднем более 50%, водопроницаемость 200 мм/ч и более, полная влагоемкость метровой толщи в среднем около 50%.

8.6. Классификация черноземов

Классификационное разделение черноземов, несмотря на их большую изученность, до сих пор остается дискуссионным, что является отражением их большого разнообразия. В «Русском черноземе» В. В. Докучаев указывал на «почти бесконечное разнообразие черноземных почв» и на необходимость их подразделения. Впервые разделение черноземов на подтипы было проведено Н. М. Сибирцевым, который в своей общей классификации почв 1895 г. выделил черноземы темно-шоколадные, обыкновенные, тучные и коричнево-темные, или деградированные. На почвенной карте Европейской России в 1898 г. он показал черноземы южные (шоколадные), обыкновенные, тучные и северные, или деградированные.

Постепенно в СССР после работ Л. И. Прасолова, Н. Н. Розова, Е. Н. Ивановой сложилось представление о едином типе чернозема и разделении его на пять подтипов в соответствии с природной зональностью на Русской равнине, где с севера на юг более или менее закономерно прослеживается смена подтипов чернозема: черноземы оподзоленные и выщелоченные в северной лесостепи, черноземы типичные в южной лесостепи, черноземы обыкновенные в северной степи и черноземы южные в южной степи на переходе к сухим степям. Именно так разделяется на «подзональные» подтипы тип черноземов в «Классификации и диагностике почв СССР» (1977).

Однако столь простое деление типа черноземов на подтипы не дает полного представления не только о разнообразии их географо-генетических и морфологических характеристик, но, главное, о разнообразии их потенциальной продуктивности и особенностей использования в земледелии. Соответственно было введено представление о «фациальных» подтипах черноземов, выделяемых в рамках «подзональных» подтипов.

На сегодняшний день в связи с неразработанностью общих принципов классификации почв не представляется возможным разрешить все противоречия классификации черноземов. Ниже деление черноземов на подтипы дается в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» 1977 г. В этом же документе выделяются следующие роды черноземов: обычные, слабодифференцирован-

ные, глубоковскипающие, бескарбонатные, карбонатные (пропитанные), остаточно-карбонатные, карбонатные перерытые, солонцеватые, остаточно-солонцеватые, глубокосолонцеватые, осолоделые, проградированные (вторично-насыщенные), остаточно-луговатые (террасовые), глубинно-глееватые, щельные, слитые. Различия между черноземами разных родов отражают различия в характере материнских пород и истории развития почв. Например, слитые черноземы развиваются на тяжелых глинах, остаточно-карбонатные — на плотных карбонатных породах и т. п.

Виды черноземов выделяются по мощности гумусового горизонта $A + AB$ (в см):

сверхмощные	>120
мощные	80—120
среднемощные	40—80
маломощные	25—40
очень маломощные	<25

и по степени гумусированности (в %) горизонта A:

тучные	>9
среднегумусные	6—9
малогумусные	4—6
слабогумусированные	<4

Не столь детально разработана систематика черноземов в других странах.

На Почвенной карте мира ФАО/ЮНЕСКО выделяются две «единицы» черноземных почв: *файоземы* и *черноземы*. Первые соответствуют советской концепции лессивированных черноземов (оподзоленные, выщелоченные и деградированные черноземы СССР, *брюниземы* США), а вторые — концепции черноземов типичных, обыкновенных и южных. Черноземы делятся на четыре «подъединицы»: нормальные, карбонатные, глинисто-иллювиальные (соответствующие «остаточно-солонцеватым» черноземам СССР) и языковатые.

В почвенной систематике США черноземы входят в порядок моллисолой, преимущественно в подпорядок бороллей (холодных моллисолой); среди них выделяются большие почвенные группы палебороллей, аргибороллей, вермибороллей, кальцибороллей и гаплогороллей (криоборолли и натриборолли не относятся к черноземам).

8.7. Подтипы черноземов

Черноземы оподзоленные (рис. 29) характеризуются интенсивным гумусонакоплением и слабой элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля. Отличительной чертой оподзоленных черноземов является наличие осветленной, мучнистой белесой присыпки, покрывающей структурные отдельности в нижней части горизонта A и верхней части горизонта AB. Морфологическое строе-

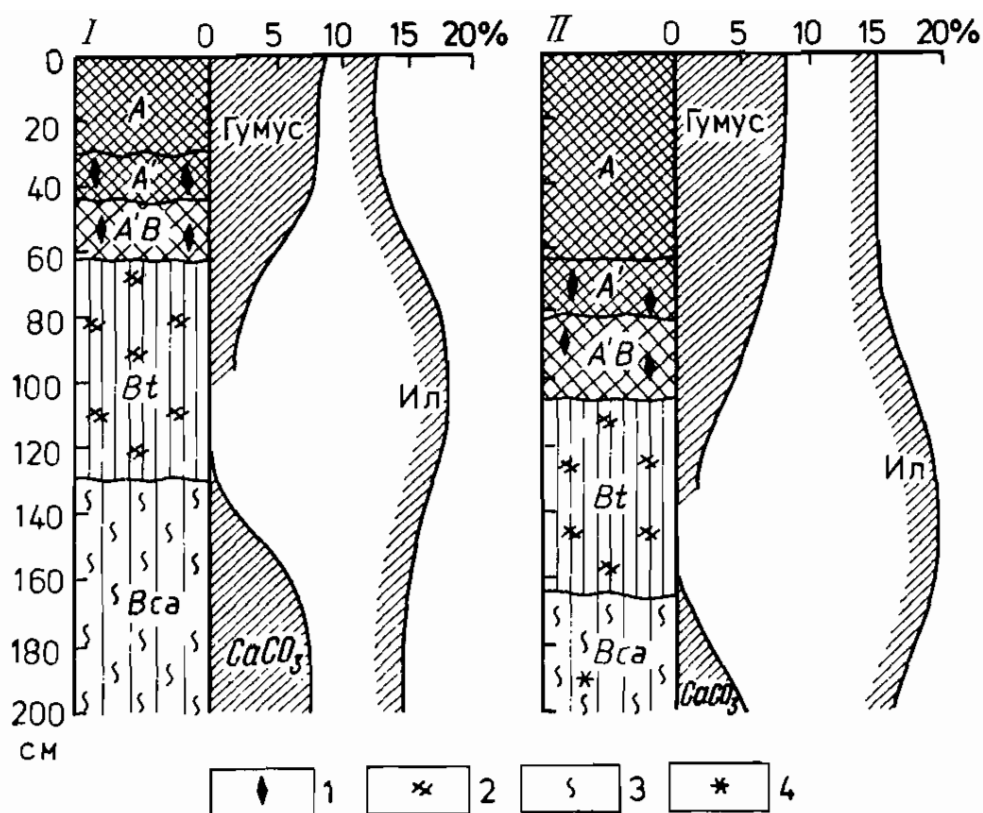


Рис. 29. Профильная характеристика оподзоленных черноземов:

I — фаций умеренных промерзающих, умеренно-теплых промерзающих и теплых промерзающих почв; II — фаций очень теплых кратковременно промерзающих почв. Новообразования в профиле: 1 — кремнеземистая присыпка; 2 — глинисто-гумусовые натеки; 3 — прожилки; 4 — псевдомицелий (паутинка)

ние профиля выражается следующей совокупностью горизонтов: A (Ap)-A'-A'B-Bt-Bca-Cca.

В зависимости от термического режима черноземы оподзоленные делятся на 4 фациальных подтипа: умеренные промерзающие, умеренно-теплые промерзающие, теплые промерзающие и очень теплые кратковременно промерзающие. Первые три фациальных подтипа распространены преимущественно в подзоне северной лесостепи европейской части СССР, а также в Западной и Средней Сибири.

Гумусовый горизонт (A + AB) этих черноземов (для первых трех фациальных подтипов) имеет мощность 30—70 см. Горизонт A темно-серого или серо-черного цвета, зернистой или пороховато-зернистой структуры, которая при распашке становится глыбисто-комковатой. Нижняя часть его осветлена белесой присыпкой. Иллювиальный горизонт Bt имеет бурую с темными пятнами и потеками окраску, ореховато-призматическую структуру, обычно с коричневыми пленками на гранях отдельностей, более плотное сложение и более тяжелый механический состав, чем вышележащий. Вскипание от HCl и выделения карбонатов чаще всего отмечаются на глубине 120—150 см от поверхности и могут отсутствовать в почвах, развитых на бескарбонатных породах.

Содержание гумуса в верхнем 10-сантиметровом слое горизонта A колеблется в широких пределах: от 5 до 12%. Реакция слабокислая (pH 5,5—6,5), с наименьшими значениями в подгори-

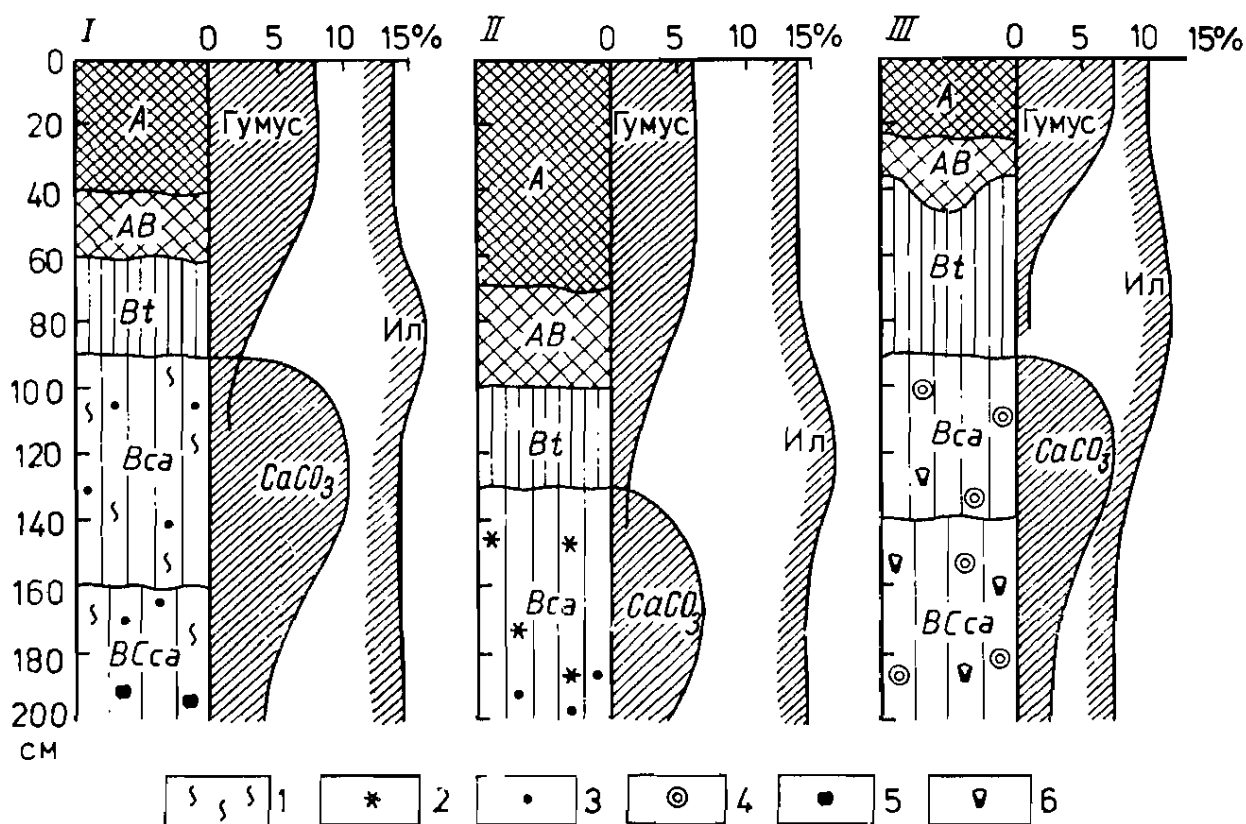


Рис. 30. Профильная характеристика выщелоченных черноземов:

I — фации умеренных промерзающих, умеренно-теплых промерзающих и теплых промерзающих почв; II — фации очень теплых кратковременно промерзающих почв; III — фации умеренных длительно промерзающих почв. Карбонатные выделения в профиле: 1 — прожилок; 2 — псевдомицелий; 3 — белоглазка; 4 — мучнистые скопления; 5 — журавчики; 6 — натеки на щебне

зонтах, обогащенных белесой присыпкой. В этих же подгоризонтах повышена гидролитическая кислотность (до 5—7 мг-экв/100 г). Поглощающий комплекс более чем на 90% насыщен основаниями. Горизонт Bt почти всегда обогащен илом и полуторными оксидами по сравнению с вышележащим.

Фациальный подтип черноземов оподзоленных очень теплых кратковременно промерзающих распространен в предгорной полосе западного Предкавказья и в лесостепных районах Молдавии.

Эти почвы характеризуются большой мощностью темно-серого гумусового горизонта (70—120 см) с постепенным осветлением книзу за счет появления слабой белесой присыпки. Иллювиальный горизонт Bt буровато-серый, плотный, с чертами слитости. Вскипание на глубине 150—170 см, выделения карбонатов преимущественно в форме паутинок, псевдомицелия и прожилок. В нижней части гумусового и в иллювиальном горизонте фиксируется накопление ила в результате вымывания сверху и оглинивания на месте.

Черноземы выщелоченные (рис. 30) характеризуются совмещением интенсивного гумусонакопления с выщелачиванием карбонатов из гумусового и подгумусового горизонта. В профиле диагностируются слабые признаки элювиально-иллювиальной дифференциации по илу, физической глине и валовому содержанию R_2O_3 , которая может морфологически проявляться в наличии гумусовых затеков и

бурых пленок и корочек по граням структурных отдельностей в горизонте Вt. Профиль А (Ap)-AB-Bt-Bca-Cca. Горизонт Вt бескарбонатный.

Выщелоченные черноземы образуют в пределах СССР фациальные подтипы умеренных промерзающих, умеренно теплых промерзающих, теплых промерзающих, очень теплых кратковременно промерзающих и умеренных длительно промерзающих. В настоящее время они почти полностью распаханы.

У черноземов первых двух фациальных подтипов, распространенных в европейской части СССР, гумусовый горизонт А имеет черно-серую или серовато-черную окраску, постепенно светлеющую или слегка буреющую книзу, зернистую структуру. Горизонт АВ значительно, но не всегда равномерно прогумусирован, имеет ореховатую или мелкокомковатую структуру. Мощность гумусовых горизонтов (А + АВ) в почвах умеренно теплого и теплого промерзающих фациальных подтипов в большинстве случаев составляет 50—80 см, а в умеренном промерзающем фациальном подтипе — 40—60 см.

Иллювиальный бурый горизонт Вt имеет темные гумусовые узкие языки, затеки, пленки на гранях структурных отдельностей, уплотненное сложение, незначительную обогащенность глиной в верхней бескарбонатной части. Глубины вскипания и выделения карбонатов чаще всего совпадают в нижней части горизонта Вt. Максимум выделений карбонатов в виде прожилок отмечается в верхней части карбонатного горизонта Вса.

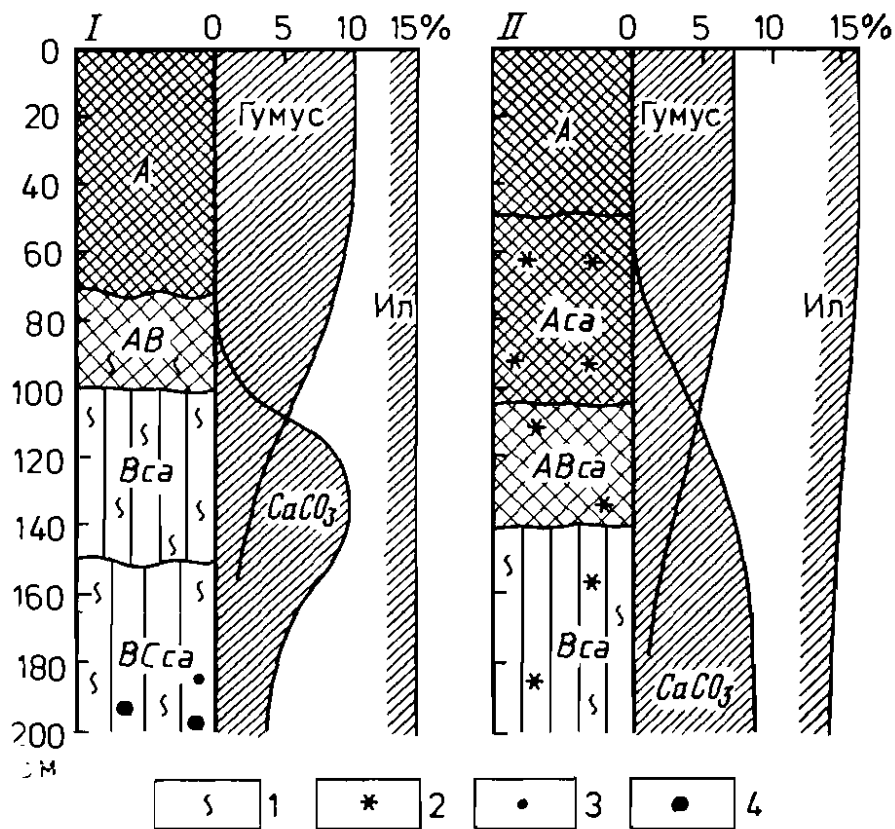
Разновидности среднего и тяжелого гранулометрического состава содержат в верхней части горизонта А (или Ap) 5—10% гумуса. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты ($C_{гк}:C_{фк}$ около 1,5—2). Реакция гумусового горизонта близка к нейтральной (рН 6,5—6,8). Поглощающий комплекс практически полностью насыщен кальцием и магнием. Емкость поглощения в гумусовых и подгумусовых горизонтах почв тяжелого гранулометрического состава равна соответственно 40—50 и 20—30 мг-экв/100 г почвы.

Фациальный подтип черноземов выщелоченных очень теплых кратковременно промерзающих распространен главным образом на подгорных равнинах Молдавии и Предкавказья. Отличается от других фациальных подтипов большой мощностью (80—120 см) гумусовых горизонтов (А + АВ) с относительно невысоким (4—8%) содержанием гумуса в верхней части профиля и очень постепенным убыванием его с глубиной. Характерна значительная зоогенная перерытость профиля до глубины 1,5—2 м. Начало вскипания, как правило, отмечается на глубине 100—150 см. Выделения карбонатов в форме псевдомицелия начинаются немного глубже линии вскипания и проникают в горизонт белоглазки, что свидетельствует об активной миграции почвенных растворов, формирующих карбонатный горизонт. В горизонтах АВ и Вt ясно проявляется накопление илистой фракции за счет вымывания сверху и оглинивания на месте.

Фациальный подтип черноземов выщелоченных умеренных дли-

Рис. 31. Профильная характеристика типичных черноземов:

I — фаций умеренных промерзающих, умеренно-теплых промерзающих и теплых промерзающих почв; *II* — фации очень теплых коротковременно промерзающих почв. Карбонатные выделения в профиле: 1 — прожилки; 2 — псевдомицелий; 3 — белоглазка; 4 — журавчики



тельно промерзающих формируется в районах Средней и Восточной Сибири с резко континентальным климатом, долгой и холодной зимой. Почвы характеризуются малой мощностью гумусовых горизонтов (30—45 см), невысоким содержанием гумуса (6—8%) и резким уменьшением его количества сразу под гумусовым горизонтом. В составе гумуса содержание гуминовых кислот лишь немного превышает содержание фульвокислот ($C_{гк}:C_{фк} = 1,1—1,3$). Карбонаты находятся в нижней части почвенного профиля в виде пятен, мучнистых скоплений либо натечных выделений на щебне и гальке. При образовании на породах, бедных кальцием, карбонатный горизонт может отсутствовать. В более влажных районах при тяжелом составе материнских пород в нижней части почвенного профиля часто наблюдаются признаки оглеения в виде сизоватых и ржавых пятен и мелкослоистая криогенная структура.

Черноземы типичные (рис. 31) обладают наиболее характерно выраженными признаками и чертами черноземообразования: интенсивным накоплением гумуса, азота и зольных элементов, неглубоким вымыванием карбонатов, отсутствием элювиально-иллювиальной дифференциации почвенного профиля по илистой фракции, железу и алюминию. Морфологическое строение профиля типичных черноземов — наиболее представительное для всего типа черноземов: A (Ar + A)-AB-Bca-BCsa-Csa.

Фациальные подтипы умеренных промерзающих, умеренно теплых промерзающих и теплых промерзающих почв распространены соответственно в Заволжье, Предуралье, Средней и Южной Сибири, в Центральной Черноземной области, в северной Молдавии и на Украине. Они сформировались под покровом разнотравно-злаковой степной растительности южной подзоны лесостепи и северной подзоны степи в условиях несколько дефицитного увлажнения

(коэффициент увлажнения по Иванову 0,8—1,0). Черноземы всех трех указанных фациальных подтипов различаются по мощности и гумусированности гумусового горизонта, но имеют одинаково недифференцированный по илу и полуторным оксидам профиль и одинаковые формы выделения карбонатов.

Умеренно теплые черноземы представлены преимущественно мощными видами ($A + AB = 80—100$ см) с содержанием гумуса в пахотном горизонте 7—10 %. Умеренные промерзающие черноземы включают среднемощные виды ($A + AB = 40—70$ см) с содержанием гумуса в пахотном горизонте 9—12 %. Среди теплых промерзающих преобладают мощные и сверхмощные черноземы ($A + AB = 80—130$ см) с содержанием гумуса 5—8 %. Отношение $C_{гк} : C_{фк} = 1,5—3$.

Во всех перечисленных фациальных подтипах типичных черноземов вскипание наблюдается в нижней части горизонта AB. Здесь содержание карбонатов невелико, их выделения имеют форму редкого и рассеянного псевдомицелия (прожилок), глубже количество карбонатов возрастает, они выделяются в виде пятен белоглазки.

Черноземы типичные очень теплые кратковременно промерзающие распространены главным образом в Предкавказье в условиях длительного вегетационного периода: практически бесснежной влажной зимы, теплых лета и осени. Здесь обычно интенсивны биологические процессы, в частности деятельность роющих беспозвоночных, активна миграция почвенных растворов. Типичные черноземы этого фациального подтипа обладают очень мощными гумусовыми горизонтами ($A + AB = 100—180$ см) при сравнительно невысокой (6—8 %) гумусности верхнего слоя почвы и очень постепенном снижении его содержания с глубиной, $C_{гк} : C_{фк} = 1,5—3$. Вскипание наблюдается нередко в верхней части горизонта A с глубины 20—60 см. Несколько ниже появляются выделения карбонатов в виде налетов (паутинок, плесени), а с глубины 120—150 см в виде жилок. Белоглазка появляется на глубине 140—180 см, она не обильна. Характерно оглинивание верхней и средней части профиля.

Черноземы обыкновенные (рис. 32) по строению и свойствам близки к типичным, но по сравнению с последними в них ослаблен процесс гумусонакопления.

Фациальные подтипы обыкновенных черноземов теплых промерзающих и кратковременно промерзающих, умеренно теплых промерзающих и умеренных промерзающих распространены соответственно в степях Украины, Русской равнины, Западной Сибири и Северного Казахстана. Они сформировались под покровом разнотравно-ковыльной степной растительности, в настоящее время практически полностью распаханы.

Морфологический профиль имеет то же строение, что и у типичных черноземов, характеризуется гумусовым горизонтом средней мощности (40—80 см). Содержание гумуса в пахотном слое черноземов обыкновенных перечисленных фаций тяжелого и среднего гранулометрического состава составляет 6—8 %. Для фаций умерен-

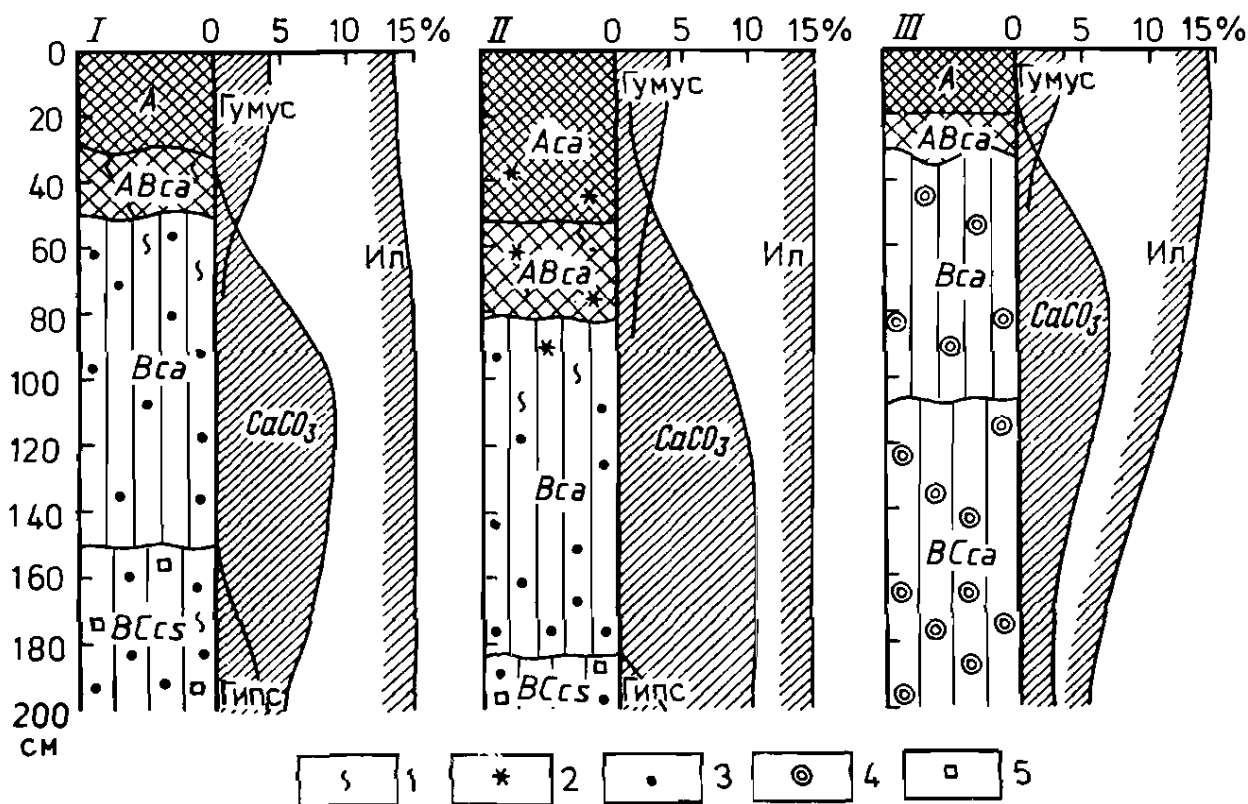


Рис. 32. Профильная характеристика обыкновенных черноземов:

I — фаций теплых кратковременно промерзающих, теплых промерзающих, умеренно-теплых промерзающих и умеренных промерзающих почв; *II* — фации очень теплых периодически промерзающих почв; *III* — фации умеренных длительно промерзающих почв. Карбонатные выделения в профиле: 1 — прожилки; 2 — псевдомицелий; 3 — белоглазка; 4 — мучнистые скопления; 5 — натеки на щебне

но теплых и умеренных черноземов, формирующихся в условиях континентального климата, отмечается карманистая граница между гумусовым и переходным горизонтами. Вскипание наблюдается внизу горизонта А или в начале АВ. Карбонатные выделения появляются немного ниже линии вскипания и представлены преимущественно редкими прожилками или неясными пропиточными пятнами; ниже появляется обильная белоглазка с максимумом в горизонте Вса. Иногда на глубине 2—3 м в профиле встречаются выделения гипса. Профиль не дифференцирован по содержанию ила и полуторных оксидов.

Фациальный подтип черноземов обыкновенных очень теплых периодически промерзающих распространен в Предкавказье, Крыму, юге Украины, в Молдавии. Эти почвы отличаются большой мощностью гумусового горизонта ($A + AB = 80-120$ см) при содержании гумуса в пахотном слое 3—6%. Профиль интенсивно перерыт, очень рыхлый, часто дырчатый. Почвы вскипают с поверхности или в верхней части горизонта А (до 30 см). Выделения карбонатов наблюдаются на глубине 30—40 см сначала в виде налетов, затем в виде жилок. На глубине 100—120 см нечетко выраженная белоглазка.

Фациальный подтип черноземов обыкновенных умеренных длительно промерзающих распространен в Средней и Восточной Сибири в районах с резкоконтинентальным климатом с очень морозной

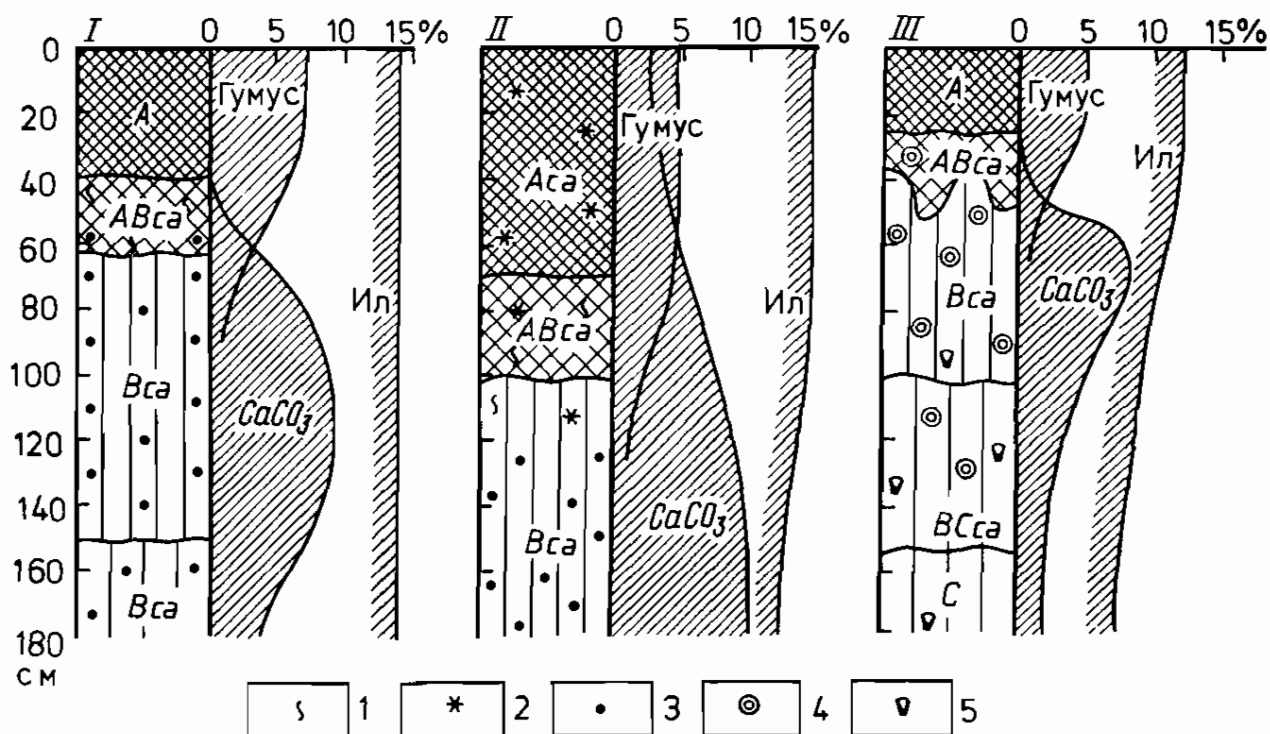


Рис. 33. Профильная характеристика южных черноземов:

I — фаций теплых кратковременно промерзающих, теплых промерзающих, умеренно-теплых промерзающих и умеренных промерзающих почв; II — фации очень теплых периодически промерзающих почв; III — фации умеренных длительно промерзающих почв. Карбонатные и гипсовые выделения в профиле: 1 — прожилки; 2 — псевдомицелий; 3 — белоглазка; 4 — мучнистые скопления; 5 — кристаллы и друзы гипса

зимой и коротким теплым периодом. Промерзание почв достигает 3—3,5 м. Черноземы имеют небольшой мощности гумусовый горизонт (30—45 см) с содержанием гумуса в пахотном горизонте при тяжелом и среднем гранулометрическом составе 4—6%. Ниже гумусового горизонта содержание гумуса резко уменьшается. Для черноземов Средней Сибири характерна резкая язычковатая и карманистая форма границы гумусового горизонта, в черноземах Восточной Сибири она неязычковатая и волнистая.

Почвы вскипают в нижней части гумусового горизонта. Максимум карбонатов приурочен к верхней части карбонатного горизонта. Выделения карбонатов в виде пропиточно-мучнистой, пятнистой или натечной на щебне форм.

Черноземы южные (рис. 33) — наиболее ксероморфная группа черноземов, с ослабленным гумусонакоплением, уменьшенной мощностью гумусового горизонта, повышенным горизонтом карбонатных выделений и наличием гипсовых новообразований в пределах полутора-трехметровой толщи на породах тяжелого и среднего гранулометрического состава.

Структура профиля южного чернозема имеет вид A (Ap + A) - AB (ABca) - Bca - BCca - Cca - Ccs - Csa.

В южных черноземах очень часто проявляются признаки солонцеватости.

Фациальные подтипы черноземов южных теплых промерзающих и кратковременно промерзающих, умеренно теплых промерзающих, умеренных промерзающих распространены соответственно на юге

Т а б л и ц а 22. Встречаемость подтипов чернозема в различных почвенных провинциях СССР
(по Г. В. Добровольскому, И. С. Урусевской, 1984)

Климатические фации	Лесостепная зона		Степная зона		
Теплых коротко- временно промер- зающих почв			<i>Придунайская</i> обыкновенные южные	<i>Южноукраинская</i> обыкновенные южные	<i>Предкавказская</i> выщелоченные типичные обыкновенные южные
Теплых промер- зающих почв	<i>Североукраинская</i> оподзоленные выщелоченные типичные		<i>Южнорусская</i> обыкновенные южные	<i>Заволжская</i> обыкновенные южные	
Умеренных про- мерзающих почв	<i>Окско-Донская</i> оподзоленные выщелоченные типичные	<i>Нижекамская</i> оподзоленные выщелоченные типичные	<i>Североказахстанская</i> обыкновенные южные	<i>Предалтайская</i> обыкновенные южные	
Умеренных дли- тельно промерзаю- щих почв	<i>Барабинская</i> оподзоленные выщелоченные	<i>Бийско-Енисейская</i> оподзоленные выщелоченные типичные	<i>Красноярско-Иркут- ская</i> оподзоленные выщелоченные	<i>Минусинская</i> выщелоченные обыкновенные южные	<i>Забайкальская</i> выщелоченные обыкновенные южные

Украины и Русской равнины, Урала и Зауралья, в Казахстане, в южных районах Западной и Средней Сибири. Естественная растительность — типчаково-ковыльные степи. Почвы почти полностью распаханы. Черноземы этих фациальных подтипов характеризуются малой или средней мощностью гумусовых горизонтов ($A + AB$ от 25 до 70 см) с содержанием гумуса в верхнем горизонте при тяжелом и среднем гранулометрическом составе 3—6%. Глубина вскипания обычно соответствует нижней границе горизонта A , иногда почвы вскипают с поверхности. Выделения карбонатов начинаются в непосредственной близости от линии вскипания сначала в виде неясных пятен и прожилок, глубже в форме белоглазки. Горизонт максимального скопления белоглазки уплотнен. Выделения гипса в виде жилок, пятнышек и друз появляются обычно на глубине 1,5—2 м. В гипсоносном горизонте могут содержаться также легкорастворимые соли.

Фациальный подтип черноземов южных очень теплых периодически промерзающих распространен в Предкавказье, в Крыму, на юге Молдавии. Они характеризуются значительной мощностью гумусовых горизонтов ($A + AB = 70—100$ см) при содержании гумуса в верхнем горизонте 3—5%. Вскипание, как правило, начинается с поверхности. Выделения карбонатов появляются с глубины 30—40 см в виде налетов, а затем жилок; на глубине около 1 м — нечетко выраженная белоглазка, около 2 м — гипс.

Фациальный подтип черноземов южных умеренных длительно промерзающих формируется в степных межгорных котловинах Восточной Сибири под злаково-разнотравной изреженной растительностью. Мощность гумусового горизонта мала (не более 30 см), содержание гумуса 3,5—5%, причем в составе гумуса гуминовые кислоты и фульвокислоты содержатся приблизительно в равных количествах. Карбонатный горизонт расположен непосредственно под гумусовым и представлен слоем мучнистых выделений $CaCO_3$.

Рассматривая приведенную выше систематику подтипов черноземов СССР, необходимо иметь в виду ее разноплановый характер: с одной стороны, деление черноземов на «подзональные» подтипы, а с другой — на «фациальные». Это делает полевую диагностику черноземов весьма сложной и неоднозначной. Если же к этому добавить и провинциальные особенности почв, связанные не только с климатом, но и со спецификой геоморфологии, литологии и голоценовой истории местности, то ситуация осложняется еще более, что можно видеть из табл. 22, в которой показано распределение «подзональных» подтипов черноземов разных почвенных провинций по климатическим зонам и фациям.

8.8. Генезис черноземов

В. В. Докучаев, выделивший чернозем как почвенный тип, рассматривал его как почву растительно-наземного происхождения, образовавшуюся при изменении материнских горных пород под действием климата и степной растительности.

Впервые гипотеза о растительно-наземном происхождении чернозема была сформулирована М. В. Ломоносовым в трактате «О слоях земных» (1763).

Второй по времени возникновения можно считать морскую гипотезу происхождения чернозема, высказанную академиком П. С. Палласом (1773) по отношению к черноземам Ставропольского края, которые, по его мнению, образовались из морского ила и гниющих масс тростника и другой растительности при отступлении моря.

Третья гипотеза — это представление о болотном генезисе черноземов. Здесь необходимо остановиться на двух вариантах. Геолог Ф. Ф. Вангенгейм фон Квален (1853) высказал предположение о том, что черноземы образовались из измельченного материала торфяных болот и растительных остатков, принесенных ледниковым потоком с севера на юг и смешавшихся с минеральным илом. Значительно позже к подобной точке зрения вернулся академик В. Р. Вильямс, считавший, что черноземы формировались при обсыхании и развевании торфяных болот. С позиции современного почвоведения этот вариант болотной гипотезы, связывавшей образование черноземов с приносом торфа извне, несостоятелен.

Более плодотворным оказался другой подход. Академики Э. И. Эйхвальд (1850) и Н. Д. Борисяк (1852) предположили, что черноземы возникли из болот при постепенном обсыхании последних. Идею болотного генезиса черноземов можно рассматривать как первый шаг на пути создания значительно более широкой и глубокой гипотезы палеогидроморфного прошлого черноземов, которая в наиболее полном виде сформулирована В. А. Ковдой (1933, 1966, 1974).

Черноземы — сравнительно молодые почвы, они образовались в послеледниковое время в течение последних 10—12 тыс. лет. Этот возраст подтвержден с помощью радиоуглеродного датирования, которое позволило установить, что возраст гумуса верхних почвенных горизонтов составляет в среднем не менее 1 тыс. лет, а возраст глубоких горизонтов — не менее 7—8 тыс. лет (А. П. Виноградов и др., 1969).

8.9. Современные процессы в черноземах

Наиболее важными процессами образования чернозема являются дерновый процесс и миграция гидрокарбоната кальция в профиле. Эти процессы формируют гумусовый и карбонатный профили чернозема. Они привели к образованию чернозема в девственной степи и продолжают оставаться главными процессами, хотя количественно измененными, в распаханых черноземах.

Дерновый процесс в целинных черноземах получает мощное развитие. Он заключается в аккумуляции большого количества гуматно-кальциевого гумуса, прочно связанного с минеральной частью, а вместе с тем в накоплении биофильных элементов: азота, фосфора, серы, кальция, железа, марганца и других макро- и микроэлементов.

Важной стороной дернового процесса является оструктурирование почвенной массы — создание той комковато-зернистой структуры, которой славится чернозем. Она возникает в результате деятельности беспозвоночных, тонких травянистых корней, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, клеящих свойств органического вещества.

При распашке дерновый процесс существенно ослабевает из-за резкого уменьшения количества корней, фауны беспозвоночных.

При существующей системе земледелия процесс накопления гумуса идет с меньшей скоростью по сравнению с его минерализацией, процесс оструктурирования менее интенсивен, чем процесс разрушения структуры сельскохозяйственной техникой. Поэтому при распашке черноземы обедняются гумусом и утрачивают зернистую структуру. Потеря гумуса особенно велика в течение первых десятилетий после распашки, далее она замедляется.

Процесс миграции и аккумуляции карбонатов в одинаковой степени свойствен и целинным, и распаханым черноземам. Миграция карбонатов в профиле черноземов обеспечивает высокую степень насыщенности коллоидов кальцием, формирование гуматно-кальциевого гумуса, нейтральную и слабощелочную реакцию почвенного профиля, наличие карбонатного горизонта — в целом стабильность почвенной массы чернозема. Миграция карбонатов определяется характером водного, теплового и газового режимов черноземов (Е. А. Афанасьева, 1966).

Черноземы лесостепи обладают периодически промывным водным режимом. Как правило, наиболее глубокое промачивание почв, а один раз в 10—14 лет до уровня грунтовых вод, происходит в период весеннего снеготаяния. С нисходящим током воды выносятся растворимые вещества, прежде всего $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Однако содержание гидрокарбоната кальция весной невелико, так как в этот период в связи с низкими температурами биологическая активность подавлена, в почвенном воздухе содержание CO_2 понижено и растворимость CaCO_3 мала. Поэтому вынос $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ из карбонатного горизонта сравнительно невелик. Летом вследствие десукции и отчасти физического испарения в черноземах господствуют восходящие токи воды. Количество воды, перемещающееся вверх, меньше, чем нисходящий поток весной. Однако восходящие растворы обогащены $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, так как летом содержание CO_2 в почвенном воздухе за счет высокой биологической активности велико и соответственно выше растворимость CaCO_3 . Восходящими токами в карбонатный горизонт возвращается гидрокарбонат кальция, вынесенный весной, чем и поддерживается существование этого горизонта и высокое содержание $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ в почвенном растворе.

Степные целинные черноземы обладают непромывным водным режимом. В этих черноземах миграция карбонатов менее активна, их вынос ослаблен. При их распашке в связи со сменой ксерофильной степной растительности мезофильными сельскохозяйственными культурами ежегодно недоиспользуется некоторое количество вла-

ги по сравнению с целиной. Это приводит к возникновению периодически промывного водного режима (Н. И. Полупан, 1981; Т. П. Коковина, 1983).

8.10. Сельскохозяйственное использование черноземов

Черноземы являются наиболее освоенными почвами земного шара. Потенциальные ресурсы для расширения площади пашни в черноземной зоне практически отсутствуют, если не считать небольшие площади сопутствующих черноземам лугово-черноземных почв.

В мировом земледелии черноземы преимущественно используются под зерновые культуры: пшеницу, кукурузу, ячмень. Большие площади заняты посевами сахарной свеклы и подсолнечника, виноградниками и садами. В нашей стране на черноземах получают 80% товарного зерна, большую часть подсолнечника и сахарной свеклы (И. А. Крупеников, 1983). Продукция, выращенная на этой почве, отличается высоким качеством. В частности, здесь возделывают твердые пшеницы, славящиеся на мировом рынке.

Черноземы — почвы наиболее высокого потенциального плодородия, реализации которого мешает в первую очередь неблагоприятный водный режим в период произрастания сельскохозяйственных культур. Кроме того, черноземы подвержены периодическим засухам, которые даже в лесостепи случаются 1—2 раза в 10 лет, в степных районах частота засух возрастает в 2—3 раза. Поэтому на черноземах огромное значение имеют система накопления и сохранения в почве влаги атмосферных осадков, правильная организация территории, создание полезащитных лесных полос, снегозадержание и другие мероприятия, направленные на создание благоприятного водного режима. Целостный комплекс мероприятий был разработан В. В. Докучаевым и осуществлен в Каменной Степи, до сих пор служащей эталоном рациональной организации территории в черноземной зоне.

Перспективным приемом повышения продуктивности черноземов является орошение, но здесь оно должно быть строго регулируемым и должно сопровождаться строгим контролем за свойствами черноземов, которые быстро ухудшаются при неправильном орошении.

К числу важнейших мероприятий по рациональному использованию черноземов относятся их охрана от водной и ветровой эрозии, соблюдение правильных севооборотов, насыщенных почвоулучшающими культурами и позволяющих одновременно вести борьбу с сорняками и накапливать влагу в почве. Положительно в этом отношении введение чистых паров. Широкую проверку проходит система безотвальной обработки черноземов, которая в ряде районов оказалась наиболее рациональной.

Черноземы по сравнению с другими почвами наиболее богаты основными элементами питания. Однако без удобрений растения

в достаточном количестве могут получать лишь калий. Во всех случаях получению высоких урожаев способствует внесение фосфорных и азотных удобрений. Необходимы также органические удобрения, без которых невозможно преодолевать снижение содержания гумуса, ухудшение водно-физических свойств и биохимического режима.

Б. ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫЕ ПОЧВЫ

8.11. Общая характеристика лугово-черноземных почв

Лугово-черноземные почвы — это полугидроморфные аналоги черноземов, богатые темноокрашенным гумусом почвы с профилем А-АВ-Всв-С, с почвенно-грунтовыми водами на глубине 3—7 м, формирующиеся под травяными ценозами лесостепи и степи суббореального пояса в относительно пониженных элементах рельефа. Как самостоятельный тип они были описаны и исследованы советскими почвоведом (Н. П. Белов, Е. В. Лобова, 1930) под названием «луговые черноземы».

В разработку представлений о географии, генезисе, режимах и свойствах этих почв большой вклад внесли почвоведы, работающие в Западной Сибири, где эти почвы распространены особенно широко (Н. В. Орловский, 1946; Н. И. Базилевич, 1953; Н. И. Богданов, 1976). В последнее время всесторонне исследованы лугово-черноземные почвы Русской равнины (Б. П. Ахтырцев, 1960; Е. М. Самойлова, 1981).

Лугово-черноземные почвы распространены пятнами среди черноземов на плоских славодренированных водоразделах и надпойменных террасах степных рек. Здесь благодаря слабой расчлененности рельефа атмосферные осадки в меньшей степени стекают в гидрографическую сеть, что обуславливает повышенное увлажнение по сравнению с почвами расчлененных пространств. На этих элементах рельефа уровень грунтовых вод повышен и влияние их на почвообразование усилено. На хорошо дренированных возвышенностях лугово-черноземные почвы занимают понижения мезорельефа.

Морфологическое строение лугово-черноземных почв в общих чертах сходно со строением черноземов. Отличительными признаками являются: нарастание влажности сверху вниз по профилю вплоть до уровня почвенно-грунтовых вод, железомарганцевые образования и пятна оглеения в нижней части профиля, повышенная гумусность верхней части гумусового горизонта. При недостаточно внимательном изучении морфологии, при мелкопрофильных исследованиях лугово-черноземные почвы от черноземов нередко не отделяются.

8.12. Свойства лугово-черноземных почв

По своим свойствам лугово-черноземные почвы также близки к черноземам. Ил, R_2O_3 и SiO_2 равномерно распределены по профилю лугово-черноземных почв, принадлежащих к роду обычных. По содержанию и запасам гумуса они несколько превосходят черноземы, в составе их гумуса относительное содержание гуминовых кислот выше, чем в черноземах. В типичных черноземах Среднерусской возвышенности запас гумуса в метровой толще колеблется в пределах 500—650 т/га, в лугово-черноземных почвах Окско-Донской низменности — 600—750 т/га, отношение $C_{гк} : C_{фк}$ в тех же черноземах составляет 1,3—1,8, в лугово-черноземных почвах — 2—3.

Благодаря повышенной гумусности верхние горизонты лугово-черноземных почв обладают повышенной емкостью катионного обмена. Характерно также повышенное содержание обменного Mg (30—50% от суммы обменных оснований). Эта особенность связана с воздействием грунтовых вод. Реакция почвы близка к нейтральной; у почв, принадлежащих к разным родам, может быть отклонение в кислую или щелочную сторону.

Практически все лугово-черноземные почвы имеют карбонатный горизонт; выделяются роды засоленных почв, нижняя часть профиля которых обогащена легкорастворимыми солями и гипсом, и солонцеватых почв, содержащих Na^+ в обменном комплексе.

Лугово-черноземные почвы в большинстве характеризуются тяжелым гранулометрическим составом. В составе илистой фракции по сравнению с черноземами большая доля принадлежит смешанослойным минералам, в результате чего эти почвы обогащены разбухающим компонентом. Содержание этих минералов в полугидроморфных почвах, развитых на лессовидных породах, может достигать 60%, тогда как в черноземах около 40%.

Они обладают зернистой водопрочной структурой, высокой порозностью гумусовых горизонтов (55—65%), наилучшей (по классификации Н. А. Качинского) водопроницаемостью, высокой водоудерживающей способностью.

Лугово-черноземные почвы формируются в таких условиях увлажнения, что сравнительно небольшие колебания в количестве атмосферных осадков и температуры могут привести к изменению типа водного режима. Многолетние засушливые периоды с уменьшением количества осадков на 100—200 мм могут привести к такому сокращению питания почвенно-грунтовых вод и понижению их уровня, что капиллярно-пленочная влага не будет достигать даже нижних почвенных горизонтов. По характеру водного режима лугово-черноземные почвы станут такими же, как автоморфные черноземы. Многолетние влажные периоды вызывают подъем почвенно-грунтовых вод и переход лугово-черноземных почв в луговые. Изменение водного режима влечет за собой изменения в солевом режиме, характере гумусонакопления и других процессах почвообразования. Эта особенность лугово-черноземных

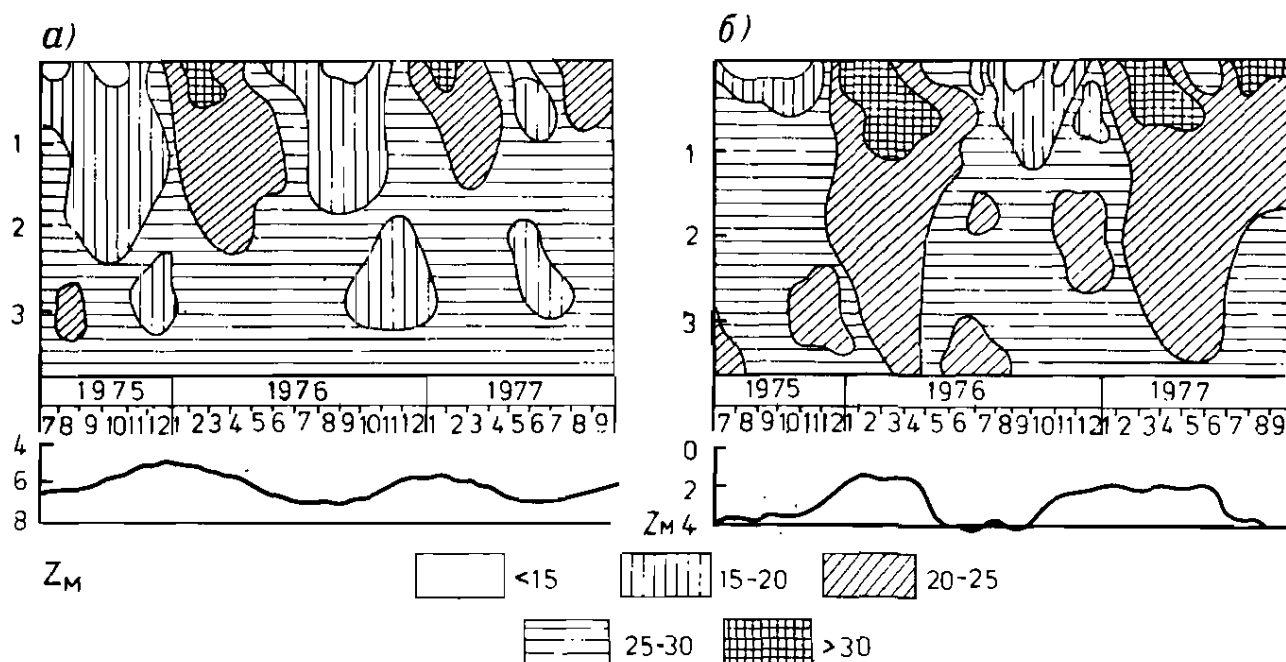


Рис. 34. Хроноизоплеты влажности почвы и уровень грунтовых вод в выщелоченном черноземе на плакоре (а) и в лугово-черноземной почве западины (б) (В. В. Сизов, 1981)

почв — их чрезвычайно высокая чувствительность к атмосферному увлажнению — обуславливает сложность истории их развития. Можно полагать, что в связи с изменениями климатической обстановки в голоцене эти почвы прошли стадию луговых почв, черноземов, несколько циклов засоления-рассоления-осолодения. Все эти этапы оставили след в свойствах лугово-черноземных почв, что позволяет считать их генезис весьма сложным и противоречивым.

Водный режим лугово-черноземных почв, по классификации А. А. Роде, относится к типу выпотного, подтипу лугово-степного; по классификации В. А. Ковды — к типу промывного гидроморфного. Н. И. Базилевич определяет этот режим как попеременный промывной-десуктивно-выпотной. В последнем названии наиболее ясно отражается особенность этого режима, который характеризуется чередованием периодов глубокого промачивания почв талыми снеговыми водами и иногда обильными летними осадками и возвратного капиллярного поднятия влаги. В течение значительной части вегетационного периода сохраняется связь нижней части почвенного профиля с почвенно-грунтовыми водами через капиллярную кайму. Лугово-черноземные почвы значительно лучше увлажнены, чем черноземы (рис. 34).

В лугово-черноземных почвах большое развитие получает дерновый процесс, активно развивается процесс миграции карбонатов, в нижней части профиля — процессы оглеения и гидроморфной аккумуляции карбоната кальция, гипса, легкорастворимых солей.

Эти почвы обладают более высоким плодородием по сравнению с черноземами из-за лучшей обеспеченности влагой. Преимущества этих почв особенно резко сказываются в засушливые годы.

Рациональное использование лугово-черноземных почв включает те же мероприятия, что и использование черноземов. Однако орошение их требует особенно внимательного подхода, поскольку здесь возможен очень быстрый подъем уровня почвенно-грунтовых вод с последующим заболачиванием и засолением.

В. БРЮНИЗЕМЫ

8.13. Общая характеристика брюниземов

Брюниземы — это черноземовидные высокогумусные почвы, как правило, выщелоченные в верхней части профиля, с текстурным горизонтом Вt и с признаками оглеения в нижней части профиля, с уровнем грунтовых вод 1,5—5 м. Это почвы прерий суббореального пояса и памп субтропического пояса.

Под названием «почвы прерий» они были впервые выделены в США К. Ф. Марбутом (1927) на уровне самостоятельной большой почвенной группы.

В 1952 г. Р. У. Саймонсон с соавторами предложили назвать эти почвы брюниземами. На Почвенной карте мира 1975 г. (ред. В. А. Ковда и др.) термин «брюниземы» распространен на почвы пампы Южной Америки. К брюниземам близки по своим свойствам и генезису почвы дальневосточных прерий, так называемые «маньчжурские черноземы» (Ю. А. Ливеровский, Л. П. Рубцова, 1956, 1959). В соответствии с последней классификацией в США брюниземы отходят к подпорядку удолей порядка моллисолей. Согласно систематике ФАО они относятся к группе файоземов, которые делятся на нормальные и выщелоченные.

Брюниземы формируются в умеренно холодном и субтропическом субгумидном климате. Средняя многолетняя температура июля 20—26, января от +4 до —8°C. Продолжительность безморозного периода 120—210 дн. Среднегодовое количество осадков 600—1000 мм. Более $\frac{3}{4}$ осадков выпадает в виде ливней с апреля по сентябрь. В конце лета и осенью обычны засухи. Коэффициент увлажнения по Н. Н. Иванову > 1,0. Высокое атмосферное увлажнение обуславливает периодически промывной водный режим почв и способствует поддержанию высокого уровня почвенно-грунтовых вод на водоразделах. С точки зрения Н. Н. Розова (1961), брюниземам присуща «климатическая луговость».

Для области распространения брюниземов характерен равнинный рельеф или умеренно всхолмленный. Основной почвообразующей породой служат лёссы и карбонатные моренные суглинки и глины.

Естественная травянистая растительность, сохранившаяся на отдельных участках, образует густой и высокий (до 1,5 м) покров, состоящий главным образом из многолетних злаков с глубокой корневой системой. Надземная фитомасса достигает 50—60 ц/га, подземная — 180 ц/га.

По мнению некоторых американских авторов (G. D. Smith а. oth, 1956), типичные брүниземы хорошо дренированы, имеют бурую, окисленную подпочву. Фактически же хорошо дренированные брүниземы встречаются лишь в условиях особенно благоприятного дренажа, например на лёссах, подстилаемых песком. Как правило, в нижней части профиля брүниземов имеются признаки оглеения: зеленоватые, оливковые тона, железисто-марганцевые конкреции.

8.14. Свойства брүниземов

По своим свойствам брүниземы близки к черноземам. Главное отличие брүниземов от черноземов заключается в большей выщелоченности профиля первых: брүниземы никогда не имеют солевого горизонта, часто отсутствует карбонатный горизонт, часто имеют кислую реакцию верхней части профиля и горизонт накопления иллювирированной глины. Однако среди брүниземов есть и почвы очень близкие к типичным черноземам: с нейтральной реакцией всего почвенного профиля, с карбонатным горизонтом, высоким содержанием гумуса, лишенные горизонта иллювирированной глины.

Второе отличие брүниземов от почв черноземного типа состоит в том, что брүниземы — полугидроморфные почвы.

Валовой состав почв одной из наиболее распространенных серий *Tama silt loam* обнаруживает вынос из верхней части профиля соединений железа, алюминия, магния и максимальное накопление их в горизонте В. Элювиально-иллювиальный характер носит и распределение илистой фракции по профилю (рис. 35).

В поглощающем комплексе большей части брүниземов имеется обменный водород, но практически никогда степень насыщенности этих почв основаниями ни в одном из горизонтов не опускается ниже 50%. В поверхностном горизонте рН может колебаться от 4,5 до 7,0, книзу почвенный раствор подщелачивается. Среди обменных катионов всегда преобладает Са.

Брүниземы различаются по количеству и характеру распределения гумуса. На северо-востоке ареала в США они наиболее богаты гумусом. В верхнем горизонте его содержится около 10%. По направлению к юго-западу содержание его уменьшается до 3% и одновременно его распределение по профилю становится более равномерным. Фракционный и групповой состав гумуса брүниземов хорошо отражает их выщелоченность. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ лишь в горизонте А равно единице, а на глубине 60—100 см оно опускается до 0,2. В верхних горизонтах много бурых гуминовых кислот и кислот, прочно связанных с минеральной частью почвы.

Брүниземы характеризуются интенсивным глинообразованием за счет выветривания первичных минералов, в частности полевых шпатов. Как и для черноземов, для почв прерий характерна иллит-монтмориллонитовая ассоциация минералов. В горизонте А

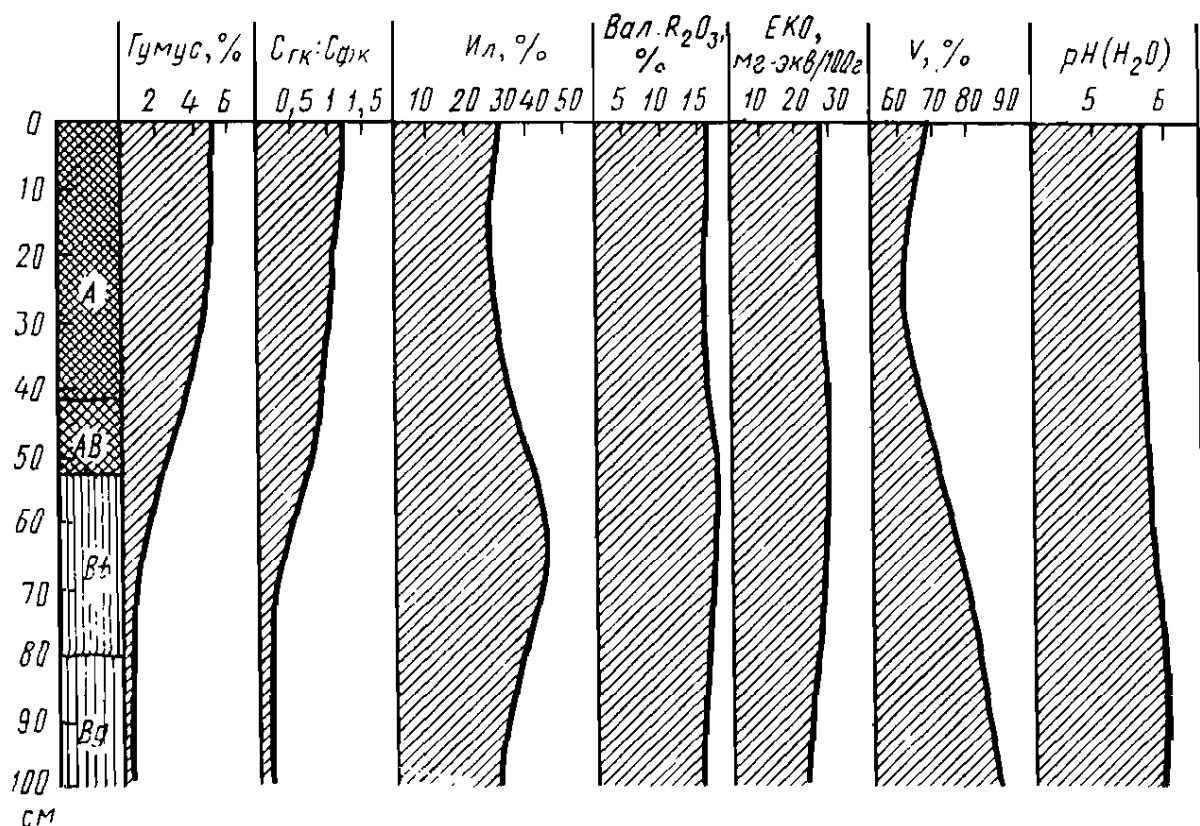


Рис. 35. Профильная характеристика брyнизема (аргидолль США)

брюниземов количество иллита и монтмориллонита примерно одинаково, в горизонте В почв, развитых на лёссах, преобладает монтмориллонит, на моренных суглинках — иллит. Содержание каолинита незначительно по всему профилю.

Большинство брyниземов сформировалось в голоцене и имеет возраст не более 16—18 тыс. лет. Вследствие большей продолжительности голоцена на территории США по сравнению с территорией Европы брyниземы в среднем старше черноземов. Одна из больших групп брyниземов — палеудолли — имеет доголоценовый возраст.

Наиболее существенными процессами брyниземообразования являются: гумусонакопление и вынос легкорастворимых соединений (и ила), в некоторой степени скомпенсированный приносом растворимых веществ с капиллярной каймой почвенно-грунтовых вод. Именно гидроморфность этих почв в сочетании с воздействием травянистой растительности способствует сохранению высокой гумусности, высокой насыщенности основаниями, а в ряде случаев и карбонатности, несмотря на высокое количество выпадающих здесь атмосферных осадков. В их генезисе, по-видимому, есть общие черты с генезисом луговых черноземных и луговых почв.

Брyниземы — наиболее плодородные почвы США. Почти на всей площади они распаханы и используются в основном под посевы кукурузы и сои. Это главные почвы знаменитого «кукурузного пояса». При длительной эксплуатации брyниземы теряют более 30% гумуса и азота, распыляется их структура, уменьшается порозность аэрации, иногда наполовину. Несмотря на срав-

нительно слабые уклоны местности, сильное развитие приобретает эрозия почв. Поэтому борьба с водной и ветровой эрозией имеет важнейшее значение для сохранения плодородия этих почв.

Г. ВЕРТИСОЛИ

8.15. Общая характеристика вертисолей

Вертисоли — темноокрашенные глинистые (преимущественно монтмориллонитовые) насыщенные слитые почвы, в сухое время покрываемые сетью широких и глубоких трещин, заплывающих в дождливые периоды. Это почвы переменного-влажных тропиков и субтропиков.

На XII Международном конгрессе почвоведов (1982) было предложено ограничить круг почв, относящихся к вертисолям. В качестве неперемного признака вертисолей указывается резкое варьирование мощности гумусового горизонта в связи с гильгайным микрорельефом, особое сложение почвенной массы в виде параллелепипедов с осью наклона 30—60°. Почвы, не обладающие полным набором свойств, предлагают относить к вертисольным (vertisolic).

Исследование вертисолей началось в прошлом веке. По свидетельству А. И. Воейкова (1880), к концу XIX в. уже был накоплен научный материал о свойствах и распространении темных слитых почв Индии, которые назывались «черными хлопковыми почвами» или «регурами». Позже черные слитые почвы были описаны во многих странах Европы, Африки, Азии, Северной Америки под разными названиями: черные глинистые почвы, черные тропические почвы, бадоб, влей, тирсы, смолницы, смоницы и др.

Н. Окс и Дж. Торп (1950) предложили объединить все черные слитые почвы теплых районов в одну большую классификационную группу «грумосоли». В советской литературе эти почвы называют вертисолями, слитоземами, черными слитыми или черными тропическими либо субтропическими почвами.

Вертисоли формируются в климате с высокими температурами и средним или низким количеством атмосферных осадков. Среднегодовая температура 16—29°C. Годовое количество осадков в среднем составляет 500—900 мм, но колеблется от 150 мм (Судан) до 1000 мм (Бирма). Необходимое условие для формирования этих почв — смена сухих и влажных периодов. Продолжительность сухих периодов может достигать 9 мес.

Вертисоли субтропического пояса связаны исключительно с палеогидроморфными и гидроморфными ландшафтами. Вертисоли тропиков также являются преимущественно палеогидроморфными и гидроморфными почвами, но могут образовываться и в элювиальных ландшафтах на материнских породах с определенными свойствами. В большинстве случаев черные слитые почвы разви-

ваются на плоских слаборасчлененных равнинах или в депрессиях. Они часто приурочены к долинам рек и террасам озер.

Общей чертой материнских пород вертисолей является их тяжелый гранулометрический состав, обогащенность щелочно-земельными элементами, железом, больше содержание набухающих глинистых минералов.

Вертисоли формируются главным образом под покровом саванны — растительных сообществ, в которых доминируют травы в сочетании с отдельными деревьями, группами деревьев или кустарников.

8.16. Свойства вертисолей

Профиль вертисолей представлен тремя генетическими горизонтами: А, АС и С. У многих почв этой группы верхняя часть горизонта А (до глубины 5—8 см) черного или коричневатого цвета и имеет своеобразную ореховатую структуру. Ниже этот горизонт, называемый самомульчирующимся или просто почвенной мульчей, не изменяя окраски и гранулометрического состава, становится слитым, очень плотным, приобретает крупную кубовидную, призмовидную, глыбистую структуру. Часто в нем рассеяны карбонаты в форме плотных конкреций, имеющих с поверхности черный цвет, а также железистые конкреции. Мощность горизонта 50—100 см и более.

Горизонт АС мощностью 50—60 см представляет темную желтовато-бурую глину, обогащенную карбонатами в виде мучнистых стяжений и плотных конкреций. В этом горизонте, как правило, заметны следы оглеения в виде сизоватых и ржавых пятен, встречаются Fe- и Mn-конкреции.

В сухое время весь профиль почвы расщелен трещинами шириной не менее 1 см и глубиной до 100 см и более.

Одним из существенных отличий вертисолей от черноземов является их низкая гумусность (рис. 36). Интенсивная черная окраска этих почв объясняется не количеством, а качественными особенностями гумуса. По мнению некоторых исследователей (К. Менон а. Maria Kulandai, 1957), она обусловлена сильной диспергированностью органического вещества, по мнению других (J. Singh, 1956), — прочной связью гумуса с глиной монтмориллонитового состава.

Групповой состав гумуса различных вертисолей различен: в одних преобладают гуминовые кислоты, в других — фульвокислоты (И. А. Денисов, 1971). Наиболее часты случаи, когда отношение $C_{гк}:C_{фк}$ несколько превышает 1, падая вниз по профилю. Очень высок процент негидролизруемых соединений. Отношение C:N широкое, 12—14 вверху, но резко сужается с глубиной.

Вертисоли обладают большой (40—60 мг-экв/100 г) емкостью катионного обмена, обусловленной высоким содержанием монтмориллонитовых глин. Они насыщены основаниями. Главное место

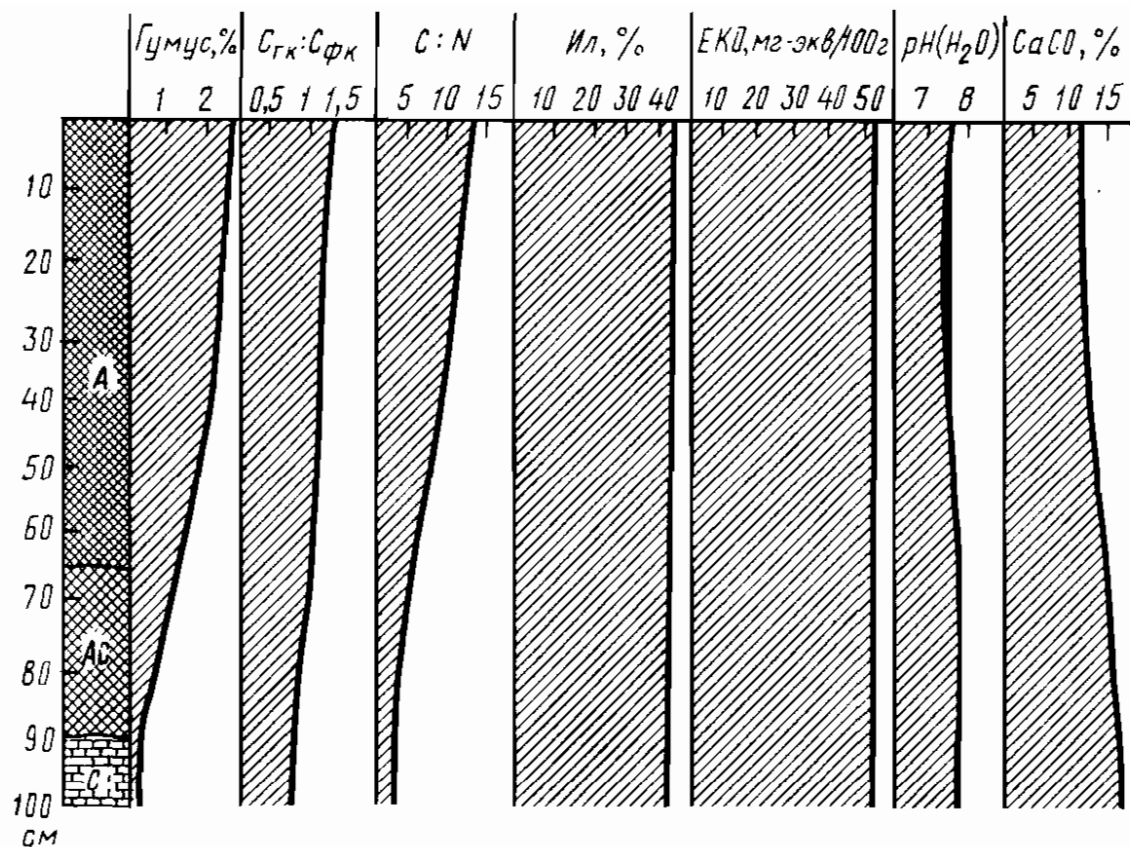


Рис. 36. Профильная характеристика вертисолей

принадлежит кальцию, иногда магнию. Как правило, вертисоли содержат карбонаты.

В противоположность черноземам они обладают крайне неблагоприятными водно-физическими свойствами.

Их характернейшее свойство — тяжелый гранулометрический состав. По классификации США содержание частиц $< 0,002$ мм в вертисолях не должно быть менее 35%. Как правило, содержание фракции $< 0,001$ мм в вертисолях колеблется в пределах 40—90%. Для них характерны высокая набухаемость и усадка, высокая плотность (до $1,7—1,9$ г/см³) и твердость в сухом состоянии, вязкость, липкость, низкая водопроницаемость, большой процент недоступной влаги.

Наиболее разработанной является гипотеза об определяющей роли гидроморфизма в генезисе вертисолей. С точки зрения В. А. Ковды (1965), Т. Л. Быстрицкой и А. Н. Тюрюканова (1971), большинство черных слитых почв — это почвы переходных ландшафтов, преимущественно речных и озерных террас, прошедших в своем развитии иловую (подводную), лугово-болотную и луговую стадию развития. В течение гидроморфного развития происходило накопление ила, интенсивное вторичное минералообразование — синтез монтмориллонита, накопление восстановленных соединений железа и других элементов. Наиболее важную роль играла монтмориллонитизация илистой фракции почв, расположенных в геохимически подчиненных ландшафтах, за счет приноса сюда растворенной SiO_2 слабощелочными, обогащенными Mg почвенно-грунтовыми и делювиальными водами

(рис. 37). Такое явление особенно широко распространено в сопряжении с ферраллитизацией выше по склону.

В образовании слитых почв главную роль играют процессы попеременного набухания и усадки, которые приводят к разрушению почвенной структуры и перегруппировке почвенных частиц в направлении наиболее плотного сложения.

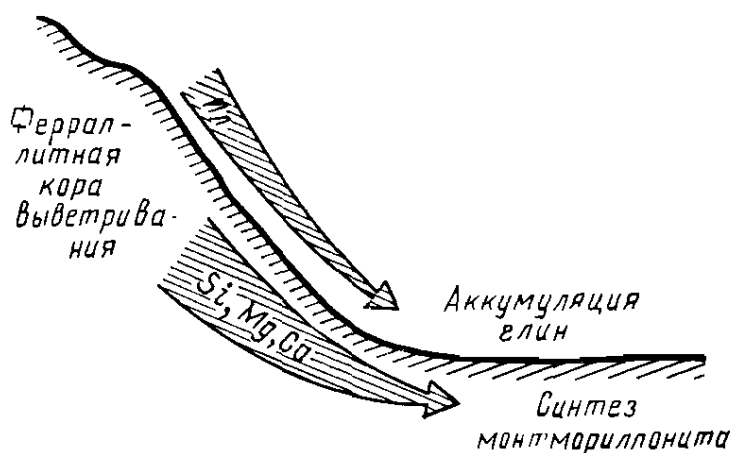


Рис. 37. Схема образования вертисолей в аккумулятивном ландшафте

8.17. Классификация и использование вертисолей

Попытка классификации вертисолей сделана М. А. Глазовской (1971), которая относит эти почвы к семейству слитоземов. Семейство разделяется на группы в зависимости от термического пояса, положения в ландшафте и истории развития.

В легенде Почвенной карты мира ФАО/ЮНЕСКО выделена группа вертисолей, подразделяющаяся на темные вертисоли и окрашенные вертисоли. В последней классификации почв США вертисоли представляют особый порядок, т. е. выделены на высшем таксономическом уровне.

Вертисоли весьма различны по своему плодородию. Во многих тропических районах это плодородные почвы (черные хлопковые почвы Индии, Бирмы и др.), в других они уступают по плодородию ферраллитным почвам (Куба, Гана), причем кроме неблагоприятных физических свойств обнаруживают крайнюю бедность азотом и фосфором. В основном они идут под посевы риса при затоплении в сезон дождей. В сухой сезон на вертисолях иногда возделываются и другие культуры — бобовые, кукуруза, кунжут, хлопчатник. Используются они и под сахарный тростник, бананы.

Наиболее эффективными средствами улучшения свойств вертисолей являются внесение органических удобрений, запашка сидератов, пескование небольших массивов почв. Все черные слитые почвы отзывчивы на минеральные удобрения, в первую очередь азотные и фосфорные. Очень важное значение имеет точное определение момента физической спелости почвы для начала ее обработки.

Глава девятая

ЗАСОЛЕННЫЕ И ЩЕЛОЧНЫЕ ПОЧВЫ

9.1. Общая характеристика формации почв

Эта большая почвенно-геохимическая формация объединяет весьма разнообразные почвы, общими признаками которых служат: 1) формирование в аккумулятивных или палеоаккумулятивных ландшафтах; 2) участие в почвообразовании (постоянно либо на какой-то стадии развития) водорастворимых солей при высокой концентрации почвенных растворов; 3) неблагоприятные условия существования растений, за исключением высокоадаптированных галофитов, за счет либо высокой концентрации почвенных растворов, либо высокой щелочности в той или иной части профиля.

В формации выделяются следующие группы типов или классы почв: А. Засоленные почвы, включающие солончаки, солончаковые и солончаковатые почвы; Б. Щелочные почвы, включающие солонцы, солонцеватые почвы и такыры; В. Солоди.

А. ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ

9.2. Определение понятий

Засоленными называются почвы, содержащие в профиле легко-растворимые соли в количестве, токсичном для растений-негалофитов.*

Засоленные почвы относят к солончакам, если в слое 0—30 см они содержат более 0,6% соды, или более 1% хлоридов, или более 2% сульфатов. Такая градация обусловлена различной токсичностью солей, из которых наиболее токсична сода — Na_2CO_3 , при наличии которой в количестве более 0,6% почва становится полностью бесплодной, а содержание около 0,1% действует на растения угнетающе. В систематике почв Почвенной карты мира ФАО/ЮНЕСКО к солончакам относят почвы, содержащие в поверхностном 15-сантиметровом слое более 1% солей.

Солончак имеет профиль Asa-ACsa-Csa или Asa-Gsa.

Почвы, содержащие соли в таких же, как указано выше, количествах, но не с поверхности, а в более глубоких слоях, называются *солончаковыми*. Почвы, содержащие соли в количествах, меньших чем указанные выше, в любой части профиля, называются *солончаковатыми*. Соответственно почвы могут быть поверхностно-или глубинно-солончаковатыми.

В. В. Докучаев и Н. М. Сибирцев в своих классификациях

* К легкорастворимым относятся соли, растворимость которых в холодной воде превышает растворимость гипса — $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (около 2 г/л).

конца прошлого века все засоленные почвы, включая солончаки, объединяли под названием «солонцов», используя народный термин средней России. Четкое разделение этих почв, их систематическое описание и генетическая характеристика связаны с именами К. Д. Глинки, В. С. Богдана, Н. А. Димо, Е. Гильгарда. Выдающаяся роль в изучении засоленных почв принадлежит В. А. Ковде и большой школе его учеников. Много сделали для познания засоленных почв в СССР Е. Н. Иванова, В. В. Егоров, Н. Г. Минашина, а за рубежом Ж. Обер (Франция) и И. Сабольтч (Венгрия).

Главные области распространения солончаков — пустыни и полупустыни суббореального и субтропического поясов. Площадь солончаков на земном шаре составляет 69,8 млн. га (Н. Н. Розов, М. Н. Строганова, 1979). Площадь всех засоленных почв земного шара более 240 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983).

9.3. Источники солей в почвах

Для формирования засоленных почв, в том числе солончаков, необходимо наличие двух процессов — образование свободных солей в ландшафте и накопление их в почве.

Основной источник образования солей — это разрушающиеся под воздействием выветривания горные породы. При выветривании из продуктов распада первичных минералов образуются соли — хлориды, сульфаты, нитраты, силикаты и особенно много карбонатов за счет взаимодействия с CO_2 воздуха. В катионном составе солей преобладают Са, Na, K, Mg, присутствуют в некотором количестве Al, Fe, микроэлементы. С поверхностными и грунтовыми водами соли мигрируют, пока не достигают конечного пункта миграции — океана или бессточного бассейна на суше. По подсчетам В. А. Ковды, в Мировой океан с континентов поступает до 3 млрд. т, а в бессточные области континентов — до 1 млрд. т солей в год.

Соленосные горные породы разного происхождения — второй важный источник засоления почв. Когда вследствие тектонических поднятий соленосные морские осадки выходят на поверхность, происходит интенсивное засоление ландшафтов. Солевые пласты вызывают засоление почв, даже оставаясь погруженными на большую глубину, если они контактируют с грунтовыми водами, связанными с почвой (А. Н. Соколовский, 1940).

Третий источник солей — извержение вулканов. Вулканические газы содержат Cl, SO_2 , CO_2 ; термальные источники, связанные с вулканической деятельностью, выносят на поверхность соли, особенно хлориды, соду. Полагают, что анионный состав Мирового океана связан прежде всего с извержением вулканов, тогда как катионный состав — с растворением горных пород континентов (А. И. Перельман, 1982).

Четвертый источник засоления почв — импульверизация, эоловый перенос солей с моря на сушу. Ветром переносятся на сушу

соли, содержащиеся в морских брызгах, а также соли, покрывающие берега лагун, заливов, соленых озер.

Источником солей являются также атмосферные осадки. Содержание солей в них обычно не превышает 20—30 мг/л, но в приморских районах достигает 400 мг/л.

Непосредственным источником солей в почвах служат почвенно-грунтовые воды, если они испаряются физически или через корневую систему растений при достаточно близком залегании. В умеренном засушливом климате испарение почвенно-грунтовых вод достаточно интенсивно и приток солей вызывает засоление почв, если воды находятся на глубине, не превышающей 2—3 м; при более глубоком залегании принос солей в почву резко уменьшается.

В некоторых случаях растительность может быть причиной накопления солей в почвах. Растения аридных ландшафтов, обладающие глубокой и мощной корневой системой и высокой зольностью при повышенном содержании Na, Cl, S, способны перекачивать с большой глубины соли к поверхности. Роль растительности в образовании солончаков мала по сравнению с ролью грунтовых вод или первоначальной соленосностью почвообразующих пород.

С развитием орошения все более грозным источником засоления почв становятся оросительные воды и ирригационные почвенно-грунтовые воды, приблизившиеся к поверхности вследствие орошения без удовлетворительного дренажа.

9.4. Условия аккумуляции солей в почвах

Соли образуются и поступают на поверхность Земли повсеместно. Тем не менее площадь засоленных почв, особенно солончаков, не так уж велика, поскольку нужны определенные условия для накопления солей в почвах.

Если количество осадков превышает количество испаряемой влаги, соленакопление в почве невозможно, так как господствует промывной водный режим. Соли могут аккумулироваться в почвах лишь в том случае, если испаряемость преобладает над количеством осадков. Максимальное соленакопление наблюдается в пустынях, где испаряемость может превышать количество осадков в 20 раз и более (табл. 23).

В различной ландшафтно-геохимической обстановке накапливаются разные соли. В условиях более влажного климата аккумулируются менее растворимые соли, тогда как наиболее легко растворимые компоненты выщелачиваются в глубокие горизонты, породу и грунтовые воды. По мере усиления сухости климата накапливаются все более растворимые соли (см. табл. 23). На начальных стадиях слабого засоления накапливаются сода, при усилении степени засоления на первое место выходят сульфаты, затем хлориды. В соответствии с этой закономерностью, а также некоторыми историко-литологическими особенностями В. А. Ковда

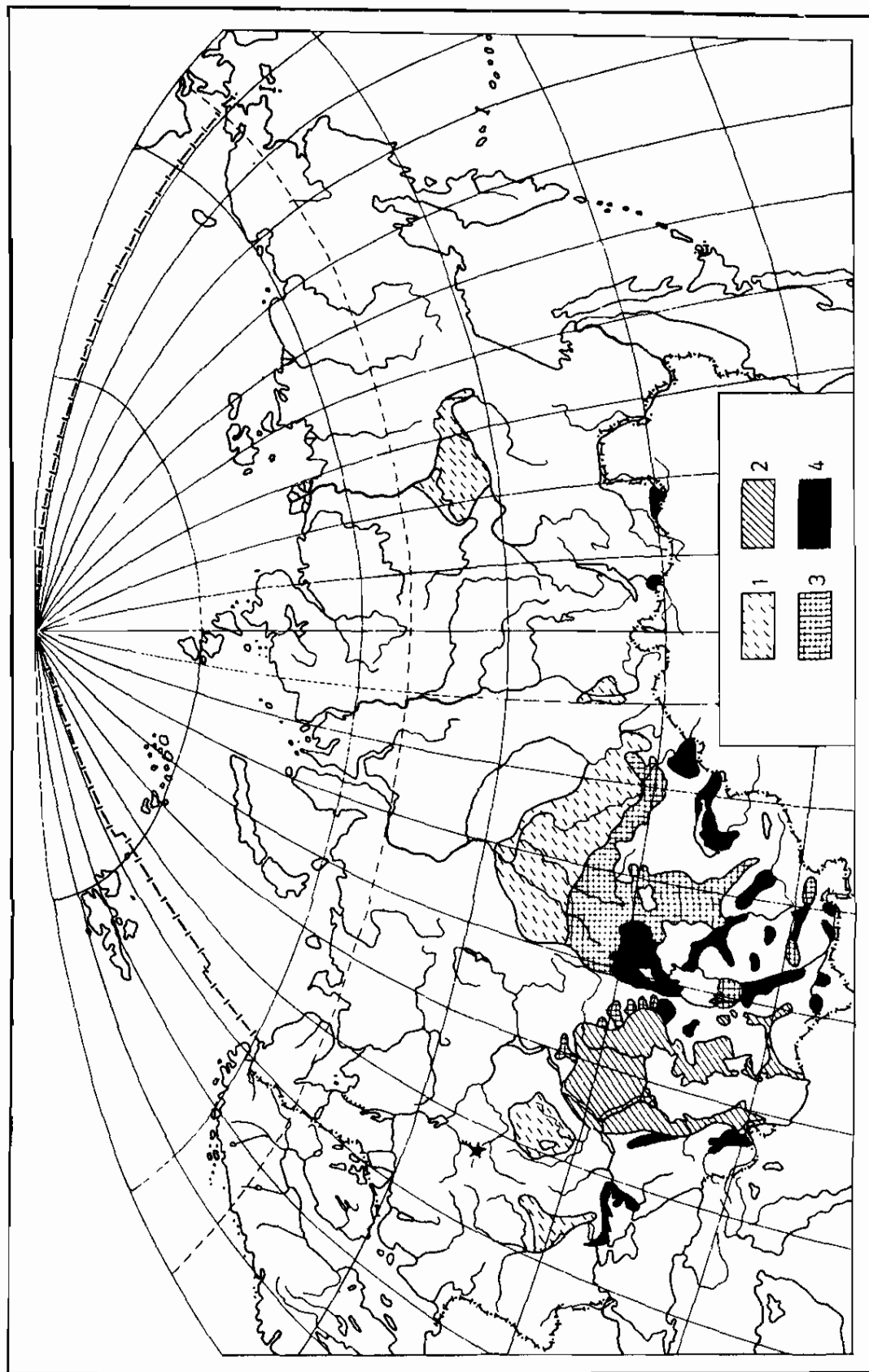


Рис. 38. Провинции современного соленакопления в почвах (В. А. Ковда, 1953):
 1 — сульфатно-сульфатная; 2 — сульфатно-хлоридная; 3 — хлоридно-сульфатная; 4 — хлоридная

Таблица 23. Накопление солей в почвах и почвенно-грунтовых водах Евразии в различных климатических условиях (В. А. Ковда и др., 1974)

Ландшафтные зоны	Среднегодовое количество осадков, мм	Среднегодовая испаряемость, мм	Относительная влажность воздуха сухого периода, %	Максимальная минерализация грунтовых вод, г/л	Максимальное количество легкорастворимых солей в почвах, %	Наиболее распространенные соли
Пустыни	100	2000—2500	20	200—350	25—50	NaCl, KNO ₃ , NaNO ₃ , MgCl ₂ , MgSO ₄ , CaSO ₄ , CaCl ₂ , Na ₂ B ₂ O ₇
Полупустыни	200—300	1000—1500	20—30	100—150	5—8	NaCl, Na ₂ SO ₄ , CaSO ₄ , MgSO ₄
Степи	300—450	800—1000	35—45	50—100	2—3	Na ₂ SO ₄ , NaCl, Na ₂ CO ₃ , NaHCO ₃
Лесостепи	350—500	500—800	40—45	1—3	0,5—1	NaHCO ₃ , Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄ , Na ₂ SiO ₃

на территории СССР выделил 4 провинции современного соленакопления (рис. 38).

Соленакопление развивается в почвах отрицательных форм макрорельефа, где может быть обеспечен накопительный баланс веществ. Для положительных форм рельефа характерен отток солей; с поверхностными и почвенно-грунтовыми водами они поступают в понижения рельефа, что приводит к засолению почв депрессий.

Химический состав солей в грунтовых водах тесно связан с их минерализацией (рис. 39): при малых концентрациях в водах преобладают гидрокарбонаты, а с ростом минерализации воды все большую роль играют хлориды.

Растительность солончаков изрежена, представлена ассоциациями различных видов солянок: сведой, петросимонией, солеросом

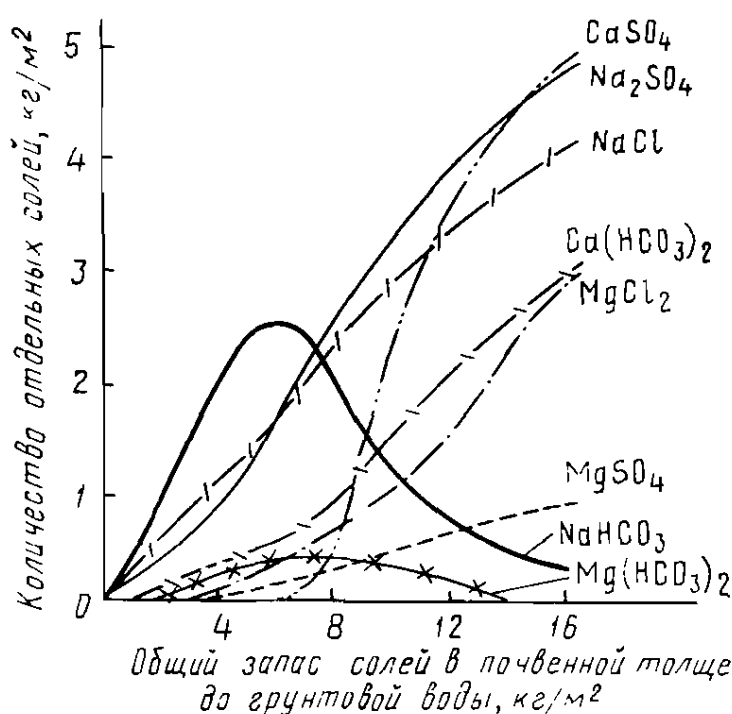


Рис. 39. Содержание солей в почвах в зависимости от степени их засоления (данные В. С. Муратовой по Н. И. Базилевич, 1957)

и другими, отличающимися глубокой корневой системой и высокой зольностью. У некоторых видов мясистых солянок содержание зольных элементов достигает 20—30%, у полусухих солянок — 10—15%. В составе золы преобладают Cl, S, Na.

Ежегодный прирост растительной массы на солончаках составляет 5—12 ц/га, в процессе ее синтеза вовлекается в биологический круговорот 200—700 кг/га зольных элементов. При испарении почвенно-грунтовых вод в почву поступает ежегодно до 500 т/га солей, тогда как с отмирающей растительностью солончаков — не более 0,5 т/га.

9.5. Свойства солончаков

Главное свойство, по которому диагностируются солончаки, — высокое содержание солей с поверхности. Различают *поверхностные солончаки*, где соли сконцентрированы в основном на глубине 0—30 см, и *глубокопрофильные*, в которых высокие концентрации солей наблюдаются от поверхности до уровня почвенно-грунтовых вод (рис. 40).

Солончаки, как и другие засоленные почвы, различаются по химизму солей (табл. 24), от которого зависят их химические и физические свойства. Кроме типов засоления, перечисленных в табл. 24, выделяют нитратные и боратные солончаки, встречающиеся значительно реже.

Кроме легкорастворимых солей солончаки содержат гипс и карбонаты Ca и Mg. Профиль солончаков не дифференцирован по валовому содержанию R_2O_3 и SiO_2 . Как правило, это малогумусные почвы. Содержание гумуса в верхнем горизонте менее 1%. Однако иногда солончаки образуются путем засоления высокогумусных луговых почв и тогда содержание гумуса доходит до 5% и

Таблица 24. Разделение почв по химизму засоления
(Классификация и диагностика почв СССР, 1977)

Тип засоления	Отношение мг-экв анионов			Соотношение мг-экв катионов
	$Cl^-:SO_4^{2-}$	$HCO_3^-:Cl^-$	$HCO_3^-:SO_4^{2-}$	
Хлоридное и сульфатно-хлоридное	>1	—	—	—
Хлоридно-сульфатное	0,2—1	—	—	—
Сульфатное	$<0,2$	—	—	—
Содово-хлоридное	>1	1	1	$HCO_3^- > Ca^{2+} + Mg^{2+}$
Содово-сульфатное	<1	1	1	То же
Хлоридно-содовое	>1	1	1	—»—
Сульфатно-содовое	<1	1	1	—»—
Сульфатно- или хлоридно-гидрокарбонатное	—	1	1	$Na^+ < Ca^{2+}$ $Na^+ < Mg^{2+}$ ($HCO_3^- > Na^+$)

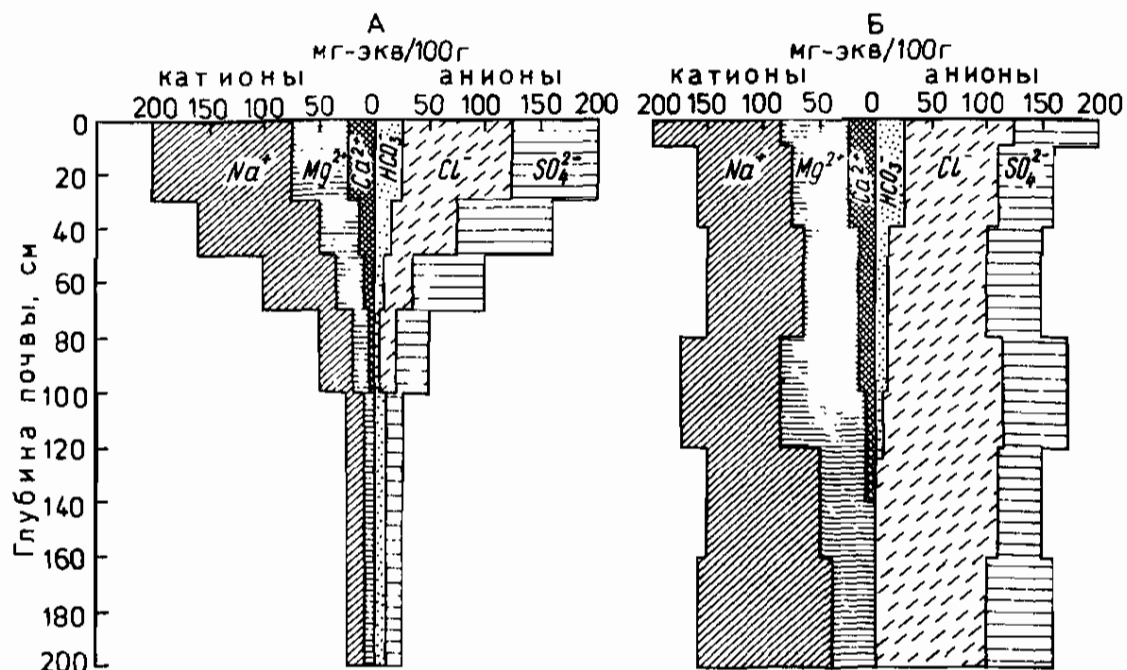


Рис. 40. Солевые профили поверхностного (А) и глубокопрофильного (Б) солончаков

более. Возможно также повышенное содержание гумуса за счет его привноса в солесборную западину поверхностным стоком.

Емкость катионного обмена зависит от минералогического состава ила; чаще всего составляет по всему профилю 10—20 мг-экв/100 г. В составе обменных оснований почв, засоленных натриевыми и магниевыми солями, преобладают соответственно натрий или магний. Реакция хлоридных и сульфатных солончаков — нейтральная; содержащих в составе солей соду — щелочная (до 9—10). Встречаются и кислые солончаки, содержащие квасцы, образовавшиеся после окисления сульфидов мангров и маршей.

Профиль солончаков не дифференцирован ни по гранулометрическому, ни по минералогическому или химическому составу, если только дифференциация не связана с неоднородностью почвообразующей породы. Солончаки, засоленные нейтральными солями, обладают хорошими водно-физическими свойствами, поскольку высокое содержание нейтральных солей обеспечивает коагуляцию коллоидов, микроструктурность и соответственно достаточно высокую пористость и водопроницаемость. Солончаки, засоленные щелочными солями, исключительно неблагоприятны по своим свойствам, так как щелочная реакция среды обуславливает пептизацию коллоидов, слитость почвенной массы. В сухое время года содовые солончаки растрескиваются на очень плотные (плотность до 2 г/см³) и твердые блоки, а во влажные периоды верхний слой превращается в грязь, трещины закрываются.

9.6. Систематика солончаков

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» (1977) солончаки не образуют единого типа. Они подразделяются на тип *автоморфных солончаков*, образовавшихся на засоленных породах, и на тип *гидроморфных солончаков*, сформировавшихся под влиянием засоленных почвенно-грунтовых вод. Автоморфные солончаки разделяются на 2 подтипа: типичные и отакыренные. Отакыренные отличаются от типичных наличием на поверхности маломощной (2 см), пористой и хрупкой, относительно рассоленной корочки, разбитой на мелкие полигоны. Тип гидроморфных солончаков разделяется на подтипы: типичные, луговые, болотные, соровые, грязево-вулканические и бугристые.

Т а б л и ц а 25. Классификация почв по степени засоления (солончаковатости) в зависимости от химизма солей (сумма солей в %)

Тип засоления	Степень засоления			
	слабая	средняя	сильная	очень сильная
Хлоридный и сульфатно-хлоридный	0,1—0,2	0,2—0,4	0,4—0,8	>0,8
Хлоридно-сульфатный	0,2—0,4	0,4—0,6	0,6—0,9	>1,4
Сульфатный	0,3—0,4	0,4—0,8	0,8—1,4	>1,4
Хлоридно-содовый и содово-хлоридный	0,1—0,2	0,2—0,3	0,3—0,5	>0,5
Сульфатно-содовый и содово-сульфатный	0,15—0,25	0,25—0,4	0,4—0,6	>0,6
Сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный	0,2—0,4	0,4—0,5	Не встречаются	

Далее солончаки делятся на роды по химизму засоления (табл. 24, 25), а также по источникам засоления: литогенные, древнегидроморфные, биогенные.

Разделение солончаков на виды производится: 1) по характеру распределения солей в профиле: поверхностные, если соли сосредоточены в слое 0—30 см, и глубокопрофильные (если засолен до степени солончака весь профиль); 2) по морфологии поверхностного горизонта: пухлые, отакыренные, выцветные, корковые, черные, мокрые. Корковые солончаки обычно образуются при засолении NaCl , пухлые — Na_2SO_4 , мокрые — CaCl_2 и MgCl_2 , черные — Na_2CO_3 .

9.7. Использование солончаков в земледелии

Использование солончаков в земледелии возможно только после сложной мелиорации. Основной мелиоративный прием — промывка солончаков пресной водой, которая сопровождается

рядом мероприятий, препятствующих подъему почвенно-грунтовых вод и вторичному засолению. Рассоление солончаков — довольно дорогой прием, требующий больших количеств пресной воды и дренажных работ. Поэтому солончаки осваиваются лишь там, где это жизненно необходимо.

9.8. Солончаковые и солончаковатые почвы

Почвы, засоленные менее, чем солончаки, распространены на земном шаре более широко; они покрывают площадь ~ 170 млн. га. Роды засоленных (солончаковых и солончаковатых) почв выделяются во многих почвенных типах: луговых, черноземных, каштановых, бурых полупустынных, лугово-черноземных, лугово-каштановых, лугово-бурых, серо-бурых пустынных и многих других. Факторы, способствующие их засолению, те же, что и факторы засоления солончаков.

Роды засоленных почв подразделяются по химизму засоления (сульфатные и т. д., см табл. 25) так же, как солончаки.

Выделяются виды по степени засоления: *очень сильно солончаковатые, сильносолончаковатые, среднесолончаковатые, слабосолончаковые* (табл. 25).

По глубине залегания верхнего солевого горизонта засоленные почвы делятся на *солончаковатые* (солевой горизонт на глубине 30—80 см в неорошаемых почвах и 50—100 см в орошаемых) и *глубокосолончаковатые* (соли на глубине более 80 см в неорошаемых почвах и более 100 см в орошаемых).

Мелиорация солончаковых и солончаковатых почв включает те же приемы, что и мелиорация солончаков.

Б. СОЛОНЦЫ

9.9. Общая характеристика солонцов

Солонцы — это почвы, обладающие следующей совокупностью признаков: 1) профиль, дифференцированный по элювиально-иллювиальному типу; 2) щелочная реакция иллювиального и нижележащих горизонтов; 3) столбчатая, призматическая, глыбистая или крупноореховатая структура иллювиального горизонта при его высокой плотности; 4) наличие в иллювиальном горизонте обменного Na^+ в количестве более 15% от суммы обменных катионов (или обменного Mg^{2+} в количестве более 40% от суммы обменных катионов при меньшем, чем 15%, содержании обменного Na^+); 5) наличие солей в нижней части профиля под иллювиальным горизонтом.

Обычно солонцовый профиль очень сложный, содержит большую серию генетических горизонтов; A-E-B_{na}-B_{ca}-B_{cs}-B_{sa}-C.

В международной систематике почв ФАО/ЮНЕСКО солонцы определяются как почвы, имеющие «натриевый» горизонт, т. е. глинисто-иллювиальный горизонт с содержанием обменного натрия более 15% от ЕКО.

В современной систематике почв США разные виды солонцов относятся к разным порядкам почв, т. е. разделяются на самом высоком таксономическом уровне и не объединяются в единой группе почв. Большая их часть относится к порядку аридисолей (натраргиды); солонцы черноземной зоны относятся к моллисолям (натрустолли и натракволли); выделяются они и в порядке альфисолей (натрустальфы).

На XII Международном конгрессе почвоведов (Нью-Дели, 1982) было сделано предложение определять солонцы как щелочные почвы со столбчатой структурой и выделять их вместе с содовыми солончаками в едином типе натриевых (sodic) почв.

Большая дискуссия продолжается в почвоведении в отношении степных почв, обладающих свойствами солонцов (структура, строение профиля, плохие физические свойства), но не имеющих высокого содержания обменного натрия или даже магния — так называемые «физические солонцы», «безнатриевые солонцы», «остаточные солонцы».

В связи с широким распространением таких почв ставится вопрос о роли натрия в образовании солонцов, так ли уж она высока, как предполагалось ранее.

Все это делает диагностику солонцов и особенно солонцеватых почв весьма сложной и неоднозначной.

Под *солонцеватыми почвами* подразумеваются почвы каких-то типов (черноземы, луговые, каштановые почвы и т. п.), имеющие некоторые признаки солонцов: щелочную реакцию, наличие обменного натрия в ППК (от 3—5 до 15% от ЕКО), глыбистую или призмовидную структуру, плотность и слитость почвенной массы, начало элювиально-иллювиальной дифференциации профиля; однако все эти признаки в количественном выражении не достаточны для диагностирования солонца.

Солонцы как самостоятельная группа почв стали выделяться еще на заре генетического почвоведения. П. А. Земятченский, один из первых учеников В. В. Докучаева, в своей работе (1894) применил термин «солонец» в том смысле, какой принят в наше время. Однако в классификациях В. В. Докучаева и Н. М. Сибирцева терминами «солонцы», «солонцовые почвы» обозначались засоленные почвы вообще. Лишь в классификации К. Д. Глинки (1906) солонцы были выделены как особый генетический тип в современном понимании. К. К. Гедройц (1912) был первым, кто выявил физико-химическую природу образования солонцов, показав, что главную роль здесь играет высокое содержание обменного натрия, пептизирующего почвенные коллоиды. Однако впоследствии Н. И. Усовым (1940) и другими исследователями было обнаружено, что некоторые почвы, диагностируемые по всем признакам как солонцы, не обладают высоким содержанием обменного Na^+ ,

но обогащены обменным Mg^{2+} , а затем были описаны подобные почвы, содержащие мало обменного Na^+ и обменного Mg^{2+} .

В исследование природы солонцов, закономерностей их формирования и распространения, в разработку методов мелиорации этих почв большой вклад внесли советские исследователи: В. А. Ковда, Е. Н. Иванова, И. Н. Антипов-Каратаев, Н. И. Базилевич, А. М. Можейко и многие другие.

Солонцы, как и солончаки, не образуют какой-то зоны, а встречаются либо крупными массивами, либо пятнами среди почв другого генезиса. Распространены они на всех континентах. Площадь солонцов на земном шаре составляет 77,7 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983), а вместе с солонцеватыми почвами 212,0 млн. га (Н. Н. Розов, М. Н. Строганова, 1979). В СССР солонцы занимают 35 млн. га, кроме того, около 70 млн. га принадлежит комплексам солонцов с другими почвами (И. С. Кауричев, 1975).

9.10. Экология солонцеобразования

Солонцы приурочены к субаридным и аридным (но не пустынным) областям различных термических поясов. Наиболее широко они распространены в суббореальном, затем тропическом и субтропическом поясах. Количество осадков колеблется от 100 до 600 мм, коэффициент увлажнения по Н. Н. Иванову 0,2—0,9. Тепловой режим в разных термических поясах резко различен.

Солонцы, как и солончаки, приурочены к равнинным, пониженным элементам макрорельефа, к крупным тектоническим впадинам земли, таким, как Западно-Сибирская, Прикаспийская, Приднепровская, Среднедунайская низменности, надпойменным террасам рек и озер и т. п.

Солонцы формируются на разнообразных рыхлых мелкозернистых породах. Нередко их образование связано с засоленными морскими породами; например, на территории Окско-Донской низменности автоморфные солонцы приурочены к выходам третичных засоленных глин.

Растительность солонцов представлена сообществами специфической солонцовой флоры: полынь, кохия, камфоросма, ромашник, кермек и другие специфические растения, обладающие глубокой корневой системой. На солонцах лесостепной и степной зон в состав растительных ассоциаций входят злаки рода *Festuca*, например типчаки, обладающие поверхностной корневой системой, образующей дернину. Показатели биологического круговорота в различных природных зонах весьма различны. Характерными чертами являются значительное преобладание подземной биомассы над надземной (в 20 раз и более), повышенная зольность (у полыней, кермека до 10%) и заметное участие Na, S, Cl в составе зольных элементов.

Микрофлора солонцов менее обильна и менее разнообразна по сравнению с микрофлорой окружающих зональных почв. В них

нет, например, дрожжевых грибов. Биологическая активность солонцов в несколько раз ниже активности зональных почв. Содержание всех микроорганизмов и биологическая активность резко (в сотни раз) уменьшаются в плотном иллювиальном горизонте по сравнению с вышележащими. На поверхности солонцов обильны водоросли: носток и диатомеи. Некоторые исследователи (Н. Н. Болышев, 1972) придают им важное значение в разрушении минералов поверхностного слоя солонцов (осолодение). Солонцы бедны беспозвоночными почвообитающими животными. Нередко здесь отсутствуют дождевые черви, многоножки, муравьи и другие животные — рыхлители и перемешиватели почвенной массы.

9.11. Солонцовый профиль

Профиль солонца имеет сложное строение:

- А — гумусовый горизонт, комковато-пылеватый, рыхлый, облегченного гранулометрического состава;
- Е — осолоделый горизонт, маломощный (1—3 см), белесый, пылеватый, пластинчатый или слоеватый, с мелкими ортштейнами; вместе с горизонтом А образует «надсолонцовый» горизонт, часто АЕ;
- В_{па} — иллювиально-глинисто-гумусовый «солонцовый» горизонт, плотный в сухом состоянии, трещиноватый; структура столбчатая, призматическая, крупноореховатая или глыбистая;
- В_{са} — мощный «подсолонцовый» горизонт, менее плотный по сравнению с солонцовым, с выделениями карбонатов, гипса и легкорастворимых солей, последовательно сменяющих друг друга по глубине; может подразделяться на подгоризонты по количеству и формам новообразований;
- ВС — горизонт, переходный к породе, с выделениями легкорастворимых солей, гипса, карбонатов.

9.12. Свойства солонцов

Для солонцов характерна дифференциация профиля по валовому составу. Надсолонцовый горизонт по сравнению с нижележащим обогащен SiO_2 и обеднен R_2O_3 , Ca, Mg, S и другими элементами (рис. 41).

Реакция почвенного раствора в нижней части профиля щелочная, в надсолонцовом горизонте может быть нейтральной и слабокислой.

Солонцы — засоленные на глубине почвы. Легкорастворимые соли — сульфаты, хлориды, сода — содержатся в подсолонцовом и глубоколежащих горизонтах. В этих же горизонтах содержатся гипс и карбонаты.

Содержание и состав гумуса весьма различны в солонцах разных природных зон. Наиболее широко распространенные солонцы

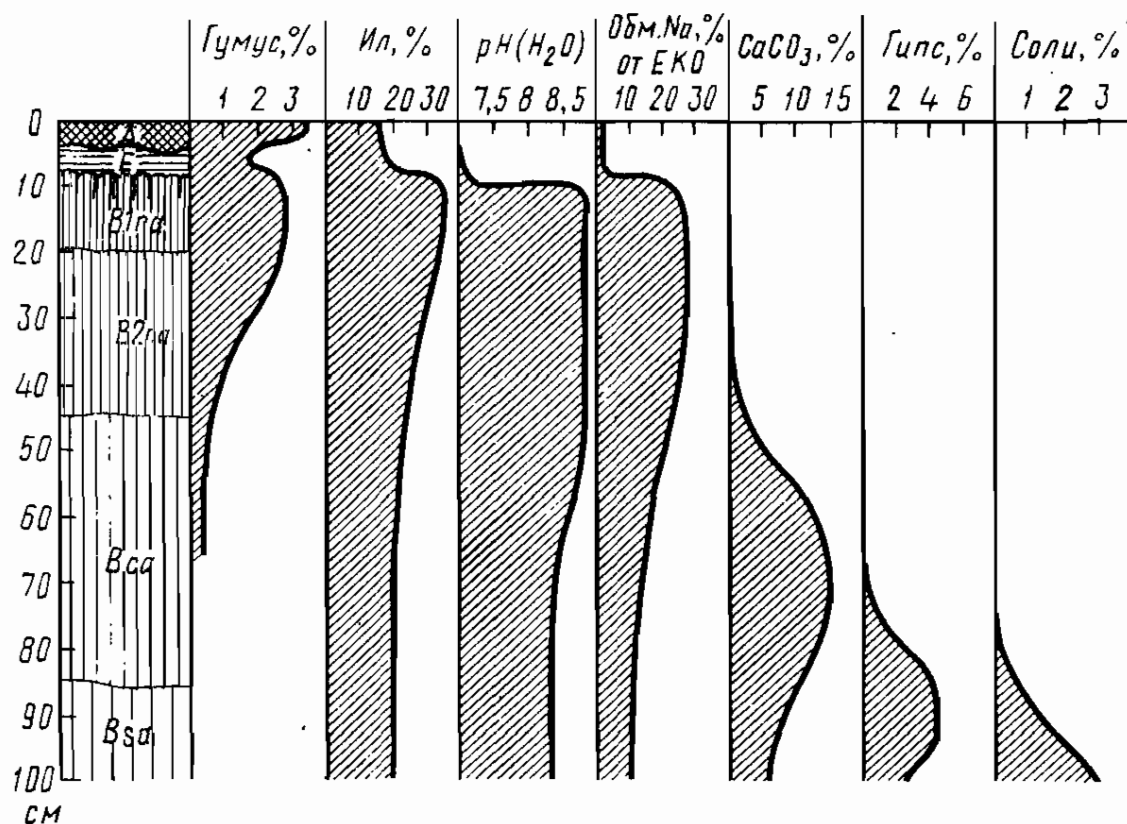


Рис. 41. Профильная характеристика степного солонча

степи и полупустыни бедны гумусом — они содержат 1,5—3% гумуса в дерновом горизонте. В составе гумуса преобладают фульвокислоты, характерна его высокая подвижность, обуславливающая вымывание в иллювиальный горизонт. Лесостепные солонцы содержат до 6—10% гумуса в дерновом горизонте, вниз по профилю его содержание резко уменьшается. Фульвокислоты преобладают в составе гумуса лишь в надсолонцовом горизонте, ниже он гуматного состава.

Профиль солонцов четко дифференцирован по гранулометрическому и минералогическому составу. Надсолонцовый горизонт обеднен илистой фракцией, особенно коллоидами, по сравнению с солонцовым. В составе илистой фракции солонцов, развитых на лёссовидных породах и некоторых третичных глинах, преобладают смешаннослойные минералы с высоким содержанием пакетов монтмориллонита и в небольшом количестве находятся каолинит и аморфные вещества. Аморфных компонентов больше в надсолонцовом горизонте. Этот же горизонт обеднен монтмориллонитом, содержание которого возрастает в солонцовом и подсолонцовом горизонтах. Коллоиды солонцов пептизированы и обладают высокой подвижностью.

Солонцы обладают плохими водно-физическими свойствами. Солонцовый горизонт отличается высокой вязкостью и липкостью, сильно набухает во влажном состоянии и уплотняется и твердеет при иссушении. Солонцы характеризуются низкой пористостью и водопроницаемостью, слабой физиологической доступностью влаги.

9.13. Систематика солонцов

Согласно традиционно принятой в СССР систематике солонцы делятся по характеру водного режима на 3 типа: автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные. Подтипы солонцов выделяются в зависимости от расположения в той или иной биоклиматической зоне (табл. 26).

Т а б л и ц а 26. Подтиповое разделение солонцов

Тип	Подтипы
Автоморфные солонцы (грунтовые воды глубже 6 м)	Черноземные Каштановые Полупустынные
Полугидроморфные солонцы (грунтовые воды на глубине 3—6 м)	Лугово-черноземные Лугово-каштановые Полугидроморфные мерзлотные
Гидроморфные солонцы (грунтовые воды на глубине 1—3 м)	Черноземно-луговые Каштаново-луговые Луговые мерзлотные Лугово-болотные

Солонцы делятся на роды по глубине залегания солей, по химизму засоления и степени засоления, как и все иные солончаковые или солончаковатые почвы. Весьма важно разделение на виды, которое производится по мощности (в см) надсолонцового горизонта: корковые (< 5), мелкие (5—10), средние (10—18), глубокие (> 18). На уровне вида солонцы подразделяются также по содержанию обменного натрия (в % от ЕКО) в горизонте В_{па} на малонатриевые (до 10), средненатриевые (10—25) и многонатриевые (> 25), а по структуре солонцового горизонта — на ореховатые, столбчатые, глыбистые.

9.14. Генезис солонцов

Теория генезиса солонцов разработана К. К. Гедройцем. Путем лабораторных опытов и сравнительно-географических исследований он доказал, что «солонец возникает из солончака». В солончаках, засоленных натриевыми солями, поглощающий комплекс насыщается натрием. Когда под влиянием промывания атмосферными осадками (или других причин) солончак обедняется солями, тогда, с одной стороны, исчезают электролиты, коагулирующие коллоиды, а с другой стороны, вследствие того, что растворы обедняются натрием, вытесняется натрий из поглощающего комплекса по схеме (реакция Гедройца)

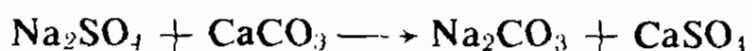


Высокая щелочность почвенного раствора приводит к пептизации коллоидов, причем органическое вещество, насыщенное натрием, переходит в состояние золя и легко просачивается сверху вниз по почвенному профилю, а пептизированные минеральные коллоиды, обладая огромной поверхностью взаимодействия с водой, разрушаются на составляющие их SiO_2 , R_2O_3 и другие оксиды. Продукты разрушения, так же как и органическое вещество, мигрируют вниз по профилю. Задерживаясь на некоторой, обычно небольшой глубине, они образуют иллювиальный солонцовый горизонт. Развитие солонца по пути дальнейшего выщелачивания приводит к формированию почвы нового типа — солоди.

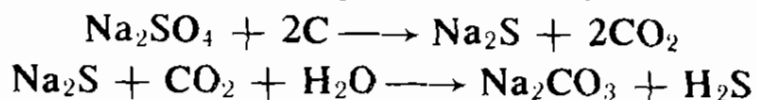
Ключевым моментом в образовании солонцов, согласно концепции К. К. Гедройца, является образование соды, появление щелочной реакции, вызывающей пептизацию коллоидов. Причину же образования соды исследователь видел в вытеснении натрия из почвенного поглощающего комплекса H^+ - или Ca^{2+} -ионами, содержащимися в почвенном растворе.

Дальнейшие исследования показали, что схема Гедройца — это распространенный, но не единственный путь образования солонцов, как и реакция Гедройца — не единственный путь образования соды. Было установлено, что солонцы возникают в процессе не рассоления, а засоления почв, если засоление содовое (В. А. Ковда, 1965). Гидроморфная почва постепенно обогащается содой, почвенный раствор приобретает сильнощелочную реакцию (pH 9—10), почвенный поглощающий комплекс на 60—80% насыщается обменным натрием. Характерный солонцовый профиль формируется, когда поверхностные горизонты отмываются от солей, обедняются илом и приобретают другие признаки элювиального горизонта.

Как и все другие соли, сода появляется в процессе выветривания и при минерализации растений. Среди специфических путей образования соды следует назвать кроме реакции Гедройца реакцию Гильгарда — взаимодействие натриевых солей с CaCO_3 :



Источником свободной соды в почве может быть также процесс сульфатредукции. Восстановление сульфатов до сульфидов с последующим образованием соды осуществляется микроорганизмами в переувлажненных почвах при наличии сульфатов, энергетического органического материала и низком окислительно-восстановительном потенциале. Схема реакции следующая:



В развитии солонцовых свойств большую роль играют не только состав поглощенных катионов и реакция среды, но также состав почвенного поглощающего комплекса. Солонцы с наиболее резко выраженными набухаемостью, вязкостью, липкостью и другими отрицательными свойствами обогащены монтмориллони-

том, а также аморфными гидрофильными компонентами, например кремнеземом (В. А. Ковда, 1937; Н. П. Панов и др., 1979).

В формировании надсолонцового осолоделого горизонта определенную роль играет элювиально-глеевый процесс (С. П. Ярков и др., 1956), который обусловлен его периодическим переувлажнением талыми и дождевыми водами. Оглеение, сопровождающееся образованием агрессивных фракций органического вещества, способствует разрушению минералов в надсолонцовом горизонте и выносу из него как продуктов разрушения, так и самого органического вещества.

Таким образом, профиль солонцов формируется под влиянием сложной комбинации процессов, из которых надо отметить следующие: 1) процесс осолонцевания: внедрение Na^+ в поглощающий комплекс, поступление соды в почвенный раствор, что вызывает его подщелачивание и пептизацию коллоидов; 2) процесс осолодевания: разрушение пептизированных минералов тонких фракций с выносом продуктов разрушения вниз по профилю, вынос растворенного органического вещества вниз по профилю; в осолодевающем горизонте разрушается в первую очередь монтмориillonит (Л. С. Травникова, 1976); 3) элювиально-глеевый процесс в надсолонцовом осолоделом горизонте; 4) дерновый процесс в верхней части надсолонцового горизонта; 5) накопление легкорастворимых солей, гипса, карбонатов в подсолонцовом горизонте; в автоморфных солонцах оно происходит за счет выноса солей из верхней части профиля, в гидроморфных и полугидроморфных — в результате накопления из испаряющейся капиллярной каймы почвенно-грунтовых вод; 6) оглеение нижней части профиля гидроморфных солонцов.

9.15. Сельскохозяйственное использование солонцов

Щелочная реакция почвенного раствора и неблагоприятные водно-физические свойства не позволяют использовать солонцы в земледелии без мелиорации. Основным прием мелиорации заключается в изменении состава обменных катионов при одновременном улучшении физических свойств. Обменный натрий заменяется на обменный Ca^{2+} . Щелочность нейтрализуется, почвенные коллоиды коагулируются, улучшаются микроструктура и водно-физические свойства солонцов. В качестве мелиоранта используется прежде всего гипс. Практика его применения в Венгрии насчитывает более 200 лет. На степных и лугово-степных солонцах возможна самомелиорация — глубокая вспашка с перемешиванием верхних горизонтов с гипсовым и карбонатным. Хорошими почвоулучшителями являются травы с мощной корневой системой, дающие на мелиорированных солонцах высокий урожай. Мелкие

пятна солонцов можно мелиорировать с помощью землевания. Свойства солонцов улучшаются при применении органических и кислых минеральных удобрений.

В. ТАКЫРЫ

9.16. Общая характеристика такыров

Такыры — это глинистые почвы пустынь с лишенной растительности паркетобразной поверхностью, в сухое время разбитой сетью трещин на многочисленные полигональные отдельности. Они широко распространены в пустынях Азии, где их площадь составляет 1,1 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983), Африки, Северной Америки и Австралии.

Первое подробное описание такыров и попытка объяснить их генезис даны в работе В. А. Обручева (1890). В исследование этих почв значительный вклад внесли С. С. Неуструев, И. П. Герасимов, Н. Н. Болышев, Н. И. Базилевич, В. А. Ковда.

Такыры — почвы пустынь с аридным или супераридным резко контрастным по температурным условиям зимы и лета, дня и ночи климатом, где годовая норма осадков не превышает 150 мм и обычно менее 50 мм.

Такыры приурочены к пониженным частям подгорных равнин, древним дельтам и аллювиальным равнинам, котловинам среди песков и понижениям плато. Они редко образуют крупные массивы, но встречаются пятнами. Для образования такыров необходимо периодическое заливание территории поверхностными водами, несущими взвешенный материал и соли, и низкий уровень почвенно-грунтовых вод. При несоблюдении второго условия образуются солончаки. Такыры формируются главным образом на тяжелых породах с повышенным содержанием ила. В пределах второго метра глина обычно сменяется песком, иногда галечником.

9.17. Свойства такыров

С поверхности такыры имеют светло-серый корковый горизонт мощностью 1—8 см, пористо-ячеистого строения, разбитый трещинами на многогранные плитки. Под ним залегает также маломощный в несколько сантиметров чешуйчатый сероватый или бурый горизонт, глубже идет бесструктурный либо глыбисто-плитчатый горизонт соленакопления.

В формировании такыров большая роль принадлежит водорослям, главным образом синезеленым и диатомовым, образующим на поверхности такыров пленку толщиной 2—5 мм. В процессе жизнедеятельности водоросли значительно подщелачивают среду и активно разрушают алюмосиликатную тонкодисперсную часть почвы своими прижизненными выделениями.

Водоросли оказывают влияние и на формирование поверхностной пористой корки такыров: потребляя в процессе фотосинтеза CO_2 , они способствуют переводу гидрокарбонатов кальция в карбонаты и цементации корки. Выделяя кислород, водоросли обуславливают возникновение пористого сложения корочки.

Такыры — маломощные почвы. Активный почвообразовательный процесс сосредоточен в верхнем полуметре. Дифференция профиля по химическим и водно-физическим свойствам, обязанная процессу почвообразования, нередко бывает скрыта слоистостью материнской породы. На относительно однородном наносе заметна дифференциация профиля на элювиальные и иллювиальные горизонты.

Гумусонакопление в такырах развито слабо. Основная часть их гумуса не является продуктом собственного такырного почвообразования, а принесена с окружающих пространств водами поверхностного стока. Общее содержание гумуса не превышает 1% в корке, постепенно убывая с глубиной.

Как и другие пустынные почвы, такыры сильно карбонатны. Содержание CaCO_3 колеблется от 7 до 20%, менее всего карбонатов в поверхностном горизонте. Емкость катионного обмена такыров невелика: около 10 мг-экв на 100 г почвы коркового горизонта, 15—20 мг-экв на 100 г почвы нижележащих горизонтов.

Минеральная часть поглощающего комплекса представлена преимущественно минералами групп монтмориллонита и гидро-слюд. Коллоидный комплекс на 50—95% насыщен обменными кальцием и магнием (доминирует кальций), на 5—50% — обменным натрием. Реакция коркового и чешуйчатого горизонтов щелочная, нижележащие горизонты нейтральны.

Большая часть такыров засолена. Корковый и чешуйчатый горизонты засолены слабо, содержат не более 0,1—0,5% легко-растворимых солей, в том числе гидрокарбонат и карбонат натрия. В солевом горизонте засоленность возрастает до 1,5—2,5%, а ниже меняется в зависимости от состава породы. Как правило, хлориды преобладают над сульфатами, среди катионов доминирует натрий. Такыры гипсоносны, содержание гипса варьирует очень широко: от 20 до 200 т/га в полуметровой толще.

Такыры обладают плохими водно-физическими свойствами. Их плотность высока во всех горизонтах: она колеблется от 1,4 до 1,7 г/см³, достигая в некоторых случаях 2,0. Общая порозность низка: 36—49%, иногда менее 30%. Коэффициент фильтрации не превышает 0,04 м/сут, опускаясь иногда до 0,0001 м/сут. Низкая водопроницаемость такыров представляет существенную трудность при их освоении. Весьма неблагоприятна также большая вязкость и липкость такыров в сыром состоянии, цементация их при высыхании, очень малая величина интервала физической спелости (2—3%) при низких абсолютных значениях влажности (16—18%).

Важнейшая особенность такыров — крайне низкое плодородие. Их водно-физические, биологические и химические свойства не-

благоприятны для возделывания сельскохозяйственных культур. Развитие орошаемого земледелия на такырах требует сложной мелиорации: разрушения корки и коренного улучшения водно-физических свойств, рассоления и ликвидации избыточной щелочности, биологической активизации почв.

Освоенные такыры используются под посев хлопчатника.

9.18. Такыровидные почвы

Кроме такыров в пустынях распространены разнообразные *такыровидные (такырные)* почвы, переходные по свойствам от такыров к почвам других типов. Такырные почвы — это молодые почвы обсохших аллювиальных и пролювиально-аллювиальных равнин. Такыровидные почвы имеют слабо дифференцированный профиль. На поверхности образуется непрочная пористая корка, под ней слабо выраженный слоегато-чешуйчатый светло-серый или буроватый горизонт, ниже на глубине 20—30 см — бесструктурный, несколько уплотненный горизонт. Морфология более глубоких горизонтов наследуется от исходной породы.

Такыровидные почвы по сравнению с такырами обладают несколько большей гумусностью, лучшими водно-физическими свойствами. В остальном они близки к такырам. Эти почвы составляют существенный фонд земель предстоящего освоения в пустынях. Часть их используется под пастбища. Будучи освоены под орошаемое земледелие, они переходят в новые типы почв.

Г. СОЛОДИ

9.19. Общая характеристика солодей

Солоди — это гидроморфные или полугидроморфные почвы с резко дифференцированным профилем, ярко выраженным осветленным горизонтом Е, с присутствием обменного натрия и щелочной реакцией в горизонте В, с наличием карбонатов и легкорастворимых солей в нижней части профиля. Весь профиль носит более или менее ярко выраженные признаки оглеения. Грунтовые воды часто стоят близко к поверхности. Профиль солоди имеет строение А(Т)-Еg-Bt,g-Bca,g-Bcs,g-Bsa,g-Cg(G).

Впервые морфологическое строение и условия залегания солодей были описаны в конце прошлого столетия В. В. Докучаевым и его учениками. Однако в то время на основании многих общих черт строения с подзолистыми почвами их отождествляли с последними.

Лишь в 1912 г. К. К. Гедройц и почти одновременно с ним Т. И. Попов (1914) связали генезис «западных подзолов», почв «осиновых кустов» с солонцами, считая их продуктом выщелачивания и деградации последних. К. К. Гедройц присвоил этим почвам народное название «солодь». В последующее время в исследование

географии и генезиса этих почв, их свойств и современных режимов большой вклад внесли Е. Н. Иванова, М. М. Рыбаков, Н. И. Базилевич, И. С. Кауричев.

В почвенной таксономии США солоди относятся к порядку альфисолов (глинисто-дифференцированных почв), их выделяют на уровне большой почвенной группы натраквальфов. В международной номенклатуре ФАО/ЮНЕСКО они выделяются как подгруппа планосолов (солодовые планосоли), включающих также псевдоглей.

Солоди широко, но всегда только пятнами, распространены на низменных равнинах Евразии, Южной Африки, Австралии, Северной и Южной Америки в условиях субгумидного или субаридного климата суббореального и субтропического поясов. Это топоморфные (по терминологии С. А. Захарова) почвы, развивающиеся исключительно в мезо- и микропонижениях рельефа (например, поды юга Украины), в условиях избыточного по отношению к атмосферному увлажнения. Периодическое поверхностное переувлажнение — важнейшая черта экологии солодей.

Солоди формируются, как правило, под гидрофильными растительными сообществами в зонах лесостепей, степей и полупустынь: западинные осинники («осиновые кусты»), березняки («березовые колки»), осоковые ивняки, разнотравно-злаковые луга, заболоченные луга. В Южной Америке они характерны для периодически переувлажненных памп (Аргентина). Соответственно показатели биологического круговорота веществ здесь складываются довольно различно, а главную роль играет специфический водный режим.

9.20. Строение профиля солодей

По морфологическому строению солоди близки к подзолистым почвам (оглееным) или псевдоглейам, но с существенно иной (карбонатной, солонцеватой, засоленной) нижней частью. В профиле всегда есть признаки оглеения: сизые и ржавые пятна, железомарганцевые конкреции.

В верхней части профиля обычно имеется лесная подстилка, но может быть и непосредственно дерновый горизонт, иногда торфянистый при поверхностном заболачивании. Дерновый горизонт часто содержит мелкие железомарганцевые конкреции — свидетели пульсационного окислительно-восстановительного режима. Мощность гумусового горизонта, как правило, небольшая, 10—15 см.

Под дерновым гумусовым горизонтом лежит элювиальный горизонт E (Eg) — белесый, слоеватый или бесструктурный, конкреционный. Его нижняя граница обычно ровная, но в ряде случаев может быть и языковатой.

Иллювиальный горизонт Bt,g обычно грязно-бурый, плотный, глыбистый или призмовидный, с глинисто-гумусовыми и сизоватыми пленками по граням структурных отдельностей и черными

примазками. Лежащие ниже горизонты Bca,g, Bcs,g и Bsa,g образуют постепенный переход к материнской породе. Они характеризуются бесструктурностью, пятнистостью вплоть до мраморовидности, обильными новообразованиями. Эти горизонты не во всех солодах выражены в полном наборе, иногда присутствует лишь карбонатный горизонт.

9.21. Свойства солодей

Солоди обладают резко дифференцированным профилем (рис. 42). Анализ валового состава показывает обеднение верхней элювиальной части соединениями железа, алюминия, магния, кальция, калия, натрия и относительное обогащение кремнеземом. Резкая дифференциация профиля обнаруживается и анализом гранулометрического состава.

Гумус солодей близок к гумусу подзолистых почв по групповому и фракционному составу. В дерновом горизонте его содержание может быть небольшим (2—3%), но может достигать и 10%, резко падая в осолоделом горизонте и, как правило, возрастая (до 1%) в горизонте Bt. В дерновом горизонте в составе гумуса незначительно преобладают гуминовые кислоты ($C_{гк}:C_{фк} > 1$). Это соотношение резко сужается вниз по профилю (до 0,2). Таким образом, в иллювиальных горизонтах гумус потечный, фульватный.

Емкость поглощения варьирует в широких пределах в зависимости от гранулометрического состава, но всегда значительно меньше в дерновом и осолоделом горизонтах по сравнению с ил-

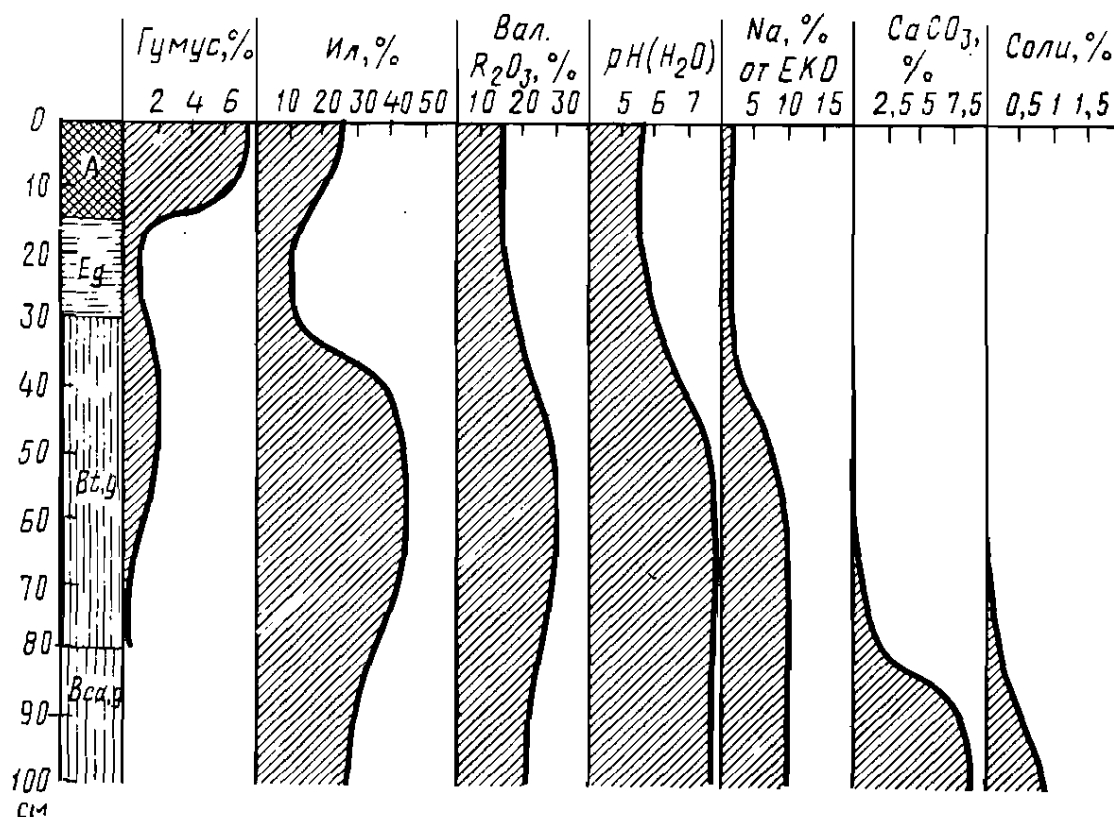


Рис. 42. Профильная характеристика солоди

лювиальным. В составе обменных катионов кроме Ca^{2+} и Mg^{2+} присутствует натрий, иногда в Вt в больших количествах (10% и более от ЕКО). В горизонтах А и Е во многих случаях есть также обменный водород и алюминий; дерновый и осолоделый горизонты не насыщены основаниями. Реакция этих горизонтов кислая. Иллювиальный горизонт обладает нейтральной или щелочной реакцией. Таким образом, по реакции среды и составу обменных оснований можно отличить солоды от дерново-подзолистых почв. Кроме того, на глубине 1 м солоды часто содержат карбонаты Са и Mg, в глубоких горизонтах могут сохраниться легко-растворимые соли.

Верхняя часть профиля отличается от нижней по водно-физическим свойствам. На границе с иллювиальным горизонтом резко уменьшается порозность и водопроницаемость. Поэтому здесь часто возникает верховодка, вызывающая переувлажнение верхней части профиля.

В составе минералов илистой фракции солодей, развитых на лёссовидных породах, преобладают гидрослюды и смешаннослойные минералы смектит-гидрослюдистого типа, есть каолинит и хлорит. В элювиальной части профиля количество смектитовых набухающих минералов существенно меньше, чем в иллювиальной.

9.22. Классификация солодей

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» солоды делятся на три подтипа по степени гидроморфности: солоды лугово-степные (грунтовые воды на глубине 6—7 м), луговые (воды на глубине 1,5—3 м) и лугово-болотные (воды на глубине 1—1,5 м).

В типе солодей выделяются роды: обычные, бескарбонатные и солончаковые. Разделение на виды производится по глубине осолодения (мощность горизонтов А + Е) на мелкие (< 10 см), средние (10—20 см) и глубокие (> 20 см), а также по мощности гумусового горизонта на дернинные (< 5 см), мелкодерновые (5—10 см), среднедерновые (10—20 см) и глубокодерновые (> 20 см).

9.23. Теория генезиса солодей

Первое представление о генезисе солодей было дано К. К. Гедройцем (1912) и Т. И. Поповым (1914). Эти исследователи полагали, что солоды — продукт рассоления и выщелачивания солонцов. В условиях повышенного поверхностного увлажнения при отрыве почвы от грунтовых вод обменный Na в верхних горизонтах солонцов замещается на обменный водород, что приводит к гидролитическому расщеплению минералов почвенного поглощающего комплекса. Полуторные оксиды выносятся, остаточный

кремнезем накапливается в осолоделом горизонте. Сверху вниз по профилю передвигается и органическое вещество. Постепенно солонцовый горизонт и часть подсолонцового разрушаются, превращаясь в осолоделый.

Эта гипотеза получила широкое признание. Она подтверждалась многократно наблюдаемыми в природе постепенными географическими переходами солонцов в солоды.

С точки зрения М. М. Рыбакова (1939), Н. И. Базилевич (1947) и ряда других исследователей, воздействие на почвенный профиль слабоминерализованных грунтовых вод при пульсирующем водном режиме является одной из главных причин образования солодей. В течение сухого периода года капиллярная кайма грунтовых вод,

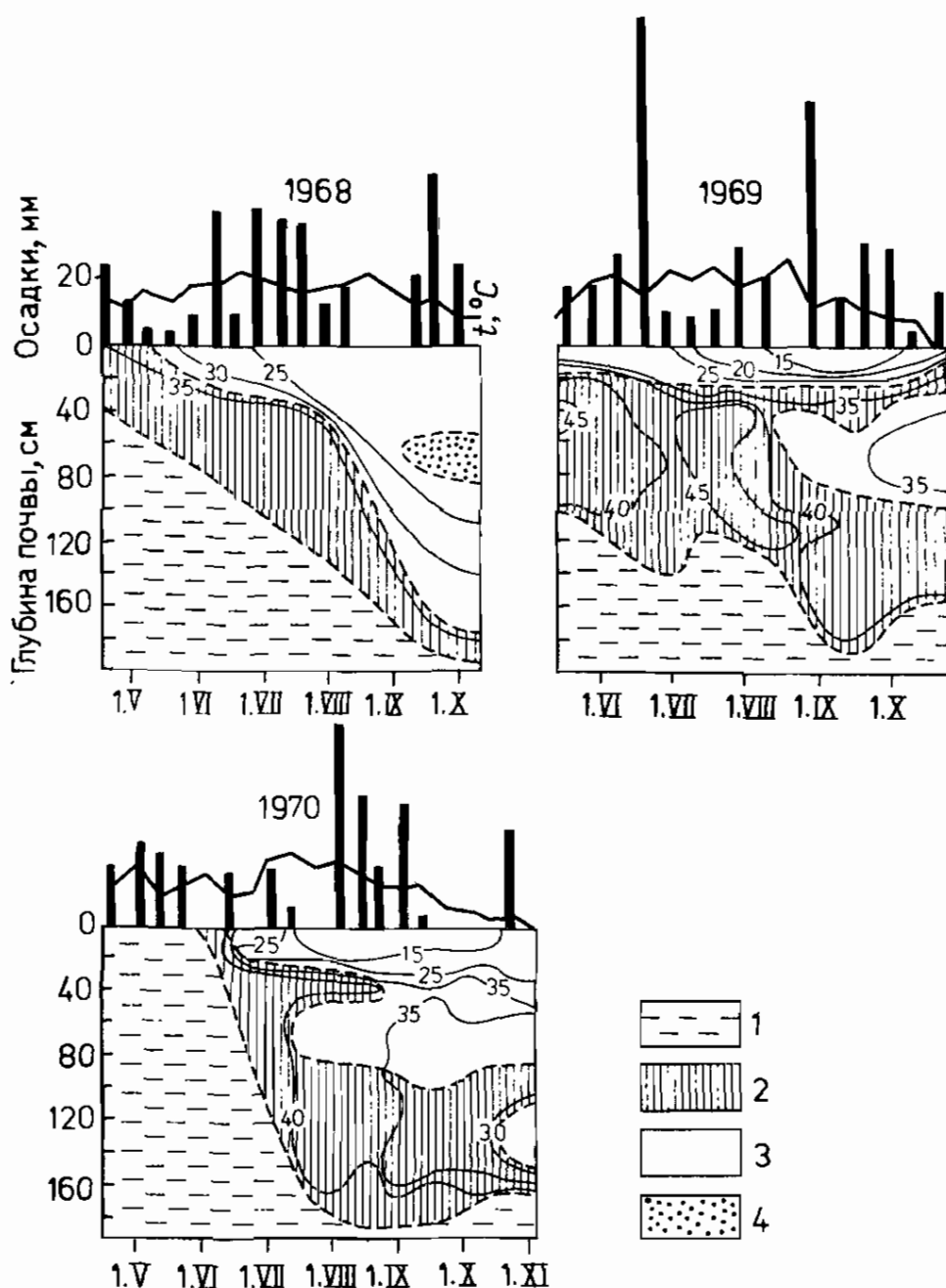


Рис. 43. Водный режим лугово-степной солоды (Е. М. Самойлова, 1981):
влажность почвы, % от объема: 1 — при полной влагоемкости; 2 — от полной до наименьшей влагоемкости; 3 — от наименьшей влагоемкости до влажности завядания; 4 — ниже влажности завядания

содержащих NaHCO_3 и Na_2CO_3 , подтягивается кверху и это приводит к внедрению Na^+ в почвенный поглощающий комплекс — осолонцеванию. Последующее промывание почвы во влажный период растворами, содержащими органические кислоты и угольную кислоту, вызывает замену поглощенного натрия водородом — осолодение. Наиболее активно эти процессы идут на нижней границе элювиального горизонта, что вызывает постепенное увеличение его мощности.

По мнению С. П. Яркова, И. С. Кауричева и многих других исследователей, в генезисе солодей, ежегодно затапливаемых с поверхности, большая роль принадлежит элювиально-глеевому процессу. Переувлажнение почв в условиях достаточно высокой температуры вызывает падение окислительно-восстановительного потенциала до 400—200 мВ. Образуется большое количество высокоподвижных агрессивных веществ (кислот, полифенолов и др.), которые вызывают разрушение почвенных минералов. Нисходящий ток влаги обеспечивает вынос продуктов разрушения вниз по профилю. При низких значениях ОВП происходит восстановление Fe^{3+} и увеличение его подвижности. Это приводит частично к сегрегации, а частично к выносу железосодержащих соединений, что вызывает отбеливание элювиального горизонта. Большая роль элювиально-глеевого процесса в образовании солодей несомненна. Это позволяет ряду исследователей объединять солоди в одной группе с псевдоглями.

Современные почвенные процессы в солодах определяются их своеобразным водным режимом, который Н. И. Базилевич определила как промывной с периодическим переувлажнением поверхностными водами и слабым внутрипочвенным выпотом (рис. 43).

9.24. Сельскохозяйственное использование солодей

Солоди в сельском хозяйстве используются мало, поскольку они обладают низким потенциальным плодородием: неблагоприятный для сельскохозяйственных культур водный режим, бедность элементами питания. Травяные экосистемы на солодах можно использовать как сенокосы и пастбища, а колочные леса — как источник древесины и водоохранные угодья. Однако в ряде случаев эти почвы все же необходимо мелиорировать и использовать в земледелии.

Глава десятая

АРИДНЫЕ ГИПСОВО-ИЗВЕСТКОВЫЕ ПОЧВЫ

10.1. Общая характеристика группы аридных почв

В группе *аридных гипсово-известковых почв* объединяется большое количество типов почв сухих степей, полупустынь и пустынь суббореального, субтропического и тропического поясов, имеющих слабогумусированный изогумусовый (растянутый) текстурно-недифференцированный (иногда слабодифференцированный в поверхностной части) обызвесткованный профиль с аккумуляцией гипса в той или иной части. Они формируются под покровом ксерофильных травянистых ассоциаций в условиях семиаридного или аридного климата с коэффициентом увлажнения от 0,1 до 0,6.

Автоморфные почвы этой группы включают в себя следующие типы: каштановые, бурые полупустынные, сероземы, серо-коричневые, бурые субаридные, серо-бурые пустынные, примитивные пустынные. Среди типов полугидроморфных почв здесь выделяются: лугово-каштановые, лугово-бурые, лугово-сероземные, лугово-серо-коричневые, лугово-пустынные.

Наиболее характерной общей особенностью всех типов почв служит наличие весьма постепенных переходов между разными типами по мере нарастания аридизации ландшафтов. При такой постепенности переходов пограничные подтипы соседних типов почти не различаются между собой, а существенная разница на типовом уровне отмечается лишь у центральных подтипов. Например, темно-каштановые почвы практически не отличимы от южных черноземов, светло-каштановые — от бурых полупустынных, светлые сероземы — от серо-коричневых, темные сероземы — от коричневых. Поэтому в международных классификационных работах сейчас имеет место тенденция к объединению всех этих довольно разнообразных почв в едином порядке *аридисолей*, или *аридиземов*.

Объединение всех аридных гипсово-известковых почв в рамках единой «формации нейтральных и слабощелочных сипаллитных почв» впервые было предложено коллективом советских почвоведов в 1966 г. в проекте легенды к Почвенной карте мира 1:5 000 000 на основании сходства их основных свойств: нейтральная или слабощелочная реакция по всему профилю; высокая карбонатность всего профиля (иногда с выделением известково-аккумулятивного горизонта вплоть до образования известковой внутрипочвенной коры); присутствие гипса в той или иной части профиля (вплоть до образования гипсовой внутрипочвенной коры); сипаллитный характер глинистых минералов при преобладании иллита и часто палыгорскита; фульватный или гуматно-фульватный характер гумуса при низкой общей гумусированности профиля.

10.2. Общая характеристика каштановых почв

Каштановые почвы — это почвы с профилем типа А-Вса-С, формирующиеся в условиях сухих степей суббореального пояса. Гумусовый горизонт А этих почв имеет каштановую окраску, в первом метре почвенного профиля наблюдаются обильные выделения карбонатов, а во втором — (во многих случаях) гипса.

Каштановые почвы на северной границе распространения по строению и свойствам близки к южным черноземам (темно-каштановые почвы), а на южной границе — к бурым полупустынным почвам (светло-каштановые почвы). Отделение их от почв соседних типов производится по совокупности биоклиматических показателей.

Термин «каштановые почвы» введен В. В. Докучаевым в 1883 г. Как особый тип каштановые почвы выделены им в классификации 1900 г. вместе с бурыми полупустынными. В исследование географии, генезиса, свойств, способов рационального использования этих почв большой вклад внесли С. С. Неуструев, А. А. Роде, Е. Н. Иванова и др.

Каштановые почвы занимают на земном шаре 262,2 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983), располагаясь почти исключительно в северном полушарии. В Евразии они образуют полосу южнее черноземной зоны, в Северной Америке — западнее черноземной зоны на более высоких абсолютных отметках. В СССР площадь каштановых почв составляет 107 млн. га (4,8%).

10.3. Экологическая характеристика почвообразования

Каштановые почвы развиваются в области суббореального субаридного (семиаридного) климата, для которого характерны теплое засушливое лето и холодная зима с незначительным снежным покровом. Температура июля 20—25°, января от —5 до —25°С. Среднегодовая температура 2—10°С. Сумма активных температур (>10°С) — 2200—3500°. Ежегодное количество осадков 200—400 мм, максимум осадков приходится на лето, они часто выпадают в виде ливней. Испаряемость превышает количество осадков, коэффициент увлажнения составляет 0,25—0,45. Часты суховеи. Климатические показатели обуславливают непромывной тип водного режима, благодаря чему перемещение веществ происходит лишь в пределах почвенного профиля.

Рельеф зоны каштановых почв преимущественно равнинный или слабоволнистый, связанный с древними водноаккумулятивными низменностями. Широко распространены степные западины, в которых формируются засоленные почвы, солонцы, солоды, лугово-

каштановые почвы, создавая большую комплексность почвенного покрова.

Почвообразующими породами являются лёссовидные карбонатные суглинки, засоленные морские породы, элювий-делювий различных коренных пород — засоленных и незасоленных, карбонатных и бескарбонатных.

Каштановые почвы формируются в зоне сухих степей, под пологом низкорослого изреженного комплексного травянистого покрова. Степень покрытия 50—70%; она уменьшается по мере того, как климат зоны становится более сухим. В пределах Прикаспия и Казахстана выделяют три подзоны сухих степей: с севера на юг сменяют друг друга типчаково-ковыльные, полынно-типчаковые, типчаково-полынные степи. На засоленных и солонцеватых каштановых почвах формируются своеобразные ассоциации из полыни, прутняка, ромашника. Поверхность почвы покрыта корочками лишайников и синезеленых и диатомовых водорослей.

В сухих степях биомасса растительных сообществ составляет в среднем около 200 ц/га, при этом более 90% приходится на корни. Ежегодный прирост зеленой массы около 30 ц/га, прирост корней 110 ц/га. Ежегодно в биологический круговорот вовлекается около 600 кг/га зольных элементов и около 150 кг/га азота; возврат приблизительно равен потреблению. Среди элементов, участвующих в круговороте, преобладают N, Si, K.

По численности микроорганизмов каштановые почвы мало отличаются от черноземов, но суммарная за год биологическая активность здесь слабее вследствие более длительного засушливого периода.

10.4. Строение и свойства почвенного профиля

Профиль каштановой суглинистой почвы имеет следующее строение:

- A** — гумусовый горизонт, каштановый с буровато-серым или коричневатого-серым оттенком, пороховато-мелкозернистой структуры, нередко с поверхности слоеватый; мощность 15—30 см;
- AB1** — слабее прокрашенный гумусом горизонт, серовато-бурый, комковатый или призмевидно-комковатый, обычно вскипает от HCl; мощность около 10 см;
- AB2** — неоднородно окрашенный, с темными серовато-бурыми гумусированными языками на буровато-палевом фоне, призмевидно-крупно-комковатый; характерны ходы крупных червей, редкие кротовины; вскипает от HCl; мощность около 10 см;
- Вса** — буровато-желтый, плотный, призмевидный или призмевидно-ореховатый, пропитанный карбонатами; карбонаты выделяются в виде обильной белоглазки, прожилок или мучнистых скоплений в зависимости от термического ре-

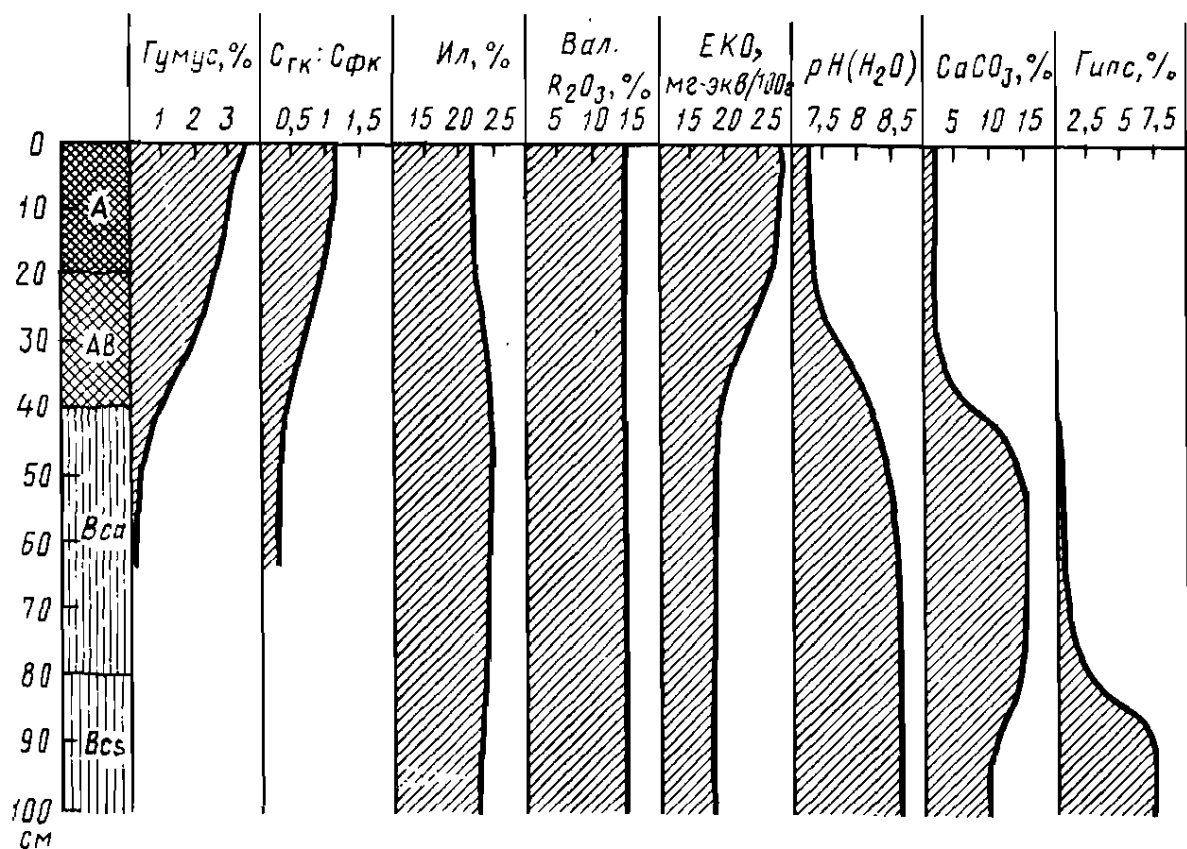


Рис. 44. Профильная характеристика каштановой почвы

жима и свойств почвообразующих пород; мощность 50—100 см;

Bcs — более светлый и однородный по окраске, более рыхлый, с очень редкими выделениями карбонатов и вкраплениями гипса в виде друз, гнезд, прожилок; в нижней части горизонта выделения легкорастворимых солей; в почвах некоторых фаций и провинций этот горизонт отсутствует;

C — материнская порода.

По своим свойствам каштановые почвы во многом сходны с черноземами (рис. 44). Их профиль состоит из гумусового и карбонатного (часто также гипсового и солевого) горизонтов; он не дифференцирован по содержанию SiO_2 и R_2O_3 . Содержание гумуса в пахотном горизонте составляет 3—4% в суглинистых почвах и постепенно уменьшается вниз по профилю, отношение $C_{гк} : C_{фк} > 1$ в верхних горизонтах и менее 1 в подгумусовом горизонте. Запас гумуса 120—300 т/га. Отношение $C : N = 6 - 11$. Почвенный поглощающий комплекс полностью насыщен катионами Ca^{2+} и Mg^{2+} , реакция нейтральная или слабощелочная по всему профилю. Каштановые почвы всегда имеют карбонаты непосредственно под гумусовым горизонтом, на глубине 1—1,5 м многие из них накапливают также гипс и легкорастворимые соли. Профиль не дифференцирован по илу. В составе илистой фракции в почвах, развитых на лёссовидных породах, преобладают гидрослюды, затем смешанослойные смектит-гидрослюдистые минералы, содержание каолинита низкое.

Каштановые почвы обладают удовлетворительными водно-фи-

зическими свойствами, близкими к свойствам черноземов. Плотность их возрастает с глубиной от 1,2 до 1,5—1,6 г/см³, соответственно уменьшается и порозность от 50—55% в гумусовом горизонте до 40—45% ниже.

10.5. Систематика каштановых почв

Каштановые почвы в соответствии с традиционной советской классификацией делятся на 3 подтипа: темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые. Основным критерием для их разделения является степень гумусированности (табл. 27).

Каждый подтип делится на несколько фациальных подтипов в соответствии с различиями в свойствах, обусловленных термическим режимом. Почвы различных фациальных подтипов различаются по мощности гумусовых горизонтов и глубине аккумуляции карбонатов кальция и гипса. Светло-каштановые почвы в отличие от темно-каштановых и каштановых обладают осветленным бесструктурно-слоеватым гумусовым горизонтом А.

В типе каштановых почв выделяются роды: обычные, глубоко-вскипающие, карбонатные, карбонатные перерытые, солончаковые, солонцеватые, глубокосолонцеватые, остаточно-солонцеватые, неполноразвитые.

Разделение на виды осуществляется с учетом мощности гумусовых горизонтов (А + АВ), см: мощные (>50), среднемощные (30—50), маломощные (20—30), очень маломощные (<20).

Среди каштановых почв много солонцеватых, т. е. содержащих обменный Na⁺ в количестве от 3 до 15% от емкости поглощения, обладающих уплотненным горизонтом АВ с комковато-призмочной или глыбистой структурой, с лакировкой граней структурных отдельностей. По содержанию обменного Na⁺ (в % от ЕКО) солонцеватые почвы делятся на 3 вида: слабосолонцеватые 3—5, среднесолонцеватые 5—10, сильносолонцеватые 10—15. Солонце-

Таблица 27. Разделение каштановых почв на подтипы по степени гумусированности

Подтипы	Содержание гумуса в горизонте 0—15 см (дерновом или пахотном)*, %	
	глинистые, тяжело- и среднесуглинистые	легкосуглинистые и пылевато-супесчаные
Темно-каштановые	3,2—4,0 (5)	2,5—3,0 (4)
Каштановые	2,2—3,2 (4)	1,5—2,5 (3)
Светло-каштановые	1,5—2,2 (2,5)	1,0—1,5 (2)

* В скобках приведены показатели для целинных и старозалежных почв.

ватые каштановые почвы имеют профиль, несколько дифференцированный по содержанию ила, SiO_2 , R_2O_3 . Горизонт АВ обогащен этими компонентами, а глубже расположенные горизонты содержат повышенное количество гипса и легкорастворимых солей.

Классификация каштановых почв остается дискуссионной. М. А. Глазовская предлагает отделить светло-каштановые почвы от типа каштановых, полагая, что по своим свойствам они ближе к бурым полупустынным. Е. В. Лобова подразделяет каштановые почвы мира на 3 фации: субконтинентального климата (Крым, Предкавказье, Америка, Прикаспий), континентального климата (Заволжье, Казахстан) и резко континентального климата (котловины восточной Сибири, Центральная Азия).

В. И. Волковинцер (1978) полагает, что почвы одной из этих фаций — резко континентального климата — настолько сильно отличаются от остальных каштановых почв, что целесообразно их выделение в качестве особого типа *степных криоаридных почв*.

В соответствии с международной классификацией ФАО/ЮНЕСКО светло-каштановые почвы отделены от каштановых и темно-каштановых на самом высоком таксономическом уровне. Каштановые и темно-каштановые почвы объединены в группу каштаноземов, подразделяющуюся на подгруппы нормальных, известковых, лювиковых почв. По классификации США каштановые и темно-каштановые почвы отнесены к подпорядку устоллей порядка молдисолей с большими группами гаплустоллей, кальциустоллей и аргиустоллей. Светло-каштановые почвы относятся к порядку аридисолей.

10.6. Генезис каштановых почв

Начиная с В. В. Докучаева и Н. М. Сибирцева, происхождение каштановых почв связывалось с засушливостью климата и ксерофильным характером растительности, активной минерализацией растительных остатков и гумуса, ослаблением гумусонакопления по сравнению с черноземами. Аридность обуславливает также слабую выщелоченность профиля от карбонатов, гипса и легкорастворимых солей.

В. А. Ковдой была высказана точка зрения о палеогидроморфном прошлом каштановых почв, формирующихся на пониженных равнинах сухой степи. Эта точка зрения была подтверждена для ряда регионов, в частности для каштановых почв Прикаспийской низменности (И. В. Иванов и др., 1980). Так, установлено, что на протяжении последних 9 тыс. лет светло-каштановые почвы бессточной равнины Северного Прикаспия прошли в своем развитии этапы и стадии луговости, засоления, рассоления, осолонцевания, остепнения.

В формировании каштановых почв участвуют те же процессы, что и в формировании черноземов. Главнейшие из них — дерно-

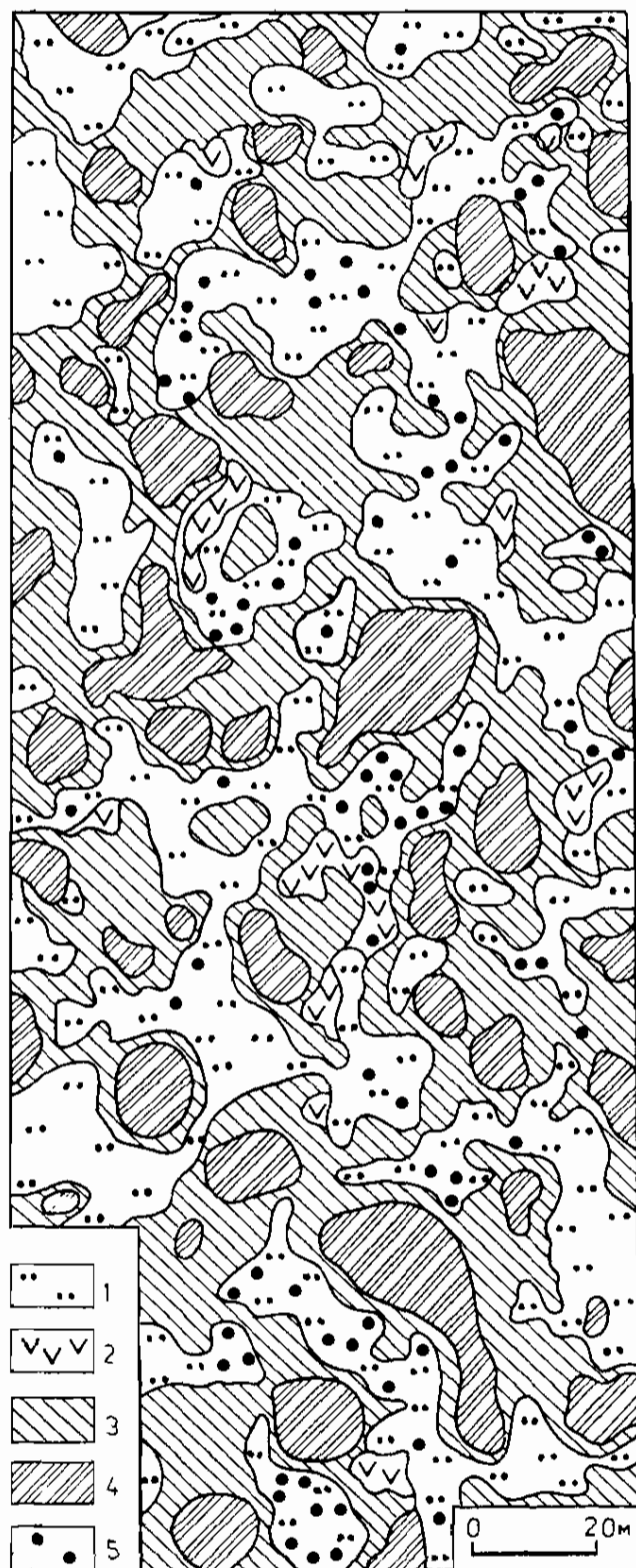


Рис. 45. Замкнутый солонцовый комплекс близ села Джаныбек Западно-Казахстанской области (В. М. Фридланд, 1972):

1 — солонцы лугово-степные солончаковые; 2 — солонцы лугово-степные остепняющиеся; 3 — светло-каштановые луговатые солонцеватые почвы; 4 — лугово-каштановые почвы; 5 — перерывные солонцы-солончаки бутанов сусликов

почв обрабатывается 4% площади, дополнительно может быть распаханно около 5 млн. га при наличии пресной воды для орошения.

вый, а также процесс миграции и аккумуляции карбонатов. В каштановой почве дерновый процесс развит слабее, чем в черноземах.

Для зоны каштановых почв характерно развитие комплексности почвенного покрова. Каштановые почвы образуют комплексы с солонцами и лугово-каштановыми почвами. Причиной высокой комплексности почвенного покрова являются микрорельеф, который обуславливает различия в водно-солевом режиме почв, а также пестрота в свойствах почвообразующих пород, деятельность землероев, пятнистость растительности на фоне сухого климата и бессточности территории. Примером исключительно высокой комплексности почвенного покрова в зоне каштановых почв может служить территория Прикаспийской низменности (рис. 45).

10.7. Сельскохозяйственное использование каштановых почв

Распаханность территории разная в различных подзонах каштановых почв. В пределах СССР территория темно-каштановых почв, наиболее близких к черноземам, распахана на 53%; резервы расширения пахотных площадей здесь довольно велики (1,2 млн. га) (Н. Н. Розов, С. А. Шувалов, 1974). В подзоне каштановых почв обрабатывается 17% площади, дополнительно может быть вовлечено 3 млн. га.

В подзоне светло-каштановых

Каштановые почвы потенциально плодородны, урожай сельскохозяйственных культур лимитирует недостаток воды. Успешное земледелие в этой зоне возможно только при условии влагонакопления на полях путем снегозадержания, полезащитного лесоразведения и особых агротехнических приемов, включающих зяблевую вспашку, пары, глубокое безотвальное рыхление, посев кулис из высокостебельных культур.

Важную роль в подъеме продуктивности сельскохозяйственных культур играет орошение. На светло-каштановых почвах земледелие без орошения нерентабельно.

На каштановых почвах тяжелого гранулометрического состава важным фактором снижения продуктивности является водная эрозия, а на почвах легкого гранулометрического состава — ветровая дефляция. Необходимо использование противоэрозионной защиты почв.

Солонцеватые каштановые почвы нуждаются в химической мелиорации. Все обрабатываемые почвы нуждаются в применении удобрений, предпочтительно физиологически кислых.

Сильносолонцеватые почвы и комплексы с высоким (до 50%) содержанием солонцов должны использоваться как пастбища. Необходимо создание на них густого продуктивного травостоя из засухоустойчивых и солеустойчивых культур (донник, люцерна, житняк и т. п.).

10.8. Лугово-каштановые почвы

Лугово-каштановые почвы — это полугидроморфные почвы с профилем А-АВ-В_{са}-В_{сс}-С_г, формирующиеся в зоне каштановых почв на таких геоморфологических элементах, которые обуславливают избыточное по сравнению с каштановыми почвами увлажнение. Их площадь в зоне каштановых почв Евразии составляет 6,6 млн. га (Н. Н. Розов, 1967).

Лугово-каштановые почвы образуются в такой же климатической обстановке и на таких же материнских породах, что и каштановые почвы. В отличие от последних они формируются в относительно пониженных точках макро-, мезо- и микрорельефа на надпойменных речных террасах, в межсопочных долинах, на подгорных шлейфах, в больших западинах, ложбинах, степных блюдцах и т. п. Избыточное увлажнение определяется притоком вод с поверхностным стоком, большей мощностью снежного покрова, повышенным уровнем почвенно-грунтовых вод.

Растительный покров в понижениях более сомкнутый и высокорослый, чем на окружающих зональных почвах; преобладают высокорослые злаки, мезофильное разнотравье, кустарники — караган, спирей.

Лугово-каштановые почвы отличаются от каштановых большей прокрашенностью и мощностью гумусового горизонта. В горизонте АВ очень хорошо выражена потечность гумуса, уплотнение его

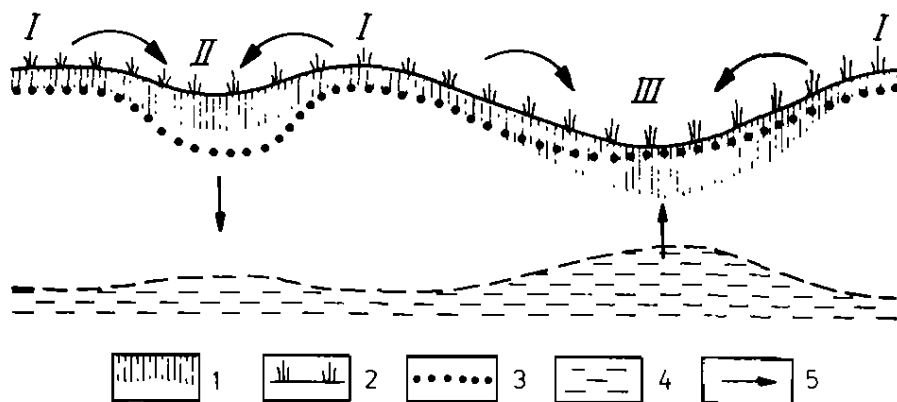


Рис. 46. Луговость каштановых почв:

I — каштановая почва; *II* — лугово-каштановая почва; *III* — лугово-каштановая почва; *I* — гумусовый горизонт; 2 — растительный покров; 3 — глубина вскипания; 4 — грунтовые воды; 5 — направления водных потоков

за счет вымывания гумусно-минеральных компонентов под влиянием нисходящих токов воды в период обильного увлажнения с поверхности.

Лугово-каштановые почвы близки к каштановым по всему комплексу свойств. Они отличаются друг от друга лишь по содержанию гумуса, которое повышено в полугидроморфных почвах. В верхнем горизонте количество гумуса в подзоне темно-каштановых и каштановых почв достигает 4—6%, в подзоне светло-каштановых — 4% (при тяжелом гранулометрическом составе). Если увлажнение только поверхностное, лугово-каштановые почвы характеризуются более низкой глубиной вскипания и пониженным залеганием гипсового и солевого горизонтов.

Обладая слабо выраженными различиями в свойствах, лугово-каштановые и каштановые почвы существенно отличаются друг от друга по режиму увлажнения. Водный режим лугово-каштановых почв пульсирующий, с чередованием кратковременных периодов обильного увлажнения, которое обуславливает нисходящее движение воды до глубины 2 м и более, и периодов иссушения верхней части профиля и подъема капиллярно-подвешенной воды или даже пленочно-капиллярной воды почвенно-грунтовых вод.

Лугово-каштановые почвы подразделяются на 2 подтипа в соответствии с характером режима увлажнения (рис. 46).

Разделение лугово-каштановых почв на виды производится по содержанию гумуса (в %): темные (>4) и светлые (<4), а по мощности гумусового горизонта аналогично каштановым почвам.

Лугово-каштановые почвы более продуктивны, чем каштановые, вследствие дополнительного увлажнения, что в условиях аридности климата имеет первостепенное значение. Однако дополнительное увлажнение часто в этих условиях несет и дополнительные опасности — засоление, осолонцевание, осолодение, слитизацию. Поэтому земледельческое использование лугово-каштановых почв часто осложнено необходимостью дорогостоящих мелиора-

ций, что на малых площадях их распространения не всегда является рентабельным, вынуждая отводить эти почвы больше под сенокосы и пастбища.

Б. БУРЫЕ ПОЛУПУСТЫННЫЕ ПОЧВЫ

10.9. Общая характеристика бурых полупустынных почв

Бурые полупустынные почвы — это почвы с профилем типа А-АВ-Вса-Всв-Сsa с серовато-бурым бесструктурным слабослоеватым гумусовым горизонтом.

Первые сведения о бурых почвах полупустыни можно найти в работах С. Г. Гмелина (1768) и П. С. Палласа (1773). Бурые полупустынные почвы выделены в классификации В. В. Докучаева 1900 г., но в рамках генетического типа, объединяющего каштановые и бурые почвы. В работах Н. А. Димо и Б. А. Келлера, Н. Н. Болышева, В. А. Носина, Н. А. Ногиной исследованы генезис, география и свойства этих почв.

Бурые полупустынные почвы распространены на материках северного полушария — в Евразии и Северной Америке, где ими занято 146,8 млн. га. Их аналогами в тропическом поясе служат бурые субаридные (бурые эутрофные) почвы, широко распространенные в полупустынях Африки и Австралии.

10.10. Экология бурых полупустынных почв

Бурые полупустынные почвы формируются в условиях сухого, континентального суббореального климата. Средняя годовая температура 6—7°, температура июля 21—27°, января от —10 до —15°С. Лето долгое, засушливое и жаркое, зима холодная, мало-снежная. Годовое количество осадков 100—250 мм, испаряемость в 4—5 раз больше. Это определяет резкий недостаток воды в почве, непромывной тип водного режима.

Рельеф зоны бурых полупустынных почв разнообразен: он может быть равнинным, холмисто-увалистым, низкогорным.

Почвообразующие породы также разнообразны. Широко распространены четвертичные рыхлые отложения: лёссовидные суглинки, морские, озерные, аллювиальные отложения различного гранулометрического состава от тяжелых глин до песков. Эти породы часто засолены. Не меньшее значение в качестве почвообразующих пород имеют элювий-делювий массивно-кристаллических пород, известняков, сланцев. Элювиально-делювиальные отложения часто имеют легкий гранулометрический состав, щебнисты.

Растительный покров зоны полупустынь, или пустынных сте-

пей, беден по видовому составу, сильно изрежен и отличается высокой комплексностью. Проективное покрытие составляет 20—40%. На тяжелых почвах преобладают ассоциации с господством полыни и участием типчака, биюргуна, кок-пека и других ксерофильных солеустойчивых растений, с примесью эфемеров и эфемероидов. Встречаются заросли солеустойчивых кустарников, таких как джужгун и др. Поверхность почвы покрыта корочками лишайников, синезеленых, зеленых и диатомовых водорослей.

Биомасса растений на бурых полупустынных почвах составляет в среднем 100 ц/га, из них зеленые части — только 4 ц/га. Ежегодно синтезируется около 7 ц/га зеленой массы, 65 ц/га корней. При этом потребляется 70 кг/га азота и около 300 кг/га зольных элементов. В наибольшем количестве потребляются $N > Si > K$; около 20% золы составляют Na, Cl, S. Растительность способствует засолению почв, так как перемещает соли из большой массы почвогрунта в поверхностные горизонты.

Бурые полупустынные почвы еще беднее микроорганизмами, чем каштановые; их биологическая активность ограничена небольшим отрезком времени, когда высокое количество тепла сочетается с достаточным увлажнением. Поэтому по суммарной за год биологической активности бурые полупустынные почвы значительно уступают каштановым.

10.11. Строение профиля и свойства

Наиболее характерное отличие бурых полупустынных почв от степных состоит в том, что у них маломощный гумусовый горизонт А подразделяется на две своеобразные части: верхнюю крупнопористую корочку мощностью 2—4 см и лежащий под нею рыхлый, слоеватый светло-серый подгоризонт мощностью 12—15 см. Ниже идет уплотненный, крупнокомковатый бурый вскипающий горизонт АВ или Вt мощностью 12—15 см и затем Вса — более светлый, комковато-ореховатый, с выделениями карбонатов в виде белоглазки мощностью 25—40 см. Горизонт Вcs — менее плотный, с выделениями гипса, выражен не всегда. С — материнская порода, обычно карбонатная, часто также засоленная и гипсоносная.

В зоне полупустыни широко распространены почвы песчаного и супесчаного состава. Бурые полупустынные почвы легкого гранулометрического состава характеризуются растянутостью, слабой дифференциацией почвенного профиля. Корочка на поверхности таких почв отсутствует, слоеватая структура в горизонте А почти не заметна, новообразования представлены в виде редких известковых пятен, выделения гипса незначительны.

Бурые полупустынные почвы обладают профилем, в большинстве случаев более или менее сильно дифференцированным по элювиально-иллювиальному типу (рис. 47) вследствие солонцеватости. Горизонт А обеднен илом, Fe, Al, относительно обогащен

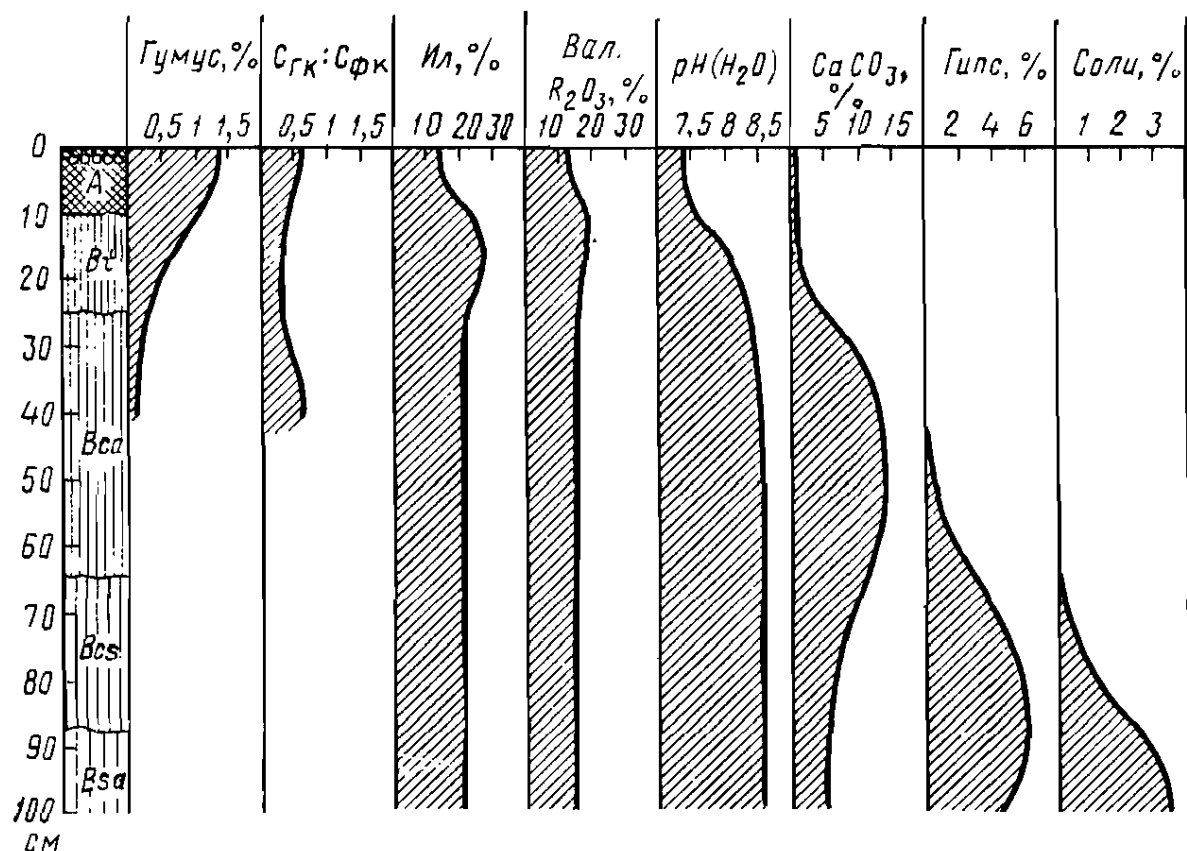


Рис. 47. Профильная характеристика бурой полупустынной почвы

кремнием. Степень дифференциации возрастает с увеличением степени солонцеватости и слабее всего выражена в несолонцеватых почвах легкого гранулометрического состава.

Бурые полупустынные почвы характеризуются низким содержанием гумуса (1—2,5% в горизонте А), которое постепенно снижается сверху вниз по почвенному профилю. Запас гумуса 30—100 т/га в метровом слое. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Соотношение C:N узкое, равно 7—9. Гуминовые кислоты и фульвокислоты имеют упрощенное строение. Несмотря на карбонатность почв, в них, по данным В. В. Пономаревой, преобладают фульвокислоты, связанные с R₂O₃. Гумус подвижен, легко иллювируется. Характерно высокое содержание битумов, что обусловлено биохимическим составом растений полупустыни: полыни, солянки содержат много жиров, восков, смол и других веществ, повышающих их устойчивость против резких колебаний температуры и недостатка воды.

Емкость поглощения зависит от гранулометрического состава почвы; в противоположность черноземам и каштановым почвам, она максимальна не в горизонте А, а в горизонте АВ. В составе обменных оснований преобладают Ca²⁺ и Mg²⁺, содержание Na⁺ колеблется от 1 до 14% от емкости поглощения. Реакция по всему профилю слабощелочная.

Бурые почвы всегда в той или иной мере карбонатны, многие из них, но не все содержат гипс и легкорастворимые соли в нижней части профиля. Наличие гипса и легкорастворимых солей зависит прежде всего от состава и свойств материнской породы.

Илистая фракция обычно распределена по профилю неравномерно; накапливается в горизонте АВ. Состав глинистых минералов унаследован от почвообразующих пород. В иле чаще всего преобладают гидрослюды, на втором месте смектитовый компонент, далее каолинит и тонкодисперсный кварц.

Водно-физические свойства и водный режим бурых полупустынных почв неблагоприятны для роста растений. Это зависит прежде всего от близкого залегания к поверхности плотного слабопроницаемого иллювиального горизонта.

10.12. Систематика бурых полупустынных почв

По «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) в типе бурых полупустынных почв выделяют три фациальных подтипа, определяемых по термическим критериям: кратковременно промерзающие (основной ареал — территория Южного Прикаспия к западу от Мугоджарских гор), теплые промерзающие (к востоку от Мугоджарских гор до юго-западного подножья Алтая), умеренно-теплые длительно промерзающие (котловины юга Тувы). Почвы последнего фациального подтипа характеризуются пониженной гипсоносностью или полным отсутствием гипса.

В типе бурых полупустынных почв выделяются роды: обычные, слабодифференцированные (песчаные и супесчаные), солончаковатые, солонцеватые, гипсоносные. Разделение на виды осуществляется по глубине, типу и степени засоления и по степени солонцеватости.

Е. В. Лобова и А. В. Хабаров (1983) предлагают производить фациальное подразделение бурых полупустынных почв мира по степени континентальности климата. В соответствии с этим признаком выделяются: 1) бурые полупустынные почвы субконтинентальной фации (Северная Америка — сильнодифференцированные, малокарбонатные и малогипсовые); 2) бурые полупустынные почвы континентальной фации (Евразия от Волги до Иртыша — наиболее типичные, часто солонцеватые); 3) бурые полупустынные почвы резко континентальной фации (Восточная Сибирь и Центральная Азия — малокарбонатные и малогипсовые).

10.13. Генезис бурых полупустынных почв

Наиболее распространено представление о бурых полупустынных почвах как соответствующих комплексу современных факторов почвообразования и современных процессов. Особая роль придается сухости климата, которая обуславливает небольшой размер ежегодно синтезируемой растительной массы и активное развитие процессов минерализации органического вещества как растительных остатков, так и гумуса. Это приводит к незначительному накоплению гумуса. Низкий коэффициент увлажнения обеспечи-

вает непромывной водный режим; вынос карбонатов, гипса, легкорастворимых солей осуществляется на небольшую глубину. В результате возникает малогумусная почва с укороченным профилем, карбонатным, гипсовым и солевым горизонтом.

В. А. Ковдой (1973) выдвинута гипотеза, согласно которой бурые полупустынные почвы водно-аккумулятивных равнин прошли несколько тысяч лет тому назад гидроморфную стадию. Таковы, например, бурые полупустынные почвы Прикаспийской низменности и речных террас полупустынной зоны. Легкорастворимые соли, гипс, карбонаты накоплены в бурых полупустынных почвах в период гидроморфного развития. При отрыве этих почв от грунтовых вод начался процесс их медленного рассоления, сопровождающийся осолонцеванием-осолодением (в соответствии со схемой К. К. Гедройца), что и вызвало элювиально-иллювиальную дифференциацию почвенного профиля, образование карбонатного, гипсового и солевого горизонтов на некоторой глубине.

Вероятнее всего, формирование бурых полупустынных почв осуществляется при взаимодействии ряда процессов: дернового, рассоления, осолонцевания-осолодения, коркообразования.

Дерновый процесс развит слабо. Как и в других травяных экосистемах, опад в бурые полупустынные почвы поступает главным образом в виде корней. Однако опад корней вдвое меньше, чем в каштановых почвах. Преобладают грубые, медленно разлагающиеся корни. Разложение идет по пути минерализации и формирования преимущественно фульвокислот и гуминовых кислот упрощенного строения. Состав растительного опада и микрофлоры, его разлагающей, так же, как и климатические особенности, не способствуют образованию гуминовых кислот, связанных с кальцием, хотя почвы карбонатны.

До исследований в Центральной Азии и Восточной Сибири было распространено мнение, что все бурые полупустынные почвы солонцеваты. В. В. Докучаев даже назвал их «бурые солонцовые» почвы. Однако оказалось, что солонцеватость является неизменным свойством бурых полупустынных почв лишь европейской части СССР, Казахстана и Сибири на пространстве к западу от Иртыша. Почвы впадин Восточной Сибири, а также Центральной Азии и Северной Америки чаще бывают несолонцеваты.

Особый интерес представляет коркообразование, свойственное не только полупустынным бурым почвам, но также почвам пустынь. Причины образования корки не вполне ясны. Вероятно, оно объясняется слабым развитием корней в поверхностном горизонте, бесструктурностью и распыленностью почвенной массы, карбонатностью почв, контрастностью сезонного гидротермического режима.

Слоеватая структура подкоркового горизонта, по-видимому, связана с процессами зимнего промерзания. Чем глубже и на более длительный срок промерзает почва, тем лучше выражен слоеватый горизонт.

Илистая фракция обычно распределена по профилю неравномерно; накапливается в горизонте АВ. Состав глинистых минералов унаследован от почвообразующих пород. В иле чаще всего преобладают гидрослюды, на втором месте смектитовый компонент, далее каолинит и тонкодисперсный кварц.

Водно-физические свойства и водный режим бурых полупустынных почв неблагоприятны для роста растений. Это зависит прежде всего от близкого залегания к поверхности плотного слабопроницаемого иллювиального горизонта.

10.12. Систематика бурых полупустынных почв

По «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) в типе бурых полупустынных почв выделяют три фациальных подтипа, определяемых по термическим критериям: кратковременно промерзающие (основной ареал — территория Южного Прикаспия к западу от Мугоджарских гор), теплые промерзающие (к востоку от Мугоджарских гор до юго-западного подножья Алтая), умеренно-теплые длительно промерзающие (котловины юга Тувы). Почвы последнего фациального подтипа характеризуются пониженной гипсоносностью или полным отсутствием гипса.

В типе бурых полупустынных почв выделяются роды: обычные, слабодифференцированные (песчаные и супесчаные), солончаковатые, солонцеватые, гипсоносные. Разделение на виды осуществляется по глубине, типу и степени засоления и по степени солонцеватости.

Е. В. Лобова и А. В. Хабаров (1983) предлагают производить фациальное подразделение бурых полупустынных почв мира по степени континентальности климата. В соответствии с этим признаком выделяются: 1) бурые полупустынные почвы субконтинентальной фации (Северная Америка — сильнодифференцированные, малокарбонатные и малогипсовые); 2) бурые полупустынные почвы континентальной фации (Евразия от Волги до Иртыша — наиболее типичные, часто солонцеватые); 3) бурые полупустынные почвы резко континентальной фации (Восточная Сибирь и Центральная Азия — малокарбонатные и малогипсовые).

10.13. Генезис бурых полупустынных почв

Наиболее распространено представление о бурых полупустынных почвах как соответствующих комплексу современных факторов почвообразования и современных процессов. Особая роль придается сухости климата, которая обуславливает небольшой размер ежегодно синтезируемой растительной массы и активное развитие процессов минерализации органического вещества как растительных остатков, так и гумуса. Это приводит к незначительному накоплению гумуса. Низкий коэффициент увлажнения обеспечи-

вает непромывной водный режим; вынос карбонатов, гипса, легко-растворимых солей осуществляется на небольшую глубину. В результате возникает малогумусная почва с укороченным профилем, карбонатным, гипсовым и солевым горизонтом.

В. А. Ковдой (1973) выдвинута гипотеза, согласно которой бурые полупустынные почвы водно-аккумулятивных равнин прошли несколько тысяч лет тому назад гидроморфную стадию. Таковы, например, бурые полупустынные почвы Прикаспийской низменности и речных террас полупустынной зоны. Легкорастворимые соли, гипс, карбонаты накоплены в бурых полупустынных почвах в период гидроморфного развития. При отрыве этих почв от грунтовых вод начался процесс их медленного рассоления, сопровождающийся осолонцеванием-осолодением (в соответствии со схемой К. К. Гедройца), что и вызвало элювиально-иллювиальную дифференциацию почвенного профиля, образование карбонатного, гипсового и солевого горизонтов на некоторой глубине.

Вероятнее всего, формирование бурых полупустынных почв осуществляется при взаимодействии ряда процессов: дернового, рассоления, осолонцевания-осолодения, коркообразования.

Дерновый процесс развит слабо. Как и в других травяных экосистемах, опад в бурые полупустынные почвы поступает главным образом в виде корней. Однако опад корней вдвое меньше, чем в каштановых почвах. Преобладают грубые, медленно разлагающиеся корни. Разложение идет по пути минерализации и формирования преимущественно фульвокислот и гуминовых кислот упрощенного строения. Состав растительного опада и микрофлоры, его разлагающей, так же, как и климатические особенности, не способствуют образованию гуминовых кислот, связанных с кальцием, хотя почвы карбонатны.

До исследований в Центральной Азии и Восточной Сибири было распространено мнение, что все бурые полупустынные почвы солонцеваты. В. В. Докучаев даже назвал их «бурые солонцовые» почвы. Однако оказалось, что солонцеватость является непременным свойством бурых полупустынных почв лишь европейской части СССР, Казахстана и Сибири на пространстве к западу от Иртыша. Почвы впадин Восточной Сибири, а также Центральной Азии и Северной Америки чаще бывают несолонцеваты.

Особый интерес представляет коркообразование, свойственное не только полупустынным бурым почвам, но также почвам пустынь. Причины образования корки не вполне ясны. Вероятно, оно объясняется слабым развитием корней в поверхностном горизонте, бесструктурностью и распыленностью почвенной массы, карбонатностью почв, контрастностью сезонного гидротермического режима.

Слоеватая структура подкоркового горизонта, по-видимому, связана с процессами зимнего промерзания. Чем глубже и на более длительный срок промерзает почва, тем лучше выражен слоеватый горизонт.

10.14. Сельскохозяйственное использование бурых полупустынных почв

Бурые полупустынные почвы обладают низким плодородием. Главный фактор, лимитирующий рост сельскохозяйственных культур, — недостаток воды. Запасы влаги в почве так низки, что земледелие возможно только при орошении. Большое количество тепла позволяет при орошении выращивать ценные сельскохозяйственные культуры, прежде всего зерновые, бахчевые, овощные, плодовые. Орошение предусматривает проведение комплекса мероприятий по предотвращению вторичного засоления и осолонцевания почв. Представляет опасность развитие дефляции на значительных площадях, занятых почвами легкого состава.

Зона бурых полупустынных почв традиционно является базой пастбищного животноводства, в первую очередь овцеводства. Продуктивность пастбищ повышается путем лиманного орошения, применения фосфорных и азотных удобрений.

Зона бурых полупустынных почв характеризуется высокой комплексностью почвенного покрова. Основные компоненты комплексов — бурые почвы, солонцы и лугово-бурые почвы западин.

10.15. Лугово-бурые почвы

Лугово-бурые почвы — это полугидроморфные почвы, формирующиеся в пределах зоны бурых полупустынных почв, но на пониженных элементах рельефа, в которых скапливается снег и куда направлен сток с повышений. Иногда грунтовые воды в западинах стоят на глубине 2—5 м. Растительный покров сомкнутый, представлен полынно-злаковыми ассоциациями. Различия в увлажнении автоморфных и полугидроморфных почв не настолько велики, чтобы качественно изменить комплекс процессов, формирующих бурые полупустынные почвы. Поэтому строение профиля лугово-бурых почв в общем повторяет морфологическое строение бурых полупустынных почв. В отличие от последних в рассматриваемых почвах в нижней части профиля появляются следы оглеения. Иногда они обнаруживаются на большой глубине — 3—4 м, практически не вскрываемой почвенными разрезами. В некоторых случаях признаки оглеения не выявляются.

Лугово-бурые почвы отличаются от бурых более мощным горизонтом А (до 25 см) и некоторой растянутостью всего профиля, пониженным горизонтом вскипания. Эти почвы характеризуются повышенным содержанием гумуса (2—3% в горизонте А), постепенно снижающимся вниз по профилю. В составе гумуса фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами. Реакция всего профиля слабощелочная, вниз по профилю щелочность возрастает. Поглощающий комплекс лугово-бурых почв насыщен кальцием и магнием; содержание поглощенного натрия не превышает 3%.

Тип лугово-бурых почв разделяется на 2 подтипа: луговато-

бурые полупустынные и лугово-бурые полупустынные. Лугово-бурые полупустынные почвы подразделяются на роды: обычные, выщелоченные (на легких породах), солончаковатые (разного типа засоления), солонцеватые. Деление на виды производят по глубине залегания солей, степени засоления и солонцеватости.

В. СЕРОЗЕМЫ

10.16. Общая характеристика сероземов

Сероземы — это светлые, рыхлые, карбонатные с поверхности почвы с недифференцированным «перерытым» профилем, формирующиеся в пустынных степях (полупустынях) субтропического пояса.

Серозем как почвенный тип был впервые описан в 1909 г. С. С. Неуструевым при исследовании почв южного Казахстана и Узбекистана. Были всесторонне изучены география, генезис, свойства сероземов, предложена их классификация. Большой вклад в изучение этих почв внесли Н. А. Димо, Л. И. Прасолов, А. И. Бессонов и многие другие. В советский период наиболее глубокие исследования сероземов проведены А. Н. Розановым (1951).

Сероземы распространены в Евразии, Африке, Северной и Южной Америке. Их площадь 205,9 млн. га. Кроме того, горные сероземы занимают 52,5 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983). В СССР они распространены в Средней Азии и Закавказье.

10.17. Экология типа

Сероземы — почвы сухого субтропического климата. Средняя температура самого холодного месяца от $+2$ до -5°C , самого теплого — $26-30^{\circ}\text{C}$. Продолжительность периода с температурой $>10^{\circ}\text{C}$ составляет 170—245 дн; сумма температур за этот период $3400-5800^{\circ}$. Количество осадков варьирует в разных районах от 100 до 500 мм. Испаряемость 1000—1700 мм, коэффициент увлажнения 0,12—0,33. Основное количество осадков выпадает зимой и весной, летом дождей почти нет. Так как осадки выпадают в сезоны с наименьшей испаряемостью, они промачивают почву до глубины 1—2 м. Летом иссушение почв очень сильное, влажность понижается до максимальной гигроскопичности, когда в почве не остается жидкой влаги.

Важная особенность климата — резкая контрастность весны и лета. Продолжительное жаркое и сухое лето обуславливает ксеротермическую паузу в развитии биологических процессов. К короткому периоду теплой и влажной весны, когда почва обеспечена теплом и влагой, приурочена вспышка жизни, резкая активизация биологических и биохимических процессов и вместе с тем выветривания первичных минералов.

В советских среднеазиатских республиках сероземы приурочены в основном к расчлененным долинам, наклонным горным равнинам, холмистым предгорьям (адырам), склонам гор, столовым плато; нижняя граница их распространения обычно проходит здесь на высоте 200—400 м над уровнем моря, верхняя граница — на высоте 1200—1600 м.

Почвообразующими породами являются главным образом лёсы и лёссовидные суглинки пролювиального, делювиального и аллювиального генезиса. Они нередко подстилаются галечниками. Реже сероземы развиваются на глинах аллювиально-делювиального происхождения, на щебнистом элюво-делювии различных плотных пород.

Сероземы развиваются в зоне полупустынь или пустынных степей, или, как их называют с недавнего времени, низко-травных полусаванн. Характерная черта растительности — господство или существенное участие эфемеров и эфемероидов, приспособленных к контрастному режиму увлажнения. Весной они бурно вегетируют, образуя сплошной, очень плотный покров; к началу лета отмирают и выгорают. Среди эфемеров доминируют мятлик живородящий, осочка, луковичный ячмень и др.

Фитомасса растений в момент максимального развития составляет 120—150 ц/га, из них надземная часть — 15—25 ц/га. Ежегодно синтезируется около 100 ц/га органического вещества, вовлекается в биологический круговорот от 100 до 400 кг/га зольных элементов (Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич, 1965). Биологический круговорот весьма интенсивен. Растительные остатки отмерших эфемеров и эфемероидов разлагаются с большой скоростью весной, когда в почве еще есть запас доступной влаги. На поверхности почвы не образуется войлока, отмершие корни также быстро разлагаются.

Сероземы биологически высоко активны. Количество микроорганизмов в верхнем горизонте достигает 10 млн. на 1 г почвы. Здесь обильно представлены актиномицеты и спорообразующие бактерии, типичные для почв с высоким напряжением минерализационных процессов. Видовой состав разнообразен. Высока численность нитрификаторов и денитрификаторов. Для сероземов характерны эфемерные, но мощные разрастания водорослей, среди которых доминируют синезеленые водоросли и одноклеточные зеленые (И. П. Бабьева, Г. М. Зенова, 1983).

Весьма разнообразна фауна сероземов, хотя общая зоомасса не превышает 50 кг/га. Много моллюсков, насекомых, пауков, термитов, червей. Среди землероев имеются представители многих классов позвоночных: млекопитающие (главным образом суслики), рептилии и даже птицы, находящие здесь убежище от палящего зноя. Поэтому до определенной глубины серозем совершенно перерыв животными, представляет кавернозную мелкопещеристую толщу. По данным Н. А. Димо (1941), на 1 га серозема Средней Азии насчитывается 600—700 тыс. отверстий, сделанных мокрицами, термитные холмики занимают 6—15% поверхности почв.

Вся эта масса животных активно участвует в переработке растительного опада. Напряженность процесса минерализации очень велика. Несмотря на большое количество растительного опада, гумуса в почве немного.

10.18. Строение профиля сероземов

В профиле целинных сероземов различают следующие горизонты.

- A** — гумусовый, серый или светло-серый, сверху задернованный, чешуйчато-мелкокомковатый; мощность его 12—17 см;
- AB** — переходный, более светлый, серо-палевый, кавернозный, дырчатый от ходов и камер животных, непрочно-комковатый, обычно с выделениями карбонатов в виде плесени по стенкам пустот; мощность 15—26 см;
- Bca** — буровато-палевый, уплотненный, с редкими ходами и камерами землероев, с выделениями карбонатов в виде белоглазки, журавчиков, плесени; мощность 60—100 см;
- BCs** — палевый, с глубины 1,5—2 м — прожилки и друзы гипса.

10.19. Свойства сероземов

Профиль серозема (рис. 48) не дифференцирован по содержанию ила, SiO_2 и R_2O_3 — они распределены равномерно. Количество гумуса в верхнем горизонте варьирует от 1 до 3,5% для разных

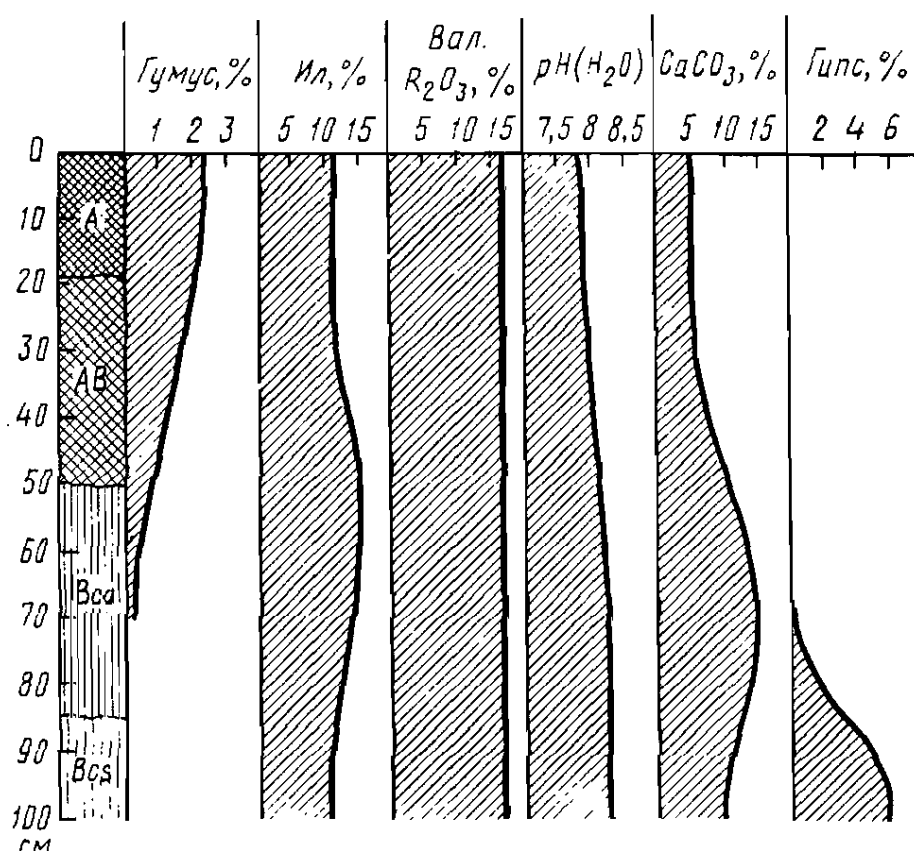


Рис. 48. Профильная характеристика серозема

подтипов. В составе гумуса содержание фульвокислот несколько превышает количество гуминовых кислот ($C_{\text{тк}}:C_{\text{фк}} = 0,7-0,9$). Гуминовые кислоты представлены относительно простыми формами. Как и для всех аридных почв, для сероземов характерно относительно высокое содержание азота: $C:N = 6-9$. Запас гумуса у почв разных подтипов варьирует от 50 до 160 т/га.

Емкость катионного обмена невысока — 16 мг-экв/100 г в гумусовом горизонте и 7—8 мг-экв/100 г в породе. Это обусловлено преобладанием гидрослюд в составе ила и невысоким содержанием илистой фракции, свойственным почвообразующим породам и почвам аридных областей. Поглощающий комплекс сероземов насыщен в основном кальцием, с глубиной возрастает доля обменного магния.

Сероземы — карбонатные почвы, причем карбонаты содержатся по всему профилю, начиная с поверхности. Максимум карбонатов приходится на горизонт Вса.

Сероземы относятся к почвам пылевато-легкосуглинистого и пылевато-среднесуглинистого состава, редко они являются тяжело-суглинистыми. Почвенная толща, особенно в средней части профиля, содержит больше глинистых частиц по сравнению с материнской породой. Сероземы, формирующиеся в более теплом субтропическом климате Северной Америки, Ближнего Востока, Африки, характеризуются наличием красноватого оглиненного горизонта АВ.

Сероземы микроагрегированы. Глинистые частицы под влиянием карбонатного цемента соединяются в прочные микроагрегаты, равные по крупности пылеватым частицам. Сероземы обладают хорошими водно-физическими свойствами: высокой водопроницаемостью, удовлетворительной влагоемкостью.

10.20. Классификация сероземов

В СССР сероземы делятся на 3 подтипа: сероземы светлые, типичные и темные. В зависимости от особенностей термического режима подтипы подразделяются на ряд фациальных подтипов.

Светлые сероземы — наиболее аридный подтип. В Средней Азии они образуют нижнюю подзону сероземной зоны в системе предгорий.

Светлые сероземы имеют профиль, очень слабо окрашенный из-за низкой гумусности и высокой карбонатности. Горизонт А светло-серый, мощностью 12 см, сменяется палево-светло-серым горизонтом АВ мощностью до 20 см. Содержание гумуса в дерновом горизонте целинных почв 1—1,5%, в пахотном горизонте 0,6—1%. Количество карбонатов равно 7—14% в верхнем горизонте и 12—15% в средней и нижней частях профиля. В большинстве случаев светлые сероземы засолены легкорастворимыми солями на глубине 1,5—2 м.

Типичные сероземы — центральный подтип с наиболее ярко

выраженными свойствами типа — образуют среднюю подзону. Почвы обладают горизонтом А серого цвета мощностью 15 см, горизонтом АВ палево-серого цвета мощностью до 40 см. Характерно кавернозное строение средней части почвенного профиля. Содержание гумуса в верхнем 10-сантиметровом слое 1,5—2,5%, в распаханых почвах 1—1,5%. Содержание карбонатов в верхней части профиля несколько меньше, а в средней больше, чем в светлых сероземах. Типичные сероземы содержат больше илистых частиц по сравнению со светлыми сероземами, поэтому они лучше оструктурены. Профиль обычно промыт от легкорастворимых солей. Солончаковатые почвы встречаются редко. Довольно большое распространение имеют эродированные маломощные типичные сероземы суглинисто-щебнистого и галечникового состава.

Темные сероземы представляют подтип, формирующийся в наиболее влажном климате, приуроченный к более высоким частям предгорий и низкогорий. Горизонт А имеет мощность 17 см, АВ — около 30 см. Гумусовые горизонты более сильно прокрашены, чем у почв предыдущих подтипов.

Содержание гумуса в верхнем горизонте целинных сероземов 2,5—4%, в распаханых 1,5—2%. Темные сероземы наиболее сильно выщелочены по сравнению с другими подтипами. Содержание карбонатов увеличивается сверху вниз по профилю от 2—4 до 15%. Засоления не обнаруживается, гипсовый горизонт залегает глубже 2—3 м. Среди темных сероземов много маломощных и щебнистых, залегающих на плотных породах.

Сероземы разделяют на роды: обычные, солончаковатые, галечниковые.

10.21. Генезис сероземов

Существует три точки зрения на генезис сероземов.

В соответствии с одной из них свойства этих почв в полной мере обусловлены современными факторами и процессами (И. С. Кауричев, 1982). Особое значение придается своеобразному гидротермическому режиму этих почв, обуславливающему интенсивность и ритм биологических и биохимических процессов.

Другая точка зрения базируется на том, что сероземы как древние почвы, не разрушенные деятельностью ледников, характеризующиеся возрастом порядка нескольких десятков тысяч лет, имеют сложную историю формирования и развития. В частности, они пережили не одну фазу повышенного увлажнения, когда почвообразование шло по типу коричневых почв с интенсивным оглиниванием и ожелезнением (А. Н. Розанов, 1951).

Согласно третьей точке зрения (В. А. Ковда, 1973; И. Н. Степанов, 1980) сероземы прошли стадию гидроморфного и затем полугидроморфного почвообразования с интенсивным гумусонакоплением и гидроморфной аккумуляцией карбонатов Са и Mg гипса и других веществ. Впоследствии они подверглись выщела-

чиванию и аридизации. Эта точка зрения подтверждается аллювиальным, пролювиальным, делювиальным генезисом лёссов и лёссовидных пород Средней Азии.

Таким образом, генезис сероземов нельзя трактовать однозначно. Безусловно, наряду с признаками, создаваемыми современными факторами-процессами, в них есть свойства, сформированные в эпохи с другим характером факторов почвообразования.

10.22. Сельскохозяйственное использование сероземов

Сероземы — это почвы, на которых возникли и развились древние человеческие цивилизации. Древнейшие культуры Средней Азии и Ближнего Востока характеризовались развитием орошаемого земледелия. Орошение — важнейшее условие земледелия на сероземах. На орошаемых землях возделываются зерновые и кормовые культуры, бахчевые, овощные и плодовые культуры, виноград и хлопчатник. Хлопководство — наиболее важное направление сельского хозяйства.

Сероземы обладают свойствами, благоприятными для орошения: микроагрегированностью, высокой пористостью, хорошим естественным дренажом, особенно в случаях, когда почвы подстилаются галечниками, грунтовые воды залегают глубоко и имеют хороший отток. В условиях затрудненного оттока вод без активно работающего дренажа происходит вторичное засоление сероземов. Для предупреждения вторичного засоления кроме дренажа необходима сложная система мероприятий. Под влиянием тысячелетнего орошения в сероземной зоне созданы староорошаемые оазисные почвы, значительно отличающиеся от природных.

10.23. Орошаемые сероземы

Орошаемые сероземы развиваются в условиях искусственного промывного ирригационного водного режима, который сопровождается привнесением с поливными водами карбонатов и других растворенных солей, также взвешенных мелкоземистых частиц. Они отличаются от неорошаемых повышенной биогенностью. По данным С. Ф. Лазурова, в 1 г орошаемого серозема содержится до 2 млрд. клеток. Микрофлора при орошении становится не только более обильной, но и более разнообразной. Особенно важно возрастание числа аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий. В орошаемых сероземах резко возрастает численность почвенных беспозвоночных.

Для этих почв характерна монотонность и слабая дифференцированность почвенного профиля. Он состоит из толщи агроирригационных наносов, которая преобразуется современным процессом культурного почвообразования, и нижележащего профиля почвы, погребенной наносами.

В староорошаемых почвах переходы между гумусированными горизонтами выражены нечетко, что объясняется постепенностью наращивания почвы путем приноса агроирригационных отложений. В профиле часто встречаются свидетельства этого процесса: черепки глиняной посуды, кости, угольки и т. п. Весь профиль сильно перерыт беспозвоночными, особенно дождевыми червями.

В начальный период орошения быстро разрушается непрочная структура сероземов, поверхность почв оседает, они уплотняются. Плотность пахотного горизонта достигает 1,3—1,4, подпахотного — 1,5 г/см³. Затем в процессе окультуривания почв происходят стабилизация и улучшение водно-физических свойств, образуется новая структура под влиянием дождевых червей и других факторов (Н. Г. Минашина, 1974). Высокая микроагрегатность сохраняется. При правильном орошении не происходит засоление сероземов. Карбонаты равномерно распределяются по профилю. В первый период орошения уменьшается содержание гумуса и азота. Затем при окультуривании содержание гумуса значительно возрастает.

Староорошаемые сероземные почвы распространены в районах древнего орошения во всех подзонах сероземной зоны на территориях с хорошим естественным дренированием, при низком уровне залегания почвенно-грунтовых вод. Верхний гумусовый горизонт (пахотный и подпахотный) мощностью около 40 см, серый или темно-серый с содержанием гумуса 1—3%, постепенно переходит в нижний гумусовый горизонт (агроирригационный).

Агроирригационные горизонты серого или светло-серого цвета, мощностью от 40 см до 1 м, редко до 3 м, со слабыми признаками оглеения. Содержание гумуса 0,5—0,8%, плотность 1,4—1,5 г/см³.

Карбонатный горизонт чаще всего унаследован от исходного серозема. Он обладает палевым цветом, более легким пылеватым составом, включает жилки и пятна мучнистого калыцита, иногда глинисто-карбонатные конкреции. Подстилающие отложения могут содержать гипс, легкорастворимых солей нет.

Орошаемые сероземные почвы делятся на 2 рода: обычные (на глубоких мелкозернистых породах) и галечниковые, подстилаемые галечником на глубине менее 0,7 м. Видовое деление производится с учетом мощности гумусового горизонта: маломощные (<40 см), среднемощные (40—70 см), мощные (>70 см).

Орошаемые сероземы — это почвы высокого потенциального и эффективного плодородия. Они составляют наиболее ценный земельный фонд в аридных зонах мира и используются в орошаемом земледелии в течение уже нескольких тысячелетий.

10.24. Общая характеристика серо-коричневых почв

Серо-коричневые почвы — это недифференцированные оглиненные карбонатные почвы с изогумусовым малогумусным профилем. По строению и свойствам являются переходными между коричневыми почвами и сероземами. Формируются под сухими, часто кустарниковыми субтропическими степями.

Впервые они были подробно исследованы С. А. Захаровым (1926, 1929) в Закавказье под названием бурых и каштановых. Исследования А. Н. Розанова в 50-х годах показали, что сухостепные почвы субтропиков существенно отличаются от почв сухих степей суббореального пояса, и он предложил их выделить в качестве особого генетического типа серо-коричневых почв. В дальнейшем эти почвы были исследованы М. Н. Сабашвили, М. Э. Салаевым, Э. К. Накаидзе и многими другими.

Серо-коричневые почвы распространены в Евразии и Африке, занимая площадь около 32 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983).

10.25. Экология серо-коричневых почв

Серо-коричневые почвы формируются в климате сухих субтропиков. Средняя температура самого холодного месяца от 0 до -20° , самого теплого $20-25^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура $11-14^{\circ}\text{C}$, сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) $3500-4500^{\circ}$, годовое количество осадков $250-520$ мм, снежный покров неустойчив. Распределение осадков неравномерное, максимум их выпадает весной (свыше 80%), отчасти осенью. Коэффициент увлажнения $0,4-0,6$.

Это почвы равнин, предгорий и низкогорий. Почвообразующими породами служат отложения пролювиального, аллювиального, элювиально-делювиального генезиса, разнообразные по гранулометрическому, минералогическому и химическому составу.

Растительность здесь сухостепная. Она представлена полынно-эфемерово-злаковыми ассоциациями и зарослями колючих кустарников. Среди злаков преобладает бородач. В наиболее засушливой части ареала серо-коричневых почв распространены эфемерово-солянково-полынные сообщества.

10.26. Строение профиля и свойства

Для серо-коричневых почв на рыхлых отложениях характерно следующее строение профиля (рис. 49):

Аса — гумусовый горизонт, коричневато-серый, суглинистый; в

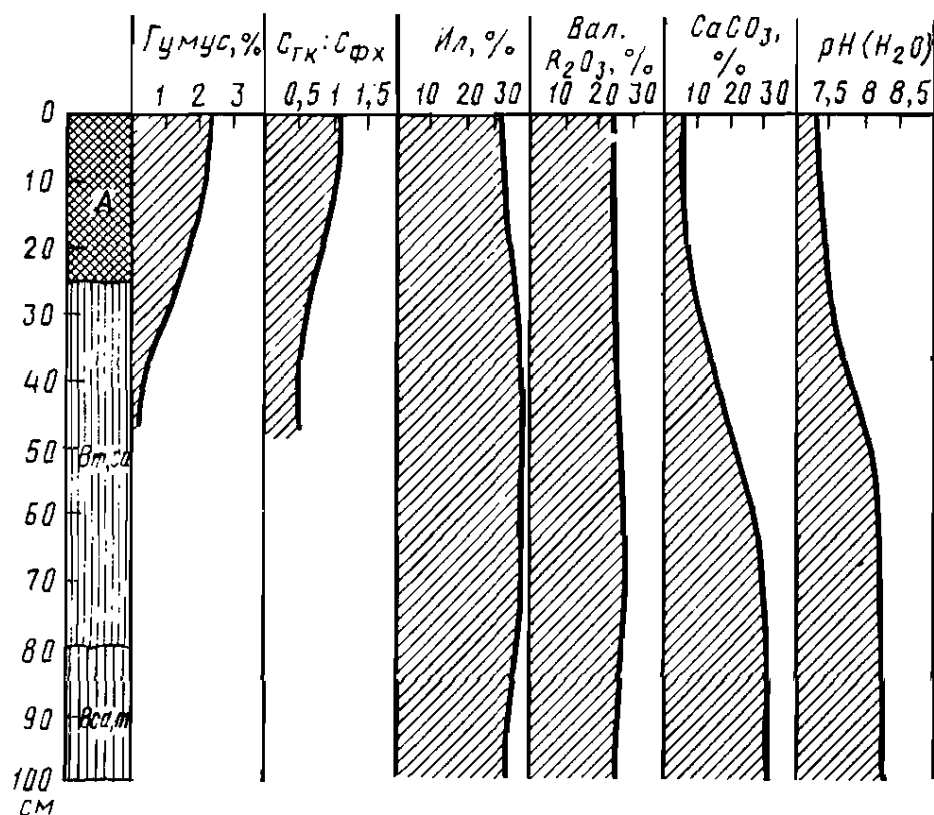


Рис. 49. Профильная характеристика серо-коричневой почвы

целинных почвах верхняя часть более легкого гранулометрического состава, со слабой пластинчатостью, нижняя — комковатая; мощность 20—30 см.

Вм, са — горизонт метаморфического оглинивания, серовато-коричневый или серовато-бурый, плотный, более тяжелый, чем гумусовый, ореховато-глыбистый; выделения карбонатов в виде прожилок и карбонатной плесени; мощность 50 см.

Вса, т — горизонт, сочетающий оглиненность с максимальной карбонатностью; выделения карбонатов в виде пятен и конкреций.

ВСса — переход к карбонатной, нередко засоленной породе.

Серо-коричневые почвы характеризуются относительной растянутостью гумусового и карбонатного профиля, ясно выраженной оглиненностью средней части профиля и присутствием карбонатов с поверхности. Серо-коричневые почвы обладают профилем, недифференцированным по содержанию SiO_2 и R_2O_3 .

Содержание гумуса невелико: в верхнем горизонте 2—5% на целине и 1,5—3,5% на пашне. В то же время гумусовый профиль мощный; в горизонте метаморфического оглинивания количество гумуса составляет 1—1,5%. В составе гумуса содержание гуминовых кислот и фульвокислот одинаковое. Гумус обогащен веществами негидролизующего остатка (65—72%). Отношение $\text{C:N} = 7—9$. Емкость поглощения высокая, особенно в горизонте В (35—40 мг-экв/100 г), в составе обменных оснований преобладает Ca^{2+} . Реакция всего профиля слабощелочная; степень щелочности возрастает вниз по профилю.

Почвы карбонатны с поверхности; в горизонтах максимального накопления карбонатов их содержание достигает 20%. Ниже карбонатного горизонта иногда наблюдаются аккумуляция гипса и легкорастворимых солей.

Серо-коричневые почвы дифференцированы по количеству ила; его содержание повышено в средней части профиля. Поскольку этой дифференциации не сопутствует изменение валового содержания SiO_2 и R_2O_3 в почвенном профиле, она относится за счет внутрипочвенного, метаморфического оглинивания. В илистой фракции преобладают монтмориллонит и гидрослюды. В небольших количествах содержатся каолинит, кварц и другие минералы.

Водно-физические свойства серо-коричневых почв удовлетворительные.

10.27. Классификация серо-коричневых почв

Серо-коричневые почвы разделяются на три подтипа: серо-коричневые темные, серо-коричневые обыкновенные и серо-коричневые светлые почвы в соответствии со степенью гумусированности.

Подтипы серо-коричневых почв подразделяются на роды: обычные, солонцеватые, солончаковые, гипсоносные, галечниковые.

10.28. Генезис серо-коричневых почв

А. Н. Розанов (1956) связывал свойства серо-коричневых почв с современной биоклиматической обстановкой. Эту точку зрения поддерживают многие авторы. Э. К. Накаидзе (1979), опираясь на данные палеоботаников, утверждает, что во время климатического оптимума голоцена (5500—3500 лет тому назад) серо-коричневые почвы прошли стадию лесного почвообразования, вероятно, по типу коричневых почв. Именно в этот период произошло оглинивание средней части профиля серо-коричневых почв, которое продолжается теперь в ослабленной форме.

Водный режим серо-коричневых почв — непромывной. Процесс почвообразования протекает в течение большей части года в условиях резкого дефицита влаги. Поэтому растительные остатки и новообразованный гумус подвергаются минерализации. В то же время высокие температуры субтропиков в сочетании с кратковременными периодами достаточного увлажнения обеспечивают внутрипочвенное выветривание с накоплением глин, минералов гидроксида железа, карбонатов. Характерно нисходящее во влажные периоды и восходящее в сухие движение почвенных растворов, в составе которых преобладают гидрокарбонат кальция и магния.

10.29. Сельскохозяйственное использование серо-коричневых почв

Потенциальное плодородие серо-коричневых почв довольно высокое, но земледелие ограничено недостатком воды. Продолжительность вегетационного периода и достаточное количество тепла благоприятны для возделывания хлопчатника, винограда и других ценных культур при орошении. На подтипах темных и обыкновенных серо-коричневых почв развито также богарное земледелие с выращиванием зерновых и бахчевых культур. В значительной степени эти почвы используются под пастбища.

Д. СЕРО-БУРЫЕ ПУСТЫННЫЕ ПОЧВЫ

10.30. Общая характеристика серо-бурых пустынных почв

Серо-бурые пустынные почвы — это супесчаные и более тяжелые почвы суббореальных и субтропических пустынь, обладающие пористой коркой на поверхности, слоеватым горизонтом под ней и серией карбонатных, гипсоносных горизонтов.

В классификациях В. В. Докучаева и Н. М. Сибирцева все пустынные (за исключением засоленных) почвы выделены как аэральные атмосферно-пылевые почвы. Позже серо-бурые почвы объединились в один тип с сероземами на уровне подтипа. Их называли «структурные светлосеземы», «кыровые сероземы», «примитивные сероземы», «гипсоносные сероземы» (Н. А. Димо, А. Н. Розанов, Б. В. Горбунов и др.). В качестве самостоятельного типа эти почвы впервые были выделены И. П. Герасимовым. В исследование генезиса, географии, свойств этих почв большой вклад внесли Б. В. Горбунов, Н. В. Кимберг, С. А. Шувалов (1949), Е. В. Лобова (1960), Н. Г. Минашина (1974).

Серо-бурые пустынные почвы распространены исключительно в Азии, где занимают площадь 150,2 млн. га (Е. В. Лобова, А. В. Хабаров, 1983).

10.31. Экология серо-бурых пустынных почв

Климат пустынь сухой, резко континентальный. Он характеризуется низким количеством осадков в сочетании с интенсивным испарением. Годовая норма осадков колеблется от 80 до 100 мм, испаряемость достигает 1500 мм. Коэффициент увлажнения $< 0,1$. Режим увлажнения обладает резкой контрастностью. На фоне общего господства в течение года чрезвычайно низкой влажности наступают кратковременные периоды сравнительно высокого увлажнения, к которым приурочена бурная вспышка в развитии

растений, почвенных микроорганизмов, разнообразных биохимических процессов и выветривания. Периоды увлажнения наступают зимой и ранней весной; летом осадков почти не бывает.

Серо-бурые пустынные почвы распространены на таких равнинах древнего возраста, как Устьурт, Бетпак-Дала, Мангышлак, подгорные равнины гор Средней и Центральной Азии. Почвообразующие породы представлены главным образом элювием-делювием глин, песчаников, мергелей, известняков, магматических пород. Часто эти отложения перекрываются лёссовидными суглинками и супесями.

Растительный покров изрежен. Он представлен ксерофильными и галофильными растениями: солянковыми полукустарниками с глубокой корневой системой. Весной развиваются эфемеры и эфемероиды. На поверхности почвы корочки водорослей и лишайников.

По данным для биюргунового полынного на серо-бурых почвах Устьурта (Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич, 1965), биомасса растений составляет 43 ц/га, из них зеленые части — только 1,3 ц/га. Ежегодный опад органического вещества приблизительно 12 ц/га.

В зависимости от видового состава растительных ассоциаций в биологический круговорот вовлекаются количества зольных элементов, различающиеся в 2—4 раза. Особенно велики различия в вовлечении биогалогенов Na, Cl, S. Деятельность растений может способствовать засолению поверхностных горизонтов серо-бурых почв. Особенно характерно засоление содой, образующейся при разложении опада, богатого Na, в процессе взаимодействия последнего с CO₂ воздуха.

10.32. Строение профиля и свойства почв

В профиле серо-бурых почв выделяются следующие генетические горизонты:

- К — палево-серая плотная крупно-пористая корка (2—3 см).
- Е — палево-светло-серый рыхлый слоеватый подкорковый горизонт (3—5 см).
- Вса — бурый или коричневый, плотный, призмовидно-комковатый, оглиненный, часто с белоглазкой в нижней части (10—25 см).
- BCsa — буровато-желтый, более рыхлый, с выделениями легко-растворимых солей и гипса.

Во многих случаях профиль переполнен гипсом в виде губчатой или шестоватой массы, окрашенной в белые и красновато-желтые тона.

Профиль серо-бурых пустынных почв, не обладающих признаками солонцеватости, текстурно слабо дифференцирован (рис. 50). Кремнезем и полуторные оксиды равномерно распределены по профилю. Содержание гумуса низкое — 0,5% в верхнем горизонте. Отношение C:N узкое (3—5), что обусловлено боль-

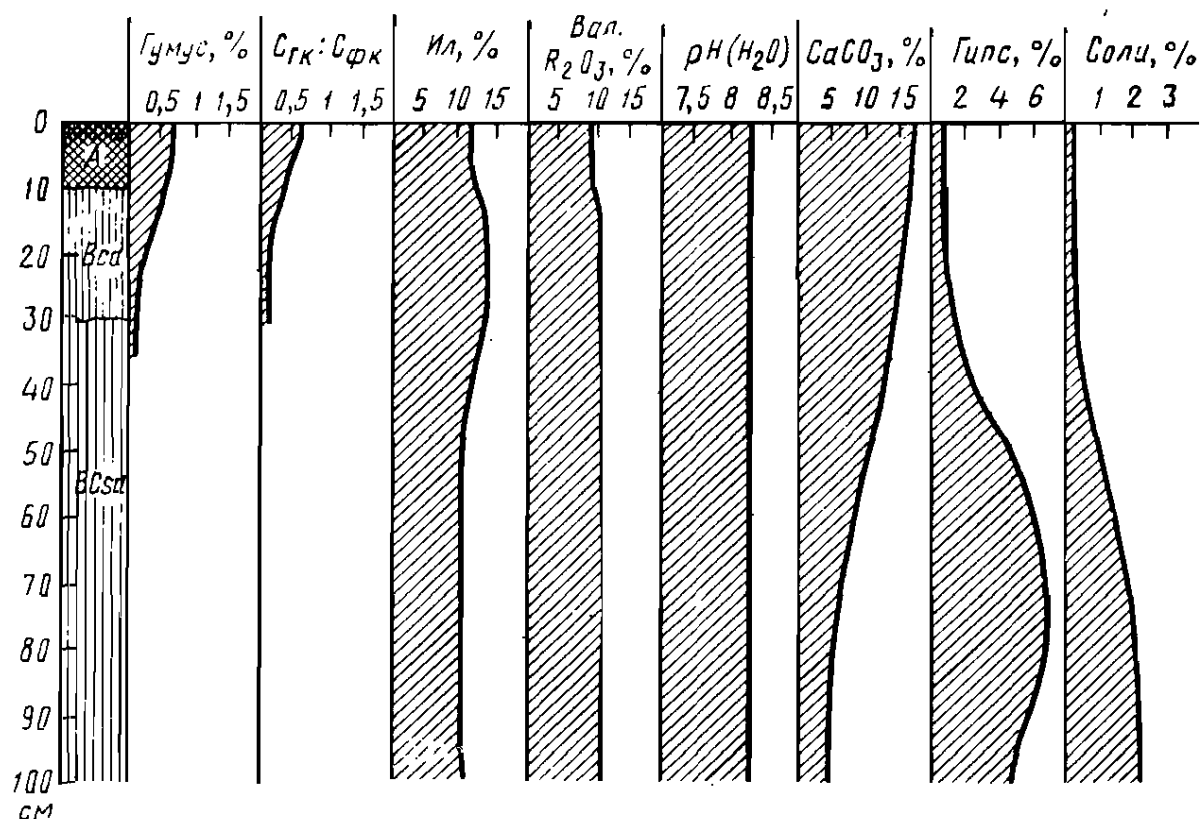


Рис. 50. Профильная характеристика серо-бурой пустынной почвы

шой долей микробной плазмы как источника гумусовых веществ. В составе гумуса преобладают фульвокислоты, имеющие упрощенную структуру, связанные с R_2O_3 , несмотря на карбонатность почв (В. В. Пономарева, 1956). Характерно высокое содержание битумов (6—8%).

Емкость катионного обмена низкая — около 10 мг-экв/100 г в составе обменных катионов преобладают кальций и магний.

Серо-бурые пустынные почвы карбонатны с поверхности. Содержание карбонатов в корочке достигает 7—11% и постепенно убывает вниз по профилю. Это важный диагностический признак отличающий серо-бурые почвы от бурых полупустынных и сероземов. Реакция щелочная по всему профилю.

Серо-бурые пустынные почвы гипсоносны и в типичном проявлении засолены легкорастворимыми солями. Они содержат соли в количестве, превышающем 0,3%, на глубине 30—80 см. Таким образом, род обычных почв является в то же время солончаковым. Состав солей хлоридно-сульфатный. Особого внимания заслуживает гипс, который часто образует самостоятельный горизонт на контакте с породой, содержащий 30—60% $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ мощностью от 30 до 100 см. Гипсовый горизонт распространен очень широко и всегда связан с самыми древними почвами. Молодые почвы не имеют этого горизонта.

Среди серо-бурых пустынных почв преобладают супесчаные и легкосуглинистые, хрящевато-щебневатые или галечниковые. В гранулометрическом составе главная роль принадлежит тонкопесчаной и крупнопылевой фракциям. Характерны опесчанен-

ность корки, наличие щебенки на поверхности и увеличение содержания илистой фракции в горизонте Вса.

Минералогический состав серо-бурых почв отличается высоким содержанием первичных минералов, поскольку выветривание здесь происходит очень медленно. В илистой фракции большая часть приходится на гидрослюды, затем идут минералы смектитовой группы, типичен палыгорскит. Другие минералы встречаются в качестве сопутствующих.

Серо-бурые пустынные почвы имеют неблагоприятные водно-физические свойства. Плотная корка характеризуется низкой водопроницаемостью, поэтому почвы не впитывают влагу и теряют в результате поверхностного стока и испарения значительную часть того небольшого количества осадков, которое выпадает в пустыне.

10.33. Классификация серо-бурых пустынных почв

Серо-бурые пустынные почвы СССР делятся на 3 фациальных подтипа по особенностям, определяемым термическим режимом: очень теплые промерзающие, субтропические кратковременно промерзающие и субтропические жаркие непромерзающие. Они также подразделяются на роды: обычные (солончаковые), гипсоносные (с горизонтом губчато-шестоватого гипса на глубине 50—70 см), солончаковые гипсоносные, такырно-солонцеватые, высокогипсоносные (с глубины 12—15 см губчато-шестоватый гипс), промытые (промыты от гипса и легкорастворимых солей, горизонт белоглазки во 2-м метре).

Е. В. Лобова и А. В. Хабаров предложили подразделить серо-бурые пустынные почвы Азии на 2 фации — западно-азиатскую и более сухую и континентальную центрально-азиатскую.

10.34. Генезис серо-бурых пустынных почв

Существует две точки зрения на генезис серо-бурых пустынных почв. По одной из них свойства серо-бурых почв соответствуют комплексу современных факторов почвообразования, прежде всего характеру климата и растительности. Согласно другой точке зрения (В. А. Ковда, 1946, 1973; Н. Г. Минашина, 1974; И. Н. Степанов, 1977, и др.) многие свойства серо-бурых пустынных почв не объяснимы современными факторами и процессами и связаны с предшествовавшими эпохами более влажного климата. Плювиальные эпохи обусловили более активную геохимическую миграцию веществ, мощную эрозионную деятельность и интенсивную гидрогенную аккумуляцию. С влажным климатом было связано приближение к поверхности почвенно-грунтовых вод, развитие процессов гидроморфной аккумуляции карбонатов, гипса,

легкорастворимых солей, а также проявление таких процессов, как оглинивание и ожелезнение. Согласно этой точке зрения аккумуляции в серо-бурых почвах карбонатов и особенно гипса, часто достигающие многих сотен тонн на 1 га, являются реликтовыми признаками, не связанными с современными почвенными процессами. К таким же признакам относят и дифференциацию профиля серо-бурых почв по содержанию ила, наличие оглиненного Вса-горизонта.

Аридизация климата, последовавшая за периодом увлажнения, привела к замедлению процессов превращения и миграции минеральных веществ.

Почвообразовательный процесс охватывает небольшую толщу серо-бурых пустынных почв. Глубина проникновения влаги на лёссовидных суглинках ограничена 20—30 см; на песках она достигает 100 см. Низкая увлажненность обуславливает маломощность почвенного профиля, вялость биогеохимических процессов. Наиболее активно идущими процессами можно считать образование корки и подкоркового горизонта. Дерновый процесс здесь очень слаб и кратковремен.

Современное засоление почв связано с импัลверизацией солей в приморских районах, развеванием солевой корки солончаков с переносом солей на окружающие почвы, а также с вовлечением солей глубоких почвенных и подпочвенных горизонтов в биологический круговорот. Поступая с растительным опадом на поверхность почвы, соли вызывают засоление и подщелачивание почв.

Серо-бурые пустынные почвы использовать в земледелии без орошения невозможно из-за резкого дефицита влаги. Орошение позволяет получать высокие урожаи ценных культур, но оно затруднено отсутствием местных источников воды, высокой гипсоносностью, близким залеганием плотных пород, щебнистостью, сложным неровным рельефом. Зона пустынь является базой пастбищного животноводства.

Глава одиннадцатая

ФЕРСИАЛЛИТНЫЕ ПОЧВЫ

11.1. Общая характеристика ферсиаллитных почв

Под названием *ферсиаллитных почв* объединяется большая группа типов почв субтропических и тропических переменновлажных лесов и саванн, общими диагностическими признаками которых служат: 1) сиаллитный характер минеральной части, включая илистую фракцию преимущественно каолинит-иллитового состава; 2) ясно выраженная ожелезненность вплоть до образования конкреционных горизонтов и железистых кирас при преимущественно дегидратированном состоянии свободных оксидов желе-

за; 3) яркая, от желтой до коричневой и красной, окраска профиля либо его какой-то части.

Ферсиаллитные почвы широко распространены на всех континентах, занимая 11,3% общей площади суши земного шара. Однако, несмотря на столь широкое распространение, эти почвы, пожалуй, наименее изучены в генетическом и классификационном отношении. В разных районах мира и в разное время они описаны под разными названиями, существенно различными для разных типов входящих в эту группу почв.

В первом приближении в пределах группы ферсиаллитных почв можно выделить три большие подгруппы:

1. *Желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы* (синонимы последних: желтоземно-подзолистые, желто-бурые подзолистые, субтропические подзолы, субтропические псевдоподзолистые, субтропические элювиально-поверхностно-глеевые);

2. *Железистые тропические почвы* (синонимы: красные тропические, красные саванные, красные ферритные, ферроземы, красные сиаллитно-ферритные, красные альферритные, красно-коричневые ферритизованные);

3. *Красно-бурые саванные почвы* (синонимы: красно-бурые ферсиаллитные, феррисоли, ферроземы, красно-бурые ферритизованные, красно-бурые субаридные).

Вероятно, спорным является отнесение желтоземов к этой группе почв, а не к ферраллитным почвам вместе с красноземами. В пользу этого можно привести несколько аргументов. Во-первых, большинство описанных в литературе желтоземов имеет сиаллитный состав с четко выраженным конкреционным ожелезнением. Во-вторых, к желтоземам часто неправильно относят настоящие ферраллитные почвы, имеющие желтую окраску профиля. В-третьих, в отличие от настоящих ферраллитных почв, формирующихся в условиях свободного дренажа и господства элювиального процесса, желтоземы формируются в условиях дополнительного (по отношению к атмосферному) увлажнения в транзитных ландшафтах нижних частей склонов, с чем, в частности, связана их ожелезненность. В-четвертых, для них характерна резкая текстурная дифференцированность профиля по типу E-Bt, свойственная всем ферсиаллитным почвам и в меньшей степени ферраллитным.

Традиционно желтоземы рассматриваются вместе с красноземами, поскольку они иногда сопряжены географически, но это лишь традиция, а не аргумент по существу. Многие географически сопряженные почвы относятся к совершенно разным почвенным порядкам, как, например, чернозем и солонец, каштановая почва и солончак или подзолистая и торфяно-глеевая.

Что же касается тропических железистых и красно-бурых саванных почв, то их разделение тоже не очень ясное на разных континентах. Более или менее систематика этих почв разработана для Африки, в меньшей степени для Австралии и остается пока неясной для других континентов.

11.2. Желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы

Впервые желтоземы как самостоятельный почвенный тип были описаны В. В. Акимцевым в 1926—1927 гг. в горах Талыша (Ленкоранская область Азербайджана), хотя отдельные упоминания о подобных почвах встречаются и в более ранних работах по Западной Грузии. В Грузии они были исследованы М. Н. Сабашвили (1936, 1948), а наиболее полное исследование желтоземов Ленкорани провел Р. В. Ковалев (1966). В Китае подобные почвы были изучены Дж. Торпом (1937) и В. А. Ковдой (1959).

Первоначально желтоземы рассматривались как подтип в типе «красноземно-желтоземных» почв. И хотя в 1950—1970 гг. полностью утвердилось представление о самостоятельных типах красноземов и желтоземов (еще в 1948 г. М. Н. Сабашвили выделял желтоземы как подтип красноземов), традиционно в СССР они рассматриваются в одной группе «красноземы и желтоземы», хотя никаких веских аргументов для этого нет даже в географическом плане: в Ленкорани практически нет красноземов, а в Западной Грузии очень мало желтоземов. В то же время А. И. Ромашкевич, например, рассматривает желтоземы Ленкорани как особый переходный тип «коричневых желтоземов» (1972), считая «типичными» лишь желтоземы Западной Грузии, где они по ее же данным редко образуют крупные массивы (1979). В очерках природы и почв Китая (1959) В. А. Ковда рассматривает желтоземы вместе с желтыми ферраллитными почвами. В США желтоземы Флориды трактовались как «желтые подзолистые» и «желто-бурые подзолистые» почвы.

В настоящее время в «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) выделяется четыре типа желтоземов с несколькими подтипами в каждом: 1) желтоземы: ненасыщенные, ненасыщенные оподзоленные, слабоненасыщенные, слабоненасыщенные оподзоленные; 2) желтоземы глеевые: поверхностно-глееватые, глееватые, глеевые; 3) подзолисто-желтоземные почвы: ненасыщенные, слабоненасыщенные; 4) подзолисто-желтоземно-глеевые почвы: поверхностно-глееватые, глееватые, глеевые.

По существу, желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы образуют один непрерывный генетический ряд по степени дифференциации профиля и морфологической выраженности элювиального горизонта Е, который местами, например в Колхиде, является и географическим рядом, составляя единую катену на последовательных террасах р. Риони:

Горизонта Е нет		Горизонт Е пятнами		Горизонт Е сплошной		
				<15 см	15—25 см	25—50 см
						>50 см
Желто-	Желто-	Желтоземы	Желтоземы	Подзолис-	Подзолис-	Подзолис-
земы	земы	ненасы-	ненасы-	то-желто-	то-желто-	то-желто-
слабо-	ненасы-	щенные	щенные	земные	земные	земные
нена-	щенные	слабопод-	средне-	мелко-	неглубоко-	глубоко-
сыщен-		золенные	оподзолен-	оподзо-	оподзолен-	оподзо-
ные			ные	ленные	ные	ленные

Второй генетический ряд тех же почв, сопряженный в реальных ландшафтах и почвенных катенах с первым, формируется в зависимости от степени оглеения и его положения в почвенном профиле:

поверхностно-глееватые → глееватые → глеевые.

Важно при этом подчеркнуть, что горизонт Е при резкой дифференциации профиля всегда является глееватым в разной степени и не всегда просто определить, является ли он оподзоленным, лессивированным, глее-элювиальным (псевдоглеевым) или контактно-глеевым.

Дифференциация профиля желтоземов отнюдь не определяется однозначно процессом оподзоливания, как это предполагалось ранее и отражено в их классификационных подразделениях. Наоборот, все больше накапливается фактического материала в пользу того, что она связана с лессивированием и псевдооглеением (глеевые псевдоподзолы И. П. Герасимова и С. В. Зонна), с одной стороны, и с геохимическим накоплением железа в конкрециях, с другой. Заметим при этом, что и те желтоземы, которые морфологически не «оподзолены», т. е. не имеют морфологически выраженного элювиального горизонта Е, все же всегда существенно дифференцированы по валовому химическому и гранулометрическому составу.

Чем ниже почва расположена по склону, тем более она оглеена, ожелезнена и «оподзолена». Наиболее «оподзоленные», оглеенные и конкреционно-ожелезненные желтоземы располагаются на подгорных террасах с плоским рельефом.

Хотя желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы и относятся к единой группе ферсалиитных почв, составляя звенья единого генетико-экологического ряда, они настолько сильно различаются между собой, что целесообразно их рассматривать отдельно.

Желтоземы. Эти почвы формируются на достаточно расчлененных склонах холмистых низкогорий (в Западной Грузии это древние морские террасы третичного времени) в геохимически элювиально-транзитных ландшафтах.

Среди диагностических признаков желтоземов надо выделить следующие: 1) резко дифференцированный профиль, имеющий строение либо А-АВt-Bt, f-BC-C, либо А-Е-Bt-Bt, f-BC-C, с соответствующими вариациями в зависимости от оглеенности; 2) тусклая желтая окраска средней и нижней части профиля, начиная с горизонта В; 3) высокая оглиненность и вязкость средней и нижней частей профиля, начиная с горизонта В; 4) низкая (на разных породах и в зависимости от степени ферраллитизованности коры выветривания варьирующая от 5—10 до 20—30 мг-экв/100 г) емкость катионного обмена; 5) высокая актуальная и потенциальная кислотность по всему профилю при низкой насыщенности основаниями; 6) высокая гумусированность горизонта А (5—6%) при резком падении содержания гумуса с глубиной; 7) резкая дифференциация содержания физической глины и ила в профиле с их максимумом в

горизонте Bt; 8) сиааллитный состав минеральной массы ($\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 > 3$ в иле) (однако встречаются и слабо ферраллитизованные желтоземы с отношением $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 < 2,5$); 9) накопление железистых конкреций в нижней части профиля вплоть до образования сплошных конкреционных горизонтов Bt, f.

Некоторая неопределенность существует в отношении связи с почвообразующими породами. Для условий Китая В. А. Ковда отмечает их образование на самых разнообразных породах — песчаниках, сланцах, известняках, риолитах, гранитах, гнейсах, четвертичных гравийных отложениях и глинах. С другой стороны, А. И. Ромашкевич для условий Западной Грузии отмечает строгую приуроченность желтоземов только к третичным глинистым сланцам и глинам.

Более четкая связь желтоземов с климатом: они формируются в условиях постоянно влажного субтропического или тропического климата с коэффициентом увлажнения более единицы во все сезоны года. Естественная растительность на желтоземах представлена вечнозелеными, полулистопадными лесами высокой продуктивности, обеспечивающими интенсивный биологический круговорот веществ. В настоящее время на значительных площадях естественная растительность уничтожена и сменилась культурной растительностью сельскохозяйственных полей и плантаций. Широко распространились вместо первичных лесов и бамбуковые заросли.

В связи с распашкой на значительной площади желтоземы утратили свои верхние горизонты, а их глинистые подповерхностные горизонты вышли на поверхность. Это всегда необходимо учитывать при исследовании и использовании желтоземов, для которых характерна высокая подверженность эрозионным процессам из-за слабой противоэрозионной устойчивости и склонность к оползням при переувлажнении. Встречающиеся иногда в литературе сведения о недифференцированных желтоземах, по-видимому, относятся именно к этим случаям смытых почв.

Желтоземы в типичном выражении характеризуются следующим комплексом свойств, определяющим их экологический и земледельческий потенциал (рис. 51, 1 и 2). Во-первых, необходимо отметить их высокую оглиненность, которая максимальна в нижней части профиля на переходе к породе. В горизонте Bt всегда присутствуют макро- и микроморфологически выраженные глинистые натеки.

Наряду с дифференциацией профиля по глине отмечается и существенное различие в соотношении кремнезема и полуторных оксидов в валовом составе почвы верхних и нижних горизонтов: верхние относительно обогащены кремнеземом, а нижние — полуторными оксидами.

Химический и минералогический анализ илистой фракции показывает ее неизменный состав по профилю, что является аргументом в пользу процесса лессивирования, а не оподзоливания. Илистая фракция имеет преимущественно каолинитовый состав, что свидетельствует о некоторой ферраллитизации материала,

креционным слоем; 4) высокая ожелезненность всего профиля; 5) низкая емкость катионного обмена; 6) низкая гумусированность при резком падении содержания гумуса с глубиной и его фульватном характере; 7) высокая кислотность всего профиля, как актуальная, так и потенциальная, высокая ненасыщенность почвы; 8) резкая дифференциация профиля по глине и илу; 9) силлитный состав минеральной массы при каолинитово-полуторооксидном составе илистой фракции.

Формирование таких почв связывается с двумя факторами, имеющими определяющий характер на общем фоне элювиального почвообразования: грунтовой боковой привнос железа и его осаждение в соответствующих почвенно-геохимических условиях и переменный (пульсационный) окислительно-восстановительный режим. Данные ландшафты (серия древних плоских речных или морских террас) являются геохимическим барьером для железа, а пульсационный окислительно-восстановительный режим способствует конкрециеобразованию. Возникающие в этих условиях железистые конкреционные прослои относятся к типичным латеритам, столь характерным для подобных почвенно-геохимических ландшафтов тропического пояса.

Потенциальное плодородие этих почв крайне низкое. Они имеют неблагоприятные физические свойства и бедны элементами минерального питания растений, а конкреционный слой, если подходит близко к поверхности, требует взрывных работ для разрыхления. Освоение этих почв и окультуривание возможны лишь при больших капитальных затратах и постоянно высоких дозах органических и минеральных удобрений. Слабая естественная дренированность приводит к необходимости применения соответствующих мелиоративных работ, причем в зависимости от специализации земледелия может требоваться как поверхностный, так и глубокий дренаж.

11.3. Железистые тропические почвы

Железистые тропические почвы под данным названием (*sols ferrugineaux tropicaux*) впервые были выделены в Африке французскими и бельгийскими почвоведом, проводившими широкие почвенно-географические обследования в бывших колониальных странах континента в послевоенный период и отделившими их от более сухих саванных ожелезненных почв — феррисолей (*ferri-sols*), с одной стороны, и от более влажных типичных ферраллитных почв (*ferralsols*), с другой.

Судя по сводке Е. В. Лобовой и А. В. Хабарова (1983), почти 50% всех площадей этих почв сосредоточено в Африке, около четверти в Евразии и понемногу они встречаются на всех других континентах. Они составляют половину площадей всех феррисиллитных почв мира и должны быть, таким образом, их типичными представителями. Однако, несмотря на это, изучены

они в наименьшей степени и характеризуются лишь отрывочными данными для тех или иных районов. В СССР таких почв нет.

В значительной степени это почвы высоких равнин, лишь редко выходящие в низкие предгорья. Формируются под листопадными или полулистопадными тропическими лесами, частично парковыми, и высокотравными саваннами тропического пояса, окружающими экваториальный пояс дождевых тропических лесов. Это переходная полоса от влажных тропиков к сухим саваннам, где количество атмосферных осадков составляет 1000—1300 мм, а сухой сезон длится 3—4 мес.

Для профиля железистых тропических почв характерна равномерная красная окраска, особенно яркая в горизонте В, который может быть как текстурным Вt, так и структурным Вm. Красная окраска связана с большим содержанием свободных оксидов железа, которые аккумулируются при выветривании вместе с глиной и равномерно распределяются в профиле, часто сегрегируясь в мелких конкрециях.

Глинистый материал этих почв имеет каолинитово-иллитовый состав при отсутствии гиббсита и характеризуется отношением $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3 > 2,0$, что вместе с большим резервом первичных неветрелых минералов является свидетельством их сиаллитного характера. Поскольку сиаллитный характер минеральной массы сочетается с высоким содержанием железа, эти почвы обоснованно относятся к ферсиаллитным. Иногда их относят к ферраллитизованным или слабо ферраллитизованным, желая подчеркнуть их переходный характер к типичным ферраллитным почвам.

Обычно профиль этих почв недифференцированный либо слабо дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу, причем никогда не имеет морфологически выраженного элювиального горизонта Е. Французские и бельгийские почвоведы (Р. Менъен, Ж. Л. Д'Ор) полагают, что дифференциация глины в этих почвах связана с процессом лессивирования, что проявляется в появлении глинистых натеков, включая глинистые пленки, на гранях структурных отдельностей и в тонких порах в горизонте В, который часто проявляется как горизонт Вt (рис. 52).

В связи с каолинитово-иллитовым составом глинистого материала емкость катионного обмена железистых тропических почв невысокая (10—20 мг-экв/100 г), но насыщенность основаниями обычно превышает 50, часто достигая 80—100%. В составе обменных катионов ведущую роль играют кальций и магний.

Основная масса оксидов железа в профиле распределена равномерно в почвенном материале, однако часть их связана в конкрециях, разбросанных по всему профилю. В горизонте В иногда отмечается максимум аккумуляции оксидов железа вплоть до образования железистого панциря, который при выходе на поверхность в результате смыва верхних горизонтов отвердевает, превращаясь в непроницаемую кирасу. По наблюдениям Ж. Обера в Гане такие плотные поверхностные железистые кирасы образуются в течение 2—3 лет после сведения леса, в результате чего

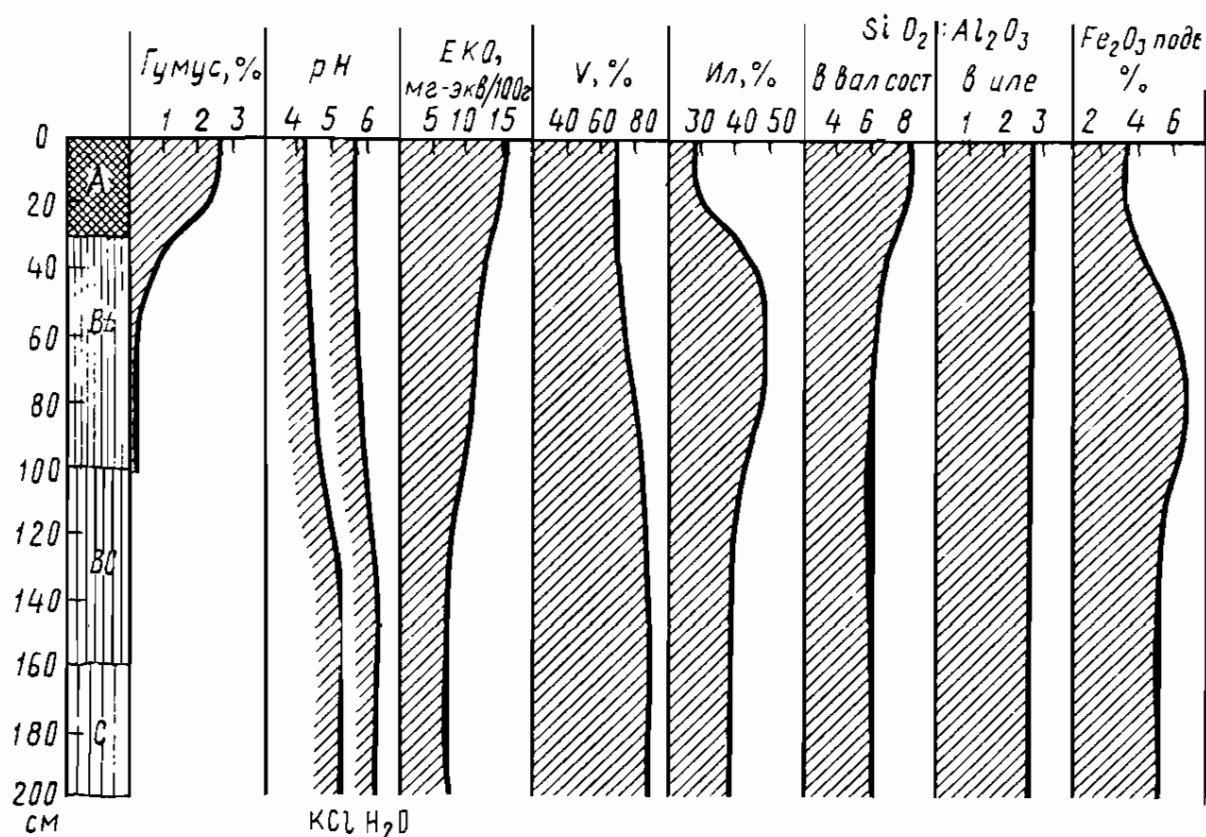


Рис. 52. Профильная характеристика железистой тропической почвы

почва становится бесплодной и непригодной для земледелия. В целинных условиях горизонт А железистых тропических почв содержит 2—3% гумуса; мощность этого горизонта достигает 20—30 см. Гумус гуматно-фульватный, отношение $C_{гк}:C_{фк} = 0,7—0,9$. В распахиваемых почвах содержание гумуса снижается и он становится фульватно-гуматным.

Реакция почвы слабокислая во всем профиле, но pH несколько растет с глубиной, достигая максимума в коре выветривания, где имеется резерв оснований.

Характерна массивная структура почвы в горизонтах А и В, но в наиболее гумусированных видах в горизонте А она может быть и более оформленной, комковатой.

Согласно И. А. Денисову (1971), железистые тропические почвы обладают удовлетворительными физическими свойствами, в частности имеют высокую фильтрационную способность вследствие большой порозности и, соответственно, хорошо аэрированы. Этому способствует высокая микроагрегированность почвы вследствие склеивания тонких глинистых и песчаных частиц оксидами железа. Плотность горизонта А под лесом составляет $1,0—1,2 \text{ г/см}^3$, но ниже по профилю возрастает, достигая $1,3—1,4 \text{ г/см}^3$ в горизонте В, который всегда несколько уплотнен.

В зависимости от состава исходных почвообразующих пород эти почвы в разной степени обеспечены элементами минерального питания растений. Среди них выделяется группа эутрофных почв на богатых ферромагнезиальными минералами породах, а есть и очень бедные почвы на элювии песчаников или кварцитов. Во всех

случаях отмечается низкая обеспеченность доступным фосфором из-за связывания его железом.

Почвы хорошо дренированы, однако на нижних частях склонов формируются железистые тропические глеевые почвы с избыточным грунтовым увлажнением. В соответствующих геохимических условиях (перегибы склонов, нижние части склонов) в железистых тропических почвах часто формируются латеритные панцири, обычно конкреционного характера.

Как правило, железистые тропические почвы используются под плантационные культуры — кофе, какао, бананы, фруктовые деревья, реже для полевого земледелия. Урожайность полевых культур (хлопчатник, сорго, ячмень, картофель, арахис) низкая при преобладающей отсталой технологии земледелия в большинстве стран тропиков.

С целью предохранения почвы от эрозии и поверхностного панциреобразования распространена теневая культура земледелия (выращивание культур под тенью оставленных при сведении леса или специально выращенных деревьев), а в настоящее время интенсифицируется внедрение агролесоводства — совместного выращивания леса и культурных растений. Для защиты почвенной поверхности от размывания ливневыми осадками и прокаливания солнцем применяется мульчирование различными органическими материалами.

11.4. Красно-бурые саванные почвы

Это наиболее типичные почвы сухих саванн тропического пояса в районах с продолжительностью сухого сезона 6—7 мес и годовой суммой осадков 800—1200 мм. Особенно широко они распространены в Африке, Австралии и в Юго-Восточной Азии, преимущественно на хорошо дренированных высоких равнинах, значительно реже в горных районах.

Сухие саванны тропиков довольно резко различаются по своему облику, варьируя от классической формы травянистых пространств с редко разбросанными зонтичными акациями до ксерофитных редколесий и кустарниковых зарослей с опадающей на сухой сезон листвой.

Для гидротермического режима саванн характерны постоянно высокая температура и резко меняющееся по сезонам увлажнение: среднегодовая температура 24—28°C; коэффициент увлажнения во влажный сезон 0,6—0,8, а в сухой 0,3—0,4; многие месяцы осадков не бывает вовсе, а в сезон дождей характерны мощные ливни. Такой специфический режим определяет особенности выветривания и новообразования минералов, а также миграционные процессы.

Весьма специфичен здесь и биологический круговорот веществ, характеризующийся высокой емкостью и интенсивностью. Дело в том, что тропические саванны — это области особенно высокой

плотности жизни, высоких экологических пирамид, длинных пищевых цепей. Годичная продуктивность естественного растительного покрова достигает здесь 80—100 ц/га, а запас биомассы 500—1500 ц/га, причем в составе биомассы существенную роль играет зоомасса.

Травянистая растительность ежегодно продуцирует большую фитомассу, как наземную так и подземную, но она в значительной мере в тот же год уничтожается, с одной стороны, в длинных пищевых цепях, для которых характерно особенно большое потребление и рассеяние энергии, а с другой, — при интенсивной минерализации в сухой жаркий сезон. Здесь особенно много консументов первичной биологической продукции: наземную фитомассу интенсивно потребляют обильные травоядные крупные млекопитающие — слоны, носороги, зебры, жирафы, антилопы, обезьяны, за спиной которых стоит большая группа хищников — львы, гепарды, гиены, шакалы. С другой стороны, здесь исключительно обильны термиты, интенсивно потребляющие как подземную, так и надземную фитомассу, причем не только отмирающую, но и живую.

Все это приводит к тому, что органическое вещество в этих экосистемах не аккумулируется ни в подстилке, ни в почве в отличие от травянистых экосистем лугов и степей. Горизонта О у красно-бурых саванных почв нет, а содержание гумуса в горизонте А обычно 1,5—2, редко достигая 3%. Распределение гумуса по профилю очень равномерно убывающее: на глубине 60—70 см его содержание может быть до 1%. Еще одно существенное отличие от луговых и степных почв — фульватный характер гумуса ($C_{гк}:C_{фк} = 0,3—0,5$).

Указанными экологическими особенностями (факторами выветривания и почвообразования) определяется и специфика состава и строения красно-бурых саванных почв, для которых характерны следующие особенности (рис. 53).

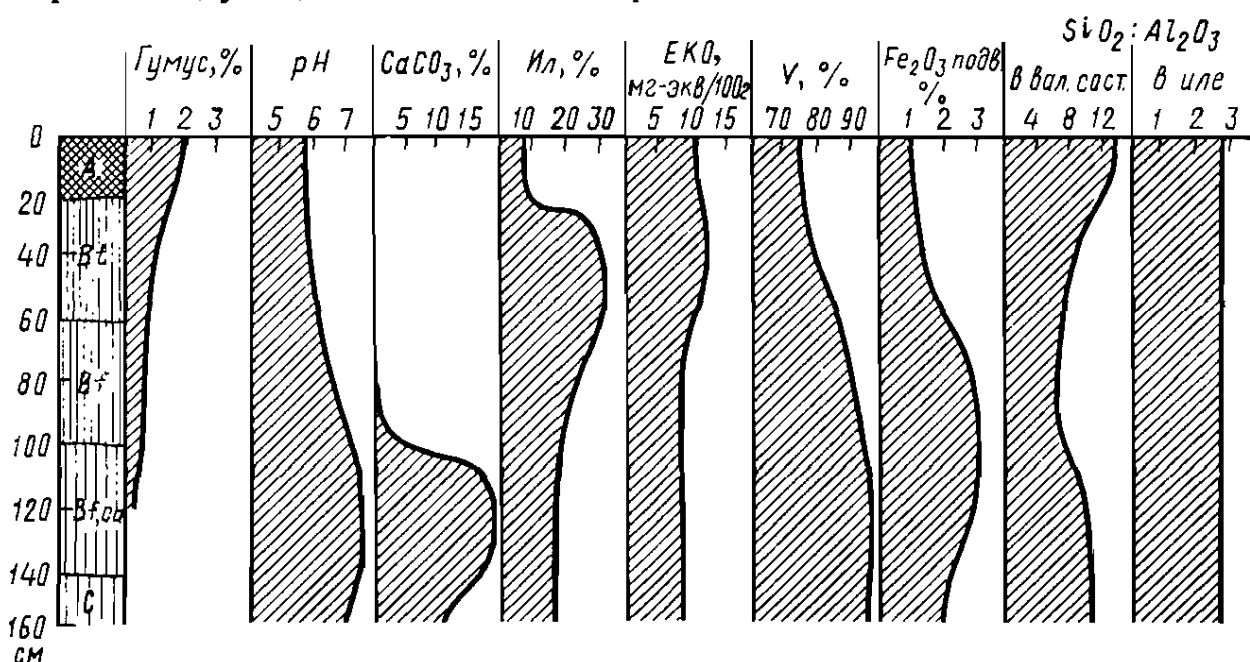


Рис. 53. Профильная характеристика красно-бурой саванной почвы

Профиль состоит из резко различных по морфологии, составу и свойствам горизонтов. Верхний гумусовый горизонт имеет, как правило, легкий гранулометрический состав, в полевых условиях определяемый как песчаный или супесчаный. Основную массу его составляет псевдопесок — тонкие глинистые и песчаные частицы, очень прочно сцементированные в микроагрегаты дегидратированными оксидами железа. С точки зрения физических свойств (фильтрация, аэрация, влагоемкость) этот материал ведет себя как настоящий песок.

Ниже лежит плотный, практически бесструктурный глинистый горизонт, иллювиально-обогащенный глинистым материалом. Он равномерно пропитан оксидами железа, обуславливающими микроагрегированность материала. Далее идет горизонт железистых конкреций, а еще ниже — горизонт железисто-известковых конкреций — *канкар*. Совместная аккумуляция оксидов железа и извести в конкреционной форме — это уникальное явление, встречающееся только в красно-бурых саванных почвах.

Большая ожелезненность профиля придает почве яркую красно-оранжевую или кирпично-красную окраску, также специфическую для этих почв.

Легкий поверхностный горизонт в случае отсутствия защитного растительного покрова быстро разрушается ливневыми дождями и сносится, а на поверхность выступает плотная глинисто-железистая масса, цементирующаяся под влиянием прямого солнечного облучения. Вследствие неумеренного использования этих ландшафтов в скотоводстве или земледелии красно-бурые саванные почвы эродированы на огромных площадях и превращены в бедленды с покрытой чехлом железистых и карбонатных конкреций поверхностью.

В составе глинистых минералов этих почв каолинит составляет около одной трети, а остальная масса представлена иллитами и смешаннослойными образованиями, а также свободными дегидратированными оксидами железа; гиббсита в этих почвах нет. Довольно большой резерв первичных минералов, находящихся на разных стадиях выветривания.

Поражает постоянство состава, свойств и общего облика красно-бурых саванных почв на значительных расстояниях: они практически идентичны в Австралии, Бирме, Индии, Африке и Южной Америке (всегда резко выделяются в ландшафте благодаря своей яркой кирпично-красной окраске). Для них характерно сочетание с черными вертисолями депрессий, также постоянное на всех континентах, причем красно-бурые саванные почвы занимают хорошо дренированные холмистые равнины, а вертисоли — плоские высокие древние террасы рек или озер. Это типичнейшая катена Северо-Западной и Восточной Австралии, сухих зон Таиланда и Бирмы, Декканского плато Индии, Восточной Африки, описанная многократно в литературе по почвам тропиков.

Специфический яркий красный цвет этих почв, по мнению М. А. Глазовской (1972), связан не столько с большим содержанием

дегидратированных оксидов железа, сколько с их высокой дисперсностью: тончайшие пленки гетита и гематита равномерно покрывают как крупные зерна первичных минералов, включая кварц, так и тонкие глинистые частицы.

Для красно-бурых саванных почв характерна невысокая емкость катионного обмена при небольшой насыщенности основаниями в верхних горизонтах. Реакция почв слабокислая сверху и близкая к нейтральной внизу.

Генетическая характеристика красно-бурых саванных почв еще весьма далека от ясности. В частности, не понятна высокая конкреционность при отсутствии современной пульсации уровня грунтовых вод, которые в сухих саваннах сейчас находятся достаточно глубоко (несколько десятков метров). Напрашивается заключение о палеогидроморфизме этих почв, столь широко распространенном в аридных районах мира.

В значительной степени красно-бурые саванные почвы в настоящее время используются как пастбища, однако в некоторой степени на них распространено и земледелие, особенно для выращивания арахиса, хлопчатника, кукурузы. При низкой технологии земледелия и отсутствии противоэрозионных мероприятий, типичных для стран с широким распространением этих почв, большое развитие получают эрозионные процессы и переход продуктивных экосистем в бедленды. В ряде регионов мира, особенно в Сахельской зоне Африки, эти почвы подвергаются интенсивному современному антропогенному опустыниванию, борьба с которым очень сложна и требует крупных капитальных затрат и радикальных социально-экономических преобразований.

Глава двенадцатая

ФЕРРАЛЛИТНЫЕ ПОЧВЫ

12.1. Общая характеристика ферраллитных почв

Под названием *ферраллитных* объединяется большая группа почв гумидных районов тропиков и субтропиков, характеризующихся высокой степенью выветрелости почвообразующего материала и остаточной аккумуляцией в почвенном материале кварца, каолинита и полуторных оксидов при существенном обеднении его кремнеземом и основаниями. Общими диагностическими признаками таких почв служат: 1) отношение $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ в глинистой фракции менее или около 2,0; 2) содержание во фракции пыли менее 5% способных к выветриванию первичных минералов; 3) преобладание в илистой фракции каолинита. Дополнительными характеристиками служат сильная оглиненность почвенной массы, большая мощность почвенного профиля при очень постепенных переходах

между горизонтами или подгоризонтами, интенсивная красная (до малиновой) или желтая окраска, крайне низкая емкость катионного обмена (5—10 мг-экв/100 г почвы). Все ферраллитные почвы кислые, как правило, резко ненасыщенные, бедные элементами минерального питания растений.

Ферраллитные почвы изучаются давно и в разных странах, с позиций разных научных школ. Соответственно в истории почвоведения они назывались по-разному: латериты, латеритные почвы, латосоли, ферраллиты, красноземы, красные почвы, ферральсоли, оксиоли, хромосоли, каолисоли, красно-желтые ферраллитные, красно-желтые латеритные, красно-желтые подзолистые и т. п. В настоящее время термин «ферраллитные почвы» стал международным и общепринятым.

В схеме профиль ферраллитных почв состоит из трех горизонтов: маломощный гумусо-аккумулятивный горизонт А, очень мощный глинисто-метаморфический горизонт Вох и переходная пестроцветная зона интенсивного выветривания, получившая в литературе название *литомарж*. Горизонт Вох может быть одновременно и глинисто-иллювиальным, трансформированным в горизонт Вt, ох. Ниже литомаржа лежит рухляк выветривания горной породы. Литомарж — это обычно пестроокрашенный слой, обломки породы в котором еще сохранили свою форму и структуру, но уже совершенно мягкие («гнилые камни», сапролит) и преобразованные в минералогическом отношении.

Ферраллитизация протекает в несколько стадий, причем на первых стадиях выветривания, когда идет интенсивный гидролиз первичных минералов и освобождается много оснований и свободного кремния, имеет место монтмориillonитизация глинистого материала; монтмориillonитовые минералы всегда встречаются поэтому в зоне литомаржа. На последующих стадиях выветривания, когда выветривающаяся толща все больше освобождается от оснований и подкисляется, часть монтмориillonитовых глин уносится денудационными процессами за пределы данного ландшафта в речные долины и депрессии рельефа, давая начало формированию там вертисолей, а часть преобразуется на месте путем десиликации и дебазации через серию смешаннослойных образований в каолинит. В конечном счете образуется сильно оглиненный материал, практически лишенный способных к выветриванию первичных минералов и состоящий из смеси кварца, каолинита, гиббсита и гетита, в наиболее развитой стадии аллитизации — кварца, каолинита и гиббсита (диаспора).

Формирование ферраллитных почв происходит в условиях свободного дренажа и интенсивно промывного водного режима при свободном оттоке растворимых продуктов выветривания. В условиях затрудненного дренажа ферраллитные почвы не образуются, поскольку процесс задерживается на стадии монтмориillonитизации или иллитизации.

Для формирования ферраллитных почв нужна высокая интенсивность и длительность процессов выветривания. Именно поэтому

они встречаются лишь в гумидных тропиках и субтропиках, где процессы выветривания и почвообразования протекают непрерывно с третичного времени при постоянно высоких температурах и высокой влажности.

Поскольку в процессе ферраллитизации, особенно при выветривании богатых ферромагнезиальными минералами изверженных горных пород, освобождается большое количество свободных гидроксидов железа, интенсивно мигрирующего под защитой органических коллоидов и в условиях переменной окислительно-восстановительной обстановки, ферраллитные почвы в определенной геохимической ситуации могут быть обогащены оксидами железа вплоть до образования в них железистых прослоев — латеритов.

Латерит, впервые описанный под этим названием английским геологом Ф. Бьюкененом (F. Buchanan, 1807) на Малабарском побережье Индии, представляет собой внутрипочвенный водородный прослой обогащенного оксидами железа материала, твердый или необратимо твердеющий на воздухе, после чего он может использоваться как строительный материал. Различают два вида латерита: 1) *пизолитовый латерит* (гороховый, конкреционный), состоящий из рыхло располагающихся или сцементированных между собой железистых округлых или шлаковидных конкреций, и 2) *вермикулярный латерит* (ячеистый), представляющий собой железистую неравномерно-сотовидную матрицу, ячейки которой выполнены каолинитом. Достаточно мягкий, в слабой степени ожелезнения вермикулярный латерит получил название *плинтита*. Обычно в профиле ферраллитных почв с латеритом пизолитовый латерит залегает над вермикулярным. Если вермикулярный латерит еще не сформирован и соответствующий прослой представлен лишь плинтитом, над последним в почве встречается множество отдельных железистых конкреций, не образующих, однако, сплошного латеритного прослоя.

Латериты в ферраллитных почвах тропиков встречаются в естественном состоянии лишь в определенных геоморфологических (геохимических) условиях (рис. 54): это подножья либо перегибы склонов с резким изменением скорости грунтового потока, богатого соединениями железа.

При эрозии поверхностных горизонтов ферраллитных почв латеритные прослои могут выйти на поверхность и образовать железистый панцирь, препятствующий дальнейшей эрозии. Такие поверх-

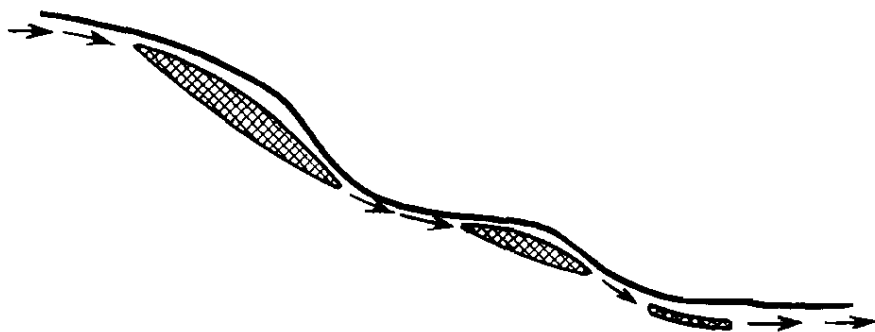


Рис. 54. Распространение латеритных прослоев в ферраллитных почвах в зависимости от геоморфологии местности по пути движения грунтового потока

ностные панцири, подстилаемые мощной каолининовой толщей коры выветривания и предохраняющие ее от размыва и денудации, характерны для многих районов экваториальной Африки. Описаны они и в Австралии, но как древние памятники третичного влажно-тропического почвообразования в современных пустынях континента, где образуют своеобразные грибообразные формы рельефа (рис. 55).

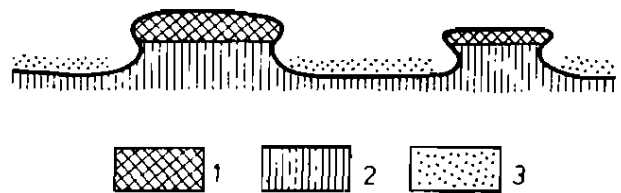


Рис. 55. Остаточные латеритные панцири (1) на древней каолининовой коре выветривания (2) и рыхлый покров железистых конкреций (3), формирующиеся при денудации поверхности в пустынях Австралии

Ферраллитные почвы формируются под воздействием весьма интенсивного биологического круговорота веществ влажно-тропического и влажно-субтропического вечнозеленого леса, биомасса которого превышает 500 т/га. Это самая большая биомасса на нашей планете, которая, будучи помноженной на площадь таких лесов, дает почти 50% всей биомассы суши земного шара. Интенсивный биологический круговорот поддерживается непрерывно идущими процессами синтеза и разложения органического вещества, причем освобождающиеся при разложении мертвой биомассы минеральные элементы немедленно перехватываются организмами и вовлекаются в новые циклы синтеза-разложения, что препятствует их выносу из ландшафта. Это приводит к тому, что значительная доля общего запаса минеральных элементов питания данного ландшафта постоянно находится в самой биомассе, а не в почве, как в других ландшафтах планеты. Этим объясняется известный «парадокс тропиков»: в естественном состоянии лесные экосистемы на ферраллитных почвах имеют высокую биологическую продуктивность и накапливают огромную биомассу, а будучи выведенными из природного равновесного состояния и превращенными в агроэкосистемы, не способны обеспечить и минимальную продуктивность, поскольку ферраллитные почвы крайне обеднены элементами минерального питания; «самые плодородные» почвы в естественном состоянии становятся «самыми бесплодными» в условиях сельскохозяйственного использования.

Указанное обстоятельство приводит к необходимости особой технологии земледелия на ферраллитных почвах: теневая культура под кронами деревьев; мульчирование поверхности; агролесоводство; смешанные посевы; преимущественное развитие плантационного земледелия и минимум полевого; особое внимание к органическим удобрениям; высокие, но дробные дозы минеральных удобрений (нужно много внести питательных веществ, но сразу их внести нельзя из-за высокой интенсивности выноса или фиксации); минимальная механическая обработка из-за опасности эрозии и дегумификации.

Среди группы ферраллитных почв выделяют три подгруппы, каждая с набором своих специфических типов почв: 1) ферраллит-

ные недифференцированные почвы (*ферральсоли* по международной номенклатуре) или типичные ферраллитные почвы с горизонтом Вох; 2) *ферраллитные дифференцированные* почвы (*нитосоли* по международной номенклатуре), не имеющие морфологически выраженного осветленного элювиального горизонта Е, но с четким горизонтом Вt, ох; 3) *ферраллитные сильнодифференцированные* кварц-каолинитовые почвы (*акрисоли* или *ферракрисоли* по международной номенклатуре) с резко выраженным осветленным элювиальным горизонтом Е.

12.2. Ферраллитные недифференцированные почвы

Характерным представителем ферраллитных недифференцированных почв является *краснозем*, распространенный в СССР лишь на относительно небольшой территории в Западной Грузии и покрывающий большие территории в Южной (Амазония), Центральной и Северной (Флорида) Америке, на западе экваториальной Африки, в Юго-Восточной Азии, включая Южный Китай, на островах Океании, на северной оконечности Австралии, на севере Новой Зеландии. Для этих районов характерен постоянно влажный или частично муссонный жаркий субтропический или тропический климат с годовыми осадками более 2000 мм. В пределах столь большого ареала, охватывающего несколько континентов с разными геоструктурными поверхностями и разнообразием конкретных климатов и растительных ассоциаций (в пределах формации влажного вечно-зеленого леса), естественно, спектр почв довольно большой, но все они отвечают основным диагностическим критериям ферральсолей и в том числе краснозема.

Интересна эволюция представлений о красноземе как почвенном типе. Первые исследователи грузинских красноземов (А. Н. Краснов, 1894; В. В. Докучаев, 1899) отождествляли их с «латеритными почвами», как тогда назывались ферраллитные образования. Затем К. Д. Глинка (1906) выделил и отдельно показал на своей первой мировой карте «краснозем» (*terra-rossa*), «латерит», «желтозем» (*Gehängelehm* Рихтгофена) и «краснозем субтропических и тропических полупустынь». Позднее, когда зонально-географические концепции стали господствующими и предполагалось, что каждой природной зоне должен соответствовать свой «зональный» почвенный тип, красноземы вместе с желтоземами стали считать почвами влажных субтропиков, а «латеритные», или ферраллитные, почвы — почвами влажных тропиков. Наконец, в последние два десятилетия почвоведы, сначала в Западной Европе и США, а затем и в СССР (А. И. Ромашкевич, 1979) вернулись к исходной позиции В. В. Докучаева, полагая краснозем одним из типов ферраллитных почв.

Действительно, красноземы Западной Грузии отвечают всем диагностическим признакам ферраллитных недифференцирован-

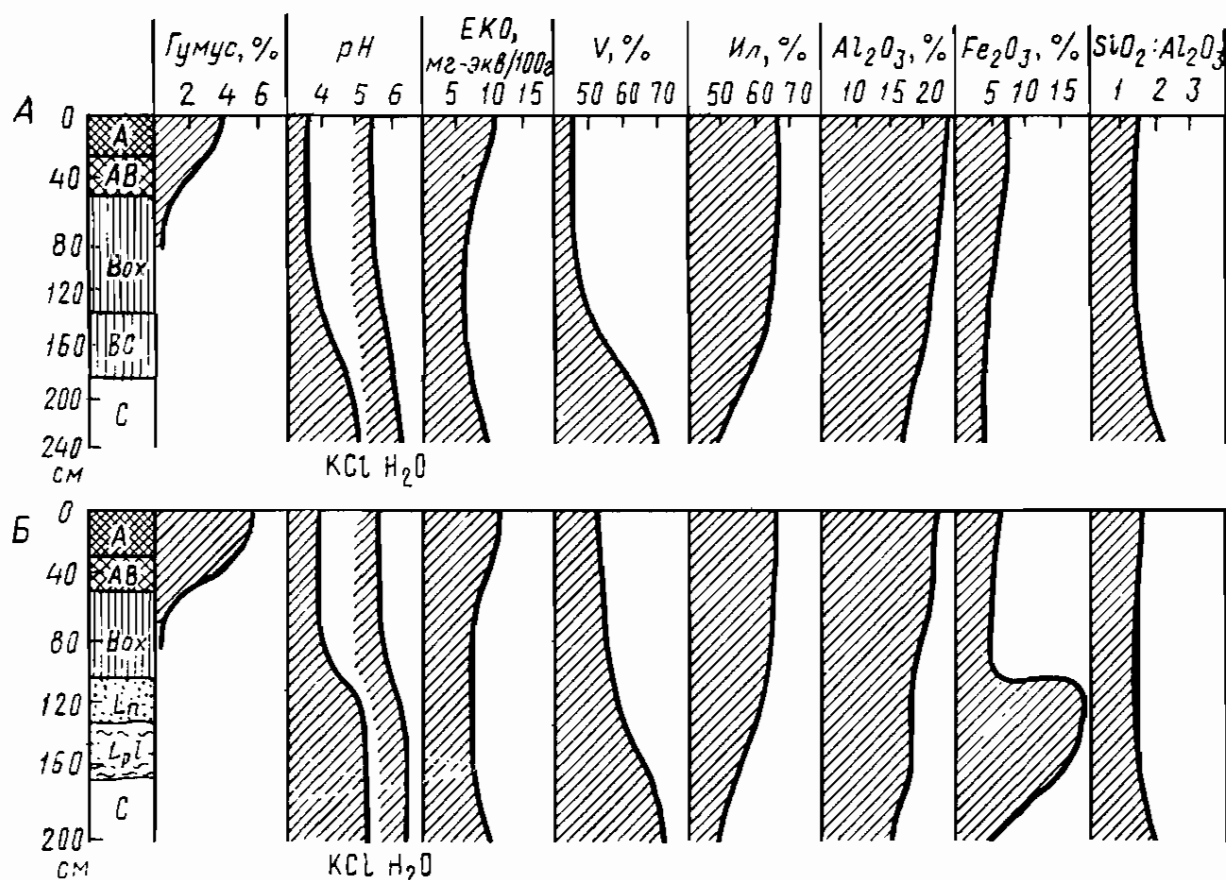


Рис. 56. Профильная характеристика ферраллитной недифференцированной почвы (А) и той же почвы с латеритом (Б)

ных почв (рис. 56), несколько различаясь между собой по степени ферраллитизованности минеральной массы, мощности профиля и характеру современного почвообразования.

Согласно современным представлениям (А. И. Ромашкевич, 1979) развитие собственно почвенной толщи ферраллитных почв, включая красноземы, происходит либо параллельно с формированием коры выветривания, либо путем наложения современных почвенных процессов на ранее сформированный профиль коры выветривания. При этом предполагается гетерохронность общего профиля. Современная почва отделяется от исходной горной породы мощной толщей коры выветривания, причем граница между почвой и корой выветривания как почвообразующей породой становится неясной. Это дало основание И. П. Герасимову (1964) ввести понятие «деятельной зоны почвообразования» для отделения собственно почвы от коры выветривания.

Фундаментальные исследования соотношения выветривания и почвообразования при ферраллитизации были проведены академиком Б. Б. Полыновым (1933, 1936, 1956), который на примере Западной Грузии показал, что краснозем и красноземная кора выветривания — это разные образования и что в большинстве случаев современные почвы по возрасту не синхронны коре выветривания, а моложе ее. Он установил, что на красноземной коре выветривания развиваются специфические формы кислого лесного почвообразования, а различным формам коры выветривания соот-

ветствуют различные варианты современных почв. Впоследствии на этой основе было сформировано представление о том, что недифференцированный краснозем — это бурая лесная почва на красноземной коре выветривания, а профилно-дифференцированный краснозем — это подзолистая почва на той же коре выветривания, но в условиях большего увлажнения и меньшей дренированности. Эти принципиальные соображения сохранили полностью свое значение до сегодняшнего дня, хотя конкретные представления о тех или иных почвенных процессах существенно изменились. Особенно важны эти представления для многих тропических районов, где современная относительно маломощная почва подстилается мощной многометровой толщей каолинитовой коры выветривания и где процессы почвообразования и выветривания полностью разделены в вертикальном пространстве. В частности, в современном профиле почв, сформированных на древней ферраллитной коре выветривания, процессы миграции тех или иных элементов и их соединений могут быть не такими, какие характерны для ферраллитизации вообще как специфического процесса выветривания. Верхние горизонты некоторых ферраллитных почв (ферраллитные эутрофные) могут быть обогащены кальцием, магнием, калием; в профиле может иметь место перераспределение кремнезема и полуторных оксидов, в частности по элювиально-иллювиальному типу; иногда отмечается поверхностная аккумуляция подвижных соединений железа, как в буроземах; наконец, происходит существенное ожелезнение ферраллитной коры выветривания с образованием латеритных прослоев в той или иной части.

Термин «краснозем» к ферраллитным почвам субтропиков и тропиков применяется довольно условно. Например, все красноземы Западной Грузии либо желтые, либо красновато-желтые и лишь очень редко красные. Наоборот, красноземы Юньнана в Китае, Эфиопского нагорья в Африке или Шанского нагорья Бирмы интенсивно красные. Особенно темно-красные почвы образуются на богатых ферромагнетизальными минералами породах. В целом же нужно говорить о гамме почвенных окрасок от темно-красной до ярко-желтой. Верхний гумусовый горизонт всегда имеет коричневую, бурую, серую окраску вследствие присутствия гумуса. Таким образом, часто используемый в отношении ферраллитных почв термин «красно-желтые» представляется весьма оправданным, оправдан он и в отношении красноземов.

В естественном состоянии под лесом ферраллитные почвы содержат много гумуса — до 10% в слое 0—10 см. Гумусовый горизонт колеблется по мощности от 30 до 60 см. Содержание гумуса сначала резко, а затем весьма постепенно падает с глубиной. Гумус резко фульватный ($C_{гк} : C_{фк} < 1$), причем в составе гумуса преобладают свободные или связанные с полуторными оксидами гуминовые и фульвокислоты; очень мало гуминовых кислот, закрепленных кальцием. В составе гумуса существенную роль играет негидролизуемый остаток (до 60%). Характерно широкое отношение $C:N$ в составе гумуса (14—19), свидетельствующее об его

обедненности азотом. После сведения леса и распашки содержание гумуса в почве быстро и резко падает. В поверхностном гумусовом горизонте пахотных почв гумуса содержится не более 3—4%.

Ферраллитные почвы характеризуются высокой актуальной и потенциальной кислотностью, причем типичен широкий диапазон между водным и солевым рН, свидетельствующий об обменной природе почвенной кислотности. Типично высокое содержание обменного алюминия, вдвое-втрое превышающее количество обменных оснований и водорода.

В полном соответствии с особенностями минералогического состава ферраллитные почвы обладают крайне низкой емкостью катионного обмена (5—10 мг-экв/100 г) при высокой глинистости почвенной массы. В составе обменных катионов ничтожную роль играют Ca^{2+} и Mg^{2+} , почти нет K^{+} и совсем нет Na^{+} , поэтому почвы характеризуются высокой ненасыщенностью.

Низкая насыщенность основаниями и высокая кислотность делают ферраллитные почвы весьма специфическими с точки зрения пригодности под те или иные сельскохозяйственные культуры. Для них характерен свой особый набор культур, что связано, конечно, еще и с климатическими особенностями гумидных тропиков и субтропиков.

Обычно ферраллитные недифференцированные почвы обладают благоприятными водно-физическими свойствами благодаря хорошей макро- и микроагрегированности. Их плотность в верхнем горизонте 1,1—1,2 г/см³ и лишь несколько повышается с глубиной. Микроагрегированность связана с прочными полутораоксидными мостиками между минеральными частицами. Следствием высокой агрегированности является высокая порозность аэрации и водопроницаемость при удовлетворительной влагоемкости. Однако выпаханые ферраллитные почвы после нескольких лет интенсивного использования в земледелии приобретают ряд неблагоприятных физических особенностей, становятся склонными к сплыванию во влажном состоянии.

Очень сложную проблему представляет применение минеральных удобрений на ферраллитных почвах. Дефицит в почвах кальция, магния, калия, фосфора, азота требует их постоянного внесения для получения приемлемых урожаев. Проблема состоит в том, что вносимые азотные и калийные удобрения быстро исчезают из почвы вследствие интенсивных микробиологических процессов и выноса просачивающимися атмосферными водами; фосфорные же удобрения быстро инактивируются вследствие образования нерастворимых фосфатов. Эффективное использование минеральных удобрений на ферраллитных почвах — это буквально искусство, требующее точного учета погодных условий и состояния растений.

12.3. Ферраллитные дифференцированные почвы

Ферраллитные дифференцированные почвы (нитосоли, «оподзоленные красноземы», «красно-желтые подзолистые почвы») отличаются от описанных недифференцированных почв наличием глинисто-аккумулятивного горизонта *Bt*, *ох* в средней части профиля, причем важно подчеркнуть отсутствие морфологически выраженного осветленного горизонта *E* над ним (рис. 57). Горизонт *Bt*, *ох* в профиле четко выделяется морфологически по большей глинистости по сравнению с выше и ниже лежащими горизонтами, по укрупнению структуры, становящейся призматической или глыбистой, по большей уплотненности (плотность 1,4—1,6 г/см³) и твердости, по наличию глинистых натечных пленок на гранях структурных отдельностей. Микроморфологический анализ показывает наличие натечных глин.

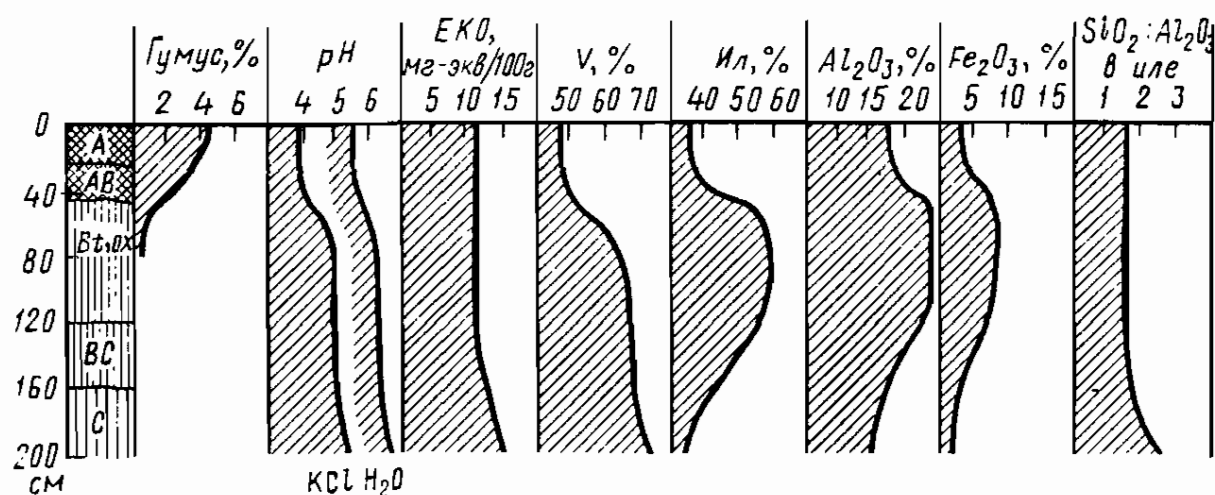


Рис. 57. Профильная характеристика ферраллитной дифференцированной почвы

Отсутствие элювиального горизонта в профиле лишь кажущееся, морфологическое. Гранулометрический и химический анализы показывают его присутствие в поверхностной части профиля над горизонтом *Bt*, *ох*. Он покрашен гумусом и тонкодисперсными оксидами железа и потому не выделяется как осветленный в профиле. Кроме того, как показали многочисленные исследования, здесь нет ни разрушения минеральной части, как при подзолообразовании, ни отбеливания, как при псевдооглеении. Главный профиледифференцирующий процесс — лессивирование, вынос тонкодисперсных глинистых частиц в неразрушенном состоянии из верхней части профиля в среднюю, где они и аккумулируются, образуя горизонт *Bt*, *ох*. Состав глины по профилю не меняется, меняется лишь ее количество.

Среди красноземов Западной Грузии дифференцированные красноземы встречаются, как указывает А. И. Ромашкевич (1979), чрезвычайно редко, будучи связанными с условиями более выровненного рельефа и наименьшей нарушенности естественного растительного покрова. С другой стороны, они широко освещались в

более ранних работах Б. Б. Полюнова (1936), М. Н. Сабашвили (1936, 1948) и других исследователей. Можно предположить их постепенную трансформацию в результате эрозионных процессов при сносе верхней элювиальной части профиля и не очень внимательное различие почвоведомы горизонтов B_{oh} и B_t , ох, характеризующих разные почвы с остаточно-недифференцированным профилем.

Очень широко ферраллитные дифференцированные почвы распространены в Африке, в частности на Эфиопском нагорье, в Кении, в обширной депрессии бассейна Конго (Заир). География этих почв в сопоставлении с географией недифференцированных ферральсолей остается пока неясной.

По своим свойствам эти почвы близки к недифференцированным, но отличаются от последних менее благоприятными физическими свойствами вследствие наличия глинисто-иллювиального горизонта в средней части профиля. В отдельные периоды в них возможно переувлажнение поверхностного горизонта, отсюда появление конкреционности.

12.4. Ферраллитные сильнодифференцированные почвы

Ферраллитные сильнодифференцированные кварц-каолинитовые почвы отличаются от описанных выше почв, во-первых, почти полным отсутствием железа в профиле и отсюда светлой, иногда белой, окраской; во-вторых, исключительно высокой кислотностью и ненасыщенностью основаниями (степень насыщенности менее 25%). Они также сильно глинистые и имеют резко дифференцированный профиль, но в отличие от нитосолей с ясно выраженным элювиальным горизонтом Е. Интересно отметить, что такие сильно аллитизированные почвы образуются на больших высотах в горах тропического пояса в условиях постоянно высокой влажности почвы и воздуха (пояс туманных лесов), что было отмечено С. В. Зонном (1964) и В. М. Фридландом (1964) для Юго-Восточной Азии, а В. В. Добровольским (1973) для Африки.

Приведенная характеристика ферраллитных почв должна рассматриваться лишь как очень обобщенная схема. Естественно, в пределах обширного трансконтинентального ареала почв влажных тропиков и субтропиков имеет место исключительное разнообразие локальных факторов почвообразования, прежде всего исходных горных пород, рельефа и растительности, что не может не сказаться на разнообразии типов формирующихся в разных условиях почв. Однако это разнообразие является больше предметом географии почв и регионального почвоведения и поэтому не рассматривается в данном контексте. Надо отметить в заключение и относительно малую систематичность изучения ферраллитных почв разных регионов мира, что затрудняет сопоставление материалов исследований, проведенных в разных странах. Дальнейшие

глубокие и систематические исследования могут существенно изменить современные представления о группе ферраллитных почв и привести к ее разделению на ряд самостоятельных групп.

Глава тринадцатая

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОЧВЫ (АНДОСОЛИ)

13.1. Общая характеристика вулканических почв

Вулканические почвы, т. е. почвы, сформировавшиеся из свежих продуктов извержения вулканов, широко распространены на земном шаре, хотя и не занимают значительной площади. Ареал их распространения в основном приурочен к горным территориям кайнозойского (альпийского) орогенического пояса. Районами их наиболее широкого распространения являются острова и восточное и западное обрамления Тихого океана (Тихоокеанское вулканическое кольцо), Средиземноморье, а также Восточно-Африканский грабен (Великая Африканская рифтовая долина). В СССР они распространены на Кавказе, Камчатке, Сахалине, Курильских островах. В международной номенклатуре они получили название *андосолей* (от японского андо — темная почва). Это название было принято на специальной международной конференции в Токио в 1964 г. в качестве официального международного термина.

Вулканические почвы формируются на вулканических лавах, туфах, пеплах и других пирокластических породах.

В результате вулканической деятельности на поверхность Земли выбрасываются вулканические продукты трех типов: жидкие, твердые и газообразные. К жидким продуктам относятся лавы разнообразного состава, которым и определяются их свойства как почвообразующих пород. Лавы основного состава маловязки и легкоподвижны. Лавовые поверхностные потоки достигают нескольких километров в длину и нескольких сотен метров в ширину.

Одновременно с лавой выбрасывается огромное количество твердых продуктов, которые при выпадении на земную поверхность образуют разнообразные обломочные пирокластические породы, включая пеплы, туфы и туффиты. Количество твердых продуктов извержения в сотни, тысячи раз превышает количество лавы. С учетом их распространения воздушными потоками на огромные площади за сотни километров от источника извержения это означает, что как почвообразующая порода пирокластические отложения несравненно более широко распространены, нежели застывшие лавовые потоки, и формирующиеся на пирокластических породах почвы являются господствующими среди вулканических почв. Эти почвы отличаются также наибольшим своеоб-

разием, определяемым как периодичностью пеплопадов, обуславливающей полицикличность почвенного профиля, так и спецификой физических, минералогических и химических свойств пирокластических отложений. Поэтому, говоря о вулканических почвах как специфическом типе почв, имеют в виду именно эти образования.

13.2. Особенности формирования пирокластических пород

Пирокластические отложения представляют собой фрагменты магмы, которые в результате извержения были подняты в воздух, охлаждены, перенесены воздушными потоками на то или иное расстояние от источника выброса и отложены на земную поверхность. Эти фрагменты подразделяют по крупности частиц на: 1) вулканический пепел (размеры частиц до 1 мм); 2) вулканический песок (от 1 мм до размеров горошины); 3) вулканические камешки (лаппили); 4) вулканические бомбы; 5) вулканические глыбы.

По мере удаления от источника извержения мощность пепловой толщи обычно уменьшается. Так, по данным И. А. Соколова (1973), мощность послеледниковых пирокластических отложений Камчатки меняется от нескольких метров вблизи вулканов до нескольких сантиметров в наиболее удаленных от источников извержений северных и северо-восточных частях полуострова. Поступление вулканического пепла определяется не только расстоянием от вулкана, но и направлением господствующих ветров. Примером этого могут служить пирокластические отложения на Японских островах или на равнинах Южной Америки, где основные массы пепла отложены к востоку от соответствующих источников извержения.

При воздушном переносе твердых продуктов извержения вулканов происходит их сортировка по крупности частиц, плотности и соответственно по химическому составу. Тяжелые минералы выпадают ближе к центру извержения, поэтому по мере удаления от него содержание тяжелых минералов в отложениях пепла уменьшается; соответственно уменьшается содержание полуторных оксидов, а доля кремния возрастает.

В соответствии с описанной дифференциацией пирокластических отложений выделяют несколько зон, отличающихся по степени влияния пеплопадов на почвообразование. И. А. Соколов (1973) выделил три зоны формирования современных пирокластических отложений: 1) зона интенсивных пеплопадов; 2) зона умеренных пеплопадов; 3) зона слабых пеплопадов.

Интенсивность пеплопадов определяет генетические особенности почв и состав почвенного покрова. В зоне интенсивных пеплопадов, где поступление пирокластического материала преобладает над процессами его переработки выветриванием и почвообразова-

нием, присутствуют исключительно специфические вулканические почвы; влияние вулканизма на почвообразование здесь выражено в максимальной степени. Для зоны умеренных пеплопадов, где накопление пирокластических отложений и процессы выветривания и почвообразования эквивалентны по своей интенсивности, характерно присутствие наряду со специфическими вулканическими почвами и невулканических почв; закономерности зонального почвообразования здесь тесно переплетены с влиянием вулканической деятельности и осложнены ею. В зоне слабых пеплопадов зональные особенности почвообразования преобладают, почвенный покров состоит из невулканических зональных почв, которые имеют лишь некоторые черты, обусловленные влиянием вулканизма.

Важно подчеркнуть, что почвообразование и выветривание на вулканических пеплах протекают параллельно в единой толще породы.

13.3. Особенности почвообразования на пирокластических породах

Преобладающим в составе пирокластических отложений минералом является вулканическое стекло, весьма податливое к выветриванию. Наряду с высокой дисперсностью отложений это обуславливает высокую интенсивность процессов выветривания.

При отложении пепел имеет кислую и сильноокислую реакцию, определяемую кислотными компонентами в его составе, в частности окисляющимися соединениями серы. Эти компоненты в условиях гумидного климата быстро выщелачиваются и на начальных стадиях выветривания освобождается большое количество оснований, что приводит к развитию нейтральной или щелочной реакции выветривающегося материала. На последующих стадиях выветривания основания выносятся, что снова приводит к установлению кислой реакции. Процесс выветривания сопровождается потерей кремния и остаточным накоплением железа и особенно алюминия. Это приводит к тому, что отношение $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ в вулканических почвах намного ниже, чем в невулканических. Освобожденные при выветривании первичных минералов породы гидроксиды алюминия и кремния взаимодействуют в растворе, образуя аллофан — аморфный минерал (изоморфная смесь с общей формулой $n\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$), господствующий среди вторичных минералов в вулканических почвах. В результате кристаллизации аллофана образуются галлуазит и гиббсит, присутствующие в относительно древних пирокластических отложениях. Молодые вулканические пеплы и сформированные на них почвы содержат почти исключительно аллофан. Поскольку верхние горизонты вулканических почв наиболее молодые, а нижние — наиболее древние, доля окристаллизованных минералов с глубиной возрастает.

Таким образом, для пирокластических отложений в гумидном климате характерен аллитный тип выветривания, в результате которого формируется кислая ненасыщенная аллитная кора выветривания, у которой наиболее выветрелыми являются нижние, самые древние слои. Иная обстановка складывается в вулканических почвах, формирующихся в условиях аридного климата, где процессы выветривания идут по пути образования нейтральной или щелочной насыщенной (или карбонатной) коры выветривания с иным минералогическим составом.

Вулканизм оказывает существенное влияние на почвообразование, сообщая вулканическим почвам целый ряд специфических черт, обусловленных периодическим выпадением пирокластического материала, его своеобразными физическими и химическими свойствами. Важнейшей из таких черт является полигенетичность вулканических почв. В их профиле присутствуют реликтовые признаки, погребенные горизонты, иногда погребенные профили. Это определяет полициклический характер почвенного профиля, который по образному выражению В. О. Таргульяна и И. А. Соколова (1964), состоит из нескольких вложенных элементарных профилей. Периодические пеплопады обуславливают еще одну характерную черту вулканических почв. В их профиле самые древние и наиболее измененные процессами почвообразования и выветривания горизонты расположены внизу, а самые молодые, наименее выветрелые и постоянно «омолаживающиеся» при пеплопадах — вверху.

13.4. Особенности вулканических почв

Профиль вулканических почв имеет сложное строение, их облик формируется при различном сочетании процессов выветривания, с одной стороны, и отложения пирокластического материала, с другой. В зависимости от возраста профиль вулканических почв имеет строение А-С, А-АС-С либо А-В_т-С.

Мощность профиля вулканических почв часто превышает 1 м, но, естественно, зависит от возраста отложения и его мощности, связанной с расстоянием от источника извержения. Гумусовый горизонт А вследствие высокого содержания гумуса имеет серый, темно-серый, иногда почти черный цвет. Граница между ним и метаморфическим горизонтом В_т, если он присутствует, очень четкая. Горизонт В_т имеет яркую окраску красноватого, желтого, оранжевого цветов. Характерно наличие переходных горизонтов и подгоризонтов в профиле. Строение профиля может осложняться процессами оподзоливания, оглеения и другими, приводящими к появлению соответствующих генетических горизонтов.

Плотность вулканических почв очень мала (0,6—0,8 г/см³), что имеет диагностическое значение при выделении вулканических почв. Вулканические почвы обычно слабо оструктурены, структурные отдельности непрочны, однако хорошо выражена микрострук-

тура. Почвенная масса рыхлая, рассыпчатая, что также имеет диагностическое значение. Вулканические почвы обладают высокой водопроницаемостью.

Вулканические почвы, развитые на туфах и застывших лавовых потоках, имеют некоторые особенности, определяемые характером этих пород. Туфы представляют собой легкую пористую твердую породу, которая образовалась в результате флювигенного переотложения пирокластического материала и последующей его цементации. Поэтому формирующиеся на туфах почвы имеют обычно несколько меньшую мощность почвенного профиля по сравнению с почвами на пирокластических отложениях. На застывших лавовых потоках процессы почвообразования и выветривания протекают еще медленнее, поэтому мощность почв на этих почвообразующих породах еще меньше, их характерной особенностью является высокая скелетность. Застывший лавовый поток имеет неровную поверхность, осложненную трещинами и разломами; в последних может аккумулироваться вулканический пепел в случаях, когда лава перекрывается пирокластическими отложениями. Поэтому генетические горизонты вулканических почв на лавовых потоках часто прерывисты, а границы между ними неровны. Слоистость, характерная для некоторых почв на пирокластических отложениях, в почвах на лавах и туфах не выражена.

В гумидных районах вулканические почвы имеют слабокислую реакцию, значения рН лежат в пределах 5,5—6,5. При этом реакция вулканических почв несколько сдвинута в щелочную сторону по сравнению с формирующимися рядом невулканическими почвами; емкость катионного обмена вулканических почв несколько выше: она колеблется в довольно широких пределах от 15 до 50 мг-экв/100 г в гумусовом горизонте. Насыщенность почв основаниями составляет обычно 30—60%, в их составе преобладает кальций, несколько меньше доля магния.

Присутствие в вулканических почвах аллофана и гидроксидов алюминия определяет их высокую сорбционную способность по отношению к фосфатам. Сорбция фосфатов может достигать 2000—2500 мг/100 г почвы.

Биологическая активность вулканических почв по сравнению с невулканическими зональными почвами повышена. В совокупности с высоким содержанием аллофана, способствующего закреплению гумуса, это приводит к высокой гумусности почв. Содержание гумуса в вулканических почвах достигает 15—20% и более, редко опускается ниже 10% в гумусовом горизонте. Общей чертой гумуса вулканических почв является преобладание в составе гумусовых кислот свободных и связанных с подвижными полуторными оксидами гуминовых кислот и фульвокислот. Некоторые свойства вулканических почв представлены в табл. 28.

Т а б л и ц а 28. Свойства вулканических почв (о. Ява, склон вулкана Тангубан) (по В. М. Фридланду, 1975)

Почва	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	рН	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				Насыщенность, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	сумма	
На вулканическом пепле основного состава	A 0—10	17,06	5,6	3,0	3,0	8,1	14,1	43
	B 50—60	7,22	5,9	2,5	3,5	1,6	7,6	79
	[A] 90—100	12,64	6,0	2,0	2,5	7,9	12,4	36
	[Bm] 180—190	3,09	6,0	3,0	2,0	1,0	6,0	83
На вулканических туфах и лаве	A' 0—20	4,77	5,7	10,0	7,0	2,6	19,6	87
	A'' 20—50	4,88	6,0	10,0	7,0	2,4	19,4	88
	A''' 50—75	3,75	6,0	9,0	7,0	2,4	18,4	87
	Bm 75—120	3,42	6,1	9,0	7,0	1,3	17,3	93
	BC' 120—160	—	6,1	6,0	5,5	2,4	13,9	83
	BC'' 160—180	—	6,3	3,5	3,5	0,7	7,7	91

13.5. Систематика вулканических почв

Подход к систематике вулканических почв отличается от такового для других почв, поскольку условия их формирования являются специфическими вследствие подчеркнутого влияния вулканизма на почвообразование. Особенности вулканических почв определяются в конечном итоге соотношением интенсивности процессов почвообразования и накопления пирокластического материала или, иными словами, степенью освоенности процессами почвообразования вулканогенной почвообразующей породы. Этот принцип послужил основой классификации вулканических почв (андосолей), использованной при составлении легенды к Почвенной карте мира масштаба 1 : 5 000 000, созданной ФАО/ЮНЕСКО в рамках международного сотрудничества. В качестве диагностических признаков выбраны содержание невыветрелого вулканического стекла, содержание гумуса и мощность гумусового горизонта, емкость катионного обмена, плотность, гранулометрический состав, сложение почвы. Выделены следующие подтипы вулканических почв (андосолей), составляющие эволюционный ряд от наиболее слабо-развитых до наиболее зрелых.

Стекловатые андосоли — содержат наибольшее количество невыветрелого вулканического стекла, имеют относительно грубый гранулометрический состав.

Светлые андосоли — характеризуются низким накоплением гумуса (гумусовый горизонт малой мощности или с низким содержанием гумуса) и наличием горизонта В метаморфического огливания; степень насыщенности основаниями низкая (не выше 50%).

Гумусовые андосоли отличаются более высоким накоплением гумуса, степень насыщенности основаниями не превышает 50%.

Моллевы андосоли — имеют достаточно мощный гумусовый горизонт с высоким содержанием гумуса, темно-серого или черного цвета, зернистой или комковатой структуры; степень насыщенности основаниями превышает 50%.

13.6. Сельскохозяйственное использование вулканических почв

Пути использования вулканических почв в сельском хозяйстве весьма разнообразны, что обусловлено расположением этих почв в различных биоклиматических условиях. Однако генетическая общность этих почв во всех районах земного шара определяет и общность основополагающих принципов их использования в сельскохозяйственном производстве.

Для вулканических почв гумидного климата характерна быстрая потеря естественного плодородия при земледельческом освоении (И. А. Соколов, 1973). Необходимым приемом повышения их плодородия является известкование, снижающее их кислотность и, с другой стороны, уменьшающее сорбцию фосфатов аллофаном при уменьшении кислотности. Внесение минеральных удобрений весьма эффективно и резко увеличивает плодородие вулканических почв, однако активная сорбция фосфатов осложняет применение фосфорных удобрений. Целесообразно внесение органических удобрений, которые не только повышают запасы питательных веществ, но и уменьшают поглощение фосфатов почвой. Водно-физические свойства вулканических почв обычно благоприятны для сельскохозяйственных растений.

Поскольку эти почвы в сильной степени подвержены водной эрозии, а в аридных районах — дефляции вследствие большой рыхлости и низкой связности, что осложняется еще и положением на склонах, их использование в сельском хозяйстве должно предусматривать систему противоэрозионных почвоохранных мероприятий. Соответственно в большинстве районов мира эти почвы используются для создания многолетних плантационных насаждений, не требующих частой обработки почвы. В гумидных районах тропиков на них выращивают каучуконосную гевею, кофе, бананы, агаву сизаль, плодовые деревья. В тропических сухих саваннах они используются преимущественно как пастбищные земли. В гумидных и семиаридных субтропиках на этих почвах создают плантации цитрусовых деревьев, виноградники. Значительная часть вулканических почв находится под продуктивными лесами.

Глава четырнадцатая

ГОРНЫЕ ПОЧВЫ

Горные территории занимают немногим более пятой части общей площади суши земного шара — 30,65 млн. км², или 21% (Б. Г. Розанов, 1977). На разных континентах их доля в общей площади неодинакова. Наиболее представительными горные ландшафты являются на Азиатском континенте, занимая 47% его площади, и в Северной Америке (45%). Значительно меньшие площади заняты горами в Африке (24%), Южной Америке (23%) и Европе (20%). Меньше всего горные ландшафты представлены в Австралии и на островах Океании, где их площадь составляет 9% от общей площади суши.

14.1. Особенности факторов почвообразования в горах

Основным фактором формирования ландшафтов горных систем является высотная поясность, под которой понимается закономерная смена климата, растительности и почв с высотой местности. Определяющей чертой высотной поясности является изменение климатических условий. С увеличением высоты происходит уменьшение средней температуры воздуха в среднем на 0,5°С на каждые 100 м. С высотой уменьшается влажность воздуха, однако количество выпадающих осадков, распределение которых в пределах той или иной горной системы весьма сложно и разнообразно, в целом возрастает с увеличением высоты. Возрастает, по мере увеличения высоты, суммарная солнечная радиация, при этом доля прямой радиации возрастает, а рассеянной уменьшается. Поглощенная радиация и радиационный баланс закономерно уменьшаются с высотой.

Почвообразование в горах протекает в основном на плотных породах, что обуславливает относительно, в сравнении с почвами равнинных территорий, малую мощность почвенного профиля, высокую щебнистость и очень плохую сортированность материала, слагающего почвенную толщу.

В горах формируются коры выветривания в основном элювиального и реже транзитного типов; лишь в отдельных плохо дренированных бессточных межгорных впадинах и котловинах образуются коры аккумулятивного типа. В процессах выветривания возрастает, по сравнению с равнинными областями, роль физического выветривания, являющегося в горах, особенно в высокогорных районах, ведущим процессом формирования элювия.

В горных условиях, при преобладающем формировании почв на маломощных элювиальных и отчасти транзитных корах выветривания, почвообразование и выветривание неотделимы друг

от друга ни во времени, ни в пространстве, толщи почвообразования и выветривания физически совпадают.

Роль рельефа в горном почвообразовании чрезвычайно велика. Ее прекрасно охарактеризовал В. В. Докучаев, образно назвав рельеф «вершителем почвенных судеб» в горах. Характер рельефа различных горных систем связан с их геологической историей и особенностями слагающих их пород, однако общими чертами горного рельефа являются чрезвычайно сильная его расчлененность, большие перепады высот, разнообразие форм рельефа. Господствующими видами поверхности в горах являются склоны различной формы, крутизны и экспозиции. Такой характер рельефа обуславливает сильное развитие процессов склоновой денудации, а также формирование интенсивного бокового внутрипочвенного и подпочвенного геохимического оттока. Процессы денудации, постоянно удаляющие верхние слои продуктов выветривания и почвообразования, определяют малую мощность почвенного профиля. Такое постоянное «омоложение», обуславливая сравнительно малый относительный возраст горных почв, вовлекает в процессы почвообразования и выветривания все новые слои почвообразующей породы. Таким образом, горные почвы, с одной стороны, постоянно обогащаются продуктами выветривания и почвообразования, в том числе элементами питания растений, с другой — постоянно обедняются ими в результате интенсивного геохимического оттока.

На процессы почвообразования в горах большое внимание оказывает экспозиция склонов. В северном полушарии склоны южной и близких к ней экспозиций получают больше тепла, они более сухие, снежный покров на них держится меньше, а снеготаяние более бурное. На южных склонах в северном полушарии сильнее проявляются процессы денудации. Ниже приведена зависимость интенсивности денудации от экспозиции склонов (Д. Л. Арманд, 1959):

Экспозиция	Размытая площадь, %
Северная	14
Южная	38
Восточная	30
Западная	18

Основной чертой растительности горных стран, так же как и других природных факторов, является ее распределение по высоте в соответствии с системой высотной поясности. Для большинства горных систем наиболее общей закономерностью высотной поясности является смена с высотой лесных поясов на пояса травянистых, чаще всего луговых растительных сообществ. Пояс лиственных лесов с высотой сменяется поясом темнохвойных лесов, выше которого располагается пояс среднетравных субальпийских лугов. Еще выше находится пояс низкотравных альпийских лугов и, наконец, субнивальный пояс, отличительной чертой

Рис. 58. Схема вертикальной поясности Западного Кавказа:

1 — нивальный пояс, примитивные почвы и литосолы; 2 — альпийский пояс, горно-луговые альпийские почвы; 3 — субальпийский пояс, горно-луговые субальпийские почвы; 4 — хвойно-лесной пояс, горные кислые грубогумусные буроземы; 5 — широколиственный-лесной пояс, горные буроземы; 6 — субтропический сухолесной пояс, коричневые почвы; 7 — лесостепной пояс, серые лесные почвы; 8 — степной пояс, черноземы

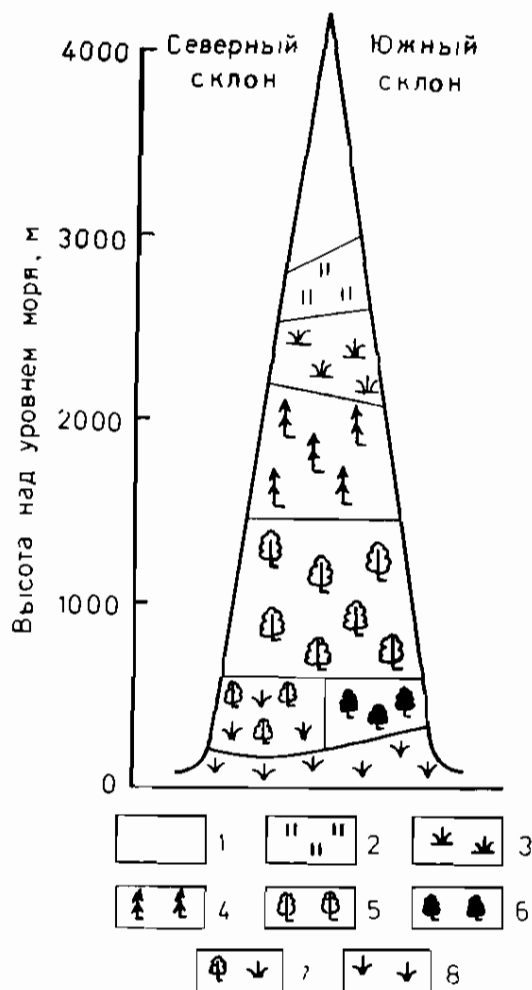
которого является отсутствие сплошного растительного покрова; выше расположен нивальный пояс — пояс господства скал, осыпей, ледников и снежников. Рис. 58 иллюстрирует описанную систему высотной поясности на примере Западного Кавказа.

По мере увеличения сухости и континентальности климата уменьшается протяженность по высоте лесных поясов и в конце концов они могут исчезать вообще, как это происходит, например, в некоторых частях гор Средней и Центральной Азии, где на горных склонах преобладают сухостепные и полупустынные растительные формации.

14.2. Специфика горного почвообразования

Одной из черт, отличающих почвообразование в горах, является неравнозначность факторов почвообразования в горных странах по сравнению с равнинными территориями. В горах резко возрастает влияние рельефа. Рельеф оказывает непосредственное влияние на почвообразование, определяя интенсивность процессов денудации, бокового стока, определяет гидротермический режим почв в соответствии с экспозицией склона и т. п. Он формирует климатические особенности как горной страны в целом, так и отдельных ее частей. Своеобразное распределение растительности в горных странах также тесно связано с рельефом. Наконец, вся высотная поясность, главная, определяющая черта природы горных стран, обусловлена большими перепадами высот, характерными для горного рельефа.

Влияние материнской породы на почвообразование в горах также проявляется сильнее. Относительная молодость почв, постоянное вовлечение в почвообразование новых слоев породы, высокая щебнистость профиля приводят к тому, что почва наследует многие свойства почвообразующей породы.



Как следует из балансовой концепции почвообразования (В. А. Ковда, 1973), баланс почвообразования в горах формируют три составляющие: биогенная аккумуляция Ab , механическая аккумуляция или вынос Am и геохимическая аккумуляция или вынос Ag . Биогенная аккумуляция всегда положительна. Следующая статья баланса — Am — в целом отрицательна. Однако на общем фоне господства процессов выноса на горных склонах может иметь место и компенсирующее вынос накопление веществ за счет их транзита, перемещения с вышележащих элементов рельефа. Количественно этот процесс накопления уступает место доминирующим процессам денудации; в общем уравнении баланса механическая аккумуляция имеет вид $\mp Am$.

Подобным же образом формируется геохимическая составляющая Ag . Характерной чертой горного почвообразования является отсутствие участия грунтовых вод в почвообразовательном процессе. В сочетании с особенностями горного рельефа это обуславливает интенсивный геохимический вынос веществ за счет поверхностного стока, а также внутрипочвенного и подпочвенного бокового стока. Так же, как и в процессах механического переноса, здесь может наблюдаться и накопление веществ, однако значительно меньшее по сравнению с геохимическим выносом. Иначе говоря, геохимическая составляющая в балансе горного почвообразования записывается в виде $\mp Ag$.

В целом баланс веществ в горном почвообразовании выражается следующим образом:

$$S = f(P + Ab \mp Am \mp Ag)t,$$

где S — почва; P — почвообразующая порода; t — время почвообразования.

Общий баланс веществ в горном почвообразовании отрицателен. Механическая денудация и геохимический вынос преобладают, а биогенная аккумуляция сопровождается постоянной потерей продуктов биогенеза. Специфический тип баланса веществ определяет многие особенности горного почвообразования и характерные черты горных почв, отличающие их от почв равнин. Интенсивная денудация вызывает несравненно большее по сравнению с равнинными ландшафтами вовлечение веществ в большой геологический круговорот.

Горные почвы маломощны, для них характерна высокая щебнистость и плохая сортированность почвенного материала. Они обогащены первичными минералами, доля вторичных минералов в них невелика. Своеобразно их гумусное состояние. Содержание органического вещества в них велико и может достигать 15—20% и более в верхней части гумусового горизонта, однако в его составе преобладают слабогумифицированные вещества, много слабо-разложившихся растительных остатков.

Характерной для горных почв общей чертой является слабая дифференциация почвенного профиля.

Основной закономерностью географии горных почв, так же как и других компонентов природы горных стран, является высотная зональность или поясность. Впервые высотная зональность почвенного покрова гор была установлена В. В. Докучаевым. В своей работе «К учению о зонах природы» (1899) он отмечал, что «...можно считать окончательно установленным не только нахождение типичного чернозема на Кавказе, но и существование здесь ряда вертикальных почвенных зон, теснейшим образом связанных с известными климатическими и растительными особенностями местных горных возвышенностей».

Высотная поясность ни в коей мере не является прямым аналогом широтной зональности почв. Изменение биогидротермических условий с высотой хотя и может иногда напоминать изменение растительности и климата в системе широтной зональности, тем не менее в целом изменение комплекса факторов почвообразования в соответствии с высотной поясностью специфично для горных территорий.

Характер чередования почв в системе высотной поясности имеет свои особенности в различных горных странах и даже в разных частях одной горной страны. Наибольшим разнообразием отличается почвенный покров самых нижних частей горных стран. В лесном поясе подавляющим распространением пользуются буроокрашенные слабодифференцированные почвы — горные буроземы и близкие к ним почвы; выше распространения лесной растительности под горными лугами и степями преобладают гумусовые слабодифференцированные почвы — горно-луговые, горные лугово-степные, горно-степные.

В горных условиях буроземы являются господствующими почвами во всем лесном поясе — и под лиственными, и под хвойными лесами. В горах процессы выноса, как было отмечено выше, компенсируются за счет поступления в почву элементов при выветривании плотной почвообразующей породы, что способствует развитию буроземообразования; интенсивность выветривания постоянно поддерживается процессами денудации. Иными словами, горные буроземы представляют определенную историческую стадию развития почвенного покрова лесных поясов горных стран, длительное время поддерживаемую в условиях горного склонового почвообразования.

Преобладание в верхних поясах гор гумусных слабодифференцированных почв под луговой и степной высокогорной растительностью также связано с отрицательным балансом горного почвообразования, который обуславливает маломощность, слабую дифференцированность профиля и определенную близость всех почв, формирующихся в условиях высокогорий за пределами распространения лесной растительности.

Характер высотной поясности зависит от положения горной страны в системе широтной зональности, а также от сухости и континентальности климата; он может существенно осложняться местными биоклиматическими и литологическими условиями.

Во всем многообразии почв, слагающих почвенный покров горных стран, присутствуют как почвы, характерные только для гор и не встречающиеся на равнинах, так и почвы, имеющие аналоги на равнинных территориях. К первым относятся горно-луговые, горные лугово-степные, а также горно-тундровые почвы. В высокогорьях особенности горных ландшафтов выражены наиболее полно и ярко, в максимальной степени проявляется специфичность горного почвообразования.

14.3. Особенности типов горных почв

Горно-тундровые почвы формируются в субнивальном поясе и являются обычно самым верхним звеном в системе высотной поясности почвенного покрова. Характерными чертами условий их образования являются господство низких температур, малая продолжительность безморозного и вегетационного периодов, мощный, долго сохраняющийся снежный покров. Высшая растительность плохо развивается в таких условиях, поэтому в растительном покрове преобладают мхи и лишайники. Встречаются мелкие кустарники. Низкие температуры обуславливают малую биологическую активность почвы и накопление больших количеств слабогумифицированного органического вещества, иногда образующего сухоторфяной горизонт небольшой мощности.

Почвенный профиль имеет небольшую мощность, не превышающую обычно 50—60 см. Почвы имеют кислую реакцию, обусловленную в первую очередь накоплением кислых продуктов разложения растительного опада, и слабо насыщены основаниями (табл. 29). В составе гумуса преобладают фульвокислоты.

В высокогорьях, за пределами распространения лесной растительности, в альпийском и субальпийском поясах формируются *горно-луговые* и *горные лугово-степные* почвы — наиболее широко распространенная в этих поясах группа почв.

Т а б л и ц а 29. Свойства горно-тундровой почвы Западного Саяна (М. П. Смирнов, 1970)

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	рН	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				Насыщен- ность, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	сумма	
0—10	87,5*	1,64	4,4	2,0	2,2	27,5	31,4	13
10—20	20,4	0,88	4,6	3,8	14,0	25,5	43,3	41
25—35	8,4	0,38	4,8	5,0	18,9	17,0	40,9	58
50—60	5,7	—	5,2	3,1	22,1	15,9	41,1	62
80—90	—	—	5,2	4,4	22,2	8,0	34,6	77

* Потеря при прокаливании.

Горно-луговые почвы. Эти почвы формируются на выщелоченных продуктах выветривания плотных пород, занимая вершины и верхние части склонов хребтов и гор всех экспозиций. Климатические условия развития этих почв характеризуются большим количеством выпадающих осадков, достигающим 1000—1500 мм и более в год. Осадки превышают испаряемость в 2—3 раза и более, что обуславливает промывной водный режим почв. Растительный покров представлен сообществами среднетравных субальпийских и низкотравных альпийских лугов.

Профиль горно-луговых почв отличается слабой дифференцированностью и небольшой мощностью, редко превышающей 60—70 см. Профиль имеет следующее строение: Ad-A-AC-C. Иногда в нем обособляется горизонт В. Для горно-луговых почв характерно наличие мощной, плотной, прочно скрепленной корнями травянистой растительности дернины мощностью до 10 см и более. Под дерниной располагается гумусовый горизонт А, имеющий мощность обычно в пределах 10—20 см, темно-бурого или коричневато-бурого цвета. Структура его мелкокомковатая или зернисто-мелкокомковатая, часто с элементами порошистости. В нем часто содержатся каменистые включения. Переход в нижележащий горизонт AC постепенный.

Переходный горизонт AC имеет мощность 15—25 см. Его окраска светлее, чем у гумусового горизонта, в ней присутствуют бурые тона. Структурные отдельности здесь также представлены мелкими комками и реже зернами, но выражены менее отчетливо. Количество каменистых включений в этом горизонте возрастает. Переход в горизонт C заметный.

Горизонт C — почвообразующая порода — представляет собой элювий, делювий (или, чаще, их сочетание) коренных пород. В значительной своей части он сложен каменистыми отдельностями (до 80% и более по объему) различного размера. Бесструктурный мелкозем часто окрашен в различные оттенки желто-бурого цвета. Горизонт C, обычно мощностью 20—30 см, переходит в коренную породу.

Горно-луговые почвы имеют малую плотность верхних горизонтов, для них характерны большая влагоемкость, уменьшающаяся книзу, и высокая водопроницаемость, также обычно уменьшающаяся от верхних горизонтов к нижним. Они содержат большое количество гумуса, при этом в его составе много слабогумифицированных соединений, придающих ему «грубый» характер. В гумусе преобладают фульвокислоты. В минеральной части почвы часто высокое содержание свободных оксидов железа, вплоть до образования конкреций.

Почвы имеют кислую реакцию. Кислотность горно-луговых почв обусловлена в основном алюминием. Эти почвы имеют невысокую емкость катионного обмена и слабо насыщены основаниями.

Таковы наиболее общие свойства горно-луговых почв. Однако определенные различия в их свойствах, связанные с биоклиматическими особенностями альпийского и субальпийского поясов,

Т а б л и ц а 30. Свойства альпийской горно-луговой почвы Кавказа
на элюво-делювии глинистых сланцев (Ю. А. Ливеровский, 1945)

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	рН	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				Насыщен- ность, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	сумма	
0—12	14,57	0,77	4,71	2,1	0,6	11,7	14,4	19
20—30	10,93	0,54	4,82	1,0	0,3	12,1	13,4	9
60—70	2,04	—	5,38	0,5	—	1,7	2,2	23

дают основания для их подразделения на горно-луговые альпийские и горно-луговые субальпийские почвы.

Альпийские горно-луговые почвы имеют своеобразный сухоторфяной горизонт мощностью 1—2 см, что отличает их от других почв горных лугов. По сравнению с субальпийскими почвами они имеют более кислую реакцию, меньшую емкость катионного обмена и меньшую насыщенность основаниями (табл. 30).

Субальпийские горно-луговые почвы формируются ниже альпийского пояса. Климатические условия здесь мягче; растения, слагающие сообщества субальпийских лугов, достигают высоты 60 см и более, а их корневые системы мощнее и проникают на большую глубину. Фитомасса растительных сообществ в субальпийском поясе выше.

От горно-луговых альпийских почв субальпийские почвы отличаются отсутствием сухоторфяного горизонта, более «мягким» характером гумуса, в составе которого меньше слабогумифицированных остатков, и большей мощностью гумусового профиля. Для горно-луговых субальпийских почв характерны меньшая кислотность, более высокая емкость катионного обмена и большая насыщенность основаниями (табл. 31).

Горные лугово-степные почвы. В отличие от горно-луговых почв они развиваются в более засушливом лугово-степном поясе гор, на менее выщелоченных почвообразующих породах в условиях периодически промывного водного режима. Горные лугово-степные почвы характеризуются отчетливой выраженностью серых тонов

Т а б л и ц а 31. Свойства субальпийской горно-луговой почвы Кавказа
на элюво-делювии гнейсов (Ю. А. Ливеровский, 1945)

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	рН	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г				Насыщен- ность, %
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	сумма	
0—10	15,12	0,75	5,96	25,0	5,6	сл.	30,6	100
20—30	9,16	0,54	5,89	9,9	2,1	2,6	14,6	86
40—50	7,16	—	5,71	5,7	1,3	3,2	10,2	69
75—85	6,59	—	5,73	4,0	0,8	3,1	7,9	61

в окраске, четкой оформленностью комковато-зернистых отдельностей структуры. В профиле этих почв встречаются копролиты, чего нет в горно-луговых почвах. Профиль горно-лугово-степных почв имеет строение: Ad-A-AC-C. Дернина Ad имеет мощность 5—10 см. Под ней расположен горизонт A мощностью обычно около 15 см серовато-бурого, серовато-коричневого цвета, комковато-зернистой структуры, содержащий каменистые включения. Переход в следующий горизонт постепенный.

Переходный горизонт AC имеет мощность 15—20 см. Он светлее гумусового горизонта, его структура менее прочна, в ней преобладают комковатые отдельности. Доля каменистых включений в почвенной массе здесь больше. Переход в горизонт C заметный и выражен более отчетливо по сравнению с предыдущим.

Почвообразующая порода — горизонт C — представляет собой элювий, делювий, элюво-делювий коренных пород с большим количеством каменистых включений. Бесструктурный мелкозем окрашен в бурые, коричневые тона различных оттенков. Горизонт C, мощность которого 20—30 см, переходит в коренную породу.

Горные лугово-степные почвы отличаются от горно-луговых почв менее кислой реакцией. Значения pH обычно находятся в пределах 5,5—7,2. Кислотность почв обусловлена как водородом, так и алюминием. Они обладают более высокой емкостью катионного обмена, которая составляет обычно 30—35 мг-экв/100 г, и высокой (70% и выше), а иногда и полной насыщенностью основаниями. Почвы содержат много гумуса в горизонте A (до 10%), хотя его содержание несколько меньше по сравнению с горно-луговыми почвами. При этом в его составе выше доля гуминовых кислот, что определяет и усиление серых тонов в окраске почвенного профиля, и более высокую емкость катионного обмена. Некоторые свойства горных лугово-степных почв охарактеризованы данными табл. 32.

Таблица 32. Свойства горной лугово-степной почвы Дарваза (У. Т. Таджикиев, 1979)

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	pH	Поглощенные катионы, мг-экв/100 г		
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	сумма
0—10	9,08	0,48	6,2	10,8	5,6	16,4
22—36	6,69	0,38	6,3	10,4	4,3	14,7
36—54	5,37	0,34	6,3	—	—	—
54—80	2,14	—	6,2	6,5	3,0	9,5

14.4. Особенности использования горных почв

Специфичность горных почв обуславливает своеобразные подходы к их утилизации, которые во многом отличны от таковых для почв равнинных территорий.

В первую очередь при вовлечении горных почв в сельское хозяйство необходимо учитывать их чрезвычайную подверженность процессам разрушительной водной эрозии. Поэтому непременным условием любого использования горных почв является проведение соответствующих противоэрозионных мероприятий. Важная роль в предотвращении развития эрозионных процессов принадлежит лесам, выполняющим почвозащитную функцию регуляторов стока. Необходимо осуществлять охрану и систематический уход за лесными насаждениями, правильно организовывать и строго нормировать рубки, поскольку изреживание горных лесов даже до полноты 0,5—0,6 уже не обеспечивает их почвозащитной и водоохранной роли.

При использовании горных почв в земледелии необходимо проведение специальных противоэрозионных мероприятий. На склонах крутизной не более 10—12° возможно возделывание многолетних кормовых культур, зерновых, в меньшей степени — пропашных. В этом случае необходимо применение агротехнических противоэрозионных мероприятий и соответствующих севооборотов.

На крутых склонах применяют террасирование. Это весьма дорогостоящее мероприятие, и его применение целесообразно и экономически оправдано лишь под высокорентабельные многолетние культуры (цитрусовые, виноград, плодовые культуры). Правда, в некоторых странах в горах Азии и Южной Америки острый дефицит земельных ресурсов заставляет применять террасирование склонов при возделывании зерновых культур и овощей. Тысячелетиями создавались террасы рисовых полей на склонах гор Южного Китая, существующие и поддерживаемые в образцовом порядке до сего времени. Характерны террасы в горах Японии, Индонезии, Филиппин.

Горное земледелие значительно сложнее механизировать по сравнению с земледелием равнин. Необходимо применение специальных тракторов, почвообрабатывающих орудий, которые могут работать на склонах с каменистыми почвами, специальных комбайнов и другой техники. Энерговооруженность горного земледелия ниже в 2,5—3 раза. Поэтому в горах, в особенности на крутых склонах, возделывают главным образом весьма ценные высокорентабельные культуры: цитрусовые, эфиромасличные, благородный лавр, чай, виноград.

Высокогорные луга и степи являются прекрасными пастбищами и сенокосными угодьями. Необходимое условие их рационального использования — это нормирование выпаса с тем, чтобы не допускать перегрузки пастбищ. Неумеренный выпас кроме нарушения почвенного покрова и провоцирования эрозионных процессов еще раньше приводит к уменьшению продуктивности пастбищ, изменению в неблагоприятную сторону видового состава слагающих пастбища растительных сообществ, снижению кормовой ценности угодий, в то время как научно обоснованная нагрузка на горные пастбища даже улучшает их. Многие горные пастбища,

в особенности уже нарушенные выпасом, нуждаются в улучшении, для чего необходимо внесение минеральных и органических удобрений, подсев трав. При коренном улучшении пастбищ полностью меняют видовой состав их растительного покрова и радикально улучшают почвенные свойства, для чего применяют специальные системы обработки почвы, вносят удобрения по ранее составленным картограммам, подбирают компоненты травостоя.

Глава пятнадцатая

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

15.1. Классификационная проблема в почвоведении

Несмотря на длительную историю разработки почвенной классификации и большое количество самых разнообразных классификационных схем, предложенных разными учеными в разное время или принятых в тех или иных странах, современное положение в почвоведении характеризуется тем, что: 1) отсутствует единая общепринятая система классификации почв мира; 2) отсутствует общепринятый принцип научной классификации почв мира; 3) практически во всех странах мира, особенно в тех, где исторически сложились развитые научные школы и имеется достаточно квалифицированных кадров почвоведов, существуют своеобразные национальные системы классификации почв, основанные на различных подходах. Эта проблема до сего времени остается одной из наиболее дискуссионных в почвоведении. Как в истории науки, так и в настоящее время имеется довольно большое разнообразие подходов к решению классификационной проблемы, но интенсивный научный поиск все еще продолжается.

Что касается причин подобного положения, то главным фактором служит необыкновенная сложность самого объекта классификации — почвы, связанная со следующими обстоятельствами:

- непрерывность в пространстве почвенного покрова и отсутствие в природе дискретного почвенного тела (индивидуума) с четкими естественными границами;

- обилие переходных форм между разными почвами, часто образующих непрерывные ряды по разным параметрам — увлажнению, засолению, гумусированности, эродированности, солонцеватости и т. д.;

- высокая пространственная (по горизонтали) вариабельность измеряемых почвенных свойств;

- широкая динамика во времени почвенных свойств — суточная, сезонная, годовая, многолетняя, всковая;

- длительность эволюции природных почв, ведущая к сочетанию современных и реликтовых признаков в почвенном профиле;

— неоднозначность реакций на антропогенные воздействия в связи с разнообразием условий, видов и технологий землепользования;

— большое разнообразие почв мира, изученных с различной полнотой в разных регионах планеты;

— стремление человека в истории его хозяйственной деятельности уменьшить природное разнообразие и пространственную вариабельность почвенного покрова, сделав его более гомогенным и экологически более приспособленным к требованиям относительно небольшого числа сельскохозяйственных культур и систем земледелия.

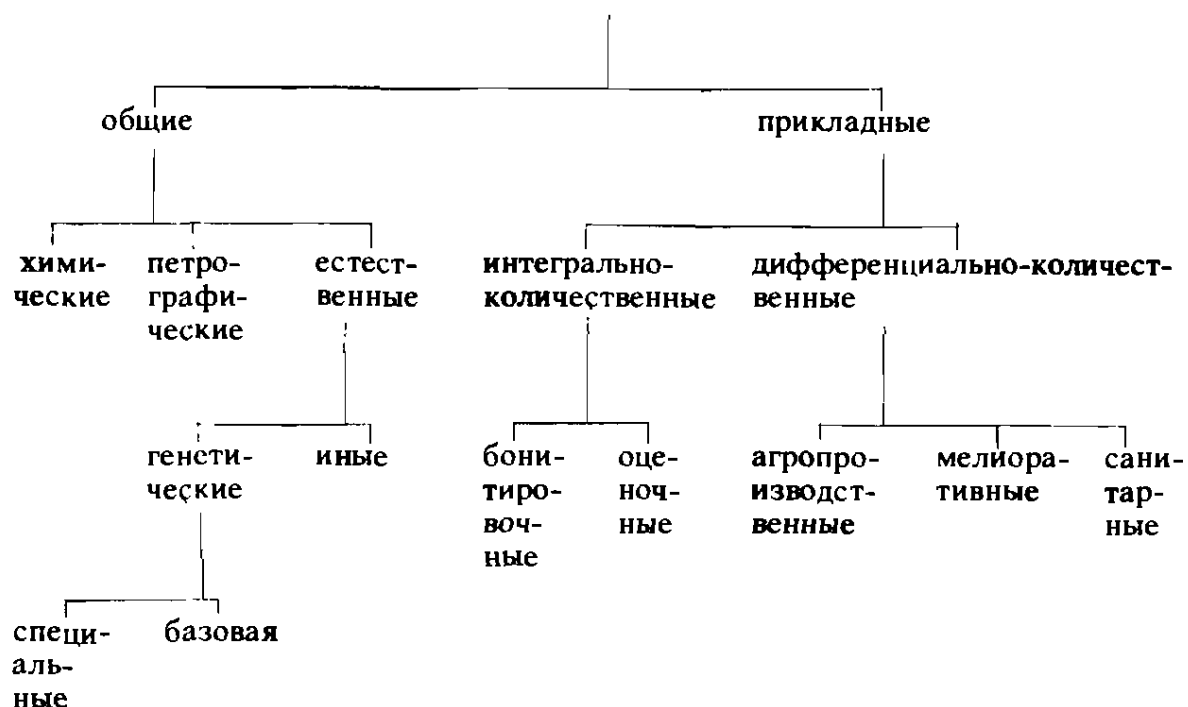
Отмеченные особенности в принципе не должны мешать классификации природных объектов, но тем не менее создают такие теоретические и практические трудности, которые до сего времени в почвоведении не преодолены, несмотря на интенсивный научный поиск.

15.2. Виды почвенных классификаций

Любой существующий объект во всем разнообразии своих проявлений может быть классифицирован в разных аспектах в зависимости от задач классификации, поскольку любая классификация каких-то объектов — это действие человека, ставящего перед собой определяющую цель рассмотрения и использования этих объектов.

Все многообразие классификаций почв можно свести к двум основным группам — общие и прикладные классификации, каждая из которых включает несколько видов (В. М. Фридланд, 1979):

Классификации почв



Общие классификации почв рассматривают почвы как природные естественно-исторические тела и группируют их на основе сходств и различий независимо от возможного использования человеком. При этом классификация почв может быть построена на основе различий и сходства в составе почв (химическая, петрографическая, биологическая и т. п.) либо на основе учета всех особенностей природных тел — естественные классификации, включая генетические, в которых учет комплекса почвенных свойств сочетается с их генетической интерпретацией.

Прикладные классификации почв определяются конкретными потребностями того или иного вида землепользования. В них почвы рассматриваются с точки зрения возможности и особенностей их использования для тех или иных целей. В этом смысле почвы можно классифицировать по их пригодности для тех или иных сельскохозяйственных культур, по потребности в тех или иных мелиорациях, по способности к самоочищению от различных загрязнений, по потенциальному плодородию для тех или иных природных или искусственных растительных ассоциаций, по лесоводственным характеристикам, по инженерным характеристикам для дорожного, аэродромного или иного строительства и т. д.

Особенностью общих классификаций почв служит их многоцелевое назначение и возможность интерпретации и использования, при соответствующем преобразовании, для любых прикладных целей. Наибольшие возможности в этом отношении дают естественные генетические классификации почв, поскольку в них учитывается весь комплекс свойств природных тел, рассматриваемых с точки зрения их генезиса, т. е. происхождения и эволюции. *Базовой классификацией почв* при этом считается та, которая: а) обладает максимальной эффективностью как в получении наибольшего числа характеристик почв, так и в точности прогноза поведения почв при том или ином воздействии на них; б) устойчива и в то же время имеет возможность развиваться, что позволяет включать вновь описываемые почвы без изменения построения; в) обеспечивает наличие общего языка науки, создающего основу ее целостности и возможность наиболее эффективного использования ее результатов в других науках и практике, что осуществляется главным образом через диагностическое содержание классификации.

Опыт науки и естествознания, в частности, показывает, что наиболее полно и адекватно отражает закономерности природы и существующие в ней естественные связи и группировки та теория, которая построена на историческом, эволюционном принципе. Исторический подход вообще позволяет вскрыть наиболее фундаментальные законы природы. Этому учит и диалектико-материалистическая философия: чтобы понять какое-то явление, его нужно рассмотреть в развитии, во взаимосвязи с окружающими явлениями. Отсюда важность генетического, эволюционного подхода в классификации почв, стремление почвоведов положить в основу генетической классификации почв последовательное разви-

тие почвенного профиля из материнской горной породы, историческое развитие почвообразовательного процесса. При этом имеется в виду общетеоретическая концепция почвоведения, гласящая, что свойства и признаки современных почв объективно отражают историю их формирования, закодированную в почвенном профиле.

В наибольшей степени как задачам базовой классификации почв, так и изложенным выше принципам отвечает *профильно-генетический подход*, впервые реализованный в классификационных схемах В. В. Докучаева (1879, 1886), в которых почвы группировались по основным чертам строения профиля и процессам, обуславливающим это строение. Этот же подход был прокламирован И. П. Герасимовым (1954) в качестве наиболее отвечающего духу и смыслу докучаевского учения о генетических почвенных типах, причем было им отмечено, что строение морфогенетических профилей почв, отражающее в наиболее конкретной и вместе с тем обобщенной форме наиболее важные особенности почвообразовательного процесса, свойственного данному генетическому типу, может и должно являться основой для диагностики и систематики почв.

Объектом почвенной классификации признается почвенный индивидум. Однако наибольшие трудности и дискуссии в почвоведении вызывала и вызывает классификация типов почв.

15.3. Русская школа классификации почв

Русская почвенно-классификационная школа была основана В. В. Докучаевым, введшим представление о почве как самостоятельном естественно-историческом теле природы. В своей схеме 1886 г. В. В. Докучаев классифицировал почвы на основе соотношения процессов литогенеза и почвообразования, имеющих важное значение в генезисе почв и строении их профилей. Им были выделены группы почв по способу залегания, классы по происхождению, типы по климатическим особенностям местности и характеру почвенного гумуса и разновидности почв по их гранулометрическому составу:

Группа А — Нормальные почвы

Класс I — Растительно-наземные почвы

Тип 1 — Светло-серые северные (подзолистые)

Тип 2 — Серые переходные (лесные)

Тип 3 — Черноземные

Тип 4 — Каштановые переходные

Тип 5 — Южно-первичные

Тип 6 — Бурые вторичные

Тип 7 — Солонцеватые

Класс II — Сухопутно-болотные почвы

Тип 8 — Почвы чернораменей

Тип 9 — Почвы луговые

Класс III — Болотные почвы

Тип 10 — Тундровые

Тип 11 — Торфяники

Тип 12 — Мокрые плавни

Группа Б — Переходные почвы

Класс IV — Перемытые

Класс V — Наземно-наносные

Группа В — Аномальные почвы

Класс VI — Наносные

Работу В. В. Докучаева продолжил Н. М. Сибирцев, переработавший классификационную схему своего учителя в свете став-

шего в то время весьма популярным учения о почвенной зональности. В 1895 г. он предложил свою классическую «зональную» систему классификации почв, надолго сохранившую свое значение и в какой-то степени используемую до сего времени.

Н. М. Сибирцев классифицировал все почвы на три класса по положению в системе почвенной зональности, а в пределах классов выделил типы почв по комплексу характеристик почвенного профиля, связанных с определенными зональными комплексами факторов почвообразования:

Класс А — Зональные почвы

Тип 1 — Латеритные

Тип 2 — Атмосферно-пылевые

Тип 3 — Пустынно-степные

Тип 4 — Черноземные

Тип 5 — Серые лесные

Тип 6 — Дерново- и раменно-подзолистые

Тип 7 — Тундровые

Класс Б — Интразональные почвы

Тип 8 — Солонцовые

Тип 9 — Болотные

Тип 10 — Перегнойно-карбонатные

Класс В — Азональные (неполные) почвы

Подкласс — внепойменные

Тип 11 — Скелетные

Тип 12 — Грубые

Подкласс — пойменные

Тип 13 — Аллювиальные

Зональный принцип классификации почв был в дальнейшем существенно развит в работах Я. Н. Афанасьева (1922), Е. Н. Ивановой (1956), Н. Н. Розова (1956). Предложенные Н. М. Сибирцевым термины «зональные», «интразональные» и «азональные почвы» сохранились и до нашего времени, хотя и не в классификационном, а в географическом значении.

Учение В. В. Докучаева о факторах почвообразования и поиски ведущего фактора в возникновении тех или иных почв были использованы при разработке серии классификационных схем, основанных на учете внешних по отношению к почве критериев.

Первую схему с учетом факторов почвообразования предложил в 1906 г. Г. Н. Высоцкий, классифицировавший почвы по характеру гидротермического режима, зависящего от климата и рельефа местности. Его идея впоследствии была развита И. П. Герасимовым, А. А. Завалишиным и Е. Н. Ивановой (1939), которые на высшем таксономическом уровне выделили ряды почв: пойменно-аллювиальный, грунтового увлажнения (при сильноминерализованных и среднеминерализованных водах), элювиально-гидроморфный, элювиальный (на засоленных, карбонатных и на некарбонатных и незасоленных породах), элювиально-ксероморфный.

Иначе к учету факторов почвообразования подошел К. Д. Глинка, опубликовавший в 1908 г. схему классификации почв, в которой почвы делились на высшем уровне на две группы: *экзодинамоморфные*, в образовании которых ведущую роль играет климат, и *эндодинамоморфные*, где главная роль принадлежит почвообразующей породе. В пределах первой группы классы почв выделялись по условиям увлажнения в зависимости от климата: недостаточного, умеренного, среднего, оптимального, временно-

избыточного, избыточного увлажнения. В пределах второй группы классы почв выделялись по типам почвообразующих пород. Далее, в пределах классов выделялись типы почв. В 1924 г. К. Д. Глинка отказался от этой схемы, приняв эволюционно-генетические концепции П. С. Коссовича.

Попытку классифицировать почвы по характеру влияния растительности в 1909 г. предпринял А. Н. Сабанин, разделивший типы почв: вечнозелено-лиственные, хвойно-лиственные, широколиственные, лугово-степные, полынно-травяные (полупустынные), болотно-растительные.

Наиболее полную систематику почв, основанную на учете факторов почвообразования, попытался дать С. А. Захаров (1927), разделивший все типы почв по характеру преобладающего в их генезисе фактора на отделы: климатогенный, орогенный, гидрогенный, галогенный, флювигенный, литогенный.

Однако ни зональный, ни факторный подходы не могли удовлетворить почвоведов, поскольку при этом не учитывались вся сумма почвенных свойств и их генетические характеристики, строились они на внешних по отношению к почве критериях.

Первая попытка дать эволюционно-генетическую классификацию почв принадлежала П. С. Коссовичу (1911), введшему представление о типах почвообразования и в наиболее полной для того времени степени разработавшему теорию эволюции почв. В своей схеме он попытался объединить представления об эволюции почв (от щелочного выветривания к кислому) и их геохимической сопряженности:

Класс I — Генетически самостоятельные почвы

Подкласс А — Почвы щелочного выветривания

Тип 1 — Пустынные

Тип 2 — Пустынно-степные

Тип 3 — Степные (черноземные)

Подкласс Б — Почвы кислого выветривания

Тип 4 — Подзолистые

Тип 5 — Тундровые

Тип 6 — Латеритные

Класс II — Генетически подчиненные почвы

1. Группа типов почв грунтового увлажнения сухих степей

2. Группа типов почв грунтового увлажнения черноземной полосы

3. Болотные почвы подзолистой зоны

4. Болотные почвы влажных тропиков и субтропиков

Эту систему более детально развили впоследствии К. Д. Глинка (1924, 1927), С. С. Неуструев (1926).

Идеи П. С. Коссовича об эволюции почв в новой классификационной системе пытался преломить Б. Б. Пыльнов (1932), разделивший почвы на два ряда: элювиальный и болотно-солончаковый, в которых развитие почв идет от щелочного выветривания к кислому при прогрессивном выщелачивании и от гидроморфного к автоморфному почвообразованию при поднятии и обсыхании равнин. Эти же идеи попытался объединить с идеей почвенной зональности Д. Г. Виленский, давший в 1924 г. систему аналогичных рядов почвообразования, расположив все почвы в

каждой природной зоне в цепи прогрессивного выщелачивания; однако схема оказалась достаточно гипотетичной, поскольку в каждой природной зоне в конце эволюции всегда эволюция шла к подзолу. Позднее он отказался от этой системы.

Попытку единой эволюционной классификации почв предпринял В. Р. Вильямс, положив в ее основу свое учение о «едином почвообразовательном процессе», который якобы развивается на планете всюду однообразно по мере отступления ледника. При этом, согласно В. Р. Вильямсу, развиваются последовательные периоды и стадии единого почвообразования: подзолистый, дерновый с двумя стадиями — луговой и болотной, степной и солончаковый. Соответственно по этим стадиям располагаются в эволюционной схеме и известные типы почв: подзолистые, луговые, болотные, черноземные, каштановые, солонцы, солончаки. Эта абстрактная схема, хотя и усиленно пропагандировалась в 50-х годах, не получила признания и имеет лишь историческое значение.

Попытку количественной характеристики типов почвообразования, выделенных П. С. Коссовичем, предпринял К. К. Гедройц (1925), используя состав обменных катионов как основу классификации почв: латеритный тип — преобладание H^+ над Ca^{2+} и Mg^{2+} ; подзолистый тип — наличие H^+ одновременно с большим или меньшим содержанием остаточных Ca^{2+} и Mg^{2+} ; черноземный тип — насыщенность почвы Ca^{2+} и Mg^{2+} ; солонцовый тип — наличие Na^+ наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} . Признавая и болотный тип почвообразования, К. К. Гедройц не включил его в свою классификацию как малоизученный. В целом предложенная система оказалась слишком схематичной, хотя соотношение обменных катионов и сейчас широко используется для диагностики и классификации почв на разных таксономических уровнях.

Развивая указанные подходы русской почвенно-классификационной школы, Е. Н. Иванова и Н. Н. Розов в 1966—1967 гг. предложили очень детальную схему классификации почв.

В схеме 1966 г. на высшем уровне классификации выделялись 10 мировых классов почвообразования, объединяющие идеи Коссовича — Глинки о типах почвообразования и Сибирцева о зональности почв: арктический, тундровый, мерзлотно-таежный, таежно-лесной, буроземно-лесной, лесостепной и степной, полупустынный и пустынный, полупустынный сероземный, кустарниково-степной и ксерофитно-лесной коричневоземный, влажно-лесной красноземно-желтоземный.

В пределах каждого из десяти классов строилась матричная сетка, в которой по вертикали давались биофизико-химические группы почв, а по горизонтали — ряды увлажнения. В полученных ячейках сетки вписывались известные типы почв, а пустые места оставлялись либо для несуществующих, либо для еще не описанных почв. Пример фрагмента системы дан в табл. 33.

Уже в следующем 1967 г. авторы существенно изменили эту схему, по-новому построив матричную сетку и на высшем таксо-

**Т а б л и ц а 33. Фрагмент классификационной схемы Е. Н. Ивановой
и Н. Н. Розова (1966)**

Биофизико-химические группы почв	Ряды увлажнения почв		
	автоморфный	полугидроморфный	гидроморфный
<i>Класс арктических почв</i>			
Фульватно-гуматные ненасыщенные	Арктиче- ские	Арктические полу- болотные	—
Фульватно-гумат- ные	—	Арктические со- лончаковатые	—
Фульватные органи- ческие	—	—	Болотные арктиче- ские

номическом уровне выделив эколого-генетические (биоклиматиче-
ские) классы почв. Пример фрагмента этой схемы дан в табл. 34.

Обе указанные схемы классификации почв были подвергнуты
существенной критике как слишком географические и не основан-
ные на собственных свойствах почв. Однако с идеей биоклима-
тических классов почв Н. Н. Розов выступал неоднократно и
позднее, несколько видоизменяя конкретные классификационные
схемы. Описанная схема 1966 г. часто за рубежом рассматри-
вается как официальная советская система классификации почв
(она, в частности, использована в учебнике «Почвоведение» под
ред. И. С. Кауричева), однако эта система никогда не была при-
нята как таковая. Как и все предыдущие классификационные
схемы, это лишь предложение определенных ученых, но не более
того.

Близкие к зонально-экологической схеме идеи развивал и
В. Р. Волобуев, неоднократно возвращавшийся в своих научных
трудах к проблеме классификации почв (1964, 1972, 1980, 1984).
Он предложил классифицировать почвы на высшем таксономи-
ческом уровне по типам органоминеральных реакций, под кото-
рыми понимал сочетания типов органического вещества (гумат-
но-фульватно-кальциевый, гуматно-фульватно-железистый, фуль-
ватно-гуматно-кальциевый и т. п.) с типами минералогического
состава (аллитный, ферраллитный, ферсиаллитный, сиаллитный).
Эти сочетания также дают матричную сетку, в ячейки которой
вписываются известные типы почв. Позднее, развивая исследова-
ния по почвенной энергетике, В. Р. Волобуев пришел к идее
энергетических почвенных общностей (тундровая, холоднодерно-
вая, лесотундровая, светлоземная, сероземная, каштановоземная,
черноземная, дерново-подзолистая, коричневоземная, желтозем-
ная, пустынно-тропическая, светло-красноземная, сухосаванная,
красно-буроземная, красноземная), которые образуют опреде-
ленные поля типов почв в координатах поступления тепла и
влаги на земную поверхность. Каждая почвенная общность вклю-

Т а б л и ц а 34. Фрагмент классификационной схемы Е. Н. Ивановой и Н. Н. Розова (1967)

Эколого-генетические (биоклиматические) классы почв	Генетические ряды почв	Биофизико-химические ряды почв				
		фульватные ненасы- щенные	фульватно-гуматные ненасыщенные	гуматно- кальциевые	гуматно- фульватно- кальциевые	гуматно- фульватно- натриевые
Класс почв таежно- лесных бореальных областей	Автоморфные	Подзолистые Лесные пеплово-вул- канические	Дерновые литогенные Дерново-карбонатные Серые лесные	—	—	—
	Слабогидроморфные	Аллювиальные дер- новые		—	—	—
	Полугидроморфные	Болотно-подзолистые	Дерново-глеевые Серые лесные глеевые	—	—	—
	Гидроморфные	Аллювиальные	Дерново-глеевые	—	—	—
		Болотные верховые Болотные низинные Аллювиальные бо- лотные	—	—	—	—

чает ряд типов почв, характеризующихся специфическими органо-минеральными реакциями.

Оригинальный подход к классификации почв предложила М. А. Глазовская (1966, 1972), разделившая на высшем таксономическом уровне все почвы на 11 геохимических ассоциаций по соотношению трех типов окислительно-восстановительной обстановки почвообразования (субазральные, супераквальные и аквальные почвы) и четырех типов реакции почвенного профиля (кислая по всему профилю, кислая сверху — слабощелочная внизу, нейтральная сверху — слабощелочная внизу, щелочная по всему профилю). На втором уровне были выделены 27 генераций почв по характеру ведущих процессов почвообразования (гумусонакопление, биохимическое выветривание, дифференциация профиля, субазральное соленакопление, гидрогенная аккумуляция на ОВ барьерах, гидрогенная аккумуляция на испарительных барьерах). На третьем таксономическом уровне выделено 37 семейств почв по типу строения профиля. В пределах семейств выделяются типы почв. Пример фрагмента такой системы показан в табл. 35.

Весьма оригинальная попытка создать историко-генетическую классификацию почв принадлежит В. А. Ковде, который еще в 1933 г. отметил, что при историческом понимании почвообразования необходимо классифицировать типы почв не по их географическому распределению (зоны), не по внешним условиям их развития (факторы почвообразования) и не по внешним признакам (окраска), а по историко-генетической связи устанавливаемых типов, являющихся многообразными стадиями почвообразовательного процесса. Позднее (1966, 1968, 1973, 1977) вместе с группой своих учеников и последователей В. А. Ковда разработал схему

Т а б л и ц а 35. Фрагмент классификационной схемы
М. А. Глазовской (1972)

Ассоциации почв	Генерации почв	Семейства почв
Кислые субазральные	Кислые гумусовые	Кислые дерновые
		Альфегумусовые
		Аллофаново-гумусовые пеплово-вулканические
	Кислые оглиненные	Буроземы
		Фульвоферраллиты
	Кислые элювиально-иллювиальные	Альфегумусовые подзолы элювиземно-подзолистые
Кислые супераквальные	Кислые гумусовые глеевые	Кислые дерновые глеевые
		Кислые пойменные дерновые

историко-генетической классификации почв, используя идеи П. С. Коссовича и Б. Б. Полынова.

В этой схеме почвы мира на высшем таксономическом уровне объединяются в 8 почвенно-геохимических **формаций** (кислые аллитные, кислые аллитно-каолинитовые, кислые каолинитовые, кислые сиаллитные, нейтральные и слабощелочные сиаллитные, нейтральные и слабощелочные монтмориллонитовые, щелочные и засоленные, вулканические почвы). В пределах каждой формации выделяются **стадиальные группы почв** (гидроаккумулятивные, гидроморфные, мезогидроморфные, палеогидроморфные, протерогидроморфные, примитивные автоморфные, автоморфные, палеоавтоморфные, горно-эрозионные почвы). Далее, в пределах стадиальных групп выделяются **климатические фации почв**, которые объединяют конкретные типы почв.

В 1975 г. И. П. Герасимов выдвинул идею разработки классификации почв на основе систематики элементарных почвенных процессов, однако пока эта идея не получила конкретного воплощения в какой-то классификационной схеме.

В самое последнее время рядом советских почвоведов были предложены новые классификационные подходы, использующие как традиционные принципы русской почвенно-генетической школы, так и новые международные подходы, развитые в работах по Почвенной карте мира масштаба 1:5 000 000.

Схема базовой классификации почв была разработана В. М. Фридландом (1980, 1981). В этой схеме почвы мира объединяются в четыре ствола (синлитогенные органоминеральные, постлитогенные, торфяные синорганогенные и торфяные посторганогенные почвы). В пределах каждого из стволов выделяются отделы по сходству основных элементов строения профилей и единству создающих их главных процессов почвообразования. Всего выделено 28 отделов, располагающихся в пределах стволов по мере усложнения строения профиля, хотя и не вполне последовательно. Далее в пределах отделов выделяется 53 **порядка почв**, каждый из которых включает ряд конкретных **больших типов или типов почв**. Будучи, несомненно, шагом вперед на пути разработки общей современной классификации почв, эта схема также пока не получила общего признания как недостаточно последовательная и стройная во всех своих подразделениях.

Наиболее поздняя попытка создания схемы общей классификации почв мира была сделана Б. Г. Розановым (1981, 1982), предложившим дихотомическую систему, в которой все царство **почв** делится на два **подцарства** — искусственно созданных и природных почв — по способу их образования. **Ветви почв** выделяются в пределах подцарства природных почв также по способу их образования: подводные и сухопутные почвы. **Подветви почв** выделяются в пределах ветви сухопутных почв по степени развития почвенного профиля: слаборазвитые и развитые почвы. **Классы почв** выделяются в пределах подветви развитых почв по характеру влияния комплекса факторов почвообразования: моно-

доминантные почвы, формирующиеся при подчеркнутой роли какого-то одного фактора, и полидоминантные почвы, формирующиеся при равнозначной роли всех факторов. В пределах класса развитых монодоминантных почв подклассы выделяются по определяющему фактору почвообразования: флювигенные, гидрогенные, галогенные, криогенные, вулканогенные, аргилогенные, антропогенные; в пределах класса развитых полидоминантных почв подклассы выделяются по выраженности дифференциации почвенного профиля: недифференцированные и дифференцированные почвы. В пределах подкласса дифференцированных почв выделяются отделы по характеру дифференциации почвенного профиля: коллоидно-дифференцированные и глинисто-дифференцированные почвы. Подотделы почв выделяются в пределах подклассов или отделов почв по характеру распределения гумуса в почвенном профиле: изогумусовые и изоминеральные почвы. Наконец, порядки почв выделяются в пределах более высоких таксономических единиц по характеру строения почвенного профиля (наличию и соотношению тех или иных характеристических генетических почвенных горизонтов). Порядки почв рассматриваются как основные опорные единицы мировой почвенной классификации, включающие конкретные типы почв.

Рассматривая развитие представлений в русской школе классификации почв, необходимо, во-первых, отметить чрезвычайно большое количество разнообразных подходов и конкретных классификационных схем. Испробованы буквально все возможные пути решения проблемы, что дает очень большой исходный материал для современной синтетической работы. Во-вторых, можно отметить постепенное сближение различных точек зрения. В-третьих, важно подчеркнуть буквально во всех подходах стремление развить исходные докучаевские почвенно-генетические концепции.

В настоящее время создана и работает Междуведомственная комиссия по классификации почв при ГКНТ СССР, которая призвана обобщить все накопленные за многолетнюю историю материалы и разработать единую общегосударственную систему, согласованную с международными подходами. Надо надеяться, что проблема в ближайшем будущем будет решена.

15.4. Классификационная школа США

Развитие классификации почв в США протекало в значительной мере самобытно и противоречиво. Первые почвенно-картографические работы там проводились под руководством М. Уитни, стоявшим в значительной степени на агрогеологических позициях. Это привело к тому, что геологический подход отразился в первой классификационной схеме страны. На основании геологических данных вся страна была разделена на **13 провинций**, в каждой из которых выделялись почвенные серии, под которыми подразумевались почвы, очень похожие во всех отношениях, за исключением гранулометрического состава. Последний различался на низ-

шем таксономическом уровне типа почвы. Такая система была принята Почвенным бюро Департамента земледелия в 1913 г. и просуществовала довольно долго. Однако она, естественно, не могла удовлетворить почвоведов, постепенно «заражавшихся» новыми идеями русско-европейской школы, прежде всего докучаевской. Начались попытки систематизировать почвы на более естественной основе, с учетом их экологии и генезиса, что особенно стало необходимым, когда было выделено бесчисленное количество серий, не имевших между собой никакой видимой связи.

Уже в 1912 г. Дж. Коффи попытался разделить все почвы США на пять отделов: 1) аридные или невыщелоченные малогумусные; 2) темноокрашенные почвы прерий или семивыщелоченные многогумусные; 3) светлоокрашенные лесные или выщелоченные малогумусные; 4) темноокрашенные болотные или выщелоченные многогумусные и 5) органические или торфяные почвы. Однако эта попытка не привела к созданию классификации почв.

Более серьезный шаг вперед был сделан К. Ф. Марбутом, который в 1922 г., основываясь на докучаевском учении, сформулировал ряд принципов или, как он их называл, предложений по классификации почв, а в 1927 г. представил на Вашингтонском международном конгрессе почвоведов схему общей классификации почв, окончательный вариант которой был опубликован им в 1935 г.:

Категория VI (по составу почвы)	1. Педальферы	1. Педокали
Категория V (по неорганическим коллоидам)	1. Механически раздробленные 2. Сиаллитные 3. Аллитные	1. Механически раздробленные
Категория IV — Большие почвенные группы (по характеру почвообразования)	1. Тундровые почвы 2. Подзолы 3. Серо-бурые подзолистые почвы 4. Красные почвы 5. Желтые почвы 6. Почвы прерий 7. Латеритные почвы 8. Латериты	1. Черноземы 2. Темно-бурые почвы 3. Бурые почвы 4. Карбонатные почвы арктики и тропиков
Категория III — Семейства (по местным особенностям)	1. Развитые почвы 2. Болотные почвы 3. Глеевые почвы 4. Рендзины 5. Аллювиальные почвы 6. Неразвитые почвы склонов 7. Засоленные почвы 8. Щелочные почвы 9. Торфяные почвы	1. Развитые почвы 2. Болотные почвы 3. Глеевые почвы 4. Рендзины 5. Аллювиальные почвы 6. Неразвитые почвы склонов 7. Засоленные почвы 8. Щелочные почвы 9. Торфяные почвы
Категория II — Почвенные серии	Названия серий	Названия серий
Категория I — Почвенные единицы (по гранулометрическому составу и эродированности)	Тип и фаза	Тип и фаза

Классификационная система К. Ф. Марбута была интересным и принципиально новым шагом вперед, но просуществовала недолго. Уже в 1928 г. К. Шоу предложил делить все почвы на два **порядка**: органические и минеральные. В порядок минеральных почв входило два **подпорядка**: первичные (остаточные) и вторичные (наносные) почвы. Подпорядки делились на классы синикальциевых (без аккумуляции карбонатов) и кумкальциевых (с аккумуляцией карбонатов) почв. Далее выделялись отделы почв по литологии: на кислых изверженных, на основных изверженных, на песчаниках и сланцах, на известняках и на смешанных породах. Отделы состояли из семейств, различающихся по характеру лимитирующего развитие корней горизонта: с клэйпэном, с айронпэном, с лайм-айронпэном, с лаймпэном. В каждое семейство включалось пять **стадий развития**: недавние, молодые, неразвитые, семиразвитые и развитые, последние с каким-либо пэном (плотный иллювиальный горизонт). Далее выделялись **группы** почв по окраске, **серии** почв в традиционном понимании и **типы** почв по гранулометрическому составу. Но и эта схема не стала общепринятой в США.

В 1938 г. официально была принята и просуществовала до 70-х годов (в 1949 г. она была пересмотрена и несколько изменена) «зональная» схема классификации почв, разработанная М. Болдуином, Ч. Келлоггом и Дж. Торпом, основанная на принципах Н. М. Сибирцева, Я. Н. Афанасьева и других русских почвоведов:

I порядок — зональные почвы

Подпорядки

Почвы холодных зон

Светлоокрашенные почвы аридных районов

Темноокрашенные почвы семиаридных, субгумидных и гумидных травянистых пространств

Почвы лесостепей

Светлоокрашенные оподзоленные лесные почвы

Латеритные почвы лесных теплоумеренных и тропических районов

II Порядок — интразональные почвы

Подпорядки

Галоморфные (засоленные и щелочные) почвы плохо дренированных мест

Большие почвенные группы

Тундровые почвы

Субарктические бурые лесные почвы

Пустынные почвы

Красные пустынные почвы

Сероземы

Бурые почвы

Красновато-бурые почвы

Каштановые почвы

Красновато-каштановые почвы

Черноземы

Брюниземы

Красноватые почвы прерий

Некарбонатные бурые почвы

Подзолы

Бурые подзолистые почвы

Серые лесные почвы

Кислые буроземы

Серо-бурые подзолистые почвы

Красно-желтые подзолистые почвы

Красновато-бурые латеритные почвы

Желтовато-бурые латеритные почвы

Латосоли

Большие почвенные группы

Солончаки

Солонцы

Солоди

Гидроморфные почвы болот, маршей, подтопленных территорий и низменностей	Гумусово-глеевые почвы Альпийские луговые почвы Болотные почвы Малогумусные глеевые почвы Планосоли Грунтовые подзолы Грунтово-водные латеритные почвы
Кальциморфные почвы	Бурые лесные почвы Рендзины Грумусоли Кальцисоли
Темные почвы на вулканических пеплах	Почвы андо
III. Порядок — азональные почвы (подпорядки не выделяются)	Большие почвенные группы Литосоли Регосоли Аллювиальные почвы

Почвенные серии на низком таксономическом уровне оставались и в этой системе, приводя к дуализму системы в целом.

С января 1975 г. в США была официально принята новая классификационная система, которая разрабатывалась многие годы (с 1951 по 1972) большим коллективом специалистов Почвенной службы Департамента земледелия и в окончательном виде была опубликована лишь в 1975 г. под названием «Почвенная таксономия» после практической проверки ряда «приближений», из которых наиболее известно «7-е Приближение», опубликованное в 1960 г. Идейным вдохновителем и координатором этой работы был Гай Д. Смит, разработавший значительную часть концепций системы, а в разработке номенклатуры приняли большое участие профессора Гентского университета (Бельгия) Р. Тавернье и П. Лееманс.

В этой системе выделяется шесть уровней таксономических единиц: порядок, подпорядок, большая группа, подгруппа, семейство и серия. Серии почв оставлены традиционными.

На самом высоком уровне выделяется 10 порядков почв по наличию или отсутствию тех или иных диагностических горизонтов или существенных диагностических признаков почвообразования. Перечисление порядков дается по алфавиту (латинскому): 1) *альфисоли* — глинисто-иллювиальные почвы на сиааллитной основе; 2) *аридисоли* — аридные слабогумусированные почвы; 3) *энтисоли* — недифференцированные почвы на рыхлых наносах, включая аллювиальные; 4) *гистосоли* — торфяные почвы; 5) *инсептисоли* — сборная группа слаборазвитых почв, не имеющих четких диагностических горизонтов; 6) *моллисоли* — сильногумусированные изогумусовые почвы; 7) *оксисоли* — сильно выветрелые почвы, богатые каолинитом и свободными полуторными оксидами; 8) *сподосоли* — гумусо-иллювиальные, железоиллювиальные и другие подзолы; 9) *ультисоли* — глинисто-иллювиальные почвы на ферраллитной основе; 10) *вертисоли* — глинистые трещиноватые почвы.

В пределах порядков выделяются подпорядки (всего 47) на основании тех или иных факторов, ответственных за отсутствие

или слабое развитие тех или иных диагностических горизонтов (водный или тепловой режим, эрозия, песчаная порода и т. п.). Подпорядки состоят из больших групп (всего 108), примерно отвечающих типам почв советской школы, но под совершенно иными названиями. Подгруппы (всего 970) выделяются как центральная концепция большой группы и переходные формы к другим группам (что-то вроде подтипа советской школы). Семейства, включенные в подгруппы, объединены на основании сходства и различий в физических и химических свойствах почв. Серии (всего их около 10 500) в семействах выделяются на основании тех же критериев, что и более высокие категории, но с более узким диапазоном вариабельности свойств.

Система может быть проиллюстрирована следующим примером. В порядке *альфисолей* выделяются подпорядки *аквальфов* (аквальные), *боральфов* (холодные), *удальфов* (влажные), *устальфов* (засушливые), *ксеральфов* (сухие). В подпорядке аквальфов выделяются большие группы: *альбаквальфы* — с белесым горизонтом, *дураквальфы* — с дурипэном, *фраджиаквальфы* — с фраджи-пэном, *глоссаквальфы* — с языковатостью белесого горизонта, *натраквальфы* — с солонцовым горизонтом, *охраквальфы* — с плинтитом, *тропаквальфы* — с темным ненасыщенным гумусовым горизонтом.

15.5. Западно-европейская школа классификации почв

Развитие почвенно-классификационных представлений в Западной Европе в XX в. происходило под большим влиянием докучаевских идей, особенно последовательно развиваемого в русском и советском почвоведении учения о типах почв и их генетических и географических связях, хотя было внесено западно-европейскими почвоведомы много и своих оригинальных идей.

Принятая в настоящее время французскими почвоведомы классификация почв имеет длительную историю развития и относится к классической русско-европейской школе. Она была разработана в 1964—1967 гг. большим коллективом почвоведов под руководством Ж. Обера и Ф. Дюшофура. На высшем таксономическом уровне здесь выделяются классы почв на основе единства: а) степени развития профиля; б) направления преобразования минералов в связи с физико-химическими условиями; в) характера органического вещества и гумусообразования; г) некоторых фундаментальных особенностей почвообразования (галоморфизм, гидроморфизм и т. п.). Всего выделяется 12 классов почв, располагаемых в системе по степени развития профиля (исключение составляют два последних класса): 1) грубые минеральные; 2) слаборазвитые; 3) вертисоли; 4) андосоли; 5) кальцимагnezиальные; 6) изогумусовые; 7) брyнифицированные; 8) оподзоленные; 9) с полутораоксидами железа и марганца; 10) ферраллит-

ные; 11) гидроморфные; 12) натриевые. В пределах классов выделяются подклассы по характеру водного и температурного режимов, степени дренированности, характеру гумусированности. В подклассах выделяются группы почв, соответствующие примерно типам почв советской школы, на основе строения и особенностей почвенного профиля.

Близкие классификационные идеи развиваются сейчас и в почвенной школе ФРГ, где после классических работ Э. Раманна, Г. Штремме, В. Кубиены в 60-х годах выкристаллизовалась современная система, основную разработку которой провел Е. Мюккенхаузен в 1962 г. и в наиболее полном виде в 1975 г. В основу ее положено представление о типе почвы как специфическом продукте трансформации литосферы, развитое В. Кубиеной, Е. Шлихтингом, Е. Мюккенхаузенем. В основу классификации положены четыре последовательно рассматриваемых критерия: 1) направление и степень миграции растворенных и коллоидных веществ; 2) различия в строении почвенного профиля вследствие особенностей генезиса; 3) внутренняя структура почвенной системы, обусловленная материнской породой; 4) специфическая динамика почвообразования, связанная с тремя первыми факторами. Соответственно выделяется несколько таксономических уровней классификационной системы. Отделы включают почвы с одинаковым направлением миграции веществ: сухопутные, гидроморфные, подводные и болотные почвы. Классы в пределах отделов включают почвы со сходным строением профиля. Например, в отделе сухопутных почв выделяются классы: сухопутные грубые почвы, почвы с профилем АС, степные почвы, пелосоли, буроземы, подзолы, терра-кальци, пластосоли, латосоли, коллювий, антропогенные почвы. Далее в пределах классов выделяются типы почв, имеющие характерную последовательность горизонтов и специфические свойства тех или иных горизонтов. Так, в классе буроземов выделяются три типа почв: бурозем, парабурозем и палевая почва. Подтипы почв — это количественные модификации типов.

Сходные представления можно найти и в классификационных системах Англии, Испании, Португалии и других европейских стран. Во многих странах Европы принята та или иная советская система классификации почв.

Своеобразно шло развитие классификации почв в других странах мира. В Канаде, например, с 1932 г. использовалась система не классификационных, а картографических почвенных единиц, введенная Дж. Эллисом. С 1938 г. использовалась классификационная система М. Болдуина, Ч. Келлога и Дж. Торпа, а с 1978 г. — новая система, в основе которой имеет место сочетание традиционных представлений и номенклатуры русско-европейской школы с формально-диагностическим подходом современной почвенной таксономии США.

В Новой Зеландии используется также традиционная русско-европейская система классификации и номенклатуры почв. А вот в

Австралии классические подходы Дж. Прескотта (1931) и У. Стифенса (1953, 1964), близкие к классическим представлениям русско-европейской школы и старой школы США, в 60—70-х годах сменились новыми, основанными на стремлении к однозначной, преимущественно количественной и формализованной диагностике почв.

15.6. Международная работа по классификации почв

В 60-х годах в связи с работами по международному проекту создания Почвенной карты мира масштаба 1:5 000 000 были предприняты первые усилия по созданию международной систематики почв. На первых порах не стояла задача создания общей схемы классификации почв мира, но вопрос о систематике почв встал в связи с разработкой легенды к карте, в основу которой был положен систематический список, охватывающий все многообразие известных почв мира. В списке, опубликованном в 1974 г., были выделены 26 почвенных групп, включающих 106 почвенных единиц. Эта система успешно использовалась до последнего времени в международном сотрудничестве по почвоведению. Однако в связи с начатым обновлением почвенной карты система была частично пересмотрена и дополнена. В опубликованном в 1987 г. новом систематическом списке выделяется 27 почвенных групп и 144 почвенные единицы:

Флювисоли (от лат. *fluvius* — река) — слаборазвитые почвы на современных аллювиальных наносах: эутрофные, карбонатные, дистрофные, молликовые, умбриковые, серные, пустынные.

Глейсоли (от русск. глей) — почвы с выраженным глеевым горизонтом и преобладанием гидроморфных процессов: дистрофные, молликовые, умбриковые, серные, мерзлотные.

Регосоли (от греч. *rhegos* — покров) — слаборазвитые почвы на рыхлых суглинистых и глинистых наносах: эутрофные, карбонатные, гипсовые, дистрофные, мерзлотные.

Лептосоли (от греч. *leptos* — тонкий) — слаборазвитые маломощные почвы (включают ранее выделявшиеся самостоятельно Ранкеры, Рендзины и Литосоли): эутрофные, дистрофные, рендзиновые, молликовые, умбриковые, каменистые, пустынные.

Ареносоли (от лат. *arena* — песок) — слаборазвитые песчаные почвы: обыкновенные, камбиковые, лювиковые, оксидные, альбиковые, карбонатные, глеевые.

Андосоли (от яп. *ando* — темная почва) — темные аллофановые почвы на вулканических выбросах: обыкновенные, молликовые, умбриковые, стекловатые, мерзлотные.

Вертисоли (от лат. *vertero* — оборачивать) — глинистые трещиноватые почвы: обыкновенные, известковые, гипсовые.

Камбисоли (от лат. *cambiare* — изменять) — оглиненные слабовыветрелые почвы с глинисто-метаморфическим горизонтом Вm: эутрофные, дистрофные, умбриковые, глеевые, карбонатные, окрашенные, слитые, оксидные, мерзлотные, пустынные.

Кальцисоли (от лат. *calx* — известь) — карбонатные и (или) гипсоносные пустынные и полупустынные почвы: обыкновенные, гипсовые, песчаные.

Солонцы (от русск. солонец) — почвы с содержанием обменного натрия бо-

лее 15% от ЕКО в горизонте В: обыкновенные, молликовые, известковые, гипсовые, глеевые.

Солончаки (от русск. солончак) — засоленные почвы с содержанием более 1% солей с поверхности: обыкновенные, молликовые, известковые, гипсовые, содовые, глеевые, мерзлотные, такырные.

Каштаноземы (от лат. *castaneo* — каштан) — каштановые почвы: обыкновенные, лювиковые, известковые, гипсовые.

Черноземы (от русск. чернозем) — черноземы: обыкновенные, известковые, лювиковые, языковатые, глеевые.

Файоземы (от греч. *phaios* — темно-серый) — брүниземы и лугово-черноземные выщелоченные и профильно-дифференцированные почвы: обыкновенные, карбонатные, лювиковые, глеевые.

Грейземы (от англ. *gray* — серый) — серые лесные почвы: обыкновенные, глеевые.

Лювисоли (от лат. *livi* — промывать) — лессивированные почвы с глинисто-иллювиальным горизонтом Вt с повышенной емкостью катионного обмена (более 16 мг-экв на 100 г глины): обыкновенные, окрашенные, известковые, слитые, альбиковые, глеевые, пустынные.

Ликсисоли (от лат. *lixivium* — отмывка) — лессивированные почвы с глинисто-иллювиальным горизонтом Вt с пониженной емкостью катионного обмена (менее 16 мг-экв на 100 г глины): обыкновенные, железистые, плинтитовые, альбиковые, глеевые.

Подзоллювисоли (от русск. подзол и лат. *livi* — промывать) — почвы, имеющие смешанные признаки подзолов и лювисолей: эутрофные, дистрофные, глеевые.

Подзолы (от русск. подзол) — почвы с иллювиальным в отношении гумуса и алюминия горизонтом В: обыкновенные, камбиковые, железистые, гумусовые, глеевые, мерзлотные.

Планосоли (от лат. *planus* — ровный) — почвы с резко выраженным утяжелением гранулометрического состава в горизонте В и избыточным поверхностным увлажнением: эутрофные, дистрофные, молликовые, умбриковые, мерзлотные, солодовые.

Акрисоли (от лат. *acris* — очень кислый) — сильновыветрелые лессивированные почвы с глинисто-иллювиальным горизонтом Вt с пониженной емкостью катионного обмена (менее 16 мг-экв на 100 г глины): обыкновенные, железистые, умбриковые, плинтитовые, глеевые.

Алисоли (от лат. *aluminium* — алюминий) — сильновыветрелые лессивированные почвы с глинисто-иллювиальным горизонтом Вt с повышенной емкостью катионного обмена (более 16 мг-экв на 100 г глины) и высоким содержанием свободного алюминия: обыкновенные, железистые, умбриковые, плинтитовые, глеевые.

Нитосоли (от лат. *nitidus* — яркий, гляцевитый) — сильновыветрелые лессивированные почвы с горизонтом Вt на ферраллитной основе: обыкновенные, красные, молликовые, умбриковые.

Ферральсоли (от лат. *ferrum* — железо и *aluminium* — алюминий) — сильно выветрелые ферраллитные почвы с недифференцированным профилем: обыкновенные желтые, красные, умбриковые, древние, плинтитовые, пустынные.

Плентосоли (от греч. *plinthos* — кирпич) — ферраллитные почвы с горизонтом плинтита: умбриковые, альбиковые, дистрофные, эутрофные.

Гистосоли (от греч. *histos* — ткань) — торфяные почвы: слаборазложенные, сильноразложенные, сухоторфяные, серные, мерзлотные.

Антросоли (от греч. *anthropos* — человек) — антропогенные почвы: пахотные, аккумулятивные, унавоженные, свалочные.

В основу этого списка положена идея о типах почв и типах почвообразования русско-европейской школы, хотя объемы и концепции конкретных типов почв, почвенных групп и единиц часто не совпадают с соответствующими понятиями, скажем, советской школы, как и ряда других. Диагностика конкретных почвенных единиц взята в значительной степени из современной школы США:

количественно определенные диагностические горизонты и признаки. В списке сделана попытка, хотя и не достаточно последовательная, поставить почвы в некий эволюционный ряд от наименее развитых (по степени дифференциации, гумусированности, выветрелости) до наиболее сложно построенных и зрелых. Главные группы почв характеризуются тем или иным почвенным процессом, т. е. характеризуются генетически. В системе предусматривается и выделение почвенных подъединиц (III уровень систематики) путем выделения переходных форм между какими-то двумя единицами, примерно так же, как у нас выделяются подтипы серых лесных или каштановых почв.

Организованная в рамках этого международного сотрудничества работа привела к существенному сближению точек зрения различных научных школ в отношении классификации почв, что позволило приступить к новому этапу международного сотрудничества почвоведов.

По инициативе ЮНЕП и при поддержке ФАО, ЮНЕСКО, Международного общества почвоведов была начата работа по созданию **Международной реферативной базы почвенной классификации**. В 1980, 1981, 1983, 1986 и 1987 гг. были проведены рабочие совещания ученых по согласованию основных принципов такой системы.

Было признано, что международная классификация почв должна обобщать современные знания о почвах и служить средством их характеристики и идентификации в той же мере, как и для передачи информации об их распределении в различных ландшафтах, регионах, о свойствах как среды обитания растений, т. е. служить как научным, так и практическим целям. Соответственно группировка почв должна строиться по свойствам, отражающим процессы почвообразования, а поскольку каждый аспект почвообразования связан с комплексом свойств, имеется возможность исчерпывающей характеристики почв малым числом параметров.

В настоящее время эта работа в самом разгаре и рано пока говорить о ее результатах. На первых трех совещаниях (1981—1983 гг.) предлагалось все почвы делить на 16 классов, в пределах которых выделяются группы почв (на первом совещании их было 23, на втором — 26, на третьем — 34), примерно соответствующие приведенному выше систематическому списку почвенных единиц ФАО. Предлагались следующие классы почв:

1. Слаборазвитые и маломощные почвы
2. Почвы на глинах, сильно набухающие и уплотняющиеся
3. Почвы, формирующиеся под влиянием грунтовых вод
4. Почвы, подверженные засолению и (или) ощелачиванию
5. Известковые и гипсовые аридные почвы
6. Почвы с аккумуляцией насыщенного гумуса
7. Почвы с аккумуляцией ненасыщенного гумуса
8. Силлитные почвы
9. Ферсиллитные почвы
10. Ферраллитные почвы

11. Вулканические почвы
12. Почвы с поверхностным застоем воды
13. Почвы с аккумуляцией гумуса и алюминия в горизонте В
14. Органические почвы
15. Криотурбированные почвы
16. Антропогенные почвы.

Позднее эта схема была подвергнута серьезной критике как недостаточно отвечающая генетическим представлениям.

В 1987 г. была предложена новая группировка почв, включающая два высших уровня таксономической системы, на которых почвы делятся на 17 классов, а 27 почвенных групп и 144 почвенных единицы системы ФАО соответственно выделяются в классах.

Пока рано оценивать эту систему, тем более, что в окончательном виде она еще не опубликована и будет рассматриваться на 14-м Международном конгрессе почвоведов в 1990 г.

Рассматриваемая схема в значительной степени использует диагностику, номенклатуру и определения почв, разработанные в рамках международного сотрудничества при составлении Почвенной карты мира ФАО/ЮНЕСКО в масштабе 1:5 000 000. Она не призвана заменить существующие национальные классификации почв, но должна быть именно международной справочной базой.

Подводя итоги проведенному обзору почвенных классификаций и истории их создания, неизбежно приходим к заключению, что еще нет оснований ставить точку в разработке этой проблемы в почвоведении. Творческий научный поиск продолжается, а уже накопленный в науке опыт позволяет надеяться на достижение цели в ближайшем будущем, особенно при использовании новых методических подходов и общетеоретических соображений при достаточной формализации и математизации знания.

Почвенный покров Земли и его использование

Глава шестнадцатая

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МИРА

16.1. Общая схема строения почвенного покрова земного шара

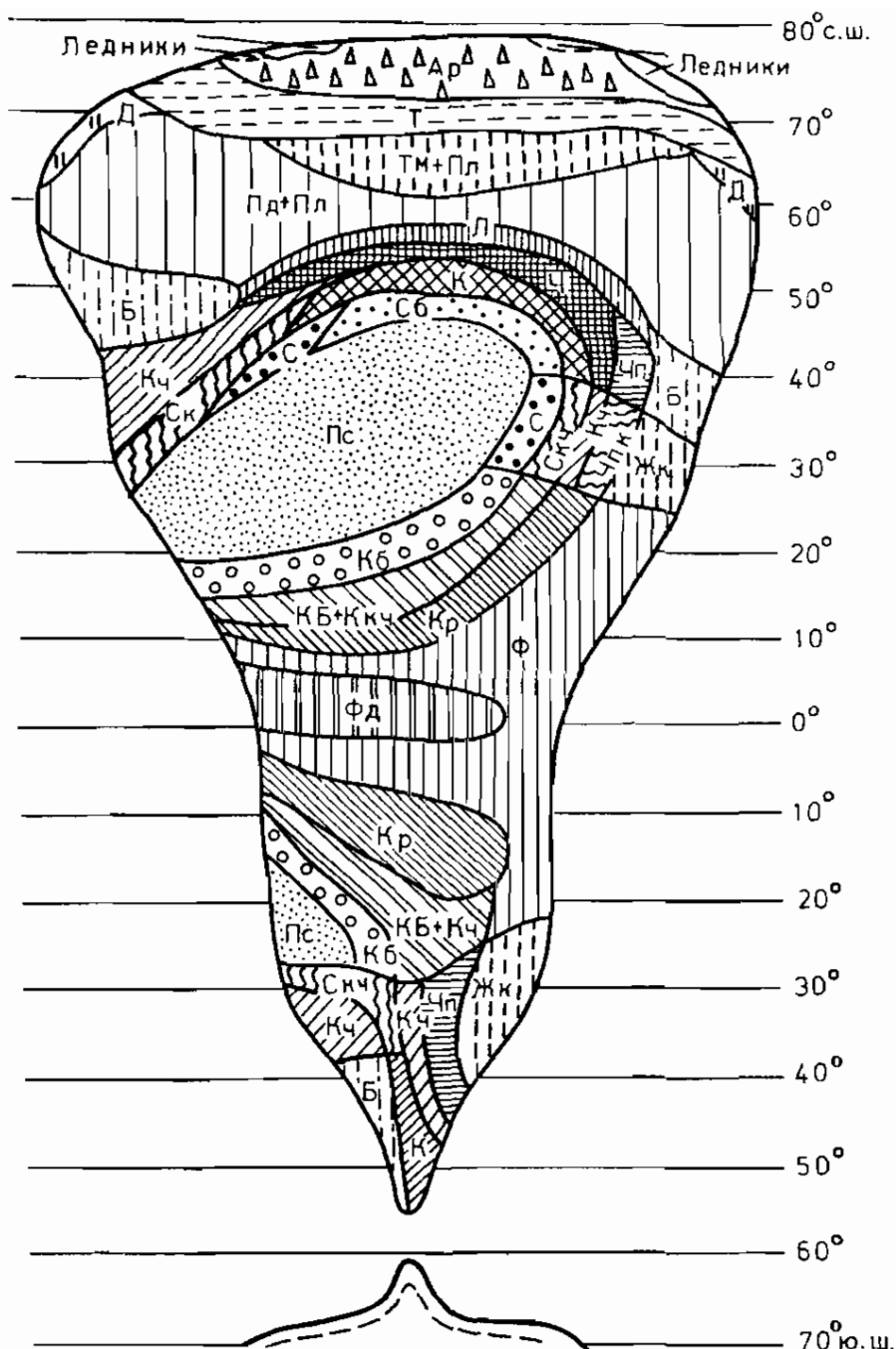
Чтобы выявить общие закономерности горизонтальной зональности почвенного покрова, обратимся к схеме почвенных зон на «идеальном континенте». Последний представляет собой массив плоской суши, простирающийся от полярных широт до экватора и омываемый с востока и запада океанами (рис. 59).

Полярный пояс. Этот пояс включает почвенные зоны: 1) арктических пустынных почв; 2) арктотундровых почв; 3) тундровых глеевых почв. Первая почвенная зона располагается севернее 75° — 80° с. ш. Арктические пустынные почвы встречаются в северной части Гренландии и островов Канадского архипелага, на Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа, островах Северная Земля. На реальных континентах — в Северной Америке и Евразии — далее всего на юг граница зоны арктических почв продвинута в восточной части континентов. В Северной Америке это явление связано с выхолаживающим действием ледников Гренландии, а в Восточной Азии — с близким положением к мировому полюсу холода.

Зона тундровых почв в виде широтно вытянутой полосы простирается через весь идеальный материк. Южная ее граница имеет дугообразную форму: наиболее северное ее положение в центральном континентальном секторе, у восточных и западных побережий южная граница тундровых почв проходит по 62° — 63° с. ш. Смещение границ тундровых почв к югу в приокеанических, более влаж-

Рис. 59. Схема почвенной зональности на гипотетическом континенте (А. М. Рябчиков, 1963):

зоны: Ар — арктических пустынь; Т — тундровых почв; Д — дерновых субарктических почв; Тм — мерзлотно-таежных почв и подбуров; Пл — подзолов и подзолистых почв, Пд — дерново-подзолистых почв; Л — серых лесных почв; Б — буроземов; Чп — черноземовидных почв; Ч — черноземов; К — каштановых почв; Сб — бурых полупустынных почв; Кч — коричневых почв; Скч — серо-коричневых почв; С — сероземов; Чпк — красновато-черных почв; Жк — красноземов и желтоземов; Пс — пустынь; Кб — красновато-бурых почв; КБ + Ккч — красно-бурых и коричнево-красных ферриаллитных почв; Кр — красных ферриаллитных почв; Ф — желтых и красно-желтых ферриаллитных почв; Фд — ферриаллитных дифференцированных почв



ных секторах континентов связано с увеличением здесь абсолютной и относительной влажности воздуха. Чем континентальнее климат и суше воздух, тем далее на север (даже в условиях низких температур) продвигается лесная растительность.

Бореальный пояс. В наиболее влажных, приокеанических, секторах континентов на широте около 60° с. ш. на смену почвам южной тундры приходят области субарктических лугов и редколесий с дерновыми субарктическими грубогумусными и дерново-торфянистыми почвами.

Основная часть бореального пояса занята лесной зоной, имеющей форму дуги, выгнутой к северу. Ясно прослеживаются три сектора: западный и восточный подзолистых почв и центральный — наиболее холодный и континентальный сектор — подзолистых и таежно-мерзлотных почв. Ширина последнего сектора уменьшается по мере приближения к западным и восточным сек-

торам. Зона подзолистых почв, изображавшаяся на старых схемах и картах в виде сплошной полосы через весь Евразийский материк, на современных картах разобрана областью распространения таежно-мерзлотных почв на два отрезка.

Суббореальный пояс. Данный пояс характеризуется разнообразием почвенных зон и более сложной структурой горизонтальной зональности. Здесь выделяются: 1) внутриконтинентальный сектор с широким набором быстро сменяющихся с севера на юг широтных почвенных зон; 2) два симметричных приокеанических сектора с однообразным почвенным покровом; 3) сектор, переходный от внутриконтинентального к восточному, где серия внутриконтинентальных зон изменяет широтное направление на меридиональное в соответствии с нарастанием сухости климата от восточных побережий с муссонным климатом к внутренним частям континентов. Тенденция к смене широтного простиранья внутриконтинентальных зон на меридиональное прослеживается и при переходе к западному приокеаническому сектору, но в меньшей степени, так как нарастание сухости климата наблюдается не только к центральным частям континентов, но и к югу, с приближением к субтропическому поясу.

Во внутриконтинентальном секторе находятся серые лесные почвы, черноземы, каштановые почвы, бурые пустынно-степные и серо-бурые почвы пустынь. Они образуют систему концентрических, открытых к югу дуг. Самое северное положение границы зон приурочено ко внутренней, наиболее сухой части континентов, где северная граница степей и сопутствующих им черноземов находится на $55-57^\circ$ с. ш., каштановых почв — около 52° , бурых пустынно-степных почв доходит до $48-50^\circ$ с. ш. С приближением к более влажным, приокеаническим областям все почвы смещаются к югу на западе до 45° с. ш., на востоке — до 38° с. ш.

Зона серых лесных почв широколиственных и мелколиственных лесов очень узкая, разорвана и выражена только во внутриконтинентальном секторе. С приближением к океаническим побережьям она выклинивается и замещается приокеаническими, довольно широкими областями бурых лесных почв. Эти почвенно-биоклиматические области не имеют форму широтных зон. В отличие от внутриконтинентального сектора с быстрой сменой и разнообразием зон этим областям свойственно однообразие биоклиматических условий и до некоторой степени почв.

Субтропический пояс. Он характеризуется отсутствием выраженных широтных почвенных зон, если не считать обширной области субтропических пустынь и свойственных им пустынных почв.

Восточный приокеанический сектор находится в области действия восточных муссонов. Здесь под вечнозелеными субтропическими лесами формируются желтоземы и красноземы. Они к западу сменяются серией меридиональных почвенных зон красновато-черных почв субтропических прерий, коричневых почв ксерофитных субтропических лесов и кустарников, черноземных почв суб-

тропических степей, серо-коричневых почв кустарниковых степей и сероземов субтропических полупустынь.

Западный приокеанический сектор субтропического пояса в отличие от восточного характеризуется «средиземноморским» типом климата с резко выраженным сухим летним периодом и более или менее влажным зимним. В зависимости от степени увлажнения здесь чередуются коричневые почвы субтропических лесов и кустарников, серо-коричневые почвы ксерофитных кустарниковых степей и сероземы полупустынь.

Почти все перечисленные районы имеют сложный рельеф с чередованием горных хребтов, плато и межгорных впадин. Поэтому в западном приокеаническом секторе субтропического пояса на реальных континентах горизонтальные почвенные зоны не выражены, здесь господствует горная зональность.

Тропический и экваториальный пояса. Для них характерно наличие широтных почвенных зон, причем зона пустынь в тропическом поясе выходит к западным побережьям.

По направлению от пустынь к экватору последовательно сменяются следующие почвенно-биоклиматические зоны: опустыненных саванн, сухих саванн, ксерофитных тропических лесов, сезонно влажных тропических лесов и высокотравных саванн, постоянно влажных тропических лесов. Каждой из названных зон соответствует специфический спектр почв. На схеме идеального континента, в восточном приокеаническом секторе, имеет место проникновение ферраллитных дифференцированных почв, а также красно-бурых саванн на север. Широтные зоны здесь изгибаются и приобретают меридиональный характер.

Зеркальное отражение систем зон в южном и северном полушариях наблюдается только для экваториального, тропического и отчасти субтропического поясов. В суббореальном поясе южного полушария необычно положение полупустынных ландшафтов; непосредственно у западного побережья. Причина тому — холодные течения и горные хребты на западе.

Структура реальной горизонтальной зональности различных поясов, конфигурация и направление зон различны в связи с пространственно-временными изменениями гидротермических условий.

16.2. Особенности почвенного покрова континентов

Европа. Общая горизонтальная зональность и ландшафтно-климатическая поясность выражены на континенте, хотя конфигурация поясов и особенно зон в их пределах не является строго широтной (за исключением Восточно-Европейской равнины). На формирование почвенного покрова Европы значительное влияние оказало четвертичное оледенение, морские трансгрессии и альпийский орогенез. Поэтому здесь преобладают сравнительно моло-

дые почвы, сформированные на ледниковых и послеледниковых отложениях.

Водно-аккумулятивные равнины и низменности Северной и Восточной Европы характеризуются преобладанием кислых сиаллитных почв под бореальными и суббореальными лесами. Эрозионные равнины Центральной Европы с суббореальными лесами, развитыми на кислых сиаллитных слабодифференцированных почвах, отличаются сравнительным однообразием почвенного покрова.

Средиземноморская область занята преимущественно нейтральными сиаллитными почвами на плотных карбонатных породах. Характерной особенностью горных районов альпийской зоны Европы является наличие вертикально-зональной макроструктуры почвенного покрова.

Юго-Восточная часть Европы — это полузасушливые и засушливые ландшафты от степей до пустынь с соответственной зональной структурой почвенного покрова. Это зона современного континентального соленакпления.

Азия. Географическая конфигурация поясов (арктический, полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический) и особенно зон при достаточно четкой ландшафтно-географической поясности не является строго широтной. Классически зональность проявляется на Западно-Сибирской и Туранской низменностях. Для других частей континента характерна сложная мозаика почв.

В пределах равнин и горных систем Передней, Средней и Центральной Азии образовался обширный пустынный и полупустынный пояс благодаря особенностям климата и морфоструктуры континента. Широкое распространение на континенте горных систем, нагорий и высоких плато обусловило формирование слаборазвитых и малодифференцированных почв на этих обширных территориях. Обособление значительных внутриконтинентальных бессточных впадин привело к проявлению в них древней и современной солевой аккумуляции.

Области распространения многолетнемерзлых грунтов на севере и северо-востоке континента характеризуются наличием криогенных почв.

В пределах тихоокеанского вулканического пояса распространены вулканические почвы. На востоке Азии, от бореального до тропического пояса, ввиду отсутствия высоких горных систем и наличия муссонного климата преобладает лесная растительность, постепенно меняющаяся с севера на юг по мере нарастания тепла; соответственно меняются и почвы от подбуров до ферраллитных.

Интенсивно протекающие до настоящего времени поднятия высокогорий вызывают непрерывную денудацию горных систем и формирование за счет переотложенного материала молодых аллювиальных низменностей с плодородными почвами на окраинах континента.

Довольно отчетливо в Азии проявляется разновозрастность почвенного покрова и различия в эволюционных стадиях развития

почв, широко распространены полициклические почвы в связи с неоднократным изменением физико-географической среды.

Африка. Специфику почвенного покрова Африканского континента составляет четкая широтная зональность, лишь частично нарушенная в связи с явлениями блоковой тектоники континента. Особенно четко зональность проявляется к западу от 30° восточной долготы. Существенно участие пустынь в почвенном покрове континента, они симметрично расположены на северной и южной окраинах и занимают около 20% площади.

Около 30% территории Африки лишено почвенного покрова: поверхность песчаных и каменистых пустынь, выходы скальных пород, обнаженные эрозией латеритные коры и панцири. Последние широко распространены в экваториальном поясе (15° с. ш. — 10° ю. ш.).

Процессы современного ожелезнения почв в зоне первичных и вторичных саванн значительно развиты на континенте. В районах, не подвергающихся тектоническим процессам по крайней мере с третичного времени, значительные площади занимают древние почвы и коры выветривания, достигающие большой мощности, особенно на основных и ультраосновных породах.

В зонах недавнего и современного вулканизма распространены молодые почвы типа андосолой. В Сахаре и других пустынных районах континента развиты палеогидрогенные солевые аккумуляции.

Для Африки характерно широтнозональное развитие процессов выветривания на всей территории западнее 30° восточной долготы (аллитное и ферраллитное на экваторе; к югу и северу альферритное, ферсиаллитное и сиаллитно-карбонатное) и практически полное преобладание ферсиаллитного выветривания (за исключением Северной Африки) к востоку от этого меридиана.

Северная Америка. Современный сложный характер почвенного покрова Северной Америки обусловлен взаимодействием ряда факторов: а) значительная протяженность континента с севера на юг; б) наличие вдоль западного побережья горного барьера; в) четвертичное оледенение и широкое распространение разнообразных гляциальных, перигляциальных, моренных, водно-ледниковых и лёссовых отложений.

Широтная термическая поясность наиболее отчетливо проявляется в почвенном покрове на равнинах восточной и центральной частей континента. На западе она нарушена Кордильерами, протянувшимися через все термические пояса; они в значительной мере обуславливают распределение осадков на внутренних равнинах и нагорьях. Сочетание на равнинах широтных термических поясов и долготных зон увлажнения создает своеобразие гидро-термических условий и связанных с ними процессов выветривания и почвообразования.

В пределах одной и той же зоны увлажнения в Северной Америке наблюдаются закономерные изменения растительности и почв с севера на юг в соответствии с изменениями термических

условий, а в пределах одного и того же термического пояса отмечаются часто еще более резкие изменения почв и растительности в направлении от прибрежных к внутриконтинентальным областям. Подобная закономерность проявляется в субтропическом и умеренном поясах и нивелируется в субарктическом и арктическом, в которых совпадает направление термических поясов и зон увлажнения.

Так же, как и в Европе, в Северной Америке было несколько оледенений. Ледники покрывали площадь до 40° с. ш., а моренные отложения достигали 38° с. ш., т. е. проникали в субтропический пояс. Оледенение сыграло существенную роль в формировании разнообразных почвообразующих пород, форм рельефа и почв районов, которые оно охватывало. В северной части континента (до 55° с. ш.) распространены многолетнемерзлые грунты и в почвенном покрове преобладают криогенные почвы.

Южная Америка. Общий характер почвенного покрова Южной Америки определяется: значительным протяжением континента с севера на юг; наличием вдоль западного побережья горного барьера; преобладанием в экваториальном, тропическом и субтропическом поясах восточного переноса влаги со стороны Атлантического океана; наличием вдоль тихоокеанского побережья холодного Перуанского течения, а вдоль побережья Патагонии холодного Фолклендского течения; развитием в тропическом и экваториальном поясах древних поверхностей выравнивания с мощной ферраллитной, часто латеризированной, корой выветривания; распространением в субтропической части континента аллювиальных равнин; наличием в северных и южных Андах действующих вулканов и связанных с ними вулканогенных осадков.

Меридиональное простираие зон увлажнения в субтропическом поясе обуславливает такое же направление ландшафтных и почвенных зон: на севере в восточной, наиболее увлажненной части располагаются субтропические влажные леса на красноземах и высокотравные прерии на черноземовидных почвах. В более внутренних районах сухой пампы — брьюниземы, а в приандийской части — сухие и пустынные степи на серо-коричневых почвах в сочетании с солонцами и солончаками.

На тихоокеанском побережье и западных склонах Анд в силу минимального количества осадков господствуют пустынные ландшафты и почвы с ярко выраженными явлениями соленакопления.

В экваториальном поясе Южной Америки на низменных побережьях и на высоких нагорьях под влажными экваториальными тропическими лесами бассейна Амазонки распространены желтые и красные ферраллитные почвы. К северу и югу от экватора расположены тропические области с выраженным сухим периодом; под сезонно-влажными тропическими лесами и саваннами здесь преобладают ферраллитные и ферсалилитные почвы.

Австралия. Большая часть территории континента располагается в области тропического максимума давления, что обуславливает в значительной степени господство ландшафтов тропических

пустынь и полупустынь с почвами различной степени выщелоченности, карбонатности и засоленности.

Самая северная часть Австралии — ландшафты тропических переменного-влажных лесов, облесенных саванн и редколесий на ферраллитных дифференцированных и недифференцированных почвах, местами латеритизированных. Крайние юго-западная, юго-восточная части континента и остров Тасмания находятся в субтропической зоне с ландшафтами сухих лесов и кустарников на коричневых, красно-коричневых и серо-коричневых почвах.

Особенности и конфигурация почвенных зон Австралии обусловлены наличием на востоке континента горного барьера Восточно-Австралийских кордильер. Это преграда для проникновения в глубь континента влажного юго-восточного пассата. Основная масса осадков поэтому выпадает на восточных склонах гор, а западные склоны и подгорные равнины находятся в условиях более сухого климата. Почвенные зоны в восточной части Австралии имеют меридиональное направление. Восточные склоны гор заняты тропическими лесами на кислых оподзоленных бурых лесных почвах, красноземах и желтоземах. Западные склоны гор и высокие плато заняты субтропическими редколесьями и саваннами. В глубь континента за цепью гор простирается пояс злаковых сухих саванн на севере и ксерофильных редколесий и кустарников на юге с преобладанием засоленных, карбонатных и солонцеватых почв.

С палеозойского времени значительная часть континента не покрывалась морем, на ней развивались процессы длительной континентальной денудации, выветривания и почвообразования. На значительных пространствах Австралии хорошо сохранилась поверхность пенеплена с древними латеритизированными каолиновыми корами выветривания, не свойственными современным физико-географическим условиям.

16.3. Почвенный покров ландшафтно-географических поясов

Полярный пояс. Его площадь без материковых льдов около 0,6 млрд. га. В северном полушарии выделяются две довольно обширные области: Евразийская и Североамериканская. В каждой из них имеются арктическая и субарктическая почвенные зоны.

Арктическая зона расположена ближе к полюсу и делится на две подзоны: арктических пустынь и собственно арктическую. Почвенный покров арктических пустынь представлен примитивными арктическими пустынными почвами, а также засоленными почвами, развивающимися при малом количестве осадков и при вымораживании солей на поверхность в условиях экстремального переохлаждения (Антарктида, север Гренландии, морские побережья Арктики).

Для субарктической зоны характерны тундровые почвы. Она разделяется на три подзоны: северная, или арктическая, типичная и южная тундра. Основные почвенные процессы в тундре протекают в условиях повышенного увлажнения и застойного водного режима, обусловленного малым испарением. Глеевые процессы приурочены к верхней части почвенной толщи. В северной тундре преобладают арктотундровые почвы, а на остальной части субарктической зоны — тундрово-глеевые.

Бореальный пояс. Этот пояс полно развит только в северном полушарии. Общая площадь пояса около 2,4 млрд. га, из них горные территории занимают 1,6 млрд. га. Почвы и растительность получают много влаги, но тепла недостаточно. 16% равнинных территорий занимают гидроморфные и полугидроморфные почвы. $\frac{3}{4}$ площади пояса приходится на таежно-лесные области с подзолистыми, дерново-подзолистыми и частично серыми лесными почвами, остальное — более холодные, континентальные и менее увлажняемые мерзлотно-таежные (криогенные) почвы. В соответствии с этим в пределах бореального пояса выделяют бореальные таежно-лесные и лугово-лесные области: Североамериканскую, Европейско-Сибирскую, Исладско-Норвежскую, Берингово-Охотскую и Огненноземельскую, а также бореальные мерзлотно-таежные области: Восточно-Сибирскую и Североамериканскую.

Суббореальный пояс. Общая площадь его около 2,2 млрд. га. Горные территории занимают около 33% поверхности пояса. На долю семиаридных и аридных областей приходится около 71% площади, из которых пустыни занимают 46%. Преобладает автоморфное почвообразование: на долю гидроморфных почв приходится только 9% поверхности пояса. Широтная зональность выражена на обширных внутренних равнинах Евразии. Суббореальный пояс — один из главных поставщиков сельскохозяйственной продукции, на его территории располагается $\frac{1}{3}$ земледельческих площадей мира. Здесь вырабатывается почти половина всей сельскохозяйственной продукции.

В пределах пояса выделяются три ряда почвенных областей: 1) суббореальные влажные лесные области; 2) суббореальные засушливые степные области; 3) суббореальные полупустынные и пустынные области. Первые расположены на океанических окраинах континентов: Западно-Европейская, Северо-Американская приатлантическая, Северо-Американская тихоокеанская, Восточно-Азиатская; в южном полушарии выделяют Южно-Американскую и Новозеландско-Тасманскую области. Во втором ряду выделяются три степные области с черноземами и каштановыми почвами: Евразийская, Северо-Американская и Южно-Американская. В третьем ряду выделяются Центрально-Азиатская, и Южно-Американская полупустынные и пустынные области.

Субтропический пояс. Его площадь около 2,5 млрд. га. Влажные лесные области занимают здесь только 25% поверхности, ксерофитно-лесные и кустарниково-степные 34%, полупустынные и пустынные — 41%, т. е. в субтропическом поясе преобладают

субаридные и аридные районы. На горные районы приходится 29% территории пояса. Широтная зональность в распределении почв слабо выражена, хорошо проявляются фациальные особенности, прежде всего на восточных окраинах континентов.

Субтропические влажные лесные области располагаются на восточных окраинах материков с муссонным характером климата. Можно выделить четыре влажные лесные области: Северо-Американская, Восточно-Азиатская, Южно-Американская и Австралийская. Общая площадь этих областей около 0,6 млрд. га. Полугидроморфные, гидроморфные и пойменные почвы занимают 16% площади всех областей, а горные территории — 43%. В почвенном покрове влажно-лесных областей преобладают желтоземы и красноземы. Значительные площади по границам с сухими субтропиками приходятся на черноземовидные почвы субтропических прерий в Бразилии, Уругвае, США (Оклахома, Техас).

Общая площадь субтропических засушливых ксерофитно-лесных и ксерофитно-кустарниково-степных областей около 0,8 млрд. га. Они располагаются на всех материках, огибая субтропические полупустынные и пустынные области. Выделяют шесть засушливых областей: Средиземноморская, Восточно-Азиатская, Северо-Американская, Австралийская, Южно-Африканская, Южно-Американская. Горные территории в пределах названных областей занимают около 35% поверхности, а гидроморфные почвы — 13%. В почвенном покрове выделяются две почвенные зоны: коричневых и серо-коричневых почв. Среди тех и других встречаются вертисоли.

Полупустынные и пустынные области составляют в субтропическом поясе около 40% территории (1,1 млрд. га.) Горы занимают примерно 30% их площади. На долю полугидроморфных, гидроморфных и пойменных почв приходится около 8% от поверхности областей. Почвенный покров образуют малоразвитые и примитивные почвы (около 73%) и сероземы и сопутствующие им почвы. Выделяются следующие субтропические полупустынные и пустынные области: Афро-Азиатская, Южно-Американская, Северо-Американская и Южно-Африканская.

Тропический пояс. Он является самым большим по площади (5,6 млрд. га), что составляет около 42% поверхности суши. Горные территории в пределах этого пояса занимают около 13% площади. Гидроморфные, полугидроморфные, палеогидроморфные, пойменные почвы составляют 15,5% территории пояса. В тропическом поясе можно выделить три ряда почвенно-биоклиматических областей: 1) тропические влажные и перемененно влажные лесные (гумидные и семигумидные); 2) тропические засушливые ксерофитно-лесные и саванные (семиаридные); 3) тропические полупустынные и пустынные (аридные).

Выделяют три влажные лесные тропические области: Американская, Африканская и Австрало-Азиатская. В почвенном покрове этих областей преобладают ферраллитные дифференцированные и недифференцированные почвы. Для влажных лесных об-

ластей характерны сочетания ферраллитных почв водоразделов, ферраллитных глеевых и глееватых почв нижних частей склонов и тропических болот в депрессиях.

Тропические ксерофитно-лесные и саванные области занимают площадь 1,7 млрд. га и распространены в основном в восточном полушарии: Индо-Африканская и Австралийская области. В западном полушарии это Антильские острова и небольшие территории в Южной Америке. Горные территории в пределах рассматриваемых областей составляют 16,2% площади. Широко распространены гидроморфные условия почвообразования (19,5% территории). В почвенном покрове преобладают два типа почв: коричнево-красные и красно-бурые саванные. Первые имеют преимущественно ферраллитный состав, а вторые — ферсальитный. Среди этих почв встречаются вертисоли.

В тропическом поясе можно выделить четыре полупустынные и пустынные области: Афро-Азиатская, Австралийская, Южно-Африканская и Южно-Американская, которые смыкаются с субтропическими пустынными областями. Общая площадь тропических полупустынь и пустынь 1,3 млрд. га. Горные территории занимают 6,3% их площади, а гидроморфные почвы — около 2,4%. Пустынные песчаные пространства раскинулись на 24% территории областей.

16.4. Земельные ресурсы мира

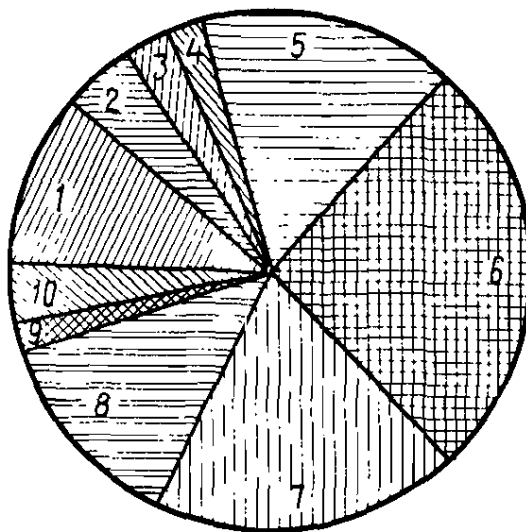
Земельные ресурсы мира — это сельскохозяйственные земли и другие земельные угодья (или иначе участки земли), которые используются или могут быть использованы при данном уровне развития производительных сил общества во многих отраслях деятельности человека (сельское, лесное, водное хозяйство, строительство населенных пунктов, дорог и т. д.).

Из-за быстрого роста населения и его нерациональной хозяйственной деятельности, находящей выражение в ежегодной потере 6—7 млн. га продуктивных почв (В. А. Ковда, 1981), обеспеченность человечества земельными ресурсами быстро уменьшается. Площадь земельных ресурсов, приходящихся на одного человека, ежегодно сокращается на 2%, а площадь продуктивных угодий — на 6—7% ввиду растущей антропогенной нагрузки на земельные ресурсы и деградации почвенного покрова (Б. Г. Розанов, 1984).

В настоящее время полмиллиарда людей голодают и около 1 миллиарда хронически не получают полноценного питания. Ежедневно населению Земли для сбалансированного питания недостает 230 млрд. калорий, что равно недостатку 37 млн. т пшеницы в год (В. А. Ковда, 1981). Ежегодный прирост населения составляет около 80 млн. человек, и даже при нынешнем уровне питания мировое земледелие должно ежегодно увеличивать производство на 24—30 млн. т. Каждый новый житель планеты требует в среднем 0,3 га для производства продуктов питания и 0,07—0,09 га для жизни (Б. Г. Розанов, 1984).

Рис. 60. Земельный фонд мира:

1 — ледники (11%); 2 — тундры (4,7%); 3 — болота (2,7%); 4 — водные поверхности (2,1%); 5 — пустыни (15,5%); 6 — леса (27%); 7 — луга и пастбища (19%); 8 — обрабатываемые земли (13%); 9 — земли поселений и промышленности (2%); 10 — разрушенные человеком бедленды (3%)



Продовольственную проблему возможно решить только с использованием комплексного, экологически сбалансированного подхода к оценке, охране и использованию земельных ресурсов.

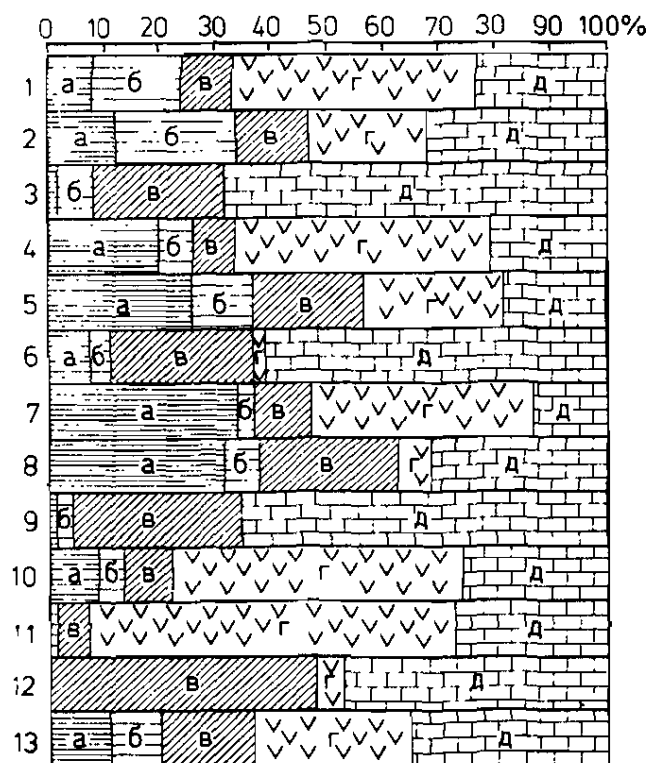
Среди земельных ресурсов можно различать три большие группы: 1) продуктивные земли; 2) малопроductive земли; 3) непродуктивные. К продуктивным земельным ресурсам относятся пахотные угодья, сады и плантации, луга и пастбища, леса и кустарники; к малопроductive — земли тундры и лесотундры, болота, пустыни; в группу непродуктивных земель входят застроенные и нарушенные человеком земли, пески, овраги, ледники и снежники (рис. 60).

Каждый континент и каждая страна имеют свою специфику земельных ресурсов и их географии. В наше время использование земель очень динамично и общая картина распространения антропогенных ландшафтов постоянно меняется. Своеобразное землепользование имеет и каждый ландшафтно-географический пояс Земли (рис. 61).

На долю обрабатываемых земель в зарубежной Европе приходится 30% земельных ресурсов, а в европейской части СССР около 10% (табл. 36). В сельскохозяйственное пользование вовлекались почвы широколиственных лесов умеренного пояса и

Рис. 61. Земельные ресурсы мира по почвенно-экологическим поясам:

1 — тропический влажный; 2 — тропический засушливый; 3 — тропический пустынный; 4 — субтропический влажный; 5 — субтропический засушливый; 6 — субтропический пустынный; 7 — суббореальный влажный; 8 — суббореальный засушливый; 9 — суббореальный пустынный; 10 — бореальный таежный; 11 — бореальный мерзлотно-таежный; 12 — полярный; 13 — мир в целом: а — современные обрабатываемые земли; б — резерв пахотопригодных земель; в — луга и пастбища; г — леса; д — прочие земли



**Таблица 36. Структура земельных ресурсов мира
по состоянию на 1979 г. (ФАО, 1981):**
числитель — тыс. км², знаменатель — %

Страна, континент	Обрабатываемые земли	Луга и пастбища, включая сеяные	Леса и кустарники	Прочие земли
СССР	$\frac{2177,6}{9,7}$	$\frac{3730,3}{16,7}$	$\frac{7505,4}{33,6}$	$\frac{8900,1}{40,0}$
Зарубежная Европа	$\frac{1422,0}{30,0}$	$\frac{870,0}{18,5}$	$\frac{1550,0}{32,8}$	$\frac{890,0}{18,7}$
Зарубежная Азия	$\frac{4488,0}{17,0}$	$\frac{7392,0}{28,0}$	$\frac{3432,0}{13,0}$	$\frac{11088,0}{42,0}$
Африка	$\frac{2087,2}{7,0}$	$\frac{7979,4}{27,0}$	$\frac{6370,0}{21,5}$	$\frac{13209,5}{44,5}$
Австралия	$\frac{445,0}{5,8}$	$\frac{4461,0}{57,7}$	$\frac{395,0}{5,1}$	$\frac{2422,0}{31,4}$
Латинская Америка	$\frac{1400,0}{7,0}$	$\frac{5274,0}{26,0}$	$\frac{9950,0}{52,0}$	$\frac{3632,0}{15,0}$
США	$\frac{1876,0}{20,0}$	$\frac{3525,0}{29,0}$	$\frac{2895,0}{30,4}$	$\frac{1944,0}{20,6}$
Канада	$\frac{672,0}{6,7}$	$\frac{202,0}{2,0}$	$\frac{3230,0}{32,3}$	$\frac{5872,0}{59,0}$
Мир в целом, млн. км ²	$\frac{14,1}{10,9}$	$\frac{30,2}{24,0}$	$\frac{40,1}{31,1}$	$\frac{45,0}{34,0}$

вечнозеленых лесов субтропиков, серые лесные почвы и черноземы степей.

Два обширных региона распаханых земель выделяются в Азии: Северный Казахстан и Южная Сибирь и равнины, низменности и плато муссонной Азии от Индии до Китая. В Индии под пашни используется половина территории. В тропических районах Азии агроландшафты имеют вид культурной саванны: травянистый покров заменен огородными и полевыми культурами, а древесная растительность представлена группами фруктовых деревьев и пальм среди полей и вокруг деревень. Для обрабатываемых земель тропической Азии характерны монокультура риса, отсутствие разрывов между поселениями, высокая концентрация сельскохозяйственного производства.

В сухих районах Азии, на Ближнем и Среднем Востоке, земледелие изрекле основано на ирригации, а обрабатываемые земли встречаются пятнами. Большая часть этих районов — пастбища, протянувшиеся непрерывным поясом от Малой Азии до Монголии. Как видно из табл. 36, для Азии характерно наличие значительных территорий, отнесенных к категории прочих земель (пустыни, высокогорья и др.).

В Африке основным видом использования земельных ресурсов являются пастбища (27% территории). Во многих частях Африки

плужное земледелие и полеводство отсутствуют в силу исторических причин и колониального прошлого. Во влажно-лесном поясе господствует подсечно-огневая система земледелия с мотыжной обработкой небольших участков. Полевые агроландшафты распространены на северной и южной окраинах Африки и в Эфиопии. Из-за присутствия мухи цеце в экваториальной Африке в первую очередь осваивались водоразделы, а долины, прибежище мухи цеце, почти безлюдны и заняты галерейными лесами. Огромные территории в Африке относятся к категории прочих земель (44 %), которые представлены пустынями (Сахара, Калахари и Намиб).

Равнины востока США и юга Канады характеризуются высокой степенью освоенности: зона прерий используется на 80, а зона широколиственных лесов — на 60%. И это при общей сравнительно небольшой общей освоенности США (20% территорий) и Канады (около 7%). Господствуют монокультурные полевые ландшафты, образующие почти сплошные ареалы. В последнее время все настойчивее пробивают себе дорогу смешанные посевы, расширяются здесь рекреационные и городские ландшафты. Большая часть пастбищных угодий США (до 70%) расположена в западной и южной части страны. Обширные пространства севера Канады отнесены к категории прочих земель.

Более половины площади Латинской Америки приходится на долю лесов, обрабатываемые земли занимают 7% территории, а пастбища — 26%. При неуклонном возрастании доли пастбищных и пахотных земель отмечается уменьшение лесных территорий. Значителен ущерб лесному фонду от практики подсечно-огневого земледелия, которую использует половина сельского населения Латинской Америки.

К настоящему времени в Австралии не освоено только 25% территории (песчаные и каменистые пустыни и переувлажненные леса севера). Полевые и садово-плантационные ландшафты занимают всего около 6% площади континента — столько же, сколько и лесные, а остальное — пастбища и прочие земли. Наряду с естественными пастбищами полупустынь и редколесий большие площади находятся под искусственными пастбищами сухих степей и саванн, на которых проводятся перепашка, орошение, внесение удобрений, засеивание травами и другие мелиоративные и агротехнические мероприятия. Эти пастбища во многом напоминают земельно-сельскохозяйственные ландшафты.

Среди прочих земель мира велика доля территорий, выпадающих из хозяйственного использования в результате нерационального непродуманного использования: бедленды, области антропогенного карста, заброшенные нерекультивируемые карьеры, засоленные и заболоченные земли, подвижные пески и районы сброса промышленно-бытовых отходов. В категории прочих земель, по данным ФАО, находится около 2 млн. км² продуктивных, резервных для сельскохозяйственного освоения земель. В Азии таких земель около 600 тыс. км², в Африке — 700 тыс. км², на Американ-

ском континенте — также около 700 тыс. км². Освоение этих земель потребует значительных капиталовложений.

В настоящее время четко прослеживается тенденция в изменении земельных ресурсов мира, выражающаяся в наступлении городских и сельских территорий и горно-промышленно-транспортных комплексов на пахотные земли, которые в свою очередь расширяются за счет пастбищ, а площади последних растут за счет лесов и пустынь. В США, например, от расширения городов ежегодно теряется 350 тыс. га пашни. Отсюда постоянное сокращение площади лесов на Земле: за последние 300 лет уменьшение более чем наполовину. Отсюда же и рост пустынь.

16.5. Степень земледельческого использования почв мира

Средняя степень земледельческого освоения почв мира составляет около 11%, а по континентам колеблется от 4 до 18%. Степень земледельческой освоенности почв оценивается по коэффициенту земледельческого использования (КЗИ), представляющему собой отношение площади данной почвы, занятой в земледелии, к общей площади данной почвы, выраженное в процентах. Если судить по этому коэффициенту, равнинные территории Евразии обрабатываются в 4 раза интенсивней, чем горные, а равнины Северной Америки — в 2 раза интенсивней, чем горные. В Южной Америке и Австралии КЗИ равнинных и горных почв приблизительно одинаковы, а горные почвы Африки имеют КЗИ в 2 раза больше, чем равнинные.

Согласно подсчетам Н. Н. Розова и М. Н. Строгоновой (1979) кислые сиаалитные почвы, составляющие 10% мирового земельного фонда, характеризуются среднемировым КЗИ 14,5%; в Евразии КЗИ этих почв 24%, в Австралии — 6%. Наиболее интенсивно в земледелие вовлечены бурые лесные, серые лесные и дерново-подзолистые почвы, которые составляют половину площади почв данного класса. Вторая половина площади этих почв в земледелии практически не используется.

Нейтральные смектит-сиаллитные почвы составляют 8% земельного фонда мира, а степень их земледельческого освоения самая высокая в мире (КЗИ около 33%). Черноземы, лугово-черноземные и черноземовидные почвы имеют среднемировой КЗИ около 50%. Наиболее интенсивно в земледелии используются черноземы и черноземовидные почвы Северной Америки, вертисоли Евразии (КЗИ около 70%), черноземы, лугово-черноземные и черноземовидные почвы Евразии и вертисоли Южной Америки (КЗИ около 50%).

Засоленные и щелочные почвы составляют около 1,5% мирового земельного фонда, а среднемировой КЗИ для них около 5%. Большая часть обрабатываемых почв этого класса приходится

на Евразию, где КЗИ этих почв 6,2%. На других континентах (за исключением небольших площадей в Австралии) почвы этого класса не используются.

Слабо используются в земледелии аридные известковые и гипсоносные почвы (среднемировой КЗИ менее 7%). Исключение составляет Евразия, где находится около 90% обрабатываемых почв данного класса (КЗИ — 11%). По этому показателю в данном классе особенно выделяются сероземы (КЗИ в Евразии 19%).

Ферриаллитные почвы, составляющие 13% земельного фонда мира, используются в земледелии сравнительно интенсивно (среднемировой КЗИ около 13%). Среди почв этого класса по степени земледельческого освоения выделяются коричневые почвы (КЗИ в Евразии — 55%, в Австралии — 54, в Северной Америке — 38%) и желтоземы Евразии и Северной Америки. Менее интенсивно в земледелии используются значительные пространства красно-бурых саванных почв (среднемировой КЗИ 9%), которые располагаются в зоне недостаточного увлажнения, а в Евразии и Африке в последние десятилетия эти почвы подверглись интенсивному опустыниванию.

Ферраллитные почвы занимают почти 15% территории суши, но их среднемировой КЗИ всего около 9%. Только для Евразии и Северной Америки характерно сравнительно высокое земледельческое освоение этого класса почв (средний КЗИ 25%). В Африке, Южной Америке и Австралии эти почвы слабо используются в земледелии. На двух первых континентах это связано с традиционной практикой подсечно-огневой системы земледелия, бедностью этих почв питательными веществами, деградацией ферраллитных почв при неумеренном введении интенсивных форм земледелия.

На долю горных почв приходится от 21% (Африка) до 7% (Северная Америка) земледельческих угодий. В общемировом балансе земельных ресурсов горные почвы занимают около 20%, но их КЗИ всего около 6%. Возможности горного земледелия в настоящее время использованы не полностью.

16.6. Пахотнопригодный земельный фонд мира

По оценкам Б. Г. Розанова (1977), Н. Н. Розова и М. Н. Строгановой (1979) площадь земледелия может быть доведена до 2,5—2,7 млрд. га, т. е. возможен прирост пашни в 1 млрд. га. Этот прирост земледельческих угодий может быть достигнут при вовлечении в интенсивное земледелие с тремя урожаями в год (один из них сидеральный) значительных площадей тропических почв (около 400 млн. га). Для этого необходимо поднять КЗИ ферраллитных почв до 20% и обеспечить некоторый прирост земледельческого фонда за счет других почв.

Важным резервом земледелия являются почвы засушливых и сухих тропиков при условии регулярного или частичного орошения. КЗИ красно-бурых саванных почв может быть повышен до 30%. При этом будут сохранены многие площади наиболее продуктивных лесов и обширные площади сухих саванн как база отгонного животноводства, а подсечно-огневая система земледелия будет заменена более прогрессивными формами земледелия. Резерв земледелия представляют вертисоли (современный КЗИ для Африки всего 3%), которые возможно вовлекать в земледелие с интенсивными мелиорациями и орошением. Пустынные и полупустынные почвы тропиков имеют незначительные земельные резервы и их средний КЗИ сохранится на уровне 8—9% при условии обоснованного орошения с предотвращением явлений вторичного засоления и ирригационной эрозии почв.

Для влажных субтропиков с интенсивными формами земледелия в настоящее время прирост площадей возможен в пределах 10 млн. га. Существующие здесь леса должны охраняться, а пойменные почвы — интенсивно использоваться в земледелии (КЗИ до 50%). В засушливых и сухих субтропиках возможны две формы земледелия: интенсивное при орошении (2 урожая в год) и менее интенсивное без орошения с использованием в качестве главных резервов земледелия серо-коричневых почв (КЗИ может быть доведен до 40%), коричневых почв и вертисолей (КЗИ может быть доведен до 60%).

В субтропических пустынях и полупустынях расположены древние очаги орошаемого земледелия. В настоящее время здесь около 60 млн. га орошаемых земель, что составляет 80% площади пустынного земледелия. КЗИ сероземов Африки и некоторых районов Азии возможно довести до 25%, а лугово-сероземных почв — до 50% при достаточном обеспечении водой для орошения.

Главной задачей в суббореальных лесных областях, где в настоящее время находятся центры высокоразвитого многоотраслевого земледелия, является поддержание оптимальных экологических соотношений пашни, пастбищ и лесов. Резервами для расширения земледелия могут здесь служить серые и бурые лесные почвы. Для последних возможно КЗИ довести до 40%.

Суббореальные степные области уже широко освоены в Евразии и Северной Америке. Рост площадей земледелия здесь возможен за счет коренных мелиораций солонцеватых почв и более интенсивного вовлечения в земледелие каштановых почв (современный КЗИ этих почв в Евразии 21%). Ограниченность возможностей орошения приводит к существованию двух форм земледелия: а) с источниками орошения в засушливые годы; б) менее интенсивная с агролесомелиорациями и неустойчивым характером земледелия.

Суббореальные полупустынные и пустынные территории Евразии и Северной Америки с бурыми и серо-бурыми почвами — это центры пастбищного животноводства. На этих обширных про-

странствах нет крупных источников орошения, поэтому рациональным можно считать для этих почв КЗИ около 10%.

Бореальные таежно-лесные области — это прежде всего районы лесного хозяйства. В земледелие вовлечены дерново-подзолистые почвы, где на ограниченных площадях рационально развивать высокоинтенсивное земледелие с высокими дозами удобрений и мелиорациями. Дальнейший рост земледелия в этих областях возможен за счет более интенсивного использования дерново-подзолистых и псевдоподзолистых (лессивированных) почв (средний КЗИ до 25%). Для мерзлотно-таежных областей резерв земледелия оценивается в 114 тыс. км². Все эти резервы земледелия бореально-таежных областей могут быть использованы при решении проблем теплообеспечения почв, пищевого режима и переувлажнения почв, а также проблемы почвенной кислотности.

16.7. Пастбищный фонд мира

Пастбищный фонд земного шара составляет около 30 млн. км² (Б. Г. Розанов, 1984). Это важнейший вид землепользования, имеющий большое значение для многих стран и народов в сухих районах тропиков, субтропиков и умеренного пояса, а также в тундре. Более 16 млн. км² пастбищ сосредоточено в Австралии, СССР, США, КНР, Аргентине, Монголии и Бразилии. Низкопродуктивные пустынные, полупустынные и сухостепные пастбища, выдерживающие исключительно низкую нагрузку, преобладают в Азии и Африке. Более высокого качества пастбищные угодья Южной Америки и Австралии. Но в целом выход массовых единиц кормов с 1 га пастбищ в несколько раз ниже, чем с 1 га пашни. В экономически развитых странах происходит замена пастбищ и естественных лугов культурными лугами, на которых проводится комплекс мелиораций (водная, химическая, агрохимическая). Их биологическая продуктивность часто превышает таковую для пахотных земель.

В Африке, Латинской Америке, во многих странах Азии пастбищный фонд страдает от перевыпаса, пастбищной эрозии и других негативных процессов. Перегрузка пастбищ пасущимися животными, большое и безвозвратное отчуждение животной продукции приводят к деградации растительности, к уничтожению дернины и разрушению почв.

Основные скотоводческие районы мира — сухие тропики и субтропики, где находится более половины поголовья крупного рогатого скота. Почти на всех пастбищах здесь наблюдается перевыпас. В северо-западной части Индии, на бурых и серо-бурых полупустынных почвах нагрузка составляет 175 голов при норме 13—30 голов на 100 га, в Северном Ираке, в зоне полупустынь — до 200 голов, в Курдистане — 400—700 голов, а на востоке Малой Азии, в Турции — до 2000 голов на 100 га. В последнем случае

козы выпасаются в лесах, превратившихся в низкорослые угнетенные заросли сухих кустарников и находящихся на грани уничтожения. Современный облик пустынь и полупустынь Аравии, Индии, Северной Африки, Месопотамии, Ирана, Австралии, Центральной Азии создан в значительной степени скотоводством. Следствием этого является распыление, выдувание, засоление почв. Территория потенциально пригодных для использования земель, подвергшихся и подвергающихся опустыниванию, составляет 19% площади суши.

Значительное влияние пастбищное хозяйство оказало на ландшафты сухих субтропиков. Длительный интенсивный выпас в сочетании с сухостью климата и широким распространением карстующихся известняков привели почти к полному обезлесиванию Средиземноморья. В муссонных тропиках значительное количество скота содержится на ограниченных площадях. В середине сухого сезона травы натуральных пастбищ по кормовой ценности уступают даже рисовой соломе. На больших территориях в подобных условиях гораздо выгоднее вольное и полувольное разведение диких копытных и другой дичи с различной степенью одомашнивания.

В тундрах и лесотундрах северного полушария распространено оленеводство, причем 70% мирового поголовья оленей находится в СССР. Общая площадь тундровых пастбищ составляет 3,2 млн. км² при поголовье оленей 2,2 млн. голов. Вредное влияние перевыпаса особенно сильно проявляется на зимних (лишайниковых) оленьих пастбищах. Летние (травянистые) пастбища страдают меньше. Продуктивность оленьих пастбищ уменьшается из-за современной техники, оставляющей глубокие и многолетние отметины в тундре. Разрушение изреженной, но играющей теплоизолирующую роль растительности в тундре приводит к чрезмерному таянию почв, их оседанию и развитию термокарста, появлению оврагов. Эрозия, термокарст и солифлюкция делают восстановление растительности на нарушенных участках невозможным. Главными мероприятиями по предотвращению негативных последствий перевыпаса должны стать пастбищеобороты и максимальное сокращение выпаса и выбивания грунтов.

Глава семнадцатая

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СССР

Составляя одну шестую суши земного шара, территория СССР отличается крайним разнообразием природных условий: от холодной Арктики до жарких субтропиков Туркмении и Грузии, от пустынь Средней Азии до избыточно влажных районов Колхиды. На огромных просторах Восточной Европы, Средней, Северной и

Восточной Азии, составляющих территорию СССР, можно встретить широкий спектр почв, формирующих почвенный покров мира, причем в наиболее четко выраженных закономерностях его географической структуры в связи с обширностью континента Евразии.

На территории Советского Союза представлены четыре основных ландшафтно-географических пояса, каждый с соответствующим спектром почвенно-географических зон и подзон: полярный, бореальный, суббореальный и субтропический. Нет только тропического пояса, хотя ландшафты Западной Грузии во многом служат аналогом гумидных тропиков. В связи с особенностями геоструктуры материка и географии климатов каждый из географических поясов состоит из ряда специфических биоклиматических или почвенно-климатических областей, составленных специфическими природными зонами, подзонами, провинциями, областями и районами. В контексте данного учебника рассматривается лишь самая общая характеристика почвенного покрова страны, необходимая для понимания его сложности, закономерностей его географии и специфики землепользования в разных районах. Детальная характеристика почвенного покрова СССР дана Г. В. Добровольским и И. С. Урусевской в системе почвенно-географического районирования страны в учебнике «География почв» (1984).

17.1. Почвы полярного пояса

В пределах полярного пояса, характеризующегося годовой суммой температур выше 10°C порядка $400\text{--}600^{\circ}$ и радиационным балансом около $25 \text{ Дж}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$, на территории СССР представлены две почвенно-географические зоны: арктическая (Арктика) и тундровая (Субарктика).

Арктическая зона. Она включает острова Северного Ледовитого океана (Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Новосибирские острова и др.) и северное побережье полуострова Таймыр. Самое характерное для почвенного покрова этой зоны — его прерывистый, фрагментарный характер. Сплошного почвенного покрова нет. Он образуется лишь в наиболее благоприятных для формирования почв условиях: узкие перигляциальные зоны между краями постоянных ледниковых покровов и береговой линией на гляциальных или морских террасах. В этих суровых условиях отдельные куртины растений, под влиянием которых развивается почвообразование, занимают 5—10% площади в северных районах и не более 50—60% в южных.

Наиболее распространены здесь арктические почво-пленки различного состава и строения в зависимости от характера почвообразующих пород: ожелезненные, окарбоначенные, засоленные, кремневые. Преобладают грубощебнистые мелкоземистые почвы без существенной аккумуляции глинистого материала. Сре-

ди хорошо дренированных почв в депрессиях распространены своеобразные болотные арктические почвы, как глеевые, так и неглеевые, образующиеся в условиях переувлажнения богатыми кислородом холодными проточными водами. Нередки здесь и маршевые солончаки по низменным побережьям островов.

Структура почвенного покрова арктической зоны достаточно сложная, мозаичная, в связи со сложной микрогеографией криогенных явлений. На севере зоны главными компонентами почвенного покрова служат пустынные арктические почво-пленки и болотные неглеевые почвы, а на юге — типичные гумусные арктические и болотные глеевые почвы. Характерны выходы не затронутых почвообразованием коренных пород.

Что касается землепользования в этой зоне, то это лишь охотничьи угодья и резерваты редких видов животных; ни земледелие, ни животноводство или лесоводство здесь не возможны.

Тундровая (субарктическая) зона. Эта зона широкой полосой окаймляет северное побережье Евразии, разделяясь на три подзоны: арктическую, типичную и южную тундру. Некоторые авторы сюда же включают и четвертую подзону — лесотундру, другие относят лесотундру уже к лесному бореальному поясу.

В арктической подзоне господствует ландшафт пятнистых трещинно-нанополлигональных тундр с площадью лишенных растительности пятен до 40—80%. Здесь преобладают тундровые глееватые почвы (тундровые слабооглеенные, арктотундровые) в сложной мозаике со специфическими минеральными почвами пятен, часто окарбоначенными и засоленными с поверхности. В типичной тундре с ее пучинно-бугорковатыми ландшафтами основной фон почвенного покрова создают тундровые глеевые почвы (типичные, гумусные, перегнойные, торфянистые). В южной тундре господствующую роль играют тундровые поверхностно-глеевые и тундровые глеевые оподзоленные почвы с явно дифференцированным по элювиально-иллювиальному типу профилем; они же преобладают и в лесотундре. На щебнистых хорошо дренированных породах распространены тундровые неглеевые иллювиально-гумусовые почвы — подбуры. В южной тундре и лесотундре, особенно на горных склонах, в условиях хорошего дренажа на песках и щебнистых породах распространены подзолы, преимущественно гумусо-иллювиальные. Во всей тундровой зоне характерно присутствие торфяных болот, площадь которых постепенно увеличивается к югу. Таким образом, почвенный покров тундры во всех ее подзонах очень сложный, комплексный, связанный с прихотливостью сочетаний водного и термического режимов, зависящих от мельчайших изменений рельефа и состава почвообразующих пород, условий поверхностного и внутрипочвенного стока.

В пределах тундровой зоны СССР выделяется несколько специфических провинций: в фации очень холодных длительно промерзающих почв Кольская и Канинско-Печорская, в фации очень

холодных мерзлотных почв Северо-Сибирская и Чукотско-Анадырская; кроме того, в этой зоне выделяются три горные провинции — Урало-Новоземельская, Таймырская и Чукотская.

Почвенный покров в каждой из этих провинций существенно различается в зависимости от геоморфологических условий местности. На низменных плоских приморских равнинах, сложенных песчано-суглинистыми, иногда соленосными породами (побережье Карского моря, полуострова Канин, Ямал, Гыдан), характерна высокая заболоченность (до 80% площади) с преобладанием болотных и тундровых торфянисто-глеевых мерзлотных почв в сочетании с типичными тундровыми глеевыми, аллювиальными и маршевыми почвами. Низменные озерно- и дельтово-аллювиальные равнины, сложенные песчано-суглинистыми наносами (Анадырско-Пенжинская низменность, низовья рек Колымы, Яны, Индигирки), также отличаются высокой заболоченностью (до 90% площади). Низкие моренные равнины (Большеземельская и Малоземельская тундры, междуречье Енисей — Хатанга) имеют меньшую заболоченность и резкое преобладание типичных тундровых глеевых почв. Высокие моренные равнины (Канин Камень, Северный Тиман, Пай-Хой) наименее заболочены (до 10% площади). На моренной равнине Кольского полуострова вследствие близкого подстилания кристаллического фундамента заболоченность также невелика, а в составе почвенного покрова преобладают подбуры и подзолы.

В горных провинциях тундровой зоны преобладающее значение в составе почвенного покрова склонов имеют скальные выходы, каменные осыпи и литосоли, местами сочетающиеся с подбурами и подзолами.

Главный вид землепользования в тундре — это олени пастбища, причем лишайниковая тундра — это зимние пастбища, а моховые и ерниковые тундры — летние. Большое значение имеет использование тундры и в качестве охотничье-промысловых угодий. Всякое иное землепользование в тундре экологически не рационально и неэкономично. Ограниченное значение имеет земледелие, преимущественно в закрытом грунте, а на аллювиальных легких почвах возможно в небольших масштабах и в открытом грунте. В связи с ростом добычи полезных ископаемых, энергетики и индустрии в тундре имеет место существенный рост населения, а отсюда тенденция к развитию овощеводства вокруг промышленных центров. Насущной проблемой стала охрана природы тундры и прежде всего ее почвенного покрова, сильно разрушаемого при строительстве и коммуникациях.

17.2. Почвы бореального пояса

В пределах бореального пояса, представленного на территории СССР единой обширной таежно-лесной зоной с подзонами северной, средней и южной тайги, имеют место резко выраженные

геоструктурные и климатические различия при движении с запада на восток на протяжении 12 тыс. км. Существенны различия и при движении с севера на юг: сумма температур выше 10°C растет с $400\text{—}600^{\circ}$ на северной границе пояса до $1800\text{—}2400^{\circ}$ на южной. Соответственно на территории СССР выделяют три резко различные биоклиматические области — Европейско-Западносибирскую, Восточносибирскую и Дальневосточную — в пределах которых выделяются таежные подзоны.

Европейско-Западносибирская почвенно-биоклиматическая область — это таежно-лесная зона подзолов и подзолистых почв, сочетающихся с полуболотными и болотными почвами.

В северо-таежной подзоне распространены хвойные леса IV—V бонитета и лесотундровые редколесья с крайне низкой продуктивностью. На суглинистых почвах в европейской части преобладают еловые и елово-березовые леса, а на песчаных — сосняки; в западносибирской части — соответственно елово-лиственничные и сосново-лиственничные леса. Состав и продуктивность лесов закономерно меняются с севера на юг (табл. 37).

Для северной тайги характерно преобладание в почвенном покрове болотных, преимущественно верховых болот, и сильно заболоченных подзолистых почв, наряду с которыми по наиболее дренированным участкам распространены подзолы (на песках) и подзолистые почвы с поверхностной глееватостью. Подзолистые почвы этой подзоны обычно характеризуют как глееподзолистые, чтобы подчеркнуть их зональную специфику. В фации холодных промерзающих почв северо-таежной подзоны выделяется Кольско-Карельская провинция, а в фации холодных длительно промерзающих почв — Онежско-Печорская и Нижнеобская провинции.

В средне-таежной подзоне рассматриваемой области существенно возрастает продуктивность лесов (табл. 37) и резко уменьшается общая заболоченность территории. В почвенном покрове господствуют подзолистые и болотно-подзолистые почвы. В фации холодных промерзающих почв в этой подзоне выделяются Карельская и Онего-Вычегодская провинции, а в фации холодных длительно промерзающих почв — Нижнеиртышская провинция.

Вообще говоря, граница между северной и средней тайгой

Т а б л и ц а 37. Биоклиматические показатели
Европейско-Западносибирской таежно-лесной зоны (области)

Подзоны	Сумма температур > 10°C	Период с температурой ми 10°C , дни	КУ	Биомасса ельников, ц/га		
				фитомасса	годовой прирост	годовой опад
Северная	400—1200	60—90	1,5—1,7	1200	35	30
Средняя	1200—1600	90—114	1,3—1,5	2600	70	50
Южная	1400—2400	120—150	1,0—1,3	3300—3600	85—160	55—100

весьма условна и не во всех провинциях прослеживается. Имеет место общее прогрессивное нарастание биологической продуктивности с севера на юг при весьма малых изменениях в почвенном покрове. Если в европейской части подзоны существенно уменьшается заболоченность почв и распространение верховых болот по мере движения к югу, то в Западной Сибири такого изменения нет: в Нижнеиртышской провинции заболоченность не ниже, чем в Нижнеобской, и на дренированных пространствах преобладают те же поверхностно- и грунтово-оглеенные подзолистые почвы. Существенное значение, в том числе сельскохозяйственное, в этой подзоне приобретают аллювиальные почвы речных долин, поддерживающие превосходные сенокосные угодья — базу для молочного животноводства. Встречаются здесь и возвышенности, сложенные карбонатными породами (Обозерское и Каргопольское плато, Коношско-Няндомская возвышенность), с характерным для них сочетанием рендзин и остаточно-карбонатных подзолистых почв.

В южно-таежной подзоне характерна примесь широколиственных пород к хвойным в составе лесов на западе и мелколиственных на востоке. Общая продуктивность лесов существенно возрастает, в почвенном покрове преобладающую роль начинает играть травянистая растительность, существенно интенсифицируется биологический круговорот веществ. В связи с большей дренированностью и увеличением поверхностного стока и испарения общая заболоченность уменьшается. Но одновременно растет пестрота почвенного покрова в связи с преобладанием конечно-моренного рельефа и большим расчленением поверхности. Преобладающую роль в почвенном покрове играют дерново-подзолистые почвы, в том числе на двучленных отложениях. Много всевозможных вариантов болотно-подзолистых почв. Среди болот преобладают низинные. В соответствии со сложной геологической историей этих районов в четвертичное время характерны почвы со вторым гумусовым горизонтом, особенно в Предуралье и в Западной Сибири.

В связи с существенными биоклиматическими изменениями с запада на восток в пределах этой подзоны выделяется ряд почвенных провинций: в фации умеренных кратковременно промерзающих почв — Белорусская; в фации умеренных промерзающих почв — Прибалтийская, Среднерусская и Вятско-Камская; в фации холодных длительно промерзающих почв — Среднеобская и Приангарская. Структуру почвенного покрова подзоны осложняет и большое литолого-геоморфологическое разнообразие.

Южно-таежная подзона наиболее освоена в земледельческом отношении, особенно в западных и северо-западных районах. Это колыбель русского народа с древним земледелием, сначала подсечно-огневым, затем переложным, паровым и, наконец, с современным, основанным на широкой мелиорации, химизации и механизации. Значительная часть почв здесь преобразована длительным земледельческим использованием, большая часть болот

осушена, а торфяники усиленно эксплуатируются для заготовки торфа.

Что касается горных провинций Европейско-Западносибирской таежно-лесной области, то их всего две — Хибинская и Уральская. В Хибинах ползолы и литосоли нижних частей склонов сменяются горными тундрами, а на Урале широко распространены подзолы, подбуры, также с высотой сменяемые горными тундрами. Описаны на Урале и горные грубогумусные кислые буроземы.

В целом Европейско-Западносибирская таежно-лесная область — это зона сочетания лесного и сельского хозяйства. В северо-таежной подзоне пашня занимает 0,1%, причем земледелие сосредоточено на песчаных и аллювиальных почвах. В средне-таежной подзоне площадь пашни увеличивается до 2%, а в южно-таежной — до 17%. Важно при этом отметить весьма существенные колебания доли пашни в разных исторических и природных районах каждой из подзон. Здесь весьма большие резервы пахотопригодных земель, которые можно освоить в будущем для развития продуктивного земледелия и животноводства.

Восточно-Сибирская почвенно-климатическая область — это таежно-лесная зона мерзлотно-таежных почв, занимающая обширные просторы Средней и Восточной Сибири к востоку от Енисея, для которой характерны холодный экстроконтинентальный климат, сплошное на севере и островное на юге распространение многолетней мерзлоты, широкое развитие криогенных явлений, преобладание горных систем и нагорий. Тайга здесь светлохвойная (лиственничная) с невысокой биологической продуктивностью.

В пределах этой области также выделяют северную, среднюю и южную тайгу, границы между которыми еще более условны и нечетки, чем в предыдущей.

В Североленской и Индигирско-Колымской провинциях северо-таежной подзоны преобладают мерзлотно-таежные глеевые почвы (надмерзлотно-гомогенно-глеевые, глеево-мерзлотно-таежные) на тяжелых почвообразующих породах в сочетании с болотными почвами депрессий и подбурами щебнистых склонов. На карбонатных породах развиты остаточно-карбонатные почвы и криогенные рендзины.

В пределах среднетаежной подзоны выделяются две провинции — Средне-Сибирская и Центрально-Якутская, резко различающиеся по характеру почвенного покрова.

В Средне-Сибирской провинции преобладают мерзлотно-таежные неглеевые и ожелезненные почвы на маломощном элювии глинистых сланцев, песчаников, известняков, доломитов и базальтовых траппов. Иногда встречаются дифференцированные мерзлотно-таежные почвы, обычно в условиях более свободного дренажа и более глубокого сезонного оттаивания. По речным долинам и депрессиям распространены болотные мерзлотно-таежные почвы.

Центрально-Якутская провинция занимает центральную часть Лено-Вилуйской ступенчато-котловинной равнины с высотами 270—450 м (древняя денудационная равнина), 100—270 м (древ-

неаллювиальная равнина) и менее 100 м (современные речные долины с серией аллювиальных террас). В ландшафтах Якутии преобладает светлохвойная тайга с изолированными островами лесостепи (березовые колки), степи, лугов и болот в термокарстовых депрессиях — аласах. В почвенном покрове преобладают мерзлотно-таежные палевые почвы, сочетающиеся с осолоделыми почвами, таежными солодами. В аласах склоны покрыты черноземно-луговыми почвами, а днища — луговыми и болотными. Местами встречаются содовые, сульфатные и даже хлоридные солончаки, особенно в долинах Лены, Амги, Вилюя.

В этой почвенно-биоклиматической области широко распространены провинции горных почв: Путоранская, Колымская, Верхоянская, Приенисейская, Северо-Прибайкальская, Приалданская, Восточно-Саянская, Забайкальская. В них горные литосоли прихотливо сочетаются с мерзлотно-таежными неглеевыми, ожелезненными и профильно-дифференцированными почвами, подбурами и кислыми грубогумусными буроземами, на наиболее высоких отметках — с горными тундрами.

Все эти территории очень слабо освоены и крайне слабо изучены в природном отношении, включая и почвенный покров. Земледелие здесь лишь зачаточное, пашни покрывают не более 0,1% площади. Это область господства лесного хозяйства, но быстро развивающаяся в связи с ростом добычи полезных ископаемых, энергетики и промышленности.

Дальневосточная таежно-лесная область включает в себя относящиеся к фации холодных длительно промерзающих почв Камчатскую, Верхнезейскую и Амурско-Северосахалинскую провинции, а также горные провинции: Камчатскую, Охотскую, Сихотеалинско-Сахалинскую и Верхнеамурско-Буреинскую. Для нее характерно очень сложное сочетание весьма разнообразных почв, формирующихся под таежными лесами холодного муссонного климата в условиях островной многолетней мерзлоты.

Специфическим почвенным регионом являются Камчатка и прилегающие северные Курильские острова, где почвообразование протекает под влиянием современного вулканизма. Главную особенность составляет широкое распространение здесь в горах и на равнинах пеплово-вулканических почв под березовыми высокоствольными лесами (каменная береза). В низменной приморской полосе и в долинах рек распространены луговые и болотные почвы. Господствующие вулканические почвы довольно разнообразны в зависимости от зоны пеплопада: в полосе интенсивных пеплопадов Центральнокамчатской депрессии преобладают слоисто-пепловые почвы; в полосе умеренных пеплопадов центральной части Камчатки лесные охристые вулканические почвы сочетаются с лугово-дерновыми; в западных районах полуострова при ослаблении пеплопадов характерны подзолисто-охристые вулканические и торфянисто-глеевые почвы; наконец, в полосе слабых пеплопадов охристоподзолистые почвы сочетаются с перегнойно-глеевыми.

На остальной территории области господствуют сочетания бу-

роземов («буро-таежных» почв по терминологии Ю. А. Ливеровского) и псевдоглеев (таежные подбелы, лесные подбелы) с болотными и луговыми почвами депрессий. Леса здесь также имеют мощный травяной покров и состоят из даурской лиственницы с примесью березы. На хорошо дренированных легких и щебнистых породах характерны иллювиально-железисто-гумусовые подзолы.

В этой области условия для развития земледелия также весьма ограничены вследствие особенностей климата, наличия островной многолетней мерзлоты и преобладания горного рельефа. Однако высокотравные луга создают хорошую базу для молочного животноводства. Земледелие очаговое, в основном в долинах рек. Главное значение имеют охотничье-промысловое хозяйство и оленеводство.

17.3. Почвы суббореального пояса

Суббореальный пояс на территории СССР также занимает обширную территорию, протянувшись от западных границ до тихоокеанского побережья. В нем выделяется целая серия природных зон, характеризующихся разнообразием условий увлажнения и теплообеспеченности от широколиственных лесов до пустынь. Особенности геоморфологии и геоструктур создают сложную мозаику условий почвообразования в каждой природной зоне.

Зона буроземов широколиственных лесов. Эта зона разорвана на две части обширными внутриконтинентальными пространствами. Западная буроземно-лесная область охватывает Закарпатскую, Карпатскую, Крымскую, Северокавказскую и Восточнокавказскую провинции фации теплых кратковременно промерзающих почв, а Восточная буроземно-лесная область включает Зейско-Буреинскую провинцию фации умеренных длительно промерзающих почв, Уссурийско-Ханкайскую и Южносибирскую провинции фации умеренных промерзающих почв.

В Закарпатье в долине реки Тисы и в предгорьях Карпат преобладают лессивированные (оподзоленные) поверхностно-глееватые буроземы, сменяемые глеевыми буроземами в нижних частях склонов и понижениях рельефа. Здесь значительная часть территории распахана и занята посевами, садами и виноградниками. В Карпатах на высоте 350—400 м оглеенные буроземы предгорий сменяются типичными кислыми буроземами, сочетающимися с литосолями крутых склонов, а выше 1000—1200 м буроземы сменяются горно-луговыми почвами. В Крыму на северном склоне светлые слабонасыщенные буроземы дубовых лесов низкогорной полосы выше 600 м сменяются темными кислыми буроземами буковых лесов, а выше 1200—1300 м последние сменяются горно-луговыми почвами. На южном склоне Крымских гор буроземы внизу сменяются коричневыми почвами. Северокавказская и Восточнокавказская провинции отличаются по условиям увлажнения: на более влажном Северном Кавказе буроземы сменяются внизу

серыми лесными почвами и черноземами, а на востоке — коричневыми и каштановыми почвами. В Восточной буроземно-лесной области буроземы горных склонов и предгорий ниже сменяются псевдоглеевыми (лесные подбелы) и глеевыми (луговые подбелы) почвами.

Будучи преимущественно распространенными на горных склонах буроземы в основном находятся под лесом и в малой степени используются в земледелии. Лесоводство здесь — главное направление землепользования. В благоприятных условиях рельефа и климата развито садоводство и виноградарство, а также очаговое земледелие в небольших масштабах.

Лесостепная зона серых лесных почв, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземов. Зона протянулась сплошной полосой от западных границ СССР до Енисея. Восточнее Енисея она представлена отдельными островами в межгорных котловинах — Барабинской, Бийско-Енисейской и Красноярско-Иркутской. В пределах этой зоны выделяются Североукраинская провинция фации теплых промерзающих почв, Окско-Донская и Нижнекамская провинции фации умеренных промерзающих почв; Восточно-Сибирские провинции относятся к фации умеренных длительно промерзающих почв.

В пределах зоны с запада на восток существенно меняются температурные условия, особенно зимнего периода; сумма активных температур уменьшается от 2400—3200° на западе до 1400—1800° в Сибири. В европейской лесостепи характерны острова широколиственных лесов, а в сибирской — мелколиственных. В северной лесостепи до ее широкого земледельческого освоения преобладали на водораздельных пространствах леса, а луговые степи и остепненные луга занимали подчиненное положение на нижних частях склонов. Соответственно в этой подзоне лесостепи преобладают серые и светло-серые лесные почвы в сочетании с дерново-подзолистыми и черноземно-луговыми. В южной лесостепи степь играет преобладающую роль, выходя на водоразделы, а лес представлен нагорными и байрачными лесами. В этой подзоне главную роль в структуре почвенного покрова играют черноземы, особенно выщелоченные и типичные разной степени смытости. В настоящее время эти территории в значительной мере распаханы и эродированы, леса сохранились лишь отдельными небольшими массивами. Характерным элементом лесостепи являются западины с лугово-черноземными, черноземно-луговыми и луговыми почвами, а иногда с луговыми солонцами и солодами. В европейской лесостепи характерно постепенное увеличение содержания гумуса в серых лесных почвах и черноземах, а также уменьшение мощности гумусированных горизонтов при движении с запада на восток и нарастании континентальности климата.

В западно-сибирской лесостепи в связи с ее общей слабой дренированностью на плоских широких междуречьях господствуют лугово-черноземные, часто солонцеватые и осолоделые почвы в комплексе с солонцами и солодами. Бараба — это типичная об-

ласть содового соленакпления. Много здесь и болотных почв, и солончаков. Серые лесные почвы приурочены к наиболее дренированным приречным территориям северной подзоны, а такие же территории в южной лесостепи заняты оподзоленными и выщелоченными черноземами.

Для европейской лесостепи, приуроченной к возвышенным эрозионным равнинам, характерно малое участие в почвенном покрове гидроморфных и полугидроморфных почв (менее 10% площади) при сильном развитии эрозионных процессов, включая интенсивное оврагообразование на лессовых равнинах. В западно-сибирской лесостепи, наоборот, много гидроморфных и полугидроморфных, а также солонцеватых и засоленных почв.

Лесостепь — это зона устойчивого высокопродуктивного земледелия с большой степенью распаханности территории.

Степная зона обыкновенных и южных черноземов. Зона лежит к югу от лесостепи сплошной полосой от западных границ страны до Алтая, а далее на восток также представлена лишь отдельными островами межгорных котловин. Для этой зоны характерно снижение коэффициента увлажнения до 0,4—0,8 и частое повторение атмосферных засух. В связи с разнообразием климатических и геоморфологических условий в пределах зоны выделяется большое число провинций, сменяющих друг друга с запада на восток: Придунайская, Южноукраинская и Предкавказская фации теплых кратковременно промерзающих почв; Южнорусская и Заволжская фации теплых промерзающих почв; Североказахстанская и Предалтайская фации умеренных промерзающих почв; Минусинская и Забайкальская фации умеренных длительно промерзающих почв.

Безраздельное господство в почвенном покрове принадлежит обыкновенным черноземам на севере зоны и южным черноземам — на юге. Гидроморфных и полугидроморфных почв мало. Эрозионное расчленение территории более слабое, чем в лесостепи, но плоскостная эрозия и дефляция почв развиты сильно. Почти все почвы распаханы и интенсивно используются в земледелии.

Провинциальные особенности связаны не только с фациально-подтиповыми изменениями черноземов с запада на восток, но и с наличием разных сочетаний с теми или иными почвами.

Сухостепная зона темно-каштановых и каштановых почв. Зона протянулась от северного Причерноморья до Алтая, а далее островами прослеживается в межгорных котловинах. Здесь еще меньше атмосферное увлажнение: КУ = 0,3—0,5. Как и в черноземной зоне, закономерно изменяются климатические условия с запада на восток, давая соответствующие почвенные провинции: Донская и Восточнопредкавказская фации теплых кратковременно промерзающих почв; Сыртовозаволжская фации теплых промерзающих почв; Центральноказахстанская фации умеренных промерзающих почв и Тувинско-Южнозбайкальская фации умеренных длительно промерзающих почв. В эту зону входят и две горные провинции — Внутреннедагестанская и Саур-Тяньшаньская, в ко-

торых горно-степные почвы сменяются на больших высотах горно-луговыми.

Для этой зоны характерна высокая комплексность почвенного покрова, в котором наряду с темно-каштановыми и каштановыми почвами широко распространены лугово-каштановые и луговые почвы, солонцы, солончаки, однако в разных провинциях зоны комплексность почвенного покрова весьма сильно различается.

Восточнопредкавказская провинция (восточные склоны Ставропольского плато) характеризуется господством темно-каштановых и каштановых мицелярно-карбонатных почв, отличающихся сильной перерытостью землероями, довольно однородным почвенным покровом; лишь в ее северо-восточной части и в долинах рек (Калаус, Кума и др.) распространены солонцеватые почвы и солонцы, создающие комплексность почвенного покрова. Донская провинция, занимающая Манычскую низину и прилегающие к ней Сал-Манычский водораздел и сильно расчлененные Ергенинскую, Восточnodонскую и Приволжскую возвышенности, имеет очень сложный и комплексный почвенный покров. Среди преобладающих темно-каштановых почв характерны солонцеватые в разной степени темно-каштановые и каштановые почвы, солонцы, солончаки. В этой провинции много эродированных почв, а в долинах Дона, Иловли, Чира характерны обширные массивы песков с ареносолями. Сыртовозаволжская провинция характеризуется высокой глинистостью, высокой гумусностью и малой мощностью преобладающих здесь каштановых почв; характерна большая комплексность почвенного покрова (солонцы, солонцеватые, лугово-каштановые почвы), нарастающая к востоку и юго-востоку. Характерной особенностью почвенного покрова Центральноказахстанской провинции служит высокая комплексность почвенного покрова, в котором существенную роль играют солонцы, солончаки, солонцеватые, солончаковатые почвы; здесь много щебнистых и легких почв, сильно подверженных дефляции. В межгорных котловинах Тувы и Забайкалья также много легких почв, среди которых преобладают несолонцеватые и незасоленные, безгипсовые, мучнисто-карбонатные.

В зоне темно-каштановых и каштановых почв пашни и пастбища играют примерно равную роль, хотя их соотношения в разных провинциях существенно различаются. Недостаток атмосферного увлажнения, постепенно растущий к югу и востоку, ограничивает возможности богарного земледелия, а развитие орошаемого земледелия ограничивается отсутствием свободных водных ресурсов. Большое значение в этой зоне имеет защита почв от дефляции как на пахотных угодьях, так и на пастбищах.

Полупустынная зона светло-каштановых и бурых почв. Зона разделяется на две провинции фации теплых промерзающих почв — Прикаспийскую и Южноказахстанскую. Главную климатическую особенность этой зоны составляют резко выраженная засушливость и континентальность, исключая возможность богарного земледелия. Коэффициент увлажнения здесь падает до

0,1—0,3. Растительный покров представлен опустыненными степями с проективным покрытием 20—40%. В почвенном покрове господствуют светло-каштановые почвы на севере и бурые полупустынные — на юге. Почти все почвы солонцеватые и часто солончаковатые. Для зоны характерна исключительно высокая комплексность почвенного покрова, особенно на слабо дренированных низменностях, сложенных древнеаллювиальными и морскими засоленными отложениями. Половину территории занимают комплексы светло-каштановых и бурых почв с лугово-каштановыми, лугово-бурыми, луговыми, солонцами и солончаками. На песках комплексность почвенного покрова уменьшается и господство переходит к ареносолям на грядовых, бугристых и барханных песках.

Ведущее направление землепользования в зоне — пастбищное животноводство. Земледелие, в том числе орошаемое, сосредоточено преимущественно в речных долинах, однако пашни занимают не более 5% общей площади зоны.

Пустынная зона серо-бурых почв. Зона также разделяется на две провинции фации теплых промерзающих почв — Арало-Каспийскую и Арало-Балхашскую, протянувшись к востоку от Каспийского моря до предгорий Тянь-Шаня. К этой же зоне относятся Северотуранская провинция фации субтропических коротковременно промерзающих почв и Южнотуранская провинция субтропических непромерзающих почв. Указанные четыре провинции, две из которых относятся к суббореальному поясу, а две — к субтропическому, формируют обширный пустынный регион Средней Азии.

Аридно-денудационные равнины и плато этой зоны (Мангышлак, Центральный Устюрт, Бетпак-Дала), сложенные элювиально-делювиальными суглинистыми наносами с близким подстиланием и выходами на поверхность коренных пород, отличаются преобладанием маломощных щебнистых серо-бурых почв и каменистых поверхностей. Типичны их комплексы с солонцеватыми и солончаковатыми почвами. В депрессиях рельефа распространены солончаки.

Древнеаллювиальные равнины характеризуются большими массивами перевеваемых и полужакрепленных песков (Каракумы, Кызылкумы, Муюнкумы). Их песчано-глинистые части, прилегающие к современным речным долинам, несут покров такыровидных почв, такыров, солонцов, солончаков, древнетугайных и лугово-пустынных почв. Современные аллювиально-дельтовые равнины Амударьи, Сырдарьи, Чу, Или покрыты аллювиально-луговыми карбонатными почвами, иногда солончаковатыми, в сочетании с лугово-болотными, болотными почвами и солончаками.

В почвенном покрове пустынь широко распространены карбонатные, гипсовые, солевые коры. Гипсоносность — характерная особенность всех почв среднеазиатских пустынь, включая песчаные (гипсовые розы Репетека). В целом это зона геохимической аккумуляции продуктов выветривания альпийских горных систем

юга Средней Азии, поверхность которой сформирована многочисленными древними и современными потоками, текущими с них к северу.

Субтропическая часть пустынной зоны отличается более высокой карбонатностью и солончаковатостью и меньшей солонцеватостью почв, а также меньшей комплексностью почвенного покрова.

В зоне характерны слепые дельты рек (Теджен, Мургаб и др.) с комплексом такыров, такыровидных почв и солончаков.

Главная часть зоны используется в пастбищном животноводстве. Земледелие возможно лишь при орошении и связано с долинами рек. Орошаемое земледелие здесь имеет длительную историю в течение нескольких тысячелетий, в связи с чем широко распространены своеобразные культурно-поливные почвы наряду с современными орошаемыми. Бичом орошаемого земледелия в зоне является вторичное засоление почв.

В этой зоне есть и своя горная провинция — Южнотяньшаньско-Памирская со своеобразными высокогорными такыровидными пустынными почвами.

17.4. Почвы субтропического пояса

В пределах субтропического пояса СССР выделяются три области или зоны, резко различающиеся по условиям увлажнения.

Субтропическая влажно-лесная зона красноземов и желтоземов. Зона включает в себя Колхидскую провинцию фации субтропических непромерзающих почв и две горные провинции — Западно-Закавказскую и Ленкоранскую.

Колхидская провинция включает Колхидскую низменность и прилегающие к ней предгорья Западной Грузии. В предгорьях преобладающим почвенным типом является краснозем, а на высоких речных террасах — желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы, часто с латеритными прослоями. В долине Риони развиты аллювиальные почвы, включая болотные. В горных провинциях этой зоны безраздельно господствуют в почвенном покрове разнообразные буроземы.

В Колхидской низменности значительная часть почв осушена и распахана, хотя заболоченных почв еще много. Красноземы Западной Грузии — это основная база производства чая и мандаринов. Горные склоны используются в лесном хозяйстве.

Субтропическая ксерофитно-лесная зона коричневых и серо-коричневых почв. Зона включает Закавказскую провинцию фации субтропических непромерзающих почв и две горные провинции — Восточно-Закавказскую и Южно-Закавказскую.

Предгорно-равнинные возвышенные равнины Закавказья (Алазано-Гричайская, Мухрано-Горийская, Восточно-Закавказская), располагающиеся в обширной тектонической депрессии, где коренные породы перекрыты элювиально-делювиально-пролювиальными

наносами, характеризуются весьма сложным почвенным покровом, в котором наряду с преобладающими коричневыми, лугово-коричневыми, серо-коричневыми и лугово-серо-коричневыми почвами распространены вертисоли, черноземы, а в наиболее сухих условиях — каштановые и бурые полупустынные почвы. В землепользовании богарное земледелие и пастбищное животноводство играют примерно равную роль.

В горных провинциях этой зоны коричневые почвы предгорий сменяются с высотой буроземами, а в субальпийском и альпийском поясах — горно-луговыми почвами.

Природные условия зоны благоприятствуют как земледелию, так и пастбищному животноводству. Земледелие развито как богарное, так и орошаемое в долинах. Особое значение имеют плодоводство, табаководство, хлопководство, виноградарство, овощеводство, но распространено и зерновое полеводство (пшеница, кукуруза).

Предгорно-полупустынная зона сероземов. Зона включает в себя Северо-Притяньшаньскую провинцию фации суббореальных теплых кратковременно промерзающих почв; Западно-Притяньшаньскую провинцию фации субтропических кратковременно промерзающих почв; Пригиссарскую, Прикопетдагскую и Кура-Араксинскую провинции фации субтропических непромерзающих почв; а также три горные провинции — Западно-Тяньшаньскую, Бадахшано-Гиссарскую и Копетдагскую. Основная территория зоны приурочена к подгорным равнинам, предгорьям и горам Средней Азии и лишь относительно небольшую площадь занимает в Кура-Араксинской низменности Азербайджана.

В Северо-Притяньшаньской провинции доминируют малокарбонатные сероземы на пролювиальных и пролювиально-делювиальных перекрытых лессом отложениях увалистых предгорных равнин. В депрессиях рельефа распространены лугово-сероземные почвы, а в речных долинах — преимущественно аллювиальные луговые. Сероземы этой провинции относятся к подтипам светлых (на высотах от 350—400 до 600—800 м) и типичных (до 900—1200 м). Они интенсивно используются в богарном и орошаемом земледелии.

Западно-Притяньшаньская провинция также характеризуется распространением светлых и типичных сероземов, формирующихся на лессах и лессовидных суглинках, перекрывающих делювиально-пролювиальные наносы конусов выноса и древних террас Сырдарьи, Зеравшана, Чирчика. В Ферганской долине и Голодно-степской равнине сероземы и лугово-сероземные почвы формируются на глинистом аллювии; здесь много засоленных почв и солончаков. В провинции широко развито орошаемое земледелие с преимущественным вниманием к хлопководству, но существенное значение имеют плодоводство, виноградарство, овощеводство.

Пригиссарская провинция светлых и типичных сероземов — наиболее южная и теплая. Соответственно здесь выращиваются наиболее теплолюбивые культуры, в том числе наиболее ценные

сорта тонковолокнистого хлопчатника. В Прикопетдагской провинции преобладают светлые сероземы, часто легкие по гранулометрическому составу, что способствует более широкому развитию здесь пастбищного животноводства.

Наиболее сложный почвенный покров имеет Кура-Араксинская низменность, где сероземы и лугово-сероземные почвы постепенно сменяются на склонах серо-коричневыми почвами. В низменности широко распространены луговые, лугово-болотные почвы, солончаки и в различной степени засоленные почвы. Вторичное засоление орошаемых почв — главная проблема земледелия.

Зона сероземов — это главная база хлопководства страны, причем весь хлопчатник выращивается при орошении. Именно с сероземами связана главная часть орошаемых земель Советского Союза, прежде всего в республиках Средней Азии. Многие сероземы используются в орошаемом земледелии тысячелетия и сильно изменены земледельческой культурой, имея в верхней части профиля мощный агроирригационный нанос. Многие культурно-поливные почвы зоны — это искусственно созданные человеком почвы. Орошаемые сероземы отличаются высоким эффективным плодородием и составляют ценную часть земельного фонда страны. В зоне еще имеется довольно большой фонд свободных земель, но их освоение сдерживается отсутствием свободных водных ресурсов.

17.5. Земельные ресурсы СССР

Согласно данным Н. Н. Розова, В. П. Сотникова и Ю. В. Федорина (1974) общая площадь территории СССР составляет 2231 млн. га, из которых 36,2% (807 млн. га) занимают леса и кустарники, 27,3% (608 млн. га) — сельскохозяйственные угодья, 15,4% (343 млн. га) — оленьи пастбища тундр, 5,2% (116 млн. га) — болота и 15,9% (357 млн. га) — прочие земли. В составе сельскохозяйственных угодий 54% (327 млн. га) занимают пастбища, 38,5% (234,3 млн. га) — пахотные земли (пашни, залежи, многолетние насаждения, огороды, приусадебные земли) и 7,5% (46,4 млн. га) — сенокосы. Таким образом, пахотные земли составляют 10,6% всего земельного фонда страны, а пастбища, включая оленьи, — 29,9%. 28,6% площади страны, или 637 млн. га, занимают горные территории.

Наибольшие площади пахотных почв сосредоточены в лесостепной и степной зонах — 130 млн. га, или 60%; около 28 млн. га, или 12,8%, находятся в зоне сухих степей. Около 36 млн. га, или 17%, — в зоне южной тайги. Главные площади пастбищ, исключая оленьи, находятся в зонах сухих степей, полупустынь и пустынь.

Пахотные почвы Советского Союза весьма разнообразны, но почти половину их (около 48%) составляют черноземы и лугово-черноземные почвы (109 млн. га). Около 13% пашни (29 млн. га) представлено дерново-подзолистыми почвами и буроземами,

9,5% (22 млн. га) темно-каштановыми и каштановыми почвами, 8,2% (18,6 млн. га) — серыми лесными, 12,3% (28 млн. га) — аллювиальными. Все остальные разнообразные почвы страны в сумме составляют около 9% пахотных земель. Черноземы распаханы в наибольшей степени (КЗИ — 74%), за ними следуют темно-каштановые и каштановые почвы (КЗИ — 43%), серые лесные (КЗИ — 39%) и сероземы (КЗИ — 37%). Из 53 млн. га аллювиальных почв страны распаханно 28 млн. га, или 53% их площади, остальная площадь занята сенокосами разной продуктивности.

Важно иметь в виду не только общую характеристику земельных угодий, но и состояние их почвенного покрова. Особенно важно это в отношении пахотных земель. 73% всех пахотных земель страны нуждаются в тех или иных мелиоративных или культуртехнических мероприятиях для обеспечения их высокой и устойчивой продуктивности. Если к этому добавить заботу об оптимальном водообеспечении сельскохозяйственных культур путем орошения, то получается, что практически все пахотные земли нуждаются в той или иной мелиорации.

Особого внимания заслуживает состояние наиболее ценных и потенциально продуктивных орошаемых земель. В стране сейчас орошается около 20 млн. га пахотных земель. Эти земли дают существенную часть сельскохозяйственной продукции страны, в частности весь рис, весь хлопок, значительную часть овощей, винограда, фруктов, сочных кормов для животных. В то же время состояние большей части орошаемых земель весьма неблагоприятное. Это может быть проиллюстрировано на примере Туркменской ССР (табл. 38).

Таблица 38. Мелиоративное состояние орошаемых земель в Туркменской ССР в 1953 и 1963 гг. (А. М. Ходжамурадов, 1984)

Орошаемые земли Туркмении	1953		1963	
	тыс. га	%	тыс. га	%
Всего земель с оросительной сетью	706,5	100	798,0	100
Из них:				
незасоленных	348,4	49	314,0	39
слабозасоленных	173,6	25	210,2	26
среднезасоленных	145,6	21	193,2	25
сильнозасоленных	38,8	5	80,6	10
всего нуждаются в мелиорации	358	51	484	61

Данные таблицы показывают, что площадь орошаемых земель за 10 лет с 1953 по 1963 г. выросла на 92,5 тыс. га, а площадь нуждающихся в мелиорации земель за этот же срок выросла на 126 тыс. га. Учет состояния орошаемых земель Туркмении на 1 ноября 1983 г. показал (А. М. Ходжамурадов, 1984), что из общей площади орошаемых земель республики 1061 тыс. га находились:

в хорошем состоянии	111,6 тыс. га, или 10,5%
в удовлетворительном состоянии	533,8 тыс. га, или 50,3%
в неудовлетворительном состоянии	415,6 тыс. га, или 39,2%
из них с близкими грунтовыми водами	98,0 тыс. га
» с сильным засолением	8,0 тыс. га
» с засолением и близкими грунтовыми водами	309,6 тыс. га

Таким образом, хотя пахотные земли страны и обширны, значительная часть их находится в неудовлетворительном состоянии вследствие наличия тех или иных природных лимитирующих факторов либо из-за длительного нерационального землепользования. При этом приходится учитывать, что значительная часть территории страны (около 70%) непригодна или мало пригодна для земледелия по своим природным условиям (горные, холодные, пустынные районы). Земледелие сосредоточено на три четверти в южно-таежной, лесостепной, степной и сухостепной зонах, которые вместе занимают менее 30% площади страны.

Улучшение качества сельскохозяйственных угодий страны и прежде всего пахотных земель — важнейшая государственная задача, занимающая важное место в аграрной политике КПСС, в Комплексной программе развития сельского хозяйства страны, принятой XXVI съездом КПСС, в разработанных Пленумами ЦК КПСС Продовольственной программе и Долговременной программе мелиорации земель, в решениях XXVII съезда КПСС, определяющих главные направления развития до 2000 г.

Выполнение этой задачи требует принятия во внимание и постоянной тенденции уменьшения площади пашни на душу населения, что связано с ростом населения, изъятием пахотных земель для несельскохозяйственного пользования (промышленное и коммунальное строительство, коммуникации, добыча полезных ископаемых) и деградационными потерями земли. Если в 60-х годах площадь пашни на душу населения была 1,2 га, к началу 80-х годов она составила 0,82 га, а к концу века может снизиться до 0,70—0,75 га. Это требует как интенсификации сельскохозяйственного производства, т. е. получения все большей продукции с той же единицы площади, так и освоения новых земель, прежде всего с целью компенсации текущих потерь земли и прироста населения.

В то же время приходится иметь в виду, что свободный фонд пахотно-пригодных земель страны ограничен и не только вследствие природных лимитирующих факторов самих почв или климатических условий, но и вследствие экологических причин: людям нужны не только пашни, но и пастбища, и леса, и рекреационные земли, и водные поверхности. Учитывая все указанные обстоятельства и возможный КЗИ в разных природных зонах, Н. Н. Розов и С. А. Шувалов (1973) подсчитали, что общая площадь потенциального расширения пашни в стране составляет около 63 млн. га. Наибольшая доля потенциально пригодных для земледелия почв находится в зонах южной тайги, сухих степей, полупустыни и пустыни. Однако освоение новых земель потребует огромных

капиталовложений на мелиоративные работы, связанные с осушением либо орошением.

Приведенная характеристика существующего и потенциального земельного фонда страны показывает, что главная задача сегодняшнего дня — это, во-первых, всемерное повышение и поддержание плодородия используемых в сельском хозяйстве почв, их мелиорация и охрана от деградиционных процессов; во-вторых, рачительное использование каждого гектара земли и охрана почвенного покрова в любом виде человеческой деятельности, недопущение потерь, загрязнений и разрушений почвенного покрова; в-третьих, восстановление и возвращение в продуктивное состояние земель, уже нарушенных нерациональным землепользованием.

Глава восемнадцатая

ПРИНЦИПЫ И СИСТЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Системы, виды и формы землепользования складываются и изменяются в процессе исторического развития человеческого общества и смены производственных отношений. Землепользование, как один из процессов человеческой деятельности, предполагает вовлечение в сферу производственного труда почвенного покрова, утилизацию его в качестве природного ресурса, средства производства. При этом почвенный покров может быть использован для различных целей как предмет и средство труда.

18.1. Многоцелевое использование почвенного покрова

Почва, почвенный покров — место для поселения человека, средство и материал труда, «базис коллектива». Почва — это одно из основных средств производства и объект труда в сельском хозяйстве. Земледелие, животноводство и другие отрасли сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства прямо или косвенно базируются на утилизации потенциальных возможностей почвенного плодородия и воздействуют через технику и труд на сущность, особенности и направления современных почвенных процессов.

Почвенные ресурсы используются кроме сельского хозяйства в различных отраслях хозяйственной деятельности человека. Значительные площади плодородных почв ежегодно отторгаются под городское, промышленное, транспортное и аэродромное строительство, являются материалом и основанием при строительстве.

Почвенные ресурсы и их рациональное использование выступают в области удовлетворения спроса на продовольствие, корма, местное топливо, древесину и биологические сырьевые материалы

в качестве наиболее существенного фактора. «Идеальным» типом землепользования можно считать то, которое, отражая экономические потребности региона и его социально-экономические и технические возможности, согласуется с природной спецификой территории.

18.2. География и экология землепользования

Различия видов землепользования определяются двумя группами факторов — природными и социально-экономическими. Среди природных факторов, формирующих необходимые предпосылки развития разнообразных видов землепользования, следует прежде всего назвать климат, рельеф, почвы и растительность. В каждом конкретном регионе эти факторы, представляющие важные характеристики ландшафтов, в различной степени влияют на тип землепользования. Чем сложнее внутреннее структурное устройство ландшафтной системы, тем больше она может представить потенциальных вариантов организации землепользования, в том числе сельскохозяйственного производства.

Современный уровень развития науки и техники позволяет успешно организовать сельскохозяйственное производство в районах, мало пригодных по своим природным предпосылкам для такого рода деятельности. Однако это связано либо с перестройкой природной среды, либо с созданием искусственной среды обитания. Оба эти пути требуют значительных капиталовложений и часто сопровождаются негативными последствиями техногенных перестроек природных систем (вторичное засоление, ускоренная эрозия, загрязнение и т. д.).

Климат чаще всего определяет эколого-географические параметры распространения культурных растений и животноводства, важнейших типов землепользования. Вторым важным эколого-географическим фактором землепользования выступают морфолито-логические особенности территории.

Недостаток тепла кладет предел растениеводству открытого грунта, хотя в отдельных холодных районах существуют очаги земледелия, как это имеет место в субарктическом и в северных районах бореального пояса. Другой лимитирующий климатический фактор — недостаток влаги. При снижении гидротермического коэффициента (по Селянинову) до 0,5 и при дефиците увлажнения более 400—600 мм богарное земледелие становится нерентабельным. Растениеводство в этих случаях базируется на орошении и полностью контролируется объемом водозапасов местности. В аридных и субаридных регионах земного шара водозапасы, как правило, невелики и поэтому орошаемое земледелие распространено ограничено. Основным типом землепользования становится в этих регионах пастбищное хозяйство.

Интегральным показателем качества земель, принципиально пригодных или непригодных для обработки, являются значения

господствующих углов наклона поверхности. Распашка возможна лишь до крутизны склонов около 8° .

В отличие от земледелия пастбищное хозяйство не так сильно зависит от рельефа местности. Скот можно выпасать на равнинах и в горах, причем на пастбищных землях не происходит смыва веществ в таких масштабах, как с пахотных угодий, а их баланс более уравновешен.

Природный потенциал горных ландшафтов определяют абсолютная высота гор, их расположение по отношению к влагонесущим потокам воздуха и крутизна склонов. Горные склоны, занятые лесами, как правило, должны исключаться из сельскохозяйственного пользования из-за очень высокой их уязвимости. Пастбища в горах обычно располагаются в высотных поясах с травянистыми (луговая, степная, полупустынная) либо кустарничковыми формациями или с редкостойными лесами. В тропических и экваториальных горных районах травянистые и кустарниковые формации субальпийского пояса появляются слишком высоко и не могут интенсивно использоваться для выпаса даже мелкого рогатого скота. В то же время субальпийские луга умеренного пояса — прекрасная база для откорма не только овец и коз, но и крупного рогатого скота.

Специфика землепользования на плоскогорьях состоит в том, что их экологические условия позволяют развивать и земледелие, и животноводство. В зависимости от преобладающих высот, почвенных и местных климатических условий земли некоторых плоскогорий освоены под земледелие (Эфиопское нагорье, плато Юньнань, Высокий Вельд южной Африки, отдельные районы Тибета), а других — преимущественно под пастбища (Альтипланос Анд Южной Америки, Памиро-Алай).

Агроландшафты чисто земледельческого или чисто пастбищного использования встречаются на сравнительно ограниченной территории земного шара. Шире распространены ландшафты, где по экологическим условиям имеет место чередование пригодных для земледелия плоских или слабовсхолмленных поверхностей и эрозионных склонов, где возможен только выпас скота. Частая смена высоко- и низкопродуктивных почв, обусловленная сложностью структуры почвенного покрова, особенностями водного режима почв и микроклимата, вызывает разнообразные сочетания земледельческого и пастбищного использования территории.

Значительная часть суши земного шара (около 60%) обладает экологическими характеристиками, делающими ее мало или совершенно непригодной для сельского хозяйства. Более половины таких территорий (33% площади суши) приходится на пустыни, где земледелие развито очагово, на базе искусственных, реже естественных оазисов. Прогнозы рисуют большие перспективы возможного освоения территории пустынь, но это потребует огромных средств и коренного улучшения техники и технологии оросительных и химических мелиораций почв.

18.3. Землепользование в холодном поясе

В пределах холодного климатического пояса, включающего ландшафты от арктических пустынь до среднетаежных лесов, фактором, ограничивающим сельскохозяйственное использование природных ресурсов, выступает недостаток тепла. Vegetация культурных растений в открытом грунте здесь невозможна, за исключением небольших участков с более «теплыми» почвами и микроклиматическими условиями. В таких местах складывается землепользование пригородного или подсобного типа с возделыванием огородных и кормовых культур на базе теплиц и весьма дорогостоящих агротехнических мероприятий. Среди культур преобладают скороспелые, нетребовательные к теплу и переносящие кратковременное понижение температуры ниже 0°C .

Низкая продуктивность кормовых растений ограничивает развитие в холодном поясе пастбищного хозяйства. Животноводство здесь имеет очаговый характер и приурочено к отдельным районам с более благоприятными климатическими условиями, например к районам с более мягким морским климатом (Западная Европа).

Особая роль в землепользовании этого пояса принадлежит оленеводству, основному местному источнику продовольствия и животного сырья.

18.4. Землепользование в умеренном поясе

Для агроландшафтов умеренного климатического пояса характерно четко выраженное разделение сезонов года по условиям теплообеспеченности: холодный и теплый сезон. В пределах этого пояса господствуют растительные сообщества, приспособившиеся к перенесению суровых и холодных зим. Основная особенность культур умеренного пояса в их довольно строгих требованиях к условиям термо- и фотопериодизма. Большая часть яровых и озимых злаков — растения длинного дня, которые в более южных районах затягивают свою вегетацию. Растения короткого дня типичны для южных районов умеренного пояса (подсолнечник, конопля и т. д.).

В пределах рассматриваемого пояса широко представлены ландшафты континентального сектора с высокими значениями годовых, месячных и суточных амплитуд температур. Для этих регионов характерны суровые зимы с крайне низкими температурами, ограничивающими произрастание многих многолетних культурных и диких растений.

Севернее изотермы сумм активных температур 1000° очаговый характер приобретают не только пахотные угодья, но и пастбища, располагающиеся на более сухих, естественно дренированных склонах речных долин. Южнее районов с суммой активных температур 1000° располагаются территории, благоприятные для ис-

пользования в земледелии и для организации высокопродуктивного животноводства товарного направления на базе культурных лугов и улучшенных пастбищ. Основным лимитирующий фактор здесь рельеф местности, к которому в континентальных частях пояса добавляется дефицит атмосферного увлажнения в вегетационный период.

В Евразии земледельческие территории образуют самый обширный на планете массив этого пояса на равнинах Восточной и Западной Европы. Эти регионы отличаются высокой степенью распаханности земель (до 60—70%), а пастбища по площади довольно ограничены. Тем не менее здесь наряду с зерновым хозяйством развивается и животноводство, базирующееся не на пастбищах и выгонах, а на культурных лугах и кормовых культурах при стойловом содержании скота. В Северной Америке, в восточном приокеаническом секторе умеренного пояса находится массив земледельчески освоенных территорий, лишь немного уступающий подобному массиву Евразии. При достаточном увлажнении в теплый сезон здесь хорошо растут зерновые, бобовые, овощные культуры, корнеплоды, можно выращивать многолетние плодовые культуры.

Земледельческое использование территории умеренного пояса становится нерациональным или нерентабельным в горах и в условиях значительного дефицита атмосферного увлажнения. Поэтому пастбищное хозяйство этого пояса сосредоточено на равнинах в пределах континентального сектора (зоны сухих степей, полупустынь, пустынь и ксерофитных редколесий) либо на плоскогорьях, недостаточно влажных или теплых для выращивания сельскохозяйственных культур. Пастбищные угодья занимают равнины Центральной Азии, котловины, горы и холмы Внутренней Монголии, сухие степи и полупустыни Казахстана и Прикаспия, аридные области запада США. Периоды выпаса приходятся на месяцы с большим количеством осадков, когда начинается вегетация трав или кустарников. Для полупустынных пастбищ характерно отгонное скотоводство, при котором пастбища используются строго ограниченное время. Ландшафты полупустынь с коротким периодом вегетации эфемеров, с низкой биопродуктивностью могут быть отнесены к непродуктивным землям, хотя при организации искусственного водоснабжения в таких ландшафтах возникают очаги земледелия.

18.5. Землепользование в субтропиках

В северном полушарии в субтропиках длительность вегетационного периода около 200 дней в северных районах, а в остальных районах и в субтропиках южного полушария имеет место круглогодичная вегетация растений. В некоторых районах теплого пояса возможно зимнее, не ежегодное, кратковременное понижение температуры ниже 0°C, но более характерны для пояса в целом так

называемые «вегетационные зимы», когда даже в холодное время года среднемесячные температуры редко опускаются ниже $+10^{\circ}\text{C}$, т. е. происходит круглогодичная вегетация растений.

В континентальном секторе теплого пояса гидротермический коэффициент (по Селянинову) не выше 0,3, поэтому земледелие возможно только при орошении. В приокеанических и приморских районах условия увлажнения благоприятны для неполивного земледелия в холодное время года. В период сухого или засушливого лета требуется орошение сельскохозяйственных культур. В районах муссонного климата из-за неравномерности выпадения осадков (летом — избыток в северном полушарии) необходимо при земледельческом освоении сооружение дренажной сети. На восточных окраинах материков имеются регионы с одинаково хорошей влагообеспеченностью в течение всего года, что наиболее благоприятно для земледелия. В субтропиках почти повсеместно существует два вегетационных периода: в Европе — весенний и осенний, в остальных районах — летний и зимний.

В зимнее время выращивают малотребовательные к теплу культуры (зерновые, овощные). Летом возможна вегетация как теплолюбивых однолетних культур и многолетних (хлопчатник, поздние сорта риса и кукурузы, цитрусовые, чайный куст, инжир, маслины, тунг и т. д.), так и однолетних растений тропического пояса, не способных переносить понижение температуры ниже 0°C . В самых теплых местообитаниях (сумма активных температур более 8000°) — Северная Сахара, Аравия, юг Ирака, Ирана, Калифорния — плодоносят финиковая пальма, поздние сорта хлопчатника.

Примером хорошей адаптации к термическому и влажностному режиму субтропиков может служить озимая пшеница, которая произрастает в различных экологических условиях этого пояса. Важнейшей сельскохозяйственной культурой субтропиков, особенно на востоке Азии (а также в Мексике, Калифорнии и некоторых других районах), является рис, растение летней вегетации в условиях обильного полива.

Сочетание горного и равнинного рельефа в субтропиках обуславливает чередование здесь земледельческих и пастбищных угодий, а также наличие смешанных земледельческо-пастбищных угодий. Пастбищные угодья теплого климатического пояса расположены в засушливых районах, где базируются на скудных фитоценозах пустынь и полупустынь. Рост поголовья животных, увеличение нагрузки на пастбища приводят к внедрению пастбищного хозяйства в лесные ландшафты горных склонов, что крайне вредит этим ландшафтам. Второй важной особенностью современного состояния пастбищного хозяйства субтропиков является то, что кочевое скотоводство уступает место отгонному пастбищному.

18.6. Землепользование в тропиках

Значительные ресурсы тепла (сумма активных температур более 8000°) в жарком климатическом поясе обеспечивают непрерывную вегетацию растений в течение всего года при почти неизменной напряженности биологических процессов. Земледелие в этих условиях основывается на многолетних древесно-кустарниковых культурах и однолетних скороспелых растениях, позволяющих получать несколько урожаев в год. В пределах этого пояса можно выделить три зоны по увлажнению: избыточного увлажнения, достаточного увлажнения большей части года при наличии сухого сезона, недостаточного увлажнения в течение всего года. Земледельческие территории приурочены здесь к районам избыточного и достаточного увлажнения, а пастбищные к сухим районам, где нет мухи цеце. Ферраллитные почвы районов, пригодных для земледелия, характеризуются низким естественным плодородием. После сведения леса и в результате применения переложного (подсечно-огневого) земледелия эти почвы быстро теряют органическое вещество и подвергаются интенсивной эрозии.

Лимитирующим фактором землепользования в тропиках является рельеф: значительные площади заняты горами и высокими нагорьями. Состав сельскохозяйственных культур в этих районах меняется с высотой от тропических культур к культурам умеренного пояса. Наиболее высоко в горах Азии, Африки, Южной Америки выращиваются ячмень и пшеница, однако большая часть горных районов жаркого пояса — это пастбища (в сухих районах) или леса (приэкваториальные области).

В районах избыточного увлажнения (Филиппины, Малайзия, Большие Зондские острова, впадина Конго, западная Амазония) некоторые растения плодоносят в течение всего года. Здесь же распространены культуры, не переносящие сухого сезона (масличная пальма, гевея, маниок). Другие культуры — кофе, хлопчатник, какао, табак — нуждаются в сухом периоде для созревания. Растянутый характер плодоношения большинства культур удобен для мелкого потребительского хозяйства, но мало устраивает товарное производство, где экономически выгодны более сжатые сроки плодоношения. Большинство растений во влажных районах экваториального пояса очень чувствительны к прямому солнечному свету, богатому инфракрасными лучами, и саженцы теплолюбивых растений (масличная пальма, хинное дерево) гибнут от ожогов. При выращивании целого ряда культур требуется затенение.

Наиболее рациональное направление землепользования влажных тропиков — возделывание многолетних плантационных древесно-кустарниковых культур. Перспективны плантации, имитирующие природные экосистемы влажно-тропических лесов (смешанные посевы). Довольно широко распространено возделывание риса.

Зона достаточного увлажнения (с 2—5 сухими или засушливыми месяцами) соответствует субэкваториальному географиче-

скому поясу. Это муссонный сектор юга Восточной Азии и Индокитай; в Африке территории с севера, юга и востока от впадины Конго; в Южной Америке — Льянос Ориноко, Гвианское нагорье и северные окраины Бразильского нагорья; в Австралии — северная часть материка. Эти районы — наиболее благоприятная экологическая среда для животноводства и земледелия. Но проблема эрозии ферсалиитных почв стоит здесь очень остро, особенно ввиду того, что в данных регионах преобладают традиционные формы сельского хозяйства. Равнины этих регионов, где могут выращиваться даже влаголюбивые культуры — рис, гевея, представляют собой основную часть пахотных угодий жаркого пояса. Напряженность и характер сельскохозяйственных работ регулируются чередованием сухих и влажных периодов. Даже для районов, наиболее обеспеченных осадками, нужны системы орошения на случай засух или других неблагоприятных климатических явлений. Муссонные тропики Азии характеризуются наивысшей плотностью населения среди тропических районов.

По мере приближения от экватора к тропикам, с увеличением сухости климата земледелие сменяется пастбищным хозяйством. Пастбища расположены на равнинах в пределах континентального сектора в зоне саванн и редколесий субэкваториального пояса. Это обширные территории Аравийского полуострова, юга Иранского нагорья, северо-запада Индии, Сахель, окраины Калахари и пустыни Намиб. Часто пастбища мозаично переплетаются с земледелием.

Биопродуктивность пастбищ континентальных районов тропического пояса низка, а нагрузки значительны, что и является одной из основных причин усиливающегося опустынивания. Растительный покров разрежен и флористически беден, в растительных сообществах мало эфемеров, особенно ценных в скотоводстве. Время выпаса ограничено и не превышает 5—6 мес.

В аридных районах тропиков орошаемые земли, используемые в земледелии, всегда будут составлять лишь небольшую часть общей площади, пригодной далеко не полностью для пастбищного животноводства. Аридные известковые и гипсовые почвы, каменистые и песчаные по большей части, в той или иной степени засолены. Эти районы характеризуются небольшим числом видов живых организмов, слабой защитной способностью растительности, нерегулярным характером колебаний климатических условий, низкой биологической продуктивностью, бедными органическим веществом почвами, подверженными всем видам деградации. Наиболее экологически адаптировано к подобным условиям кочевое скотоводство.

Отличительная особенность экологической среды тропиков состоит в том, что отрицательное влияние хозяйственной деятельности распространяется на большие территории, вызывая такие явления, как обезлесение, осаванивание и опустынивание на обширных территориях. Вредные последствия подсечной системы земледелия ощущаются далеко за пределами районов, где она

практикуется, и выражаются в истощении водных ресурсов, загрязнении речных вод, усилении наводнений, заилении и эвтрофикации водоемов.

18.7. Типы и виды землепользования в зависимости от характера и структуры почвенного покрова

На земном шаре существует большое разнообразие путей использования земли для сельскохозяйственных целей, обобщение и ранжирование которых позволило получить перечень основных типов или групп сельскохозяйственного землепользования (ФАО, 1976).

А. Земледельческое землепользование:

1) неорошаемые пахотные земли (ротация зерновых, бобовых, технических и фуражных культур, а также корнеплодов); 2) орошаемые пахотные земли (ротация зерновых, технических, фуражных и бахчевых культур); 3) плантации (сахарный тростник, чайный куст, кофе, какао, гевея и др.); 4) культурные луга; 5) подсечно-огневая система земледелия.

Б. Пастбищное землепользование:

6) улучшенные пастбища (ранчо) и сенокосы; 7) естественные (отгонные) пастбища в аридных и холодных зонах, в горно-долиновых районах с очагами земледелия, а также используемые под пастбища лесные земли.

В. Смешанное землепользование:

8) широко распространенное сочетание пашни, плантаций, лугов и пастбищ.

Г. Земли, не используемые в сельском хозяйстве.

Территориально наиболее распространены пастбища, луга, полеводство и смешанный тип землепользования.

В настоящее время на Земле представлено большое число социально-экономических укладов. Наиболее распространены первобытно-общинный, родоплеменной, натурально-патриархальный, феодальный, мелкотоварный уклады, развитое частнокапиталистическое местное и иностранное предпринимательство, государственный капитализм, социалистический (кооперативное, колхозное, государственное хозяйство) уклад. Большое разнообразие укладов и социальных типов сельскохозяйственного производства характерно для развивающихся стран. В странах, где преобладают многообразные традиционные формы сельского хозяйства (включая и социалистические страны зарубежной Азии), проживает $\frac{3}{4}$ всего населения земного шара.

В пределах одного социального типа сельского хозяйства

всегда существует значительное разнообразие производственных типов хозяйств, но одному социально-экономическому типу соответствует определенное сочетание производственных типов сельского хозяйства.

Для характеристики производственных типов сельского хозяйства важны следующие данные: а) информация о приуроченности к разным природным типам земель отдельных видов использования, учет внутреннего устройства территории (типов организации территории); б) данные о способах выращивания культур, составе и площади сельскохозяйственных культур; в) сведения о способах возделывания культур и способах содержания животных.

При изучении производственных типов сельского хозяйства важно учитывать типы взаимодействия между основными его составляющими — растениеводством и животноводством. Для социалистического сельского хозяйства СССР они выглядят следующим образом (А. Н. Ракитников и др., 1983):

1) растениеводство, дающее главную или во всяком случае значительную часть товарной продукции, сочетается с животноводством, размеры и отраслевой состав которого определяются преимущественно размерами и характером непригодной для земледелия части сельскохозяйственной территории, служащей пастбищами и сенокосами, и количеством побочных продуктов растениеводства, используемых на корм;

2) растениеводство и животноводство выступают как важные товарные отрасли, но вследствие незначительной площади естественных кормовых угодий пропорции между ними и их взаимозависимости определяются в основном типами севооборотов, соотношениями площадей, занятых на пашнях кормовыми и товарными культурами;

3) животноводство, выступающее как главная товарная отрасль, основывается на земледелии, подчиненном производству кормов, и в меньшей степени на естественных кормовых ресурсах;

4) животноводство, выступающее как главная товарная отрасль, основывается преимущественно на естественных кормовых ресурсах, а земледелие является подсобной отраслью, производящей корма;

5) животноводство — единственная товарная отрасль, основывается на использовании естественных кормовых угодий.

Показатели интенсивности любого из довольно обширных классов сельскохозяйственного использования территории обычно хорошо коррелируют с качеством почв. Существенное значение при этом имеет характер пространственных смен почв, т. е. структура почвенного покрова.

В процессе земледельческой обработки почв нередко возникает микроструктура почвенного покрова, что создает пестроту продуктивности в пределах отдельных угодий. В то же время распашка и окультуривание почв привели в ряде мест к исчезновению микроструктур почвенного покрова, к выравниванию большинства свойств почв.

Видоизменился почвенный покров орошаемых районов: в засушливых районах он рассолился, вместе с тем появились значительные площади вторично засоленных почв. Использование почв под культуру поливного риса принципиальным образом изменяет почвенный покров: выравниваются естественные различия компонентов почвенного покрова, создаются новые компоненты и новые геохимические механизмы связи между ними. Эти процессы характерны для почв Южной и Юго-Восточной Азии, ряда регионов Северной и Южной Америки. На основных массивах осушенных почв в Европе и Северной Америке резко снижается контрастность почвенного покрова. Террасирование склонов в Южной Америке, Индонезии, на Филиппинах и в других районах практически создает новый почвенный покров.

Распашка почв без мелиорации довольно часто приводит к видоизменению связей почв, растительности, на значительных площадях возникает эрозия почв, а почвенный покров в целом усложняется.

С мезоструктурой почвенного покрова тесно связан размер пахотных угодий. В условиях зоны подзолистых почв европейской части СССР границы мелкоконтурных угодий совпадают с границами почвенных контуров, определяемыми чередованием заболоченных и незаболоченных почв. Различия в продуктивности компонентов мезоструктур даже в условиях слабой контрастности структуры почвенного покрова весьма существенны.

Элементы мезорельефа, определяющие мезоструктуру почвенного покрова, даже при слабой контрастности почв оказывают серьезное дифференцирующее влияние на возможность выращивания культур, в частности однолетних. В условиях современного высокомеханизированного сельского хозяйства влияние сложной мезоструктуры почвенного покрова весьма ощутимо.

18.8. Особенности использования различных типов почв

Тундровые ландшафты легко разрушаются при различных антропогенных воздействиях и очень медленно восстанавливаются. При освоении подобных территорий крайне желательно «дозировать» антропогенное воздействие и постоянно его контролировать. Для окультуривания тундровых почв важно создать в них благоприятный тепловой режим и повысить аэрацию, вносить высокие нормы органических удобрений в виде компостов (до 200 т/га). По направленности сельскохозяйственного использования почвы тундры могут быть сгруппированы следующим образом (О. В. Макеев, И. В. Забоева и др.): 1) тундровые глеевые, торфянисто- и перегнойно-глеевые, горные тундровые, болотные почвы можно рекомендовать под оленьи пастбища; 2) тундровые глееватые, тундро-

вые иллювиально-гумусовые, легкие по гранулометрическому составу почвы благоприятны для культурных сенокосов и пастбищ; 3) наиболее плодородные пойменные дерновые почвы пригодны под сенокосы и пастбища при применении комплекса культуртехнических мероприятий, осушении и внесении удобрений.

Значительные возможности существуют для поднятия интенсивности землепользования в зоне распространения подзолистых и дерново-подзолистых почв мира. Они тесно связаны с необходимостью осуществления комплекса мелиоративных, агротехнических и других мероприятий: рациональная организация территории, правильная обработка почв, внесение органических и минеральных удобрений, известкование почв, посев многолетних трав, создание окультуренного пахотного горизонта, борьба с избыточным увлажнением почв, укрупнение пахотных угодий. Благоприятные климатические условия в сочетании с вышеуказанным набором мероприятий позволяют на этих почвах выращивать ранние и среднеспелые сельскохозяйственные культуры: зерновые, бобовые, корнеклубнеплоды, овощные, многолетние и однолетние травы, ягодные и плодовые культуры. Болотные почвы этой зоны (особенно низинные) после осушения и культуртехнических и агротехнических мероприятий могут быть, при условии применения двустороннего регулирования водного режима, использованы как пастбища, сенокосы, пашни.

К регионам распространения бурых и серых лесных почв приурочены важные земледельческие районы мира, степень их земледельческого освоения соответственно 16 и 33%. Основные мероприятия по повышению плодородия этих почв должны быть направлены на создание мощного плодородного пахотного слоя путем систематического внесения органических и минеральных удобрений, борьбы с эрозией почв.

Черноземные почвы, представляющие важнейший земледельческий фонд земного шара, требуют при вовлечении их в сельское хозяйство правильного использования их высокого потенциального плодородия, предохранения гумусового горизонта от разрушения и деградационных процессов. Существует несколько путей решения этой непростой задачи: рациональные приемы обработки, накопление и правильное расходование влаги, внесение удобрений, борьба с эрозией почв. Большое значение, особенно для черноземов степей, имеют влагонакопление, создание защитных лесополос. Улучшению и сбалансированности водного режима черноземов призвано служить орошение, но его применение должно быть организовано таким образом, чтобы не допустить развития деградационных процессов (вторичное засоление, слитогенез, трансформация структуры и гумуса черноземных почв). При соблюдении этих условий черноземы представляют прекрасную базу для выращивания зерновых, технических культур, для широкого развития животноводства и плодоводства.

В зоне сухих степей с семиаридным климатом сельскохозяйственные культуры на каштановых почвах страдают от засух,

но естественная биологическая продуктивность травяных ценозов позволяет развивать животноводство при условии строгого соблюдения норм выпаса и введения пастбищеоборотов. Расширенное и продуктивное использование каштановых почв в земледелии возможно при условии орошения с соблюдением норм и сроков поливов для предотвращения вторичного засоления почв. Для борьбы с распространенной здесь солонцеватостью необходимо проведение гипсования на фоне орошения, травосеяния и внесения удобрений.

Зоны полупустынных и пустынных почв (бурые полупустынные, серо-коричневые, серо-бурые пустынные) характеризуются низкой биологической продуктивностью почв, развитием ветровой эрозии. При введении орошения проявляются признаки вторичного засоления почв и осолонцевания. Большое количество тепла позволяет при научно обоснованном орошении выращивать на большинстве этих почв бахчевые, овощные и плодовые культуры. Однако основным их использованием является постбищное животноводство (отгонное и кочевое). Оазисное земледелие, развитое в отдельных, часто удаленных уголках пустынных пространств Африки, Средней и Центральной Азии показывает, что с помощью орошения оазисных, часто антропогенных, почв возможно и в подобных экстремальных условиях получить значительные урожаи хлопчатника, риса, овощных, бахчевых и плодовых культур.

18.9. Принципы рациональной и экологически обоснованной структуры землепользования

Большинство типов землепользования не встречается в чистом виде на значительных территориях. Обычно сочетание двух, а то и трех типов землепользования в пределах ландшафтной либо административной единицы. Как правило, набор типов землепользования складывается исторически, как продукт многолетнего опыта, в котором учтены местные почвенные, растительные, водные и климатические ресурсы.

В век научно-технической революции и роста народонаселения, когда на поля и фермы, плантации и сады выходит все более мощная и совершенная техника, внедряются индустриальные технологии сельскохозяйственного производства и остро стоит продовольственная проблема, важен с теоретической и практической точек зрения вопрос о рациональной структуре землепользования.

Для вовлечения каждого нового гектара в сельскохозяйственное производство требуется затратить большой капитал, причем освоение и использование новых территорий под монокультуры со временем требует все новых затрат на получение единицы продукции ввиду постепенного изменения и ухудшения свойств почв при скачкообразном изменении их роли в агроценозах, при постоянном, часто невосполняемом, отчуждении значительных количеств

элементов питания, разрушении структуры от механической обработки, потери органического вещества почв.

Основная современная тенденция при освоении новой территории: застройки наступают на сельскохозяйственные земли, а последние теснят пастбища и леса. При этом часто значительно усиливается антропогенное «давление» на природную среду, уменьшается количество обрабатываемой земли на душу населения (за последние два десятилетия в целом в мире в 1,5 раза), сокращаются площади лесов. В последнее время особенно усилилось давление на горные леса тропиков: в Гималаях за 30 лет площадь лесов сократилась на 40%.

Вовлечение в распашку пастбищ снижает кормообеспеченность животноводства, а сведение лесов вызывает целую цепь негативных последствий: уменьшение продуцирования кислорода, увеличение концентраций CO_2 , изменение климата, усиление различных видов эрозии и дефляции почв, снос в реки и водоемы значительных количеств наиболее плодородных верхних горизонтов почв, увеличение количеств взвешенных частиц в водотоках, заиление водосмов. Интенсивное сведение лесов, как это имеет место в тропиках, приводит к развитию катастрофической эрозии из-за большой неустойчивости экосистем тропических районов.

Новой технологией может стать «аграрно-лесное» хозяйство, смешанное использование земли, при котором лесное хозяйство сочетается с земледелием, скотоводством, рыборазведением. Но массовый переход на новую технологию требует разъяснительной работы и социально-экономических преобразований.

Проблема номер один субаридных и аридных регионов мира — опустынивание. Основные причины этого явления: неконтролируемая нагрузка на пастбища и отсутствие каких-либо пастбищеоборотов, излишнее стравливание растительности. В годы с повышенным увлажнением земли окраины пустынь на 60—70 % распахиваются. Разрушение ландшафтов усугубляется сбором на топливо всех одревесневающих растений. Незащищенные почвы подвергаются раздуванию и распылению, и происходит опустынивание территории. Особенно велики масштабы опустынивания в Африке (1,2 млрд. га) и Азии (1,06 млрд. га) (И. С. Зонн, Н. С. Орловский, 1984). Площадь Сахары только за последние 50 лет увеличилась на 650 тыс. км². В Судане пустыня движется к югу со скоростью 90—100 км за 17 лет. Антропогенные пустыни, по некоторым подсчетам, занимают 9115 тыс. км², т. е. по площади немногим уступают территории КНР.

Основным направлением работ по предотвращению опустынивания является разработка новой стратегии использования земель, перестройка традиционных хозяйственных навыков населения и создание охраняемых территорий. Приоритет должен отдаваться экологическим принципам борьбы с опустыниванием, изложенным в специальном Плане действий по борьбе с опустыниванием, принятым Генеральной Ассамблеей ООН в 1977 г.

Для большей части сельскохозяйственных угодий мира харак-

терны явления ускоренной эрозии почв. Особенно она интенсивна в тропиках, чему способствуют преобладание пересеченного рельефа, сплошная рубка лесов, наличие на обширных территориях мощных кор выветривания, легко поддающихся размыву и эрозионному разрушению, ливневый характер осадков в сочетании с резкой сезонностью увлажнения. Ускоренная эрозия характерна для сельскохозяйственных земель Латинской Америки (до 80% угодий страдают от эрозии). В странах Африки плоскостной смыл сочетается с овражной эрозией. Часто причиной истощения почв тропиков является практика монокультурного земледелия, отсутствие севооборотов или их неправильный состав, а также необоснованное применение новых технических приемов и средств возделывания сельскохозяйственных культур, разработанных для стран умеренного пояса. Борьба с эрозией почв должна включать комплекс мероприятий: улучшение структуры и водно-физических свойств почв, применение противоэрозионных методов обработки почв, сохранение и расширение противоэрозионного лесонасаждения.

Срочных мер по предотвращению вредных побочных последствий и разработке принципов и методов рационального и экологически обоснованного землепользования требует развивающееся бурными темпами орошение. Опаснейшим из последствий его является вторичное засоление. Из 220 млн. га орошаемых земель мира $\frac{3}{4}$ приходится на развивающиеся страны с традиционной технологией орошения. Ежегодно значительные площади выпадают из орошаемого фонда в результате вторичного засоления, накопления токсичных солей, слитогенеза. По данным ФАО, засолено около 50% орошаемых почв и по этой причине ежегодно выпадают из использования 125 тыс. га. Потери воды на фильтрацию и испарение с полей и каналов составляют до 70% от водозабора, что ведет к быстрому подъему грунтовых вод при плохом дренаже и накоплению солей в орошаемых почвах. Для предотвращения вредных последствий орошения необходимо строительство закрытых трубопроводов, облицовка оросительных каналов для уменьшения потерь воды, а также сооружение дренажно-коллекторной сети и соблюдение норм и сроков полива.

При анализе различных форм и типов землепользования земного шара выявляется коренное различие в отношении к природе, к освоению ее природно-ресурсного потенциала в странах с различными социально-экономическими системами. В социалистических странах основные принципы взаимоотношения природы и человека, сельскохозяйственного производства и использования почвенного покрова строятся на таких понятиях, как «рациональное природопользование», «оптимизация природной среды». Главная же задача капиталистического производства — получение сиюминутной прибыли — плохо согласуется с необходимостью проявления заботы о природной среде и почвенном покрове. Природа при этом эксплуатируется стихийно, без учета возможностей и потребностей человека, что часто приводит к обострению экологи-

ческой ситуации и истощению природных, в том числе и почвенных, ресурсов.

Рационализация землепользования на основе точного учета региональных и локальных особенностей почвенного покрова — одна из важнейших задач борьбы за здоровую окружающую среду, за решение продовольственной проблемы мира, за обеспечение благополучия современного и грядущих поколений людей на Земле.

Глава девятнадцатая

БОНИТИРОВКА ПОЧВ И ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

19.1. Основные понятия и термины

Бонитировка почв (от лат. *bonitas* — доброкачественность), или *качественная оценка почв*, — это *сравнительная оценка качества почв, их потенциального плодородия (производительной способности) по отношению к природным или культурным фитоценозам*, особенно по отношению к сельскохозяйственным культурам. Соответственно бонитировку почв можно рассматривать как специализированную (прикладную) классификацию почв по их потенциальному плодородию, построенную на объективных почвенных показателях, коррелирующих с продуктивностью (урожайностью) и качеством произрастающих или выращиваемых на них растений.

Показателем качества почв является *бонитет*, обычно выражаемый в *баллах* по отношению к наилучшей почве, балл которой принимается равным 100.

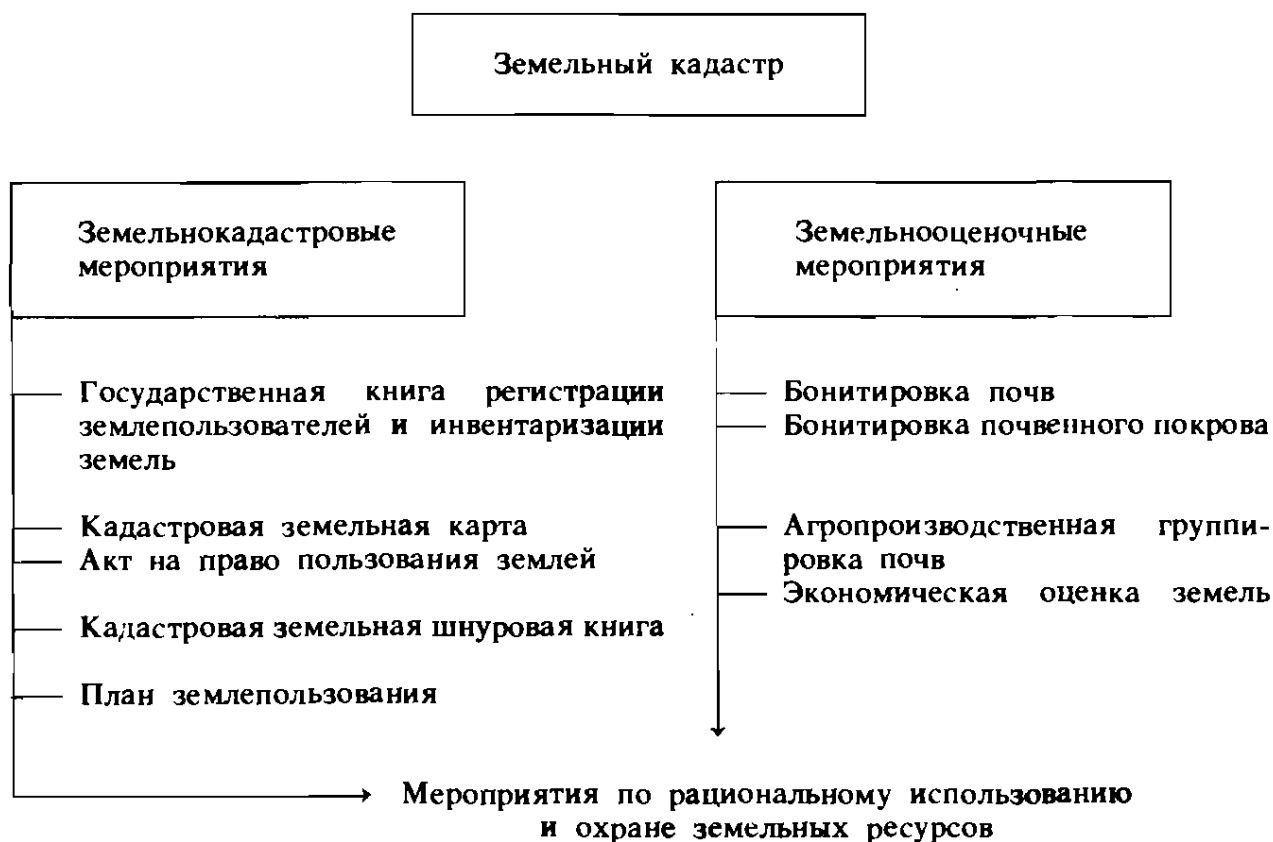
Строго говоря, термин «бонитировка почв» используется, когда речь идет о различных классификационных подразделениях почв, например при сравнении черноземов с серыми лесными, каштановыми и другими почвами. Если определяется относительное качество почв, различающихся по своей классификационной принадлежности, но объединенных в единых территориальных единицах, то необходимо говорить о *бонитировке почвенного покрова*.

Более широким понятием является *оценка земель*, которая рассматривается как *система мероприятий, направленных на получение информации как о качестве (бонитете) почв и почвенного покрова, так и об их (его) экономической ценности*. Существенное различие здесь состоит в том, что при оценке земель принимаются во внимание не только почвы и почвенный покров территории, но и характеристика конкретного географического пространства в экономическом аспекте (площади, расстояния, обеспеченность коммуникациями, трудовыми ресурсами, конкурирующие землепользования и т. д.).

Бонитировка почв, как и оценка земель, является составной частью *земельного кадастра* (франц. *cadastre* от позднелат. *capitastrum* — регистрация, перепись населения, подлежащего налогообложению), под которым в СССР в настоящее время понимается *государственная система изучения, оценки, учета и распределения земельного фонда страны*. В капиталистических странах земельный кадастр — это реестр, содержащий сведения в отношении хозяйственного состояния, размеров, стоимости и доходности земельной собственности.

Исторически возникший еще в древнем мире несколько тысячелетий назад как инструмент одной из форм поземельного налогообложения и служащий в классово-поляризованном обществе целям укрепления частной собственности на землю и эксплуатации лишенных средств производства производителей, в условиях социалистического общества, где земля является общенародной собственностью, земельный кадастр имеет важное народнохозяйственное значение как инструмент рационального использования и охраны земельных ресурсов в рамках земельного фонда страны.

Земельный кадастр в СССР включает систему взаимосвязанных государственных мероприятий и актов согласно следующей схеме:



В зависимости от хозяйственного назначения и использования земельный фонд, т. е. общее количество земельных ресурсов страны, в СССР подразделяется на пять основных категорий: 1) земли сельскохозяйственного назначения; 2) земли населенных пунктов; 3) земли промышленного, транспортного, курортного, заповедного и иного несельскохозяйственного назначения;

4) земли государственного лесного фонда; 5) земли государственного запаса. Указанные категории земельного фонда распределяются между землепользователями, что закрепляется соответствующими государственными актами (табл. 39).

Агропроизводственная группировка почв — это выделение среди всего разнообразия почв какой-то территории однородных групп почв, характеризующихся одинаковыми или близкими агрономическими показателями и требующих однотипных почвенно-мелиоративных мероприятий.

Существует два подхода к агропроизводственной группировке почв. При первом из них агропроизводственная группировка предусматривает объединение почв, имеющих близкие водно-физические, теплофизические и химические показатели при одинаковой потребности в почвенно-мелиоративных и почвоохранных, включая противоэрозионные, мероприятиях. Эта группировка проводится безотносительно к выращиваемым сельскохозяйственным культурам.

Принципиальной основой второго подхода к агропроизводственной группировке почв служит учет потребностей сельскохозяйственных культур в тех или иных почвенных условиях. Так, могут быть выделены группы почв, в разной степени пригодные для зерновых культур, картофеля, льна, хлопчатника, риса, сахарной свеклы, подсолнечника, люцерны.

Особая группировка почв производится по их пригодности под сады, виноградники, плантации чая и других специфических растений. Важно подчеркнуть зональный принцип агропроизводственной группировки почв с учетом зонального районирования сельскохозяйственных культур.

Бонитировка и агропроизводственная группировка почв служат основой для *экономической оценки земель*, под которой понимается определение сравнительной ценности земель как средства производства с учетом экономических показателей ее качества. Экономическая оценка земли производится с учетом ее использо-

Таблица 39. Распределение земельного фонда СССР по землепользователям (на 1 ноября 1976 г.)
(М. В. Андришин, П. Ф. Лойко, 1980)

Землепользователи	Площадь	
	млн. га	%
Колхозы	270,7	11,1
Совхозы и другие государственные хозяйства, занимающиеся сельскохозяйственным производством	776,8	34,5
Лесохозяйственные предприятия и госземзапас	1118,5	49,9
Прочие землепользователи	61,5	4,5
Всего . . .	2227,5	100

вания и должна основываться на природно-экономических факторах. При этом принимаются во внимание такие факторы, как специализация хозяйств, уровень их рентабельности, себестоимость производственной продукции, основные сельскохозяйственные культуры данной территории. Общесоюзная методика экономической оценки земли (1976) рекомендует использовать такие показатели, как стоимость валовой продукции, урожайность, окупаемость затрат, дифференциальный доход. Обычно эта работа ведется не почвоведом, а экономистами на основе сведений, предоставляемых почвоведом.

19.2. История развития бонитировки почв

Первые сведения о земельнооценочных работах дошли до нас из Древнего Египта и Месопотамии, где развитие частного землевладения на основе рабского труда требовало оценки земель в целях налогообложения. Особенно интенсивно вводился земельный кадастр в связи с развитием ирригации в дельте Нила и Двуречье. Интенсивно развивался земельный кадастр на основе качественной оценки почв и в эпоху феодализма, причем работы эти проводились в разное время буквально во всех странах мира. Так, в Китае взимание поземельного налога в зависимости от качества почвы проводилось уже во II в. н. э., а в Японии земельный кадастр был введен в III в., в Йемене и Иране — в V в. В XI в. земельный кадастр был введен в Англии Вильгельмом Завоевателем, а на Руси в этот же период была введена «Русская правда» по образцу византийского земельного кодекса. С XV в. в Русском государстве вводятся регулярные «Писцовые книги» с земельным кадастром. Развитие земельного кадастра постепенно привело к созданию географии и картографии почв. В 1766 г. в России было начато «Генеральное межевание» — общегосударственная инвентаризация земель. В 1851 г. была создана первая почвенная карта России К. С. Веселовским, а в 1879 г. — новая карта В. И. Чаславским в целях общегосударственной оценки земельных ресурсов. В значительной мере при этих работах использовался опросный метод, характерный для земельно-кадастровых работ прошлого.

Революцию в оценке почв произвел В. В. Докучаев, разработавший совершенно новый подход, в основу которого был положен учет природных свойств почв. В. В. Докучаев разделил земельнооценочные работы на две взаимосвязанные части: 1) определение естественной «правоспособности» почв, под которой он понимал их потенциальное плодородие, определяемое совокупностью важнейших почвенных свойств; 2) сельскохозяйственно-экономическое обследование почв. Ведущее значение при этом играла первая часть работ, служившая основой и «критериумом для другой». Проведенный под руководством В. В. Докучаева опыт оценки почв Нижегород-

родской губернии показал реальную возможность и необходимость использования свойств почв для их бонитировки.

Развивая идеи В. В. Докучаева, Н. М. Сибирцев разработал детальную методику почвенно-оценочных работ и концепцию почвенно-оценочного районирования, подчеркнув важность учета условий минерального питания растений и необходимость зонально-регионального подхода в бонитировке почв.

19.3. Методы бонитировки почв

Основным методом бонитировки почв, принятым в СССР, является разработанный Почвенным институтом им. В. В. Докучаева метод, в основу которого положены идеи В. В. Докучаева и Н. М. Сибирцева. В этом методе составляются бонитировочные шкалы на основе почвенных свойств (содержание гумуса и элементов питания, кислотность, водно-физические свойства и пр.) по отношению к наиболее потенциально плодородной почве, за которую принят типичный мощный чернозем, балл которого составляет 100. Далее в эту шкалу вносятся поправки с учетом средней урожайности культур на различных почвах.

Существует и другой подход, когда для бонитировки почв используются только почвенные признаки, от которых существенно зависит урожайность культур, что установлено многочисленными экспериментами, а сама урожайность в расчете баллов бонитета не учитывается. При этом предусматривается введение в бонитировочные шкалы поправок на гидротермический режим, эродированность и другие особенности местности. В этом методе каждому из 5—11 избранных свойств присваивается определенное относительное численное значение в соответствии с его ролью в формировании урожая; сумма всех численных значений признаков дает балл почвы (И. И. Гантимуров, 1963; С. Н. Тайчинов, 1967).

Наконец, иногда применяется и подход, при котором балл бонитета исчисляется только по средней урожайности культур. К этому подходу необходимо относиться с очень большой осторожностью, поскольку, как известно, урожайность, даже многолетняя средняя, лишь в малой степени отражает потенциальное плодородие почв, и сравнение двух почв по урожайности возможно лишь при абсолютном равенстве всех факторов сельскохозяйственного производства, которые не всегда поддаются учету. Этот метод можно использовать только для первичных сопоставлений, но не как основной.

19.4. Выбор почвенных свойств для бонитировочных шкал

Сложность проблемы бонитировки почв определяется неоднозначной ролью тех или иных почвенных свойств в формировании биологической продукции для разных типов почв и в разных

климатических, геохимических и гидрологических условиях. Соответственно, набор почвенных свойств для расчета баллов бонитета может быть весьма большим. Однако во всех случаях отбор существенных признаков может быть надежно осуществлен при детальном исследовании корреляционных зависимостей между теми или иными почвенными признаками и урожайностью культур. Самая тесная связь ($r = 0,88 \pm 0,08$) установлена между урожайностью культур и запасом гумуса в почве. С другими свойствами почв связь может быть либо более, либо менее тесная и может колебаться в широких пределах в зависимости от типа почвы, природного региона, характера выращиваемых культур.

Все показатели, используемые для бонитировки почв, могут быть объединены в следующие группы (Н. Ф. Тюменцев, 1975):

Экологические

— *природные*, включающие параметры определяемого климатом гидротермического режима и характера поверхности;

— *антропогенные*, включающие параметры, связанные с освоением, мелиорацией и характером использования почв (окультуренность, выпашанность, дренированность, орошение, эродированность, химическая загрязненность, террасированность и т. п.).

Внутрипочвенные

— *морфологические*, включающие мощность почвы и отдельных генетических горизонтов, мощность гумусированного слоя, глубину подстилающей породы или водоупора;

— *главные*; т. е. определяющие основной характер комплекса почвенных свойств; литогенные, т. е. гранулометрический и минералогический состав почвы; биогенные, т. е. содержание и запас гумуса, а также его качественные особенности;

— *производные* от главных: физические, водные, химические, физико-химические, биологические, агрохимические;

— *автономные*, включая глубину и минерализацию грунтовых вод, степень заболоченности, каменистость, засоленность, загипсованность, карбонатность.

Важно отметить, что многие показатели почвенных свойств тесно связаны между собой (табл. 40). Отсюда необходимость выбора в каждом конкретном случае только тех из них, которые действительно оказывают определяющее влияние на бонитет почвы.

Т а б л и ц а 40. Корреляционная зависимость между запасом гумуса в почве и ее другими показателями (Н. Ф. Тюменцев, 1975)

Показатели	Коэффициенты корреляции	Показатели	Коэффициенты корреляции
Морфогенетические	0,89—0,96	Агрохимические	0,56—0,97
Химические	0,74—0,97	Водные	0,51—0,98
Физико-химические	0,70—0,98	Физические	0,51—0,97

19.5. Расчет баллов бонитета

В описанных выше методах бонитировки почв баллы бонитета рассчитываются следующим образом. Сначала определяют балл почвы по каждому из n выбранных признаков согласно формуле:

$$Б = \frac{З_{\phi}}{З_{\text{м}}} 100,$$

где $З_{\phi}$ — среднее значение признака для данной почвы (запас гумуса, фосфора, азота, калия и т. д.); $З_{\text{м}}$ — значение того же признака для почвы, балл которой принимается за 100 (иногда за 100 принимается балл не самой плодородной, а самой распространенной в данном регионе, а иногда — «зональной» для данной территории почвы).

Затем вычисляется, как простое среднее арифметическое, средний балл почвы делением суммы баллов по каждому из признаков на число взятых признаков. Такой простой прием не является, конечно, строго научно обоснованным, поскольку необходимо было бы знать «вес» каждого признака, т. е. долю его участия в формировании урожая, но таких знаний, к сожалению, пока нет. Почвоведы умеют оценивать роль лимитирующих факторов, но вот оценивать относительную роль благоприятствующих факторов пока не умеют. Это проблема науки будущего.

Наконец, на третьем этапе расчета полученный средний балл умножается на поправочный коэффициент, учитывающий лимитирующие факторы — отрицательные свойства почвы, сказывающиеся на снижении урожая (эродированность, каменистость, засоленность и т. п.). Необходимо иметь в виду, что лимитирующие факторы не только ведут к снижению урожайности, но и повышают затраты на производство единицы продукции из-за потребности в дополнительных почвенно-мелиоративных мероприятиях, часто дорогостоящих. Значения поправочного коэффициента может существенно снизить балл почвы, что хорошо иллюстрируется примером, приведенным в табл. 41.

Бонитет почвенного покрова рассчитывают как средневзвешенную величину, принимая во внимание площадь каждой из почв,

Таблица 41. Поправочные коэффициенты на эродированность к бонитировочной шкале почв СССР (по С. С. Соболеву)

Почвы	Слабо-смытые	Средне-смытые	Почвы	Слабо-смытые	Средне-смытые
Дерново-подзолистые	0,5	0,2	Обыкновенные черно-земы	0,5	0,2
Серые лесные	0,5	0,3	Южные черноземы	0,5	0,2
Выщелоченные черно-земы	0,5	0,2	Каштановые	0,6	0,3

входящих в оцениваемую территорию, общая площадь которой принимается за 100.

В связи с тем, что при бонитировке почв необходимо проводить большое количество расчетов при вычислении, во-первых, коррелятивных зависимостей между почвенными признаками и урожаем, во-вторых, баллов по отдельным признакам и средних баллов, в-третьих, средних величин, в-четвертых, коэффициентов достоверности, все это требует широкого использования современной вычислительной техники. В настоящее время бонитировка почв в производственных условиях ведется с применением ЭВМ по специальным программам.

19.6. Оценка почв за рубежом

Почвенно-оценочные работы в социалистических странах, где земля находится в собственности народа, имеют ту же производственную направленность, что и в СССР, и те же основные методологические принципы.

В капиталистических странах весь земельный кадастр и почвенно-оценочные работы имеют иное направление в связи с частным характером землевладения и отделением производителей от средств производства. В то же время интенсификация производства и здесь является одной из задач оценки почв.

В основу оценки почв в США положено определение их пригодности для интенсивного земледелия. Почвы группируются в классы направления использования (land — use classes) по таким общим экологическим характеристикам, как крутизна склона, каменистость, мощность почвы, эродированность. В пределах классов выделяются подклассы на основе наличия тех или иных лимитирующих факторов — неблагоприятного гидротермического режима, засоления, близкого подстилания плотной породой и т. п. В подклассах выделяются далее группы почв, нуждающихся в однотипных мелиоративных и почвозащитных мероприятиях. Наконец, группы почв делятся на агропроизводственные единицы, включающие почвы близкого плодородия с отклонениями в урожайности не более 25%.

В Англии при оценке почв особое внимание уделяется их гидротермическому режиму, хотя широко используются и другие почвенные показатели. В Канаде особенно детально учитываются разнообразные лимитирующие факторы, а также отзывчивость почв на удобрения; для пойменных почв принимается в расчет при оценке длительность паводкового затопления.

ФАО разработана методика качественной оценки почв, рекомендуемая для международного использования и принятая в ряде развивающихся стран. Она позволяет оценивать текущее и потенциальное плодородие почв при разных уровнях технологии земледелия. Относительные баллы качества почв вычисляются на основе учета ряда существенных почвенных признаков. Баллы

потенциальной продуктивности вычисляются с учетом возможных изменений почв после проведения необходимых мероприятий.

С точки зрения советской школы почвоведения, общим недостатком почвенно-оценочных работ за рубежом является отсутствие непосредственной связи между любыми группировками почв по их качеству (прикладными классификациями почв) и их общей (базовой) классификацией, основанной на генетических принципах.

Глава двадцатая

ОХРАНА ПОЧВ

20.1. Задачи охраны почв

Возникновение проблемы охраны почв связано с тем, что, будучи компонентами очень тонко сбалансированных природных экосистем и находясь в динамическом равновесии со всеми другими компонентами биосферы, в условиях использования человеком в разнообразной хозяйственной деятельности или в результате побочных воздействий почвы часто теряют свое природное плодородие, деградируют или даже полностью разрушаются. Естественно, деградация почв и почвенного покрова имеет место там, где деятельность человека может быть определена как нерациональная, экологически необоснованная, несоответствующая природному биосферному потенциалу конкретной территории.

В течение столетий, а в некоторых районах даже тысячелетий человек использует почвы весьма эффективно, не только не разрушая их, но даже повышая их плодородие или превращая в плодородные угодья природно бесплодные земли. В то же время за историю человеческой цивилизации было безвозвратно разрушено и потеряно больше продуктивных почв, чем сейчас распахивается во всем мире. Две трети, если не три четверти, всех современных пахотных почв подвержены в той или иной степени различным деградационным процессам, а ежегодные безвозвратные потери пахотных почв мира достигают 6—7 млн. га, из которых около 1 млн. га отчуждается для несельскохозяйственного использования, а 5—6 млн. га забрасываются вследствие деградации и превращаются в пустыню (В. А. Ковда, 1981).

Охрана почв — это острейшая глобальная проблема сегодняшнего дня, с которой непосредственно связана проблема обеспечения продовольствием все возрастающего населения планеты. Охрана почв — не самоцель. Охрана и использование почв — единое целое; это система мероприятий, направленная на защиту, качественное улучшение и рациональное использование земельных фондов. Охрана почв необходима для сохранения и приумножения плодородия почв, для поддержания устойчивости биосферы.

С первых дней своего существования Советское государство отменило частную собственность на землю и стало проявлять заботу о научно правильной эксплуатации земли, увеличении ее плодородия, усовершенствовании сельскохозяйственной технологии и, наконец, расширении сельскохозяйственных знаний в трудовых массах земледельческого населения.

Партия и правительство проявляют постоянную заботу об охране окружающей среды, в том числе о правильном использовании почвенных ресурсов. Верховным Советом СССР приняты «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1968). Охране почв и рациональному их использованию посвящено постановление Совета Министров СССР от 2 июня 1976 г. «О рекультивации земель, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ». ЦК КПСС и Совет Министров СССР 15 июля 1976 г. приняли постановление «О плане мелиорации земель на 1976—1980 гг. и мерах по улучшению использования мелиорированных земель». Октябрьским (1984 г.) Пленумом ЦК КПСС принята Долговременная программа мелиорации земель до 2000 г. В решениях Пленума подчеркнута необходимость комплексной мелиорации наших почв, значение почвоведения как науки, значение связи науки с практикой. Большое внимание охране природы, в том числе почв, уделено в решениях XXVII съезда КПСС. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года записано: «Обеспечить рациональное использование земель, защиту их от ветровой эрозии, селей, оползней, подтопления, заболачивания, иссушения и засоления. Усилить работу по улучшению сохранности сельскохозяйственных угодий, созданию полевых защитных лесных полос».

Охране почв и почвенного покрова планеты посвящен и ряд международных программ и соглашений. В 1972 г. в Стокгольме были приняты Декларация и План действий по охране окружающей среды, включая почву. В 1977 г. в Найроби был принят Всемирный план действий по борьбе с опустыниванием. В 1981 г. МСОП была принята Всемирная конвенция по охране природы, к которой присоединилось большинство стран мира. В 1982 г. ФАО была принята Всемирная почвенная хартия, а в 1983 г. ЮНЕП приняла Основы мировой почвенной политики. Все эти международные документы подчеркивают роль почвы как незаменимого и общего достояния человечества и направлены на ее сохранение на благо современного и грядущих поколений людей.

20.2. Эрозия и дефляция почв

Эрозия почв. Это наиболее широко распространенный процесс разрушения почвенного покрова, включающий вынос, перенос и переотложение почвенной массы. В зависимости от главного фактора разрушения эрозию делят на водную и ветровую (дефляция).

До появления человека в древние геологические периоды, интенсивность эрозионных процессов была низкой. Однако под ее воздействием происходило нивелирование рельефа, формирование склонов и аккумулятивных равнин. Такого рода эрозию называют геологической или нормальной. Современную эрозию, связанную с земледелием, называют ускоренной. Интенсивность размыва пахотных почв на два-три порядка выше, чем целинных в аналогичных геоморфологических условиях.

Эрозия наблюдается во всех частях света. Темпы эрозии при нерациональном природопользовании особенно велики в горных, интенсивно увлажняемых или, наоборот, аридных районах. В США за последние 150 лет более 100 млн. га пашни и пастбищ разрушены или сильно повреждены эрозией, более 300 млн. га затронуты эрозией, 20 млн. га пашни превращены в бедленд, до 40 млн. га имеют наполовину смытый гумусовый слой (Х. Беннет, 1958). В Советском Союзе $\frac{2}{3}$ пахотных земель эрозионно опасны (М. Н. Заславский, 1979). За последние десятилетия твердый сток с суши в океан вырос в 50 раз.

Водная эрозия, помимо потери наиболее плодородной части почвы, сопровождается рядом других неблагоприятных явлений: потерей талых и дождевых вод, уменьшением запасов воды в почве, расчленением полей, заилением рек, прудов, водоемов и водохранилищ, оросительных и дренажных систем. Развитие водной эрозии зависит от ряда факторов.

Мощность снегового покрова и интенсивность его таяния определяют характер поверхностного стока. Все условия (быстрое прогревание, плохая водопроницаемость и др.), способствующие формированию большого стока, стимулируют проявление эрозии. Основной разрушительной силой в средней полосе обладают талые воды. Но и дождевые осадки эрозионно опасны. Их разрушительная сила определяется количеством, интенсивностью, величиной капель. Ливневые дожди с крупными каплями вызывают более интенсивную эрозию, чем морозящие дожди, даже если воды в последнем случае стекает больше.

На интенсивность эрозии влияет и характер рельефа: форма, крутизна и длина склонов, величина и форма водосборов. Эрозия усиливается на выпуклых, крутых и длинных склонах. Суживающиеся и вытянутые в длину водосборы благоприятствуют образованию оврагов.

Гранулометрический состав почв и их структурное состояние также сказываются на интенсивности проявления водной эрозии. В обогащенной органическим веществом и структурной почве эрозия менее активна, так как поверхностный сток переводится во

Т а б л и ц а 42. Степень снижения плодородия южных черноземов при смыве (по В. Ф. Валькову, 1979) ·

Степень смытости	Мощность гор. А + АВ, см	Запасы гумуса, т/га	Степень уменьшения запасов гумуса	Степень снижения плодородия
Несмытые	76	350	1	1
Слабосмытые	64	251	0,7	0,75
Среднесмытые	50	180	0,5	0,55
Сильносмытые	34	76	0,2	0,3

внутрипочвенный. Лёсс, лёссовидные суглинки особенно легко размываются водой.

Проявлению водной эрозии способствуют отсутствие растительного покрова на пахотных почвах весной при таянии снега и в период осенних дождей. К тому же в пахотных почвах благодаря воздействию сельхозмашин разрушается структура, уплотняется поверхность почвы, уменьшается количество органического вещества.

Водная эрозия вызывает изменение не только физических свойств (ухудшение структуры, уплотнение пахотного слоя), но и сокращает или уничтожает гумусовый горизонт. В связи с этим заметно уменьшаются запасы гумуса, азота, фосфора, калия и других питательных элементов. Почва теряет свое плодородие (табл. 42).

Ветровая эрозия (дефляция) распространена преимущественно в районах недостаточного увлажнения и низкой относительной влажности воздуха. Дефляции особенно подвержены почвы степей, саванн, полупустынь и пустынь. Усилению разрушительного действия ветров способствует рельеф с древними ложбинами стока вдоль направления господствующих ветров, малогумусность и легкий гранулометрический состав почв, широкое распространение яровых зерновых и пропашных культур, когда значительную часть года почва не прикрыта растительностью. Дефляцию почв легкого гранулометрического состава может вызвать ветер со скоростью 3—4 м/с. Оструктуренные почвы более устойчивы к ветровой эрозии, чем распыленные.

Ветровая эрозия проявляется в виде пыльных бурь и повседневной дефляции. Пыльные бури повторяются раз в 3—5—10—20 лет. Они наносят большой вред хозяйствам, разрушая почву, вынося вместе с посевом до 15—20 см поверхностного слоя. Повседневная эрозия медленно, но методично разрушает почву. Эрозионно опасные земли в отдельных областях Казахстана составляют до 40%. Выдувание верхнего слоя почвы, как и в случае с водной эрозией, ведет к сокращению мощности гумусового профиля, уменьшению запасов гумуса, азота и других элементов питания в нем (табл. 43).

**Т а б л и ц а 43. Запасы питательных элементов
в дефлированных почвах (по Л. Ф. Смирновой, 1960)**

Степень дефляции	Запасы в пахотном слое, т/га			
	гумус	азот	K ₂ O	P ₂ O ₅
Целина	67	3,75	0,60	0,57
Слабоэродированная	54	3,10	0,65	0,71
Сильноэродированная	21	1,48	0,32	0,49

Частная собственность на землю, нерациональная эксплуатация земли, погоня за максимальными сиюминутными прибылями, колониальная система хозяйства привели во многих странах к катастрофическому развитию эрозии, к потере большей части плодородного слоя почв. Борьба с эрозией требует планомерной комплексной работы, требует капитальных вложений и государственного контроля. Естественно, что далеко не все государства могут эти мероприятия осуществить. В нашей стране противоэрозионные мероприятия планирует, финансирует и осуществляет государство.

20.3. Охрана почв от водной эрозии и дефляции почв

Комплекс противоэрозионных мероприятий включает организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные меры. Организационно-хозяйственные мероприятия предполагают рациональное распределение земельных угодий. Противоэрозионной организации территории предшествует изучение типов местности, интенсивности эрозионных процессов, составление картограмм категорий земель по интенсивности эрозии. Комплексные противоэрозионные мероприятия проводят с учетом характера ландшафта, с охватом водосборных бассейнов. На равнинных территориях склоны крутизной до 9° используют под обычные полевые культуры, на склонах 9—15° размещают почвозащитные севообороты. Более крутые склоны исключают из интенсивного земледелия, используя их под посевы многолетних трав на сено и выпас. В структуре посевов холмистых районов рекомендуют увеличить площадь многолетних трав до 50% и сократить площадь пропашных культур.

На длинных склонах, где возрастают масса, скорость и несущая сила воды, рекомендуют земледелие полосами. Здесь применим севооборот с приблизительно равными площадями зерновых, кормовых культур и трав. Пропашные культуры чередуют с почвозащитными. Там, где эрозия особенно опасна, используют постоянные полосы из многолетних трав, кустарников и деревьев.

Эродированные участки отводят под почвозащитные лугово-пастбищные севообороты, а сильноэродированные — для постоянного залужения или облесения.

Агротехнические противоэрозионные мероприятия направлены на ослабление поверхностного стока и перевода его во внутрипочвенный. Обработка почв по горизонтали, «контурное» земледелие уменьшают смыв почвы на 50% и поверхностный сток на 12—99%. На склонах крутизной более 2° контурную вспашку зяби и паров сочетают с обвалованием, создавая валики высотой 15—25 см. Обвалование с перемычками создает на поверхности поля сеть микроводоемов, задерживающих талую воду. Для создания равномерного снежного покрова применяют снегозадержание, снегозащитные устройства: пахоту снега, прикатывание, щиты и др. Лесные полосы и кулисы размещают вдоль общего направления горизонталей, не допуская локальных концентраций снега. Кромирование почвы способствует регулированию стока, переводу поверхностного стока во внутрипочвенный, предотвращению смыва почвы, улучшению воздушного режима.

Для сокращения поверхностного стока в ряде южных районов, на Урале, в Казахстане и Сибири рекомендуют безотвальную вспашку с сохранением стерни или пожнивных остатков. В других регионах целесообразна глубокая зяблевая вспашка раз в 3—5 лет. Она увеличивает запасы влаги и уменьшает смыв. В горных условиях для предотвращения и ослабления водной эрозии проводят террасирование склонов. Размер и уклон террас регулируют так, чтобы поверхностный сток можно было задержать или по каналу сбросить.

Особых мероприятий требует борьба с оврагами. Только в европейской части СССР овраги занимают около 5 млн. га (Г. В. Добровольский, Л. А. Гришина, 1985). С помощью бульдозера овраг выполаживают, предварительно снимая и селективно складывая гумусовый слой. Перемещают грунт с приоровочной части в овраг. На спланированную поверхность возвращают гумусовый слой. У вершины оврага сооружают систему канава — вал для отвода поверхностного стока. Одновременно с регулированием стока на водосборах проводят закрепление склонов оврага и залужение ложбин стока. Если овраги развиты настолько, что угрожают путям сообщения или населенным пунктам, то создают специальные противоэрозионные гидротехнические сооружения. Такие сооружения необходимы при наличии большой водосборной площади и в тех оврагах, которые предполагают использовать в качестве постоянных водоспусков.

Помимо укрепления вершин и склонов оврагов и балок для борьбы с водной эрозией используют лесопосадки на прилегающих площадях. Весь комплекс противоэрозионных мероприятий приводит к регулированию снегового покрова, стока талых и ливневых вод, к переводу поверхностного стока во внутрипочвенный, к сокращению водной эрозии.

Комплекс мероприятий по предотвращению и ослаблению деф-

ляции почв также включает организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные меры борьбы. Организационно-хозяйственные мероприятия предполагают рациональное распределение земельных угодий. В результате детального обследования выделяют площади развеваемых песков, ветроударные склоны и повышенные участки местности, где сильно развиты процессы дефляции. Такие территории целесообразно засеять многолетними травами или отвести под посадку лесных и плодово-ягодных насаждений. Предотвращению ветровой эрозии способствуют почвозащитные севообороты и полосное земледелие. При нарезке полей севооборота длинные стороны следует ориентировать поперек активных эрозионных ветров. Это особенно важно, если в дальнейшем по границам полей предполагают посадку лесных полос.

Агротехнические мероприятия по борьбе с дефляцией почв предусматривают безотвальную обработку почвы, которая позволяет сохранить на поверхности полей до 85% стерни и других растительных остатков. В зимнее время стерня защищает поле от дефляции и способствует равномерному распределению снега, что способствует более быстрому развитию всходов и устойчивости их к воздействию ветра.

На землях, подверженных ветровой эрозии, чистые пары заменяют занятыми, сидеральными и кулисными. Кулисы из высокостебельных растений предохраняют почву от выдувания весной и летом, а зимой способствует снегозадержанию. Для степных районов Казахстана и Сибири рекомендуют полосное размещение паров, где чередуются пар и посев зерновых.

Силу ветра ослабляет полосное размещение культур, когда чередуются однолетние культуры с полосами многолетних трав. Полосы располагают перпендикулярно к активным ветрам. Ширина полос зависит от степени подверженности почв эрозии и конкретных природных условий данной местности.

На эрозионно опасных территориях Казахстана и Алтайского края применяют почвозащитные севообороты. Многолетние травы в таких севооборотах занимают 50% площади пашни, т. е. половину полос в каждом поле. Такого типа севообороты обеспечивают прекращение ветровой эрозии, позволяют получить более высокие урожаи зерновых культур и заготавливать большое количество ценных кормов для животноводства.

Важная роль в повышении противозерозионной устойчивости принадлежит структурообразованию. Наряду со своевременной щадящей обработкой и посевами многолетних трав для оструктуривания почв в последние годы стали применять полимеры-структурообразователи. Особенно эффективны они на легких почвах.

Лесомелиорация — важное звено в борьбе с дефляцией. Размещение лесных полос на полях производят с учетом направления активных эрозионных ветров и при тщательном учете характера рельефа и почвенного покрова. Полосы располагают в виде клеток. Взрослые 20—30-летние лесные полосы защищают 30—40-кратную территорию. Лесные полосы не только защищают почву от

эрозии, но создают более благоприятный микроклимат и обеспечивают прибавку урожая на 3—4 ц/га.

На пастбищах ветровая эрозия возникает от выбивания дерна скотом. На разбитых песках необходимо запретить выпас скота, устраивать скотопрогоны и засеивать участки ценными кормовыми травами. Для предохранения пастбищ от выбивания следует периодически выделять участки с обедненным и засоренным травостоем для отдыха и подсева кормовых трав. Желательно обводнять пастбища и создавать лесополосы — «зонты» для предохранения от солнцепека и буранов.

Водная и ветровая эрозия в природе часто взаимосвязаны. Это следует учитывать при разработке противоэрозионных мероприятий.

20.4. Промышленная эрозия почв

Разрушение почвенного покрова вызывает и промышленная деятельность человека. Наиболее активное разрушение почвенного покрова и ландшафта в целом вызывает добыча полезных ископаемых открытым способом, который экономически высоко эффективен. Более 75% продукции горной промышленности добывают открытым способом. При этом нарушают растительный и почвенный покровы, гидрологический и гидрохимический режимы территории. Во многих странах значительные площади заняты карьерами, отвалами и терриконами. Твердые наносы и токсические соединения загрязняют водотоки и этим дополнительно нарушают приблизительно равную разработкам территорию. В США нарушенная разработками площадь составляет более 1,3 млн. га, в Англии — более 60 тыс. га, в ФРГ — более 30 тыс. га (Л. В. Моторина, В. А. Овчинников, 1975). В Советском Союзе промышленная эрозия имеет место в Донбассе, Кузбассе, районе КМА, на Урале, в республиках Средней Азии и Прибалтики, в Подмосковном бассейне и некоторых районах Севера и Сибири, в Казахстане. В настоящее время рекомендована селективная выемка и складирование гумусированных горизонтов почв для дальнейшего восстановления нарушенных территорий.

При горных разработках на дневную поверхность часто выносят малопригодные для произрастания растительности грунты или даже токсичные породы. Токсичность определяется минералогическим и солевым составом пород. Присутствие в породе пирита ведет при его выветривании к резкому подкислению среды. Через 30—40 дней после выноса такой породы на поверхность pH ее меняется от 5,5 до 2,1, резко возрастает содержание подвижных соединений железа (до 150—180 мг/100 г), а содержание подвижного алюминия достигает токсичного уровня. Вскрышным породам, как правило, свойственна высокая кислотность и очень высокая неоднородность как по химическим, так и физическим свойствам. Поэтому мелиорация вскрышных пород предусматривает

известкование, внесение минеральных удобрений и гомогенизацию корнеобитаемого слоя.

Подземная добыча полезных ископаемых также ведет к нарушению ландшафта, так как со временем развиваются просадочные явления, меняются рельеф и гидрологический режим территории. Спутниками шахт являются терриконы, размывание и распыление которых ухудшает свойства окружающих почв и водотоков.

Твердые отходы производства многих предприятий, перерабатывающих минеральное сырье, и электростанций нарушают и бесполезно занимают большие территории. В настоящее время разработаны приемы рекультивации терриконов, золоотвалов и шламов и найдены пути утилизации этих отходов на дорожное строительство и стройматериалы.

Нарушение качества почвенного покрова происходит и при добыче нефти. Загрязнение почв в районе нефтедобычи происходит сырой нефтью и нефтяными водами, извлекаемыми из скважин, пластовыми водами. Загрязнителями могут быть буровые растворы, применяемые при нефтедобыче. Газовые потоки, связанные с месторождением нефти, могут менять состав почвенного воздуха, обогащая его углеводородами, сероводородом, оксидами углерода, серы, азота. Пластовые воды, обогащенные растворимыми солями, вызывают местное засоление почв.

Непроизводительные потери почв сопровождают дорожное строительство, линии электропередач, промышленное и гражданское строительство. Нормы отвода земель, особенно пахотных, должны находиться под строгим контролем.

20.5. Рекультивация почв нарушенных ландшафтов

Рекультивация — система приемов восстановления и оптимизации нарушенных ландшафтов. В настоящее время в СССР стоимость рекультивации входит в проектную стоимость добычи полезных ископаемых. Наиболее методически разработана рекультивация земель, нарушенных горными разработками. Ее проводят в 3 этапа.

Первый этап — подготовительный. На этом этапе проводят обследование нарушенных территорий, определяют направление рекультивации, составляют технико-экономическое обоснование и проект рекультивации.

Второй этап — горно-техническая рекультивация. В зависимости от региональных условий второй этап может включать химическую мелиорацию. Горно-техническую рекультивацию выполняют предприятия, которые ведут разработку полезных ископаемых.

Третий этап — биологическая рекультивация. Она направлена на восстановление плодородия подготовленных в процессе горно-технической рекультивации земель и превращение их в полноценные лесные или сельскохозяйственные угодья. Направление и ме-

тоды биологической рекультивации различаются в зависимости от географического положения района, его климатических, физических и хозяйственно-экономических особенностей. Наиболее дешевым видом освоения рекультивируемых территорий считается облесение. Для улучшения свойств верхнего слоя отвалов, для накопления в нем органического вещества и азота перед посадкой деревьев высевают люпин, донник или люцерну с последующей их запашкой. Деревья сажают саженцами в заполненные нетоксичной породой или почвой ямки или борозды.

В областях с распространением плодородных почв и нетоксичных вскрышных пород проводят сельскохозяйственную рекультивацию. Ее проводят в несколько стадий: известкование, рыхление до глубины 60 см, внесение удобрений, посев злаково-бобовой смеси. После этого вводят специальный севооборот, где 40—50% составляют многолетние травы. После такого севооборота рекультивируемые земли могут быть заняты зональным полевым или кормовым севооборотом.

20.6. Загрязнение почв агрохимикатами

Ведение интенсивного сельского хозяйства невозможно без применения удобрений в целях поддержания и увеличения плодородия почв. Практика применения удобрений расширяется и совершенствуется. В. А. Ковда полагает, что 300—400 млн. т удобрений будет использоваться к началу XXI в. для обеспечения населения планеты продуктами сельского хозяйства. Планируется среднее применение 300 кг/га удобрений с полным обеспечением технических культур, повышением доз удобрений под зерновые и пропашные, расширением удобрений лугов и пастбищ. Наряду с минеральными расширяются масштабы использования органических удобрений. Однако химизация земледелия подразумевает грамотное и рациональное использование удобрений. Постоянно ведутся поиски новых форм удобрений, уточняются оптимальные дозы и сроки их внесения.

Избыток азотных удобрений нежелателен. Избыточный азот вызывает преимущественный рост вегетативных органов за счет генеративных, повышает восприимчивость растений к пониженным температурам. Избыточный азот особенно опасен в нитратной форме, так как он не сорбируется почвой, легко мигрирует по профилю и попадает в грунтовые воды.

С увеличением количества азотных удобрений обнаруживается повышение концентрации нитратов в природных водах. Повышение концентрации нитратов в питьевой воде до 40—50 мг/л послужило причиной заболевания детей метатегомглобинемией в США, Израиле, Франции, ФРГ и других странах (Б. Коммонер, 1974). ПДК азота нитратов в питьевой воде в настоящее время в нашей стране считают 10 мг/л (Л. А. Гришина, 1980).

Не только нитратные, но и аммиачные соединения азота слу-

жат источником загрязнения почв и природных вод. Известно, что аммонийный азот препятствует хлорированию воды, если его концентрация превышает 1 мг/л. К тому же, окисляясь до нитратов, аммонийный азот связывает кислород, что приводит к кислородному голоданию гидробионтов и порче воды.

Источником избыточного количества аммиачного азота в почве служат отходы животноводства и городские сточные воды. Современные предприятия индустриального животноводства, птицефабрики и города создают очаги аномально высокого содержания азота и фосфора в виде органических и минеральных соединений, которые, попадая в почвы и природные воды, локально пересыщают их, доводя содержание $N - NO_3$ до 400 мг/кг почвы, а $N - NH_4$ до 2200 мг/кг почвы (В. А. Ковда, 1976). Аномально высокие концентрации соединений азота создаются и вокруг многих промышленных предприятий, особенно производящих азотные удобрения. Перспективный путь решения азотной проблемы по представлениям академика Е. Н. Мишустина и других в усилении внимания к биологическим источникам азота в почве, в частности в расширении площадей посевов бобовых культур.

Несмотря на низкую растворимость фосфорных удобрений и большинства других соединений фосфора, главное геохимическое направление их глобального круговорота направлено в сторону озер, устьев рек, морей и шельфов океана. Около 3—4 млн. т фосфатов ежегодно поступает с континентов в океан. Имеет место локальное зафосфачивание почв в связи с низкой растворимостью его почвенных соединений. Но основная проблема фосфора в исчерпаемости его ресурсов, что ведет к нарушению необходимого соотношения N:P:K в удобрениях.

Наряду с азотом и фосфором важнейшим элементом питания в почвах является калий. Для компенсации выноса калия с урожаем используют калийные удобрения разного состава (KNO_3 , K_2SO_4 и KCl). Наиболее часто используют хлорид калия. Однако его применение ведет к накоплению в почве иона хлора, который неблагоприятен для ряда сельскохозяйственных культур. Например, у картофеля он вызывает водянистость клубней.

В большинстве стран мира не достигнуты оптимальные нормы применения удобрений. Но в капиталистических развитых странах есть примеры применения избыточных их количеств. При этом возникает опасность ухудшения качества продуктов питания и загрязнения сопряженных с почвой атмосферы и природных вод избытком агрохимикатов.

20.7. Загрязнение почв пестицидами

Пестициды — ядохимикаты по борьбе с сорняками (гербициды), с грибковыми болезнями растений (фунгициды) и вредителями (зооциды, инсектициды и др.) — широко применяются в сельском хозяйстве и сохраняют более 30% урожая. Наибольшее

применение находят пестициды — органические вещества: хлорированные углеводороды (гексахлоран и др.), диены (альдрин, севин и др.), сложные эфиры фосфорных кислот (ФОС), карбаматы (карбин, тиллам и др.), замещенные мочевины (фенурон, монурон и др.). При обработке посевов пестицидами основная часть их накапливается на поверхности почв и растений. Они адсорбируются органическим веществом почв и минеральными коллоидами. Сорбция токсикантов обратима. Избытки пестицидов могут мигрировать с нисходящим гравитационным потоком и попадать в грунтовые воды. Накапливаясь в почве, они могут передаваться по цепям питания и вызывать заболевания животных и людей.

Накопление остатков пестицидов в почве зависит и от природы токсиканта. Наиболее стойкие — хлорорганические соединения и группа диенов. Они сохраняются в почве в течение нескольких лет (табл. 44). К тому же чем выше доза, тем длительнее сохраняется токсикант. Фосфорорганические соединения и производные карбамидной кислоты теряют свою токсичность менее чем за 3 мес и при распаде не образуют токсичных метаболитов, что делает эти соединения предпочтительными.

При внесении пестицидов авиаметодами они распыляются и могут переноситься воздушными массами на большие расстояния. Многие биоциды и их метаболиты обнаруживаются там, где их никогда не применяли (например, в Антарктиде). Вместе с поверхностными водами пестициды могут попадать в водоемы и отравлять воду. Систематическое применение в больших количествах стойких и обладающих кумулятивными свойствами пестицидов приводит к тому, что основным источником загрязнения водоемов становится сток талых, дождевых и грунтовых вод. Процессы естественной детоксикации идут активнее там, где наиболее интенсивны процессы минерализации органического вещества.

20.8. Охрана почв от загрязнения избытком агрохимикатов

Одно из основных условий охраны почв от загрязнения пестицидами — создание и применение менее токсичных и менее стойких соединений и уменьшение доз их внесения в почву.

Таблица 44. Длительность токсического действия биоцидов (ФАО, 1972)

Инсектициды	Длительность, годы	Гербициды	Длительность, месяцы	Инсектициды	Длительность, годы	Гербициды	Длительность, месяцы
Токсафен	6	2—4—5—Т	6	ДДТ	10	Атразин	17
Гептахлор	9	Диурон	16	ГХЦГ	11	Гордон	19
Альдрин	9	Симазин	17	Хлордан	12	Монурон	36

Полная детоксикация биоцидов происходит лишь при их распаде на нетоксичные компоненты. Разложению токсикантов способствуют реакции окисления, восстановления и гидролиза. Наиболее активно разложение пестицидов проводят микроорганизмы. При участии ферментов микроорганизмов в почве и растворе идут те же процессы гидролиза, окисления или восстановления. Микроорганизмы используют для своей жизнедеятельности углерод, азот, фосфор или калий, входящие в состав биоцидов.

Охрана почв от избытка удобрений имеет ряд общих мер организационного порядка с охраной почв от избытка пестицидов. Разработка новых длительно действующих гранулированных форм удобрений, применение комплексных форм, использование правильной технологии внесения удобрений, соблюдение правил хранения и транспортировки — все это предохраняет почвы от избытка агрохимикатов.

20.9. Процессы дегумификации почв

При распашке целинных почв, как правило, идет процесс дегумификации, уменьшение содержания и запасов органического вещества. Этот процесс приводит к уменьшению содержания и запасов гумуса на 30—40% и затем стабилизируется на более низком уровне через 30—50 лет. Наиболее резкое уменьшение содержания и запасов гумуса происходит в первые 5—10 лет. При дальнейшем использовании почвы темпы потерь гумуса затухают. Процесс дегумификации не стабилизируется в случае развития эрозии. Хотя самые резкие изменения происходят в пахотном слое, различия с целинными почвами могут прослеживаться до 80 см (И. А. Крупеников, 1973).

Повторное сравнение содержания и запасов гумуса в черноземах на тех точках, где 100 лет назад работал В. В. Докучаев, показало, что ежегодные потери гумуса на разных подтипах черноземов и в разных условиях их использования составили 0,5—1,8 т/га, запасы гумуса сократились при этом на 15—40% (Г. Я. Чесняк и др., 1983). Изменение содержания гумуса определяется структурой посевных площадей, соотношением в севооборотах пропашных культур и сплошного сева, удельным весом многолетних трав, применением органических и минеральных удобрений.

Процесс дегумификации имеет место во всем мире. В США, Канаде, Аргентине на пашнях ежегодная потеря гумуса составляет около 1,5 т/га, а на черных парах достигает 8 т/га. Содержание гумуса в пахотных горизонтах степных почв прерий снизилось на 30—40%, в почвах Бразилии — в 3 раза (с 6 до 2%), что увеличило плотность почв на 50% и ухудшило водопроницаемость в 15—20 раз (В. А. Ковда, 1981).

Мелиорация торфяных почв также сопровождается потерей органического вещества. В нашей стране осушено более 3 млн. га

торфяников. Процесс осушения сопровождается уменьшением мощности торфяного слоя в среднем на 2—3 см/год. Этот процесс происходит за счет уплотнения торфяной массы вследствие частичного обезвоживания, коагуляции коллоидов и изменения природной структуры торфа (1,9—2,5 см/год), а также в результате безвозвратных потерь, обусловленных минерализацией и эрозией торфа (0,1—0,5 см/год).

Человек может способствовать нарастанию гумуса в почве применением органических удобрений, известкованием кислых почв, использованием в севообороте многолетних трав, регулированием соотношения площадей пропашных и зерновых культур и другими приемами. Подсчитано, что для создания бездефицитного баланса органического вещества ежегодно в среднем в почвы следует вносить 8—12 т/га органических удобрений. Естественно, что при этом важно учитывать свойства почв и качество органических удобрений.

Восстанавливают и стабилизируют содержание и запасы гумуса оструктуренность почв, улучшение их водно-физических свойств, посев многолетних трав. Положительное действие оказывают и пожнивные послеуборочные остатки при запахивании их в почву. Их бывает тем больше, чем выше урожай. Сочетание минеральных удобрений с органическими благоприятно сказывается на росте плодородия почв, урожайности растений и качестве урожая.

Важным фактором сохранения гумусного состояния почв является щадящая обработка почв. В настоящее время на обширных территориях юга нашей страны применяют безотвальную пахоту. Облегчение машин, минимализация обработки способствуют сохранению и накоплению гумуса в почве.

Следует подчеркнуть, что важно заботиться не только о содержании и запасах гумуса, но и о его качестве.

20.10. Процессы вторичного засоления, осолонцевания и слитизации почв

Для создания оптимального водного режима в районах недостаточного увлажнения необходимо орошение. По данным ФАО, площадь орошаемых земель мира составляет около 220 млн. га. Однако при нарушении правил эксплуатации ирригационных систем, при несовершенных их проектах возникают побочные явления: вторичное засоление, осолонцевание, слитость и др.

Главными причинами деградации орошаемых почв служат бездренажное орошение, большие потери воды на фильтрацию, строительство оросительных каналов без гидроизоляции, превышение оросительных норм, неконтролируемая подача воды, полив минерализованной водой. В оросительных системах мира больше половины воды расходуется не по назначению.

Засолению подвергаются прежде всего те почвы, где оросительные системы не имеют дренажных устройств. Оросительные воды при фильтрации вызывают повышение уровня почвенно-грунтовых вод. Их поднятие и испарение сопровождается накоплением солей в почвенном профиле. Помимо вертикального, следует принимать во внимание и горизонтальное движение солей, вызванное различием положения участков по рельефу или комплексностью почвенного покрова.

Наиболее токсично содовое засоление. Оно вызывает резкую смену реакции почвенного раствора (рН 9—11), состава поглощенных катионов, приводит к пептизации коллоидов, повышает мобильность органического вещества, ухудшает водно-физические свойства почвы, прежде всего ее структурное состояние. В черноземах при орошении исходная водопрочная зернистая или мелкокомковатая структура пахотного горизонта быстро разрушается. Появляется глыбистость, слитость, склонность к образованию поверхностной корки после поливов и дождей. Процесс слитообразования ведет к понижению содержания доступной растениям влаги, к ухудшению воздухообмена, затрудняет их обработку, дренирование и промывку от солей.

Для орошения пригодны воды с концентрацией солей до 1 г/л. Большинство рек, воды которых использовали для орошения в нашей стране, имели концентрацию солей 0,2—0,3 г/л. В настоящее время минерализация воды в некоторых реках увеличилась до 0,8—1,5 г/л, при этом карбонатно-кальциевый состав ее стал меняться на сульфатно-магниевый, сульфатно-натриевый, хлоридно-натриевый и карбонатно-натриевый. Это связано с зарегулированностью стока рек, увеличением стока дренажных и промышленных вод, возрастанием роли испарения. В практике ряда стран (Египет, Алжир, Тунис, Марокко, Пакистан, Индия и др.) имеется опыт использования для полива высокоминерализованных вод (5—6 г/л), но только в условиях хорошего дренажа и промывного водного режима. Предельно допустимой минерализацией для орошения почв среднего и тяжелого состава считают 2—3 г/л, а для супесчаных и песчаных — 10—12 г/л (В. А. Ковда, 1981). Особенно нежелательно присутствие в поливной воде гидрокарбоната натрия. Принято, что вода с его содержанием менее 1,2 мг-экв/л пригодна для орошения, 1,25—2,5 — условно пригодна, более 2,5 — непригодна. Воды повышенной минерализации и особенно щелочные воды вызывают вторичное осолонцевание почв.

С повышением концентрации солей в воде должен меняться режим орошения. На каждый 1 г соли в оросительной воде необходимо добавлять на дренажный сток 5—10% водозабора, при этом потребность в дренаже и вегетационных промывках возрастает. При содовых оросительных водах с концентрацией 0,3—1,5 г/л доля вывода дренажных вод повышается до 30—50% от водозабора. При этом целесообразно применение химической мелиорации воды или почв.

Во избежание потерь поливной воды и вторичного засоления

рекомендуют: 1) закрытую сеть каналов, исключаящую фильтрацию воды; 2) дренажные сооружения, обеспечивающие удержание соленых грунтовых вод на глубине не ближе 1,5—3 м; 3) капитальные промывки почв, если они засолены, для удаления солей из корнеобитаемого горизонта; 4) регулярные вегетационные поливы с дренажными водоотводами (В. А. Ковда, 1981).

Для определения опасности осолонцевания и для слежения за скоростью этого процесса определяют SAR оросительной воды по формуле Ричардса:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}},$$

где SAR — натриевое адсорбционное отношение; Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} — содержание катионов, мг-экв/л.

Опасность осолонцевания наступает при $SAR > 10, 6, 4$, при минерализации воды соответственно 1, 2, 3 г/л (А. А. Попов, В. Ф. Вальков, 1979).

Для охраны почв от содового засоления и слитости желательна химическая мелиорация (внесение гипса), применение физиологически кислых и Са-содержащих удобрений, введение в севооборот многолетних трав. Режим орошения должен исключать переувлажнение и иссушение почв. При орошении необходимы высокая культура земледелия, строгое соблюдение технологических норм. Необходима организация постоянно действующей контрольной службы на оросительных системах в целях мониторинга водно-солевого режима орошаемых почв, их структурного и гумусного состояния для предотвращения деградации орошаемых почв и поддержания их высокого плодородия.

20.11. Влияние на почвы продуктов техногенеза

Загрязнение почв тяжелыми металлами и токсичными элементами. Современная индустриальная деятельность сопровождается выбрасыванием в биосферу побочных продуктов. В форме твердых отходов промышленности поступает ежегодно 20—30 млрд. т различных веществ, из них 50% — органических (Л. Г. Бондарев, 1976). С твердыми отходами на поверхность почв поступают загрязнители окружающей среды. Среди них наиболее опасными считают ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, селен и фтор. Загрязнение почв тяжелыми металлами имеет разные источники, но преимущественное загрязнение ими происходит при сжигании ископаемого топлива: угля, нефти, горючих сланцев. К настоящему времени добыто и использовано более 130 млрд. т угля и 40 млрд. т нефти. Следовательно, с золой поступили на поверхность почв миллионы тонн металлов, значительная часть которых аккумулирована в

верхних горизонтах. Антропогенная деятельность на порядок увеличила поступление свинца и кадмия. Главный источник загрязнения почв свинцом — выхлопные газы автомобилей. Ежегодно с ними поступает более 250 тыс. т свинца. Тяжелые металлы поступают в почву также с удобрениями и пестицидами. Большинство соединений тяжелых металлов аккумулируются в подстилке и гумусовом горизонте. Распределение тяжелых металлов по поверхности от источника загрязнения зависит от характера и особенностей источника загрязнения, метеорологических особенностей региона, в частности от розы ветров, геохимических факторов и ландшафтной обстановки в целом. Ареал максимального загрязнения редко превышает 10—15 км в радиусе от источника, но небольшие концентрации при попадании в высокие слои атмосферы могут переноситься на значительные расстояния. Металлы вовлекаются в биологический круговорот, передаются по цепям питания и вызывают целый ряд заболеваний у животных и человека, при высоких концентрациях губительно влияют на растения, понижают биологическую активность почв.

Неравномерность техногенного распределения металлов усугубляется неоднородностью геохимической обстановки в природных ландшафтах. В связи с этим для прогнозирования возможного загрязнения продуктами техногенеза и предотвращения нежелательных последствий необходимо принимать во внимание законы миграции химических элементов в различных природных ландшафтах и геохимических условиях.

Продукты техногенеза в зависимости от их природы и той ландшафтной обстановки, куда они попадают, могут терять токсичность, перерабатываться природными процессами либо сохраняться и накапливаться, губительно влияя на живые организмы. В автономных ландшафтах развиваются процессы самоочищения от техногенных загрязнений, так как продукты загрязнения рассеиваются поверхностными и внутрипочвенными водами. В аккумулятивных ландшафтах продукты техногенеза консервируются и накапливаются. Ртуть, свинец, кадмий хорошо сорбируются в верхних сантиметрах перегнойно-аккумулятивного горизонта разных типов почв суглинистого состава. Миграция их по профилю и вынос за пределы почвенного профиля незначительны. Но в почвах легкого состава, кислых и обедненных гумусом, процессы миграции этих элементов усиливаются.

Фтор также оказывает токсическое действие на микрофлору, беспозвоночных животных и растительность. Адсорбция фтора происходит в почвах с хорошо развитым поглощающим комплексом. Растворимые соединения фтора легко перемещаются по почвенному профилю и могут попадать в грунтовые воды. Цинк и медь менее токсичны, но более мобильны, чем свинец и кадмий. Повышение содержания органического вещества и утяжеление гранулометрического состава почв уменьшает миграционную способность цинка и его соединений.

Совместное действие тяжелых металлов на живые организмы в

почве оказывает более сильное ингибирующее действие, чем при той же концентрации каждый элемент в отдельности.

В разных типах почв уровень токсичности тяжелых металлов может отличаться на порядок и выше. Установлено, что, например, кадмий на неокультуренных подзолистых почвах оказывает угнетающее действие при содержании 5 мг/кг, а на окультуренных — начиная с 50 мг/кг.

Загрязнение почв бензпиреном. С продуктами неполного сгорания угля и нефти в почву поступают полициклические ароматические углеводороды, среди которых особенно опасен бензпирен. Он сильный канцероген. Почва — конечный резервуар аккумуляции бензпирена. Больше всего его накапливается в гумусовом горизонте. С почвенной пылью, грунтовыми водами, с продуктами питания бензпирен может попадать в организм животных и человека. Почвенные микроорганизмы обладают способностью расщеплять бензпирен на нетоксичные компоненты, но процесс поступления превалирует над детоксикацией его. Эта проблема заслуживает глубокого изучения.

Техногенное подкисление почв. Техногенное поступление в атмосферу соединений хлора и соляной кислоты, оксидов азота и азотной кислоты, а также соединений серы приводит к выпадению кислотных дождей, адсорбции почвой газов и изменению реакции почв в кислую сторону.

Антропогенное поступление серы в почву и на поверхность растительности происходит в форме диоксида серы и других газообразных соединений и в виде кислотных дождей. Почва сорбирует диоксид серы. Скорость сорбции увеличивается с нарастанием влажности почв, повышением рН, увеличением содержания органического вещества, емкости поглощения и удельной поверхности почв. Воздушно-сухие почвы сорбируют 1—5, а влажные 9—67 мг SO_2 /г почвы (К. Смит, 1973). Почвы сорбируют также и восстановленные соединения серы: сероводород, метилмеркаптан, сероуглерод и др. Диоксид серы в атмосфере окисляется в триоксид серы. Оксиды серы и азота, выделяемые в процессе техногенеза, при растворении в жидкой фазе облаков и тумана превращаются в кислоты и выпадают с осадками. Выбросы серной кислоты часто сочетаются с выбросами тяжелых металлов, оксидов азота и растворов азотной кислоты, соединений хлора, органических компонентов и др. Эти сочетания или усиливают действие кислотных дождей (с азотной и соляной кислотами, с тяжелыми металлами), или ослабляют его (со щелочно-земельными металлами). На фоновых территориях с осадками поступает 3—6 кг/га серы, в промышленных регионах — 25—30 кг/га. Соответственно содержание водорастворимой серы в дерново-подзолистых почвах фоновых территорий составляет 5—7 мг/100 г, вблизи промышленных производств оно возрастает до 20 и более мг на 100 г почвы.

Диоксид и триоксид серы могут переноситься воздушными массами на десятки и сотни километров от источника выброса. На

планете ежегодно в атмосферу поступает до 500 млн. т кислотных компонентов. Кислотные дожди усиливают кислотность почв и природных вод, вызывают выщелачивание питательных элементов, разрушают структуру почв, нарушают газовый режим, подавляют биоту почв и вызывают другие негативные последствия. Техногенное подкисление почв следует учитывать при планировании известкования почв, при расчетах доз удобрений и других мероприятий.

Техногенное подщелачивание почв. При поступлении щелочных, щелочно-земельных и тяжелых металлов с выбросами металлургических заводов, а также аммиака с выбросами комбинатов по производству удобрений происходит подщелачивание почв. Масштабы этих процессов значительно меньше, чем процессов подкисления, и негативные последствия также не столь значительны. Но при этом аномально может возрасти содержание в почвах тех или иных компонентов, что может привести к нарушению необходимых пропорций в элементах питания. Повышенная щелочность почв неблагоприятна для многих сельскохозяйственных растений. К тому же в условиях щелочной реакции среды и промывного режима резко возрастает подвижность органического вещества, что приводит к обеднению почв гумусом.

20.12. Охрана почв от загрязнения тяжелыми металлами и другими продуктами техногенеза

Защита почв от загрязняющих ее продуктов техногенеза базируется прежде всего на совершенствовании технологии и принципов организации производства. Создание замкнутых технологических систем, организация производства без отходов приводит к резкому, почти полному сокращению поступления в почву продуктов техногенеза.

Помимо предупредительных мер, важное значение имеют меры по ликвидации существующего загрязнения.

При атмосферном загрязнении почв тяжелыми металлами и другими токсичными компонентами, когда они концентрируются в больших количествах в самых верхних сантиметрах почвы, возможно удаление этого слоя и захоронение его.

В настоящее время получен ряд химических веществ, которые способны инактивировать тяжелые металлы в почве или понизить их токсическое действие. Это ионообменные смолы, образующие хелатные соединения с тяжелыми металлами. Ионообменные смолы вносят в почву в дозах, определяемых уровнем загрязнения. Негативной стороной веществ-инактиваторов является их ограниченная емкость.

Более доступен, но не всегда более эффективен способ закрепления тяжелых металлов в почве путем внесения

известии и органических удобрений, которые адсорбируют тяжелые металлы и токсины.

Внесение органических удобрений в высоких дозах, использование зеленых удобрений, муки из рисовой соломы и т. п. снижает поступление кадмия и фтора в растения, а также токсичность тяжелых металлов. Регулирование состава и доз минеральных удобрений может уменьшить токсическое действие ряда элементов. Внесение повышенных доз фосфора понижало токсическое действие свинца, меди, цинка и кадмия.

Сочетание предохранительных мер и мер по ликвидации загрязнения почв тяжелыми металлами позволит защитить почвы от загрязнения, а растения от токсического их действия.

20.13. Проблемы почвенного мониторинга

Работа по охране почв предполагает наличие информации о состоянии почв, об их изменениях под влиянием антропогенных нагрузок.

В отличие от атмосферного воздуха и природных вод наблюдение за состоянием и загрязнением почв минеральными и органическими токсикантами крайне ограничено и в должной мере не организовано. Экологическая роль почвы как узла связей биосферы, где наиболее интенсивно идут все процессы обмена веществ между земной корой, гидросферой, атмосферой и обитающими на суше организмами, определяет необходимость специальной организации почвенного мониторинга как неотъемлемой части общего мониторинга окружающей среды.

Необходимость организации службы почвенного мониторинга становится все более острой с каждым годом, поскольку размеры антропогенных нагрузок на почвы постоянно возрастают, причем увеличиваются и темпы роста этих нагрузок. Общий объем глобальных антропогенных нагрузок на почвенный покров стал уже соизмерим с действием природных факторов (табл. 45).

Т а б л и ц а 45. Нуждаемость сельскохозяйственных угодий СССР в мелиорации и агромероприятиях, млн. га (В. А. Ковда, 1979)

Факторы, ограничивающие продуктивность сельскохозяйственных угодий	Пашня	Сенокосы, пастбища	Факторы, ограничивающие продуктивность сельскохозяйственных угодий	Пашня	Сенокосы, пастбища
Засушливость	160	300	Каменистость	7	30
Водная эрозия	120	195	Разрушение техногенное	2	Нет
Дефляция	12	80—195	Потеря структуры	200	»
Кислотность	64	13	Утрата гумуса	200	»
Переувлажненность	10	17	Острый дефицит фосфора	100	»
Щелочность	22	67			

Общий перечень задач, стоящих перед почвенным мониторингом, достаточно велик. В перспективе возможно появление новых задач, которые возникнут в связи с новыми технологическими процессами и расширением ассортимента синтезируемых химической промышленностью органических и минеральных веществ. Конечно, часть из сегодняшних задач будет снята с повестки дня в обозримом будущем; например, при переходе промышленных предприятий на безотходную технологию отпадет необходимость контроля за загрязнением почв химическими веществами. Но в настоящее время такой контроль еще необходим. Не будут сняты с повестки дня наблюдения и контроль за теми процессами, которые вызываются некоторыми видами использования почв и почвенного покрова.

На современном этапе важнейшими задачами почвенного мониторинга являются следующие:

- оценка среднегодовых потерь почвы вследствие водной, ирригационной и ветровой эрозии;

- обнаружение регионов с дефицитным балансом главных элементов питания растений, обнаружение и оценка скорости потерь гумуса, азота, и фосфора; контроль за содержанием элементов питания растений;

- контроль за изменением кислотности и щелочности почв, особенно в районах с внесением высоких доз минеральных удобрений, а также при ирригации, использовании при мелиорации промышленных отходов и в крупных промышленных центрах, характеризующихся высокой кислотностью атмосферных осадков;

- контроль за изменением солевого режима орошаемых и удобряемых почв;

- контроль за загрязнением почв тяжелыми металлами вследствие глобальных выпадений;

- контроль за локальным загрязнением почв тяжелыми металлами в зоне влияния промышленных предприятий и транспортных магистралей, а также пестицидами в регионах их постоянного использования, детергентами и бытовыми отходами на территориях с высокой плотностью населения;

- долгосрочный и сезонный (по фазам развития растений) контроль за влажностью, температурой, структурным состоянием, водно-физическими свойствами почв;

- оценка вероятного изменения свойств почв при проектировании гидростроительства, мелиорации, внедрения новых систем земледелия и удобрений и т. п.;

- инспекторский контроль за размерами и правильностью отчуждения пахотно-пригодных почв для промышленных и коммунальных целей.

Это наиболее общий и, вероятно, неполный перечень задач, который должен быть дифференцирован применительно к почвенно-географическому, климатическому и экономическому райониро-

ванию страны применительно к объектам почвенного мониторинга.

Охрана почв — это постоянная работа, основанная на строго научном подходе, это важнейшая часть Продовольственной программы, важнейшая часть программы охраны окружающей человека природы. Охрана и рациональное использование почв, нашего огромного национального богатства, — важное звено укрепления производства, роста материальных благ, улучшения условий труда, жизни и отдыха советских людей.

Почвенный покров планеты непрерывно изменяется, эволюционирует вместе с развитием земной поверхности в геологической истории Земли. Это природные, естественные изменения почв и почвенного покрова, протекающие с геологической скоростью. Но есть изменения почвенного покрова, протекающие значительно быстрее природных процессов и иногда ведущие к катастрофическим последствиям. Это изменения, вызванные человеческой деятельностью.

Глобальные изменения почвенного покрова затрагивают разномасштабные в пространстве и времени явления, требующие весьма детального научного анализа исходя из роли почвы в геосфере и биосфере Земли, а также в хозяйственной деятельности и жизни человека. Необходимо различать, во-первых, природные и антропогенные изменения почвы в разных пространственно-временных масштабах; во-вторых, прошлые, накопленные в исторических циклах, и современные, текущие; в-третьих, глобальные и локальные изменения; в-четвертых, обратимые и необратимые изменения, тоже в разных масштабах. Анализ глобальных изменений почвенного покрова вынесен сейчас на повестку дня почвоведов в связи с ростом все большей тревоги по поводу состояния почв мира.

Обобщение многочисленных фактических материалов по странам и континентам показало, что глобальные функции почвенного покрова (биосферная, биогеохимическая, гидросферная, атмосферная, гумусферная, антропосферная или техносферная) в весьма сильной степени, причем ускоряющимися темпами, изменяются под влиянием человеческой деятельности как в результате непосредственного целенаправленного воздействия на почву, так и в результате многообразных побочных, часто непредвиденных негативных экологических эффектов. О масштабах этого воздействия можно судить по следующим данным (Б. Г. Розанов, 1984): из общей площади суши Земли в настоящее время находится под постоянной распахкой в мировом земледелии около 1,5 млрд. га (около 10 % суши); за 10 тыс. лет истории земледельческой цивилизации было безвозвратно потеряно, превращено в пустыни и бедленды, застроено, затоплено около 2 млрд. га бывших продуктивных земель; осталось потенциально пригодными для земледелия около 1 млрд. га; в настоящее время ежегодные безвозвратные потери продуктивных земель составляют 6—7 млн. га, т. е. выросли в 30—35 раз по сравнению со среднеисторическими. Это уже

становится экологически опасным явлением, что привлекло серьезное внимание не только мировой научной общественности, но и официальных международных органов, включая Организацию Объединенных Наций. Проблема борьбы с деградацией и потерями почв выходит на одно из первых мест среди всех экологических проблем мира после проблемы войн и ядерной катастрофы. Отсюда включение раздела о почвах во Всемирную конвенцию охраны природы (1981), принятие Всемирной почвенной хартии (ФАО, 1982), Мировой почвенной политики (ЮНЕП, 1983), обращение XIII Международного конгресса почвоведов (1986) в ООН с просьбой об организации в ближайшее время Всемирной межправительственной конференции по почвам, их правовому статусу и охране.

Охрана почв, их рациональное использование, всемерная забота о комплексных мелиорациях и расширенном воспроизводстве почвенного плодородия — важнейшие проблемы почвоведения сегодня. Естественно, эти серьезные проблемы нельзя решить без глубокого знания почвоведения.

Почва — весьма своеобразное тело природы. Если ее правильно, рационально использовать, учитывая все особенности протекающих в ней процессов, то она бесконечно долго может успешно выполнять свои глобальные функции, в том числе служить главным природным ресурсом сельскохозяйственного производства. Мало того, человек своей направленной мелиоративной и почвоохранной деятельностью может существенно улучшить природные свойства почвы, значительно повысить ее потенциальное природное плодородие. Одно из самых замечательных свойств почвы: чем больше она дает урожай, тем плодороднее она становится для будущих урожаев, если, конечно, человек не истощает ее нерациональным хозяйствованием, а помогает ей восстановить свои природные силы. В мире много примеров весьма длительного благополучного состояния почвенного покрова, прогрессивного улучшения почв и повышения их плодородия: огромные площади цветущих оазисов в пустынях на основе разумной ирригации, богатых пашен и лугов на месте бывших болот, плодородные культурные почвы на месте бывших бесплодных подзолов, отвоеванные у моря польдерные земли на месте бывших мелководий, приморских солончаков, маршей, мангров, плавней. Эти примеры можно привести для самых разных регионов планеты, причем некоторые из них насчитывают тысячелетия земледельческой культуры. Примеров много, но... это примеры, а не правило. Правило же состоит, к сожалению, в том, что из 3,5 млрд. га освоенных земель человечество за свою историю уже безвозвратно потеряло 2 млрд. га в результате нерационального землепользования и продолжает терять почву со скоростью 6—7 млн. га в год. Это очень много и очень опасно.

Отсюда и главная задача почвоведения на современном этапе: на основе глубокого и всестороннего изучения почв и почвенного покрова провести полную инвентаризацию почв планеты, дать оценку их состояния и потенциальных возможностей как динамических подсистем в геосферных системах и как природных ресурсов

экономического развития, разработать на этой базе такие экологически и экономически обоснованные технологии землепользования применительно к различным природным условиям, которые бы во всех случаях были почвоохранными и направленными на улучшение почв и расширенное воспроизводство их плодородия.

В заключение необходимо подчеркнуть, что указанные задачи очень сложны как в теоретическом, так и в практическом плане. Почвоведы еще не все знают о почвах, их поведении в тех или иных природных или хозяйственных ситуациях. Наука развивается, и то, что было неизвестно вчера, становится понятным сегодня, будет в деталях изучено завтра. Необходимо представлять себе задачи научных исследований и пути решения стоящих задач на каждом этапе развития науки, познания окружающего мира. В этом отношении особенно важно изучающим почвоведение правильно понимать, что представленный в данном учебнике материал — это лишь основа, начальный этап изучения почвоведения, за которым должно следовать углубленное изучение каждого из разделов науки — химии, физики, биологии, географии почв, а также многих смежных дисциплин.

**ОБНОВЛЕННАЯ ЛЕГЕНДА ПОЧВЕННОЙ КАРТЫ МИРА
ФАО/ЮНЕСКО МАСШТАБА 1 : 5 000 000
ИЗДАНИЯ 1987 ГОДА**

**с примерными эквивалентами основных почвенных
группировок и почвенных единиц
в существующей советской систематике почв
(точные эквиваленты не во всех случаях
возможны из-за разных принципов диагностики)**

ФЛЮВИСОЛИ . . . Аллювиальные почвы

Эутриковые Флювисоли	Аллювиальные дерновые насыщенные
Калькариковые Флювисоли	Аллювиальные луговые карбонатные
Дистриковые Флювисоли	Аллювиальные дерновые кислые
Молликовые Флювисоли	Аллювиальные луговые насыщенные
Умбриковые Флювисоли	Аллювиальные луговые кислые
Уиониковые Флювисоли	Аллювиальные сульфидно-сульфатные
Ёрмиковые Флювисоли	Аллювиальные дерново-опустынивающиеся карбонатные

ГЛЕЙСОЛИ . . . Глеевые почвы

Эутриковые Глейсоли	Дерново-глеевые насыщенные
	Торфянисто-глеевые насыщенные
Кальциковые Глейсоли	Дерново-глеевые карбонатные
Дистриковые Глейсоли	Дерново-глеевые кислые
	Торфянисто-глеевые кислые
Молликовые Глейсоли	Лугово-глеевые насыщенные
	Перегнойно-глеевые насыщенные
Умбриковые Глейсоли	Лугово-глеевые кислые
	Перегнойно-глеевые кислые
Тибиновые Глейсоли	Дерново-глеевые сульфидно-сульфатные
	Лугово-глеевые сульфидно-сульфатные
Геликовые Глейсоли	Дерново-глеевые мерзлотные (тундровые)
	Лугово-глеевые мерзлотные (тундровые)
	Торфянисто-глеевые мерзлотные (тундровые)
	Перегнойно-глеевые мерзлотные (тундровые)

РЕГОСОЛИ . . . Слаборазвитые суглинистые почвы

Эутриковые Регосоли	Дерновые насыщенные
Калькариковые Регосоли	Дерновые карбонатные

Гипсиковые Регосоли	Дерновые гипсоносные
Дистриковые Регосоли	Дерновые кислые
Геликовые Регосоли	Дерновые мерзлотные

ЛЕПТОСОЛИ . . . Слаборазвитые каменные почвы

Эутриковые Лептосоли	Буроземы каменные малогумусные насыщенные Дерновые каменные малогумусные насыщенные
Дистриковые Лептосоли	Буроземы каменные малогумусные кислые Дерновые каменные малогумусные кислые
Рендзиковые Лептосоли	Рендзины (Дерново-карбонатные) маломощные
Молликовые Лептосоли	Буроземы каменные многогумусные насыщенные Дерновые каменные многогумусные насыщенные
Умбриковые Лептосоли	Буроземы каменные многогумусные кислые Дерновые каменные многогумусные кислые
Литиковые Лептосоли	Примитивно-щебнистые
Ермиковые Лептосоли	Пустынные каменные
Геликовые Лептосоли	Арктические (Субарктические) каменные

АРЕНОСОЛИ . . . Слаборазвитые песчаные почвы

Гапниковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные (обычные)
Камбиковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные буроземовидные
Лювиковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные лессивированные
Оксиковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные железистые
Альбиковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные отбеленные
Калькариковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные карбонатные
Глейниковые Ареносоли	Слаборазвитые песчаные оглеенные

АНДОСОЛИ . . . Вулканические почвы

Гапниковые Андосоли	Вулканические малогумусные Дерновые вулканические
Молликовые Андосоли	Вулканические многогумусные насыщенные
Умбриковые Андосоли	Вулканические многогумусные кислые
Витриковые Андосоли	Пеплово-вулканические
Геликовые Андосоли	Вулканические мерзлотные

ВЕРТИСОЛИ . . . Черные слитые глинистые трещиноватые почвы

Гапниковые Вертисоли	Черные слитые (обычные)
Кальциковые Вертисоли	Черные слитые карбонатные
Гипсиковые Вертисоли	Черные слитые гипсоносные
Глейниковые Вертисоли	Черные слитые глееватые и глеевые

КАМБИСОЛИ . . . Сиаллитно-оглиненные почвы

Эутриковые Камбисоли	Буроземы насыщенные
Дистриковые Камбисоли	Буроземы малогумусные кислые
Умбриковые Камбисоли	Буроземы многогумусные кислые
Глейниковые Камбисоли	Буроземы глееватые и глеевые
Калькариковые Камбисоли	Буроземы карбонатные
Хромиковые Камбисоли	Коричневые
Вертиковые Камбисоли	Буроземы слитые
Оксиковые Камбисоли	Буроземы железистые

Геликовые Камбисоли Мерзлотно-таежные, Палевые
 Ёрмиковые Камбисоли Серо-коричневые

КАЛЬЦИСОЛИ . . . Карбонатно-аккумулятивные аридные почвы

Гапλικовые Кальцисоли Светло-каштановые, Бурые полупустынные, Сероземы
 Гипсиковые Кальцисоли Бурые полупустынные и сероземы гипсоносные
 Арениковые Кальцисоли Светло-каштановые, бурые полупустынные и сероземы песчаные и супесчаные

СОЛОНЦЫ

Гапλικовые Солонцы Солонцы каштановые и полупустынные (обычные)
 Молликовые Солонцы Солонцы черноземные
 Кальциковые Солонцы Солонцы карбонатные
 Гипсиковые Солонцы Солонцы гипсоносные
 Глейиковые Солонцы Солонцы гидроморфные и полугидроморфные

СОЛОНЧАКИ

Гапλικовые Солончаки Солончаки типичные
 Молликовые Солончаки Солончаки луговые
 Кальциковые Солончаки Солончаки карбонатные (известковые коры)
 Гипсиковые Солончаки Солончаки гипсоносные (гипсовые коры)
 Содиковые Солончаки Солончаки содовые, Солонцы-солончаки
 Глейиковые Солончаки Солончаки болотные и соровые
 Геликовые Солончаки Солончаки мерзлотные

КАШТАНОЗЕМЫ . . . Каштановые почвы

Гапλικовые Каштаноземы Темно-каштановые
 Любиковые Каштаноземы Каштановые
 Кальциковые Каштаноземы Каштановые карбонатные
 Гипсиковые Каштаноземы Каштановые гипсоносные

ЧЕРНОЗЕМЫ

Гапλικовые Черноземы Черноземы типичные, обыкновенные, южные
 Кальциковые Черноземы Черноземы карбонатные
 Любиковые Черноземы Черноземы выщелоченные и оподзоленные
 Глоссиковые Черноземы Черноземы языковатые (сибирских фаций)
 Глейиковые Черноземы Лугово-черноземные и черноземно-луговые

ФАЙОЗЕМЫ . . . Черноземовидные почвы прерий (брюниземы)

Гапλικовые Файоземы Брюниземы (обычные)
 Калькариковые Файоземы Брюниземы карбонатные
 Любиковые Файоземы Брюниземы лессивированные
 Глейиковые Файоземы Брюниземы глееватые и глеевые

ГРЭЙЗЕМЫ . . . Серые лесные почвы

Гапλικовые Грэйземы Серые лесные (обычные)
 Глейиковые Грэйземы Серые лесные глееватые и глеевые

ЛЮВИСОЛИ . . . Лессивированные (псевдоподзолистые) почвы с горизонтом Bt, имеющим высокоактивную глину с ЕКО более 16 мг-экв на 100 г глины и насыщенностью выше 50 %

Га́пликовые Лювисоли	Лессивированные (обычные)
Хро́миковые Лювисоли	Красновато-бурые лессивированные
Ка́льциковые Лювисоли	Лессивированные карбонатные
Ве́ртиковые Лювисоли	Лессивированные слитые
А́льбиковые Лювисоли	Лесные подбелы
Гле́йиковые Лювисоли	Лессивированные глееватые и глеевые
Е́рмиковые Лювисоли	Серо-бурые пустынные

ЛЙКСИСО́ЛИ . . . Лессивированные (псевдоподзолистые) почвы с горизонтом Bt, имеющим низкоактивную глину с ЕКО менее 16 мг-экв на 100 г глины и насыщенностью выше 50 %

Га́пликовые Ликсисоли	Красные тропические
Фе́рриковые Ликсисоли	Железистые тропические
Хро́миковые Ликсисоли	Красно-бурые саванные
Пли́нниковые Ликсисоли	Красные тропические контактно-глееватые
А́льбиковые Ликсисоли	Красные тропические оподзоленные
Гле́йиковые Ликсисоли	Красные тропические глееватые и глеевые
Е́рмиковые Ликсисоли	Красные пустынные тропические

ПО́ДЗОЛЮВИСО́ЛИ . . . Подзолистые почвы

Э́утриковые Подзолювисоли	Дерново-подзолистые
Ди́стриковые подзолювисоли	Подзолистые
Гле́йиковые Подзолювисоли	Болотно-подзолистые

ПОДЗО́ЛЫ . . . Альфегумусовые почвы (подзолы и подбуры)

Га́пликовые Подзолы	Подзолы и подбуры (обычные)
Ка́мбиковые Подзолы	Подзолисто-буроземные альфегумусовые
Фе́рриковые Подзолы	Подзолы и подбуры иллювиально-железистые
Гу́миковые Подзолы	Подзолы и подбуры иллювиально-гумусовые
Гле́йиковые Подзолы	Подзолы глееватые и глеевые
Ге́ликовые Подзолы	Подзолы и подбуры мерзлотные

ПЛА́НОСО́ЛИ . . . Псевдоглеевые почвы, подбелы и солоды

Э́утриковые Планосоли	Псевдоглеевые насыщенные
Ди́стриковые Планосоли	Псевдоглеевые кислые
Мо́лликовые Планосоли	Солоды луговые насыщенные
У́мбриковые Планосоли	Подбелы луговые кислые
Ге́ликовые Планосоли	Псевдоглеевые мерзлотные
Е́рмиковые Планосоли	Солоды полупустынные и пустынные

А́КРИСО́ЛИ . . . Лессивированные (псевдоподзолистые) почвы с горизонтом Bt, имеющим низкоактивную глину с ЕКО менее 16 мг-экв на 100 г глины и насыщенностью менее 50 %

Га́пликовые Акрисоли	Подзолисто-желтоземные (обычные)
Фе́рриковые Акрисоли	Подзолисто-желтоземные конкреционные
У́мбриковые Акрисоли	Подзолисто-желтоземные многогумусные
Пли́нниковые Акрисоли	Подзолисто-желтоземные контактно-глееватые
Гле́йиковые Акрисоли	Подзолисто-желтоземно-глеевые
Ро́диковые Акрисоли	Подзолисто-красноземные?

АЛИСО́ЛИ . . . Лессивированные (псевдоподзолистые) почвы с горизонтом Bt, имеющим высокоактивную глину с ЕКО более 16 мг-экв на 100 г глины и насыщенностью менее 50 % при высоком содержании обменного алюминия

Га́пликовые Алисоли	Желтоземы (обычные)
Фе́рриковые Алисоли	Желтоземы конкреционные

Ўмбриковые /лисоли	Желтоземы многогумусные
Плѣнтиковые Алисоли	Желтоземы контактно-глееватые
Глѣйиковые Алисоли	Желтоземы глеевые
Рѳдиковые Алисоли	Подзолисто-красноземные?

НѢТОСОБЛИ . . . Ферралитные лессивированные почвы

Гапликовые Нитосоли	Красноземы лессивированные (обычные)
Рѳдиковые Нитосоли	Темно-красные лессивированные
Ўмбриковые Нитосоли	Красноземы лессивированные многогумусные кислые
Мѳлликовые Нитосоли	Красноземы лессивированные многогумусные насыщенные

ФЕРРАЛЬСОБЛИ . . . Ферралитные почвы, включая красноземы

Гапликовые Ферральсоли	Ферралитные (обычные)
Ксантиковые Ферральсоли	Ферралитные желтые
Рѳдиковые Ферральсоли	Ферралитные темно-красные
Ўмбриковые Ферральсоли	Ферралитные многогумусные
Сѣйликовые Ферральсоли	Ферралитные белые каолинитовые
Плѣнтиковые Ферральсоли	Ферралитные контактно-глееватые
Ермиковые Ферральсоли	Ферралитные опустыненные

ПЛИНТОСОБЛИ . . . Тропические псевдоглеевые почвы

Ўмбриковые Плинтосоли	Тропические псевдоглеевые многогумусные
Альбиковые Плинтосоли	Тропические подбелы
Эутриковые Плинтосоли	Тропические псевдоглеевые насыщенные
Дѣстриковые Плинтосоли	Тропические псевдоглеевые кислые

ГИСТОСОБЛИ . . . Торфяные почвы

Фѳликовые Гистосоли	Сухоторфяные
Тѣрриковые Гистосоли	Торфяные низинные
Тѣрбиковые Гистосоли	Торфяные верховые
Тиѳниковые Гистосоли	Торфяные сульфидно-сульфатные
Гѣликовые Гистосоли	Торфяные мерзлотные

АНТРОСОБЛИ . . . Антропогенные почвы

Ариковые Антросоли	Старопахотные
Кумѳликовые Антросоли	Староорошаемые (ирригационно-наносные)
Фѣмиковые Антросоли	Садово-огородные (унавоженные)
Ўрбиковые Антросоли	Наносные (насыпные) и срезанные

Для диагностики почв в данной легенде используется система количественно определенных **диагностических горизонтов** и **диагностических признаков**, наличие или отсутствие которых характеризует те или иные основные почвенные группировки и почвенные единицы в соответствии с разработанным для этой цели ключом-определителем.

Диагностическими горизонтами являются:

Гѣстиковый горизонт Н . . .	торфяной
Мѳлликовый горизонт А . . .	мощный многогумусный насыщенный
Фѣмиковый горизонт А . . .	антропогенный сильно унавоженный
Ўмбриковый горизонт А . . .	мощный многогумусный кислый
Охриковый горизонт А . . .	маломощный малогумусный
Аргѣлликовый горизонт В . . .	иллювиально-глинистый
Нѣтриковый горизонт В . . .	иллювиально-глинистый со столбчатой/призмовидной структурой и содержанием обменного натрия более 15 % от ЕКО
Кѣмбиковый горизонт В . . .	метаморфически оглиненный
Спѳodikовый горизонт В . . .	горизонт иллювиального накопления гумуса и аморфных оксидов Al и/или Fe

Оксидовый горизонт В . . . горизонт остаточного накопления оксидов Al и Fe

Карбонатный горизонт . . . горизонт вторичной аккумуляции CaCO_3

Гипсовый горизонт . . . горизонт вторичной аккумуляции гипса

Сульфидный горизонт . . . горизонт окисления сульфидов при дренировании

Альбый горизонт Е . . . осветленный элювиальный

За диагностические признаки приняты: резкий текстурный переход; альбый (белесый, отбеленный) материал; андкий (вулканический) почвенный материал; карбонатный материал; сплошная плотная порода; признаки железистости; признаки флювиальности; гипсоносный материал; признаки засоленности; признаки гидроморфности; пальчатость (границы между горизонтами); признаки лессивированности ферраллитов (нитосольности); органические почвенные материалы; признаки окисности; вечная мерзлота; плинтит; сликенсайды; мажущая консистенция; мягкая порошковатая известь; сульфидные материалы; такырные признаки; языковатость; вертикальные признаки (слитость); способные к выветриванию минералы; ермиковые признаки (признаки опустыненности). Каждый из перечисленных признаков имеет свое количественное определение морфологическими либо физическими и химическими свойствами.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

К разделу 1

- Апарин Б. Ф., Рубилин Е. В.* Особенности почвообразования на двучленных породах северо-запада Русской равнины. — Л.: Наука, 1975.
- Атлас почв СССР.* — М.: Колос, 1974.
- Атлас почв Украинской ССР.* — Киев: Урожай, 1979.
- Афанасьева Е. А.* Черноземы Среднерусской возвышенности. — М.: Наука, 1966.
- Афанасьева Т. В., Василенко В. И., Терешина Т. В., Шеремет Б. Б.* Почвы СССР. — М.: Мысль, 1979.
- Ахтырцев Б. П.* Серые лесные почвы Центральной России. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1979.
- Буроземообразование и псевдоподзоливание в почвах Русской равнины.* — М.: Наука, 1974.
- Васильевская В. Д.* Почвообразование в тундрах Средней Сибири. — М.: Изд-во МГУ, 1980.
- Волобуев В. Р.* Система почв мира. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1973.
- Генетические типы почв субтропиков Закавказья.* — М.: Наука, 1979.
- Герасимов И. П.* Почвы Центральной Европы и связанные с ними вопросы физической географии. — М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Глазовская М. А.* Почвы мира. — М.: Изд-во МГУ, 1972.
- Глинка К. Д.* Почвы России и прилегающих стран. — М., Л., 1923.
- Денисов И. А.* Основы почвоведения и земледелия в тропиках. — М.: Колос, 1971.
- Добровольский Г. В.* Почвы речных пойм центра Русской равнины. — М.: Изд-во МГУ, 1968.
- Докучаев В. В.* Русский чернозем. Избр. соч. — М.: Сельхозгиз, 1948. Т. 1.
- Еловская Л. Г., Петрова Е. И., Тетерина Л. В.* Почвы Северной Якутии. — Новосибирск: Наука, 1979.
- Забоева И. В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР. — Сыктывкар: Наука, 1975.
- Зайдельман Ф. Р.* Подзоло- и глееобразование. — М.: Наука, 1974.
- Зонн С. В.* Горно-лесные почвы Северо-Западного Кавказа. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1950.
- Зонн С. В.* Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков. — М.: Наука, 1974.
- Зонн С. В.* Современные проблемы генезиса и географии почв. — М.: Наука, 1983.
- Иванов Г. И.* Почвообразование на юге Дальнего Востока. — М.: Наука, 1976.
- Ивлев А. М.* Почвы Сахалина. — М.: Наука, 1965.
- Игнатенко И. В.* Почвы восточно-европейской тундры и лесотундры. — М.: Наука, 1979.
- Караваева Н. А.* Почвы тайги Западной Сибири. — М.: Наука, 1973.
- Караваева Н. А.* Заболачивание и эволюция почв. — М.: Наука, 1982.
- Кимберг Н. В.* Почвы пустынной зоны Узбекской ССР. — Ташкент: Наука, 1974.
- Классификация и диагностика почв СССР.* — М.: Колос, 1977.
- Ковалев Р. В.* Почвы Ленкоранской области. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1966.
- Ковда В. А.* Происхождение и режим засоленных почв. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1946—1947. Т. 1—2.
- Ковда В. А.* Солончаки и солонцы. — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1937.
- Ковда В. А.* Очерки природы и почв Китая. — М.: Изд-во АН СССР, 1959.

- Лобова Е. В. Почвы пустынной зоны СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1960.
- Мамытов А. М. Почвы гор Средней Азии и Южного Казахстана. — Фрунзе, Ылым, 1982.
- Наумов Е. М., Градусов Б. П. Особенности таежного почвообразования на крайнем северо-востоке Евразии. — М.: Наука, 1974.
- Ногина Н. А. Почвы Забайкалья. — М.: Наука, 1964.
- Носин В. А. Почвы Тувы. — М.: Изд-во АН СССР, 1963.
- Подзолистые почвы запада европейской части СССР. Сборник. — М.: Колос, 1977.
- Подзолистые почвы северо-запада европейской части СССР. — М.: Наука, 1979.
- Подзолистые почвы центральной и восточной частей европейской территории СССР (на суглинистых почвообразующих породах). — Л.: Наука, 1980.
- Подзолистые почвы центральной и восточной частей европейской территории СССР (на песчаных почвообразующих породах). — Л.: Наука, 1981.
- Пономарева В. В. Теория подзолообразовательного процесса. — Л.: Изд-во АН СССР, 1964.
- Прасолов Л. И. Генезис, география и картография почв. — М.: Наука, 1978.
- Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. — М.: Изд-во АН СССР, 1951.
- Рубилин Е. В., Долотов В. А. Генезис и география лесных почв Европейской лесостепи СССР. — Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1970.
- Русский чернозем -- 100 лет после Докучаева. — М.: Наука, 1983.
- Самойлова Е. М. Луговые почвы лесостепи. — М.: Изд-во МГУ, 1981.
- Соколов И. А. Вулканизм и почвообразование. — М.: Наука, 1973.
- Таргульян В. О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. — М.: Наука, 1971.
- Фридланд В. М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков (на примере Северного Вьетнама). — М.: Наука, 1964.
- Черноземы СССР. — М.: Колос, 1974. Т. 1.

К разделу 2

- Вашанов В. А., Лойко П. Ф. Земля и люди (использование земельных ресурсов в условиях научно-технической революции). — М.: Мысль, 1975.
- Гаврилюк Ф. Я. Бонитировка почв. — М.: Высшая школа, 1974.
- Генсирук С. А. Рациональное природопользование. — М.: Изд-во Лесная промышленность, 1979.
- Глазовская М. А. Почвы зарубежных стран. — М.: Высшая школа, 1983.
- Гришина Л. А. Основы охраны почв. — М.: Изд-во МГУ, 1980.
- Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв. — М.: Изд-во МГУ, 1984.
- Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. Избр. соч. — М.: Сельхозгиз, 1954.
- Заславский М. Н. Эрозиоведение. — М.: Изд-во МГУ, 1973.
- Земельные ресурсы мира, их использование и охрана. — М.: Наука, 1978.
- Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. — М.: Наука, 1977.
- Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. — М.: Наука, 1981.
- Ливеровский Ю. А. Почвы СССР. — М.: Мысль, 1974.
- Миланова Е. В., Рябчиков А. М. Географические аспекты охраны природы. — М.: Мысль, 1979.
- Минеев В. Г. Агрохимия и биосфера. — М.: Колос, 1984.
- Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленная рекультивация земель. — М.: Мысль, 1975.
- Почвозащитное земледелие/Ред. А. Н. Бараев. — М.: Колос, 1975.
- Розанов Б. Г. Почвенный покров земного шара. — М.: Изд-во МГУ, 1977.
- Розов Н. Н., Строганова М. Н. Почвенный покров мира. — М.: Изд-во МГУ, 1979.
- Фридланд В. М. Структура почвенного покрова мира. — М.: Мысль, 1984.

Адерихин П. Г. 118
 Акимцев В. В. 203
 Александрова В. Д. 55
 Андришин М. В. 315
 Антипов-Каратаев И. Н. 103, 158, 207
 Апарин Б. Ф. 345
 Арманд Д. Л. 232
 Афанасьев Я. Н. 245, 254
 Афанасьева Е. А. 118, 136
 Афанасьева Т. В. 345
 Ахтырцев Б. П. 96, 97, 98, 100, 138, 345

Бабьева И. П. 188
 Базилевич Н. И. 120, 138, 140, 151, 158, 164, 167, 170, 171, 177, 188, 198
 Белов Н. П. 138
 Беннет Х. 323
 Бессонов А. И. 187
 Богатырёв К. П. 16, 17, 207
 Богатырёв Л. Г. 3, 352
 Богдан В. С. 149
 Богданов Н. И. 138
 Болдуин М. 254, 257
 Большев Н. Н. 159, 164, 181
 Большаков А. Ф. 118
 Бондарев А. Г. 336
 Борисьяк Н. Д. 135
 Бьюкенен Ф. 216
 Быстрицкая Т. Л. 146
 Быстряков Г. М. 65, 68

Вальков В. Ф. 324, 336
 Вангенгеем фон Квален Ф. Ф. 135
 Василенко В. Н. 345
 Васильевская В. Д. 3, 345, 352
 Вашанов В. А. 346
 Веселовский К. С. 316
 Вийар де Ф. 112
 Виленский Д. Г. 246

Вильямс В. Р. 31, 80, 81, 135, 247
 Виноградов А. П. 135
 Владыченский А. С. 3, 352
 Воейков А. И. 144
 Волковинцер В. И. 177
 Волобуев В. Р. 248, 345
 Востокова Л. Б. 27
 Высоцкий Г. Н. 33, 118, 121, 245

Гаврилова Т. А. 50
 Гаврилук Ф. Я. 118, 346
 Гантимуров И. И. 317
 Гедройц К. К. 80, 157, 161, 162, 166, 169, 185, 247
 Генсирук С. А. 346
 Герасимов И. П. 29, 76, 77, 103, 108, 112, 164, 197, 204, 207, 219, 244, 249, 251, 345
 Гильгард Е. 149
 Глазовская М. А. 29, 30, 55, 76, 147, 177, 213, 250, 345, 346
 Глинка К. Д. 4, 64, 102, 149, 157, 218, 245, 246, 345
 Гмелин С. Г. 181
 Горбунов Б. В. 197
 Горелова Т. А. 44
 Городков Б. Н. 55.
 Горшенин К. П. 118
 Градусов Б. П. 66, 346
 Григорьев Г. И. 25, 26, 27
 Гришина Л. А. 3, 346, 352

Дараселия М. К. 207
 Денисов И. К. 145, 210, 345
 Димо Н. А. 149, 181, 187, 188, 197
 Добровольский В. В. 223
 Добровольский Г. В. 40, 133, 281, 326, 345, 346
 Докучаев В. В. 4, 5, 11, 58, 78, 93, 99,

- 100, 118, 124, 134, 137, 148, 157, 173,
177, 181, 185, 197, 207, 218, 244, 245,
316, 345, 346
- Долгушин А. А. 207
- Долотов В. А. 346
- Д'Ор Ж. Л. 209
- Достовалов Б. Н. 51
- Дюшофур Ф. 256
- Евдокимова Т. И. 3, 352
- Егоров В. В. 149
- Еловская Л. Г. 345
- Ефимов В. Н. 45
- Забоева И. В. 308, 345
- Завалишин А. А. 100, 245
- Зайдельман Ф. Р. 48, 88, 89, 91, 345
- Заславский М. Н. 323, 346
- Захаров С. А. 112, 194, 207, 246
- Зборищук Ю. Н. 3, 352
- Земятченский П. А. 157
- Зенова Г. М. 188
- Злотин Р. И. 122
- Зонн И. С. 311
- Зонн С. В. 100, 103, 204, 207, 223, 345
- Иванов В. В. 3, 352
- Иванов Г. И. 345
- Иванов И. В. 177
- Иванов Н. Н. 141, 158
- Иванова Е. Н. 4, 55, 58, 65, 124, 149, 158,
167, 173, 245, 247, 248, 249
- Ивлев А. М. 345
- Игнатенко И. В. 61, 71, 345
- Измаильский А. А. 118
- Иосифович И. А. 69
- Карабаева Н. А. 345
- Кауричев И. С. 84, 158, 167, 171, 191
- Качинский Н. А. 139
- Качурин С. П. 51
- Келлер Б. А. 181
- Келлог Ч. 254, 267
- Кимберг Н. В. 197, 345
- Ковалёв Р. В. 203, 345
- Ковда В. А. 135, 140, 141, 146, 149, 150,
151, 152, 162, 163, 164, 185, 191, 200,
204, 205, 207, 234, 250, 272, 321, 330,
333, 335, 336, 340, 345, 346
- Коковина Т. П. 137
- Коммонер Б. 330
- Коржинский С. И. 100
- Коссович П. С. 246, 247, 251
- Костычев П. А. 118
- Коффи Дж. 253
- Краснов А. Н. 218
- Крупеников И. А. 118, 137, 333
- Кубиена В. 19, 20, 76, 112, 257
- Кудрявцев В. А. 51
- Куладаи М. 145
- Лаатч В. 106
- Лазуров С. Ф. 192
- Лееманс П. 255
- Ливеровский Ю. А. 52, 103, 141, 238, 346
- Лобова Е. В. 138, 149, 158, 164, 173, 177,
184, 187, 194, 197, 200, 208, 345
- Лойко П. Ф. 315, 346
- Ломоносов М. В. 118, 135
- Макеев О. В. 308
- Мамытов А. М. 346
- Марбут К. Ф. 7, 141, 253, 254
- Матвеева Н. В. 53, 55
- Мейер Б. 105, 107
- Менон К. 145
- Меньен Р. 209
- Миланова Е. В. 346
- Мина В. Н. 100
- Минашина Н. Г. 149, 193, 197, 200
- Минеев В. Г. 346
- Михайлов И. С. 56, 57
- Мишустин Е. Н. 331
- Можейко А. М. 158
- Моторина Л. В. 328, 346
- Муратова В. С. 151
- Мургочи Г. 102
- Мюккенхаузен Е. 19, 76, 257
- Накаидзе Э. К. 194, 196
- Наумов Е. М. 65, 66, 346
- Неуструев С. С. 164, 173, 187, 246
- Никонов М. Н. 42
- Ногина Н. А. 67, 90, 118, 181, 346
- Носин В. А. 181, 346
- Носко Б. С. 121
- Обер Ж. 149, 209, 256
- Обручев В. А. 164
- Овчинников В. А. 328, 346

- Окс Н. 144
Оленин С. А. 46
Орлов Д. С. 44
Орловский Н. В. 138
Орловский Н. С. 311
- Паллас П. С. 135, 181
Пальман Х. 28
Панов Н. П. 163
Перельман А. И. 149
Петрова Е. И. 345
Плотникова Т. А. 82, 86
Полупан Н. И. 137
Полынов Б. Б. 207, 219, 222, 246, 251
Пономарёва В. В. 79, 81, 82, 85, 86, 87, 199, 346
Попов А. А. 336
Попов Т. И. 166, 169
Прасолов Л. И. 4, 64, 103, 118, 123, 124, 187, 207, 346
Прескотт Дж. 258
Пьявченко Н. И. 46
- Ракитников А. Н. 307
Раманн Е. 102, 257
Ремезов Н. П. 80, 100, 101, 103, 105
Роде А. А. 80, 81, 140, 173
Родин Л. Е. 188, 198
Розанов Б. Г. 90, 187, 191, 194, 196, 197, 231, 272, 277, 346, 352
Розанова И. М. 100
Розов Н. Н. 4, 118, 119, 124, 141, 149, 158, 178, 179, 245, 247, 248, 249, 276, 277, 295, 297, 346
Романова Т. А. 90
Ромашкевич А. И. 203, 205, 206, 207, 218, 219, 222
Рубилин Е. В. 345, 346
Рубцова Л. П. 141
Рыбаков М. М. 70, 167
Рыбалкина А. В. 121
Рябчиков А. М. 263, 346
- Сабанин А. Н. 246
Сабашвили М. Н. 194, 203, 207, 222
Сабольч И. 149
Саймонсон Р. У. 141
Салаев М. Э. 114, 194
Самойлова Е. М. 3, 138, 170, 346, 352
Сибирцев Н. М. 4, 5, 22, 58, 100, 124, 148, 157, 177, 197, 244, 245, 254, 317
- Сизов В. В. 140
Смирнов М. П. 236
Смирнова Л. Ф. 325
Смит Гай Д. 142, 255
Смит К. 338
Соболев С. С. 319
Соколов И. А. 65, 67, 68, 76, 227, 230, 346
Соколова Т. А. 67
Соколовский А. Н. 149
Сотников В. П. 295
Сотникова А. П. 79
Степанов И. Н. 191, 200
Стефанович П. 106, 107, 110
Стифенс У. 258
Строганова М. Н. 119, 149, 158, 276, 277, 346
Сукачев В. Н. 42
Сыроечковский Е. Е. 63
- Тавернье Р. 255
Таджиев У. Т. 239
Тайчинов С. Н. 317
Талиев В. И. 100
Таргульян В. О. 70, 76, 227, 346
Татарченков М. И. 69
Твалавадзе М. В. 113
Тедроу Дж. 57
Терёшина Т. В. 345
Тетерина Л. В. 345
Титлянова А. А. 120
Торп Дж. 144, 203, 254, 257
Травникова Л. С. 163
Тюменцев Н. Ф. 318
Тюремнов С. Н. 43
Тюрин И. В. 81, 100
Тюрюканов А. Н. 146
- Уитни М. 7, 252
Урусевская И. С. 133, 281, 346
Усов Н. И. 157
- Федорин Ю. В. 295
Фёлстер Г. 107
Фридланд В. М. 4, 76, 103, 178, 223, 229, 242, 251, 346

Хабаров А. В. 149, 158, 164, 173, 184, 187,
194, 197, 200, 208

Ходжамурадов А. М. 296

Чаславский В. И. 93, 316

Чернеску Н. 108

Чернов Ю. И. 55

Чесняк Г. Я. 333

Чичагова О. И. 29

Шахтшабель П. 106

Шеремет Б. Б. 345

Шеффер Ф. 106

Шлихтинг Е. 257

Шония Н. К. 207

Шоу К. 254

Штремме Г. Е. 107, 257

Шувалов С. А. 178, 197, 297

Эдилян Р. А. 113

Эйхвальд Э. И. 135

Эллис Дж. 257

Ярков С. П. 84, 163, 171

- Агроландшафт 274, 300
 Агропроизводственная группировка почв 314, 315
 Акрисоли 218, 223, 259
 Алисоли 259
 Аллофан 226, 228
 Аллювиальный процесс 38
 Альфисоли 76, 83, 157, 167, 255
 Амфиглей 31
 Аналогичные ряды почвообразования 246
 Андосоли 14, 224, 229, 230, 258
 Антросоли 259
 Ареносоли 14, 17, 21, 111, 258
 Аридиземы 172
 Аридисоли 6, 157, 172, 177, 255
 Арктическая зона 55, 281
 Баланс горного почвообразования 234
 Балл бонитета 317—319
 Бедленды 275
 Белоземы 5
 Биоклиматический класс почв 248
 Биологическая рекультивация 329
 Болото 42, 43
 Болотообразование 42
 Большая почвенная группа 7, 9, 253—255
 Бонитет 313, 317, 319
 Бонитировка 313, 317
 Бонитировочные шкалы 317
 Бореальный пояс 270
 Боровые пески 18
 Буроземы 6, 7, 21, 23, 77, 90, 101, 108, 110
 Буропески 18
 Брюниземы 125, 141
 Брюнисоли 65, 72
 Вертисоли 7, 144, 147, 255, 258, 271, 272, 276
 Ветвь почв 251
 Ветровая эрозия 324, 327, 328
 Вечная мерзлота 49
 Вид почв 9, 13
 Влажные тропические леса 265
 Водная эрозия 323—326, 328
 Всемирная конвенция охраны природы 343
 Всемирная почвенная хартия 343
 Высотная поясность 231, 232
 Генерация почв 250
 Геохимическая ассоциация почв 250
 Гистосоли 255, 259
 Глеевые псевдоподзолы 77, 204
 Глеевый процесс 31
 Глееземы 46, 62, 65
 Глееобразование 31
 Глей 6, 33, 34
 Глейсоли 46, 62, 258
 Гнедозем 104, 108
 Горизонтальные почвенные зоны 265
 Горная зональность 265
 Горно-техническая рекультивация 329
 Горные буроземы 235
 Грейземы 6, 77, 259
 Грейсоли 8
 Грумусоли 144, 255
 Группы земельных ресурсов 273
 Дерновый процесс 31, 135
 Деятельный слой 49
 Диагностические горизонты 13
 Дифференциальный доход 316
 Желтоземы 6, 202, 203, 264, 268, 269, 271, 277
 Заболачивание 42, 43

- Земельные ресурсы 272, 316
 Земельный кадастр 314, 316
 Земельный фонд 314, 315
 Землеоценочные работы 316
 Земли 314
 Зольность торфа 44
 Зона широколиственных лесов 288
 Идеальный континент 262
 Идеальный тип землепользования 299
 Инвентаризация земель 316
 Инсептисоли 55, 62, 72, 113, 255
 Искусственные пастбища 275
 Кадастровая карта 314
 Кальцисоли 255, 259
 Камбисоли 6, 8, 103, 113, 258
 Каолисоли 215
 Катена 104, 105
 Качественная оценка почв 313, 316
 Каштаноземы 6, 8, 177, 259
 Кислотные дожди 338
 Классы почв 251, 254, 260
 Климатическая фация почв 251
 Кник-марши 37
 Комплексность почвенного покрова 178
 Коркообразование 185
 Коры выветривания 267
 Кошачьи глины 37
 Коэффициент заболоченности 48
 Коэффициент земледельческого использования 276
 Красноземы 6, 203, 214, 218, 264, 268, 269, 271
 Криогенез 49
 Криогенные процессы 49
 Криоглей 31
 Криоземы 65, 68
 Криолитогенез 60
 Криосоли 55
 Криотурбации 53, 62
 Ксероранкеры 28
 Ксерорендзины 23, 24
 Ксерофитные тропические леса 265
 Культосоли 91
 Латерит 215, 216
 Латеритные коры и панцири 267
 Латосоли 215
 Лептосоли 258
 Лессиваж 96, 100
 Лессиве 104, 108
 Лесомелиорация 325, 327
 Лесо-степная зона 289
 Ликсисоли 259
 Лимитирующие факторы земледелия 299, 301, 302, 304
 Литомарж 215
 Литосоли 14, 16, 21, 23, 105, 225, 283
 Льдистая мерзлота 52
 Лювисоли 6, 8, 76, 259
 Международная реферативная база почвенной классификации 260
 Мерзлотно-таежные светлосемы 65
 Мерзлотоземы 65
 Мировая почвенная политика 343
 Многолетняя мерзлота 49
 Модер-рендзины 23
 Моллисоли 6, 7, 22, 62, 125, 141, 157, 177, 255
 Мюль-рендзины 24
 Натриевое адсорбционное отношение 336
 Нивальная зона 49
 Нитосоли 218, 222, 259
 Оглеение 31, 44
 Оглинивание 100, 106, 108
 Оксисоли 215
 Окультуренность 318
 Олонецкие черноземы 30
 Ортоглей 31
 Осолождение 163, 169
 Осолонцевание 163
 Отдел почв 252—254
 Оценка земель 313
 Парабуроземы 104
 Параглей 31, 34
 Парарендзина-бурозем 102
 Парарендзины 21, 22, 24—26
 Педальферы 253
 Педокали 253
 Пелосоли 14, 19, 21
 Перигляциальная область 49
 Пирокластические породы 224—226
 Планосоли 77, 167, 255, 259
 Пластосоли 20
 Плинтосоли 259
 Подбелы 77
 Подбелы лесные 102, 104, 111
 Подбелы луговые 107, 108
 Подбуры 69, 266, 283

- Подветвь почв 251
 Подвид почв 9
 Подгруппа почв 7, 255
 Поддубицы 102
 Подзолообразование 80
 Подзолы 5, 6, 8, 72, 76, 78, 83, 259, 283
 Подзолювисоли 8, 76, 259
 Подотдел почв 252
 Подпорядок почв 254, 255
 Подразряд почв 9
 Подсечно-огневое земледелие 275
 Подтип почв 9, 13
 Поемный процесс 38
 Полигонально-жильные льды 69
 Полигональность почв 51
 Полупустынная зона 291
 Полярный пояс 262
 Порядок почв 7, 251, 252, 254, 255
 Постгляциальная область 49
 Потенциальное плодородие 316, 317
 Почва-жизнь 12
 Почва-память 12
 Почвенная общность 248
 Почвенно-геохимическая формация 251
 Почвенно-оценочное районирование 317
 Почвы
 — азональные 245, 254
 — аллювиальные 14, 34, 37, 255
 — аллювиальные болотные 41
 — аллювиальные дерновые 40, 41
 — аллювиальные луговые 41
 — аномальные 244
 — антропогенные 261
 — арктические 53
 — арктические бурые 70
 — арктические пустынные 57, 262, 269
 — арктические типичные гумусные 57
 — арктотундровые 262, 270
 — буроземно-подзолистые 90
 — бурые лесные 264, 276
 — бурые полупустынные 181
 — бурые пустынно-степные 264
 — бурые средиземноморские 112
 — вулканические 224—230, 261, 266, 267
 — генетически подчиненные 246
 — генетически самостоятельные 246
 — гидроморфные 31, 34
 — гипсоносные 277
 — глееватые 31
 — глеевые 34
 — глее-обезыленные 77, 83
 — глее-подзолистые 77, 83
 — глее-элювиальные 77
 — горно-луговые 28, 235—239
 — горно-степные 235
 — горно-тундровые 236
 — горные 231, 232, 234, 277
 — горные каменистые 16
 — горные лугово-степные 235, 236, 238, 239
 — горные примитивные 16
 — горные слаборазвитые 16
 — грубоскелетные 16
 — гумусо-карбонатные 22
 — гумусо-силикатные 28
 — дерново-карбонатные 16, 22
 — дерново-лесные 28
 — дерново-подзолистые 23, 83, 84, 270, 276
 — дерново-силикатные 16, 28
 — дерново-торфянистые 263
 — дерновые 21, 29
 — дерновые кислые 29, 30
 — дерновые лесные 28
 — дерновые лесные неоподзоленные 28
 — дерновые литогенные 28, 29
 — дерновые насыщенные 31
 — дерновые неоподзоленные 28
 — дерновые потечно-гумусные 29
 — дерновые слаборазвитые 19
 — дерновые субарктические 29, 263
 — дерновые черноземовидные 31
 — древние 267
 — железистые тропические 202, 208
 — желто-бурые подзолистые 202, 203
 — желтоземно-подзолистые 202
 — желтые подзолистые 203
 — желтые ферраллитные 268
 — заболоченные 34, 47
 — засоленные 148, 276
 — зональные 245, 254
 — известковые 277
 — иллиммеризованные 76
 — интразональные 245, 254
 — каштановые 7, 47, 173, 264

- кислые оподзоленные бурые лесные 269
- кислые сиаалитные 266, 267
- коричнево-красные 272
- коричневые 112, 264, 268, 269, 271, 277
- красно-бурые саванные 202, 211, 265, 272
- красно-бурые средиземноморские 112
- красновато-черные 264
- красно-желтые подзолистые 215, 222
- красно-желтые ферраллитные 215
- красно-коричневые 269
- красные 215
- красные саванные 202
- красные тропические 202
- красные ферраллитные 268, 271
- красные ферритные 202
- криогенные 14, 49
- криотурбированные 261
- криптоподзолистые 18
- ксеросиаалитные 112
- латеритные 215
- лессивированные 76, 83, 84
- лугово-болотные 37
- лугово-бурые 186
- лугово-каштановые 179
- лугово-черноземные 138
- малоразвитые и примитивные 271
- мангровые 34, 35
- маршевые 34, 37
- мерзлотно-таежные 64, 65, 270, 276
- мерзлотно-таежные палевые 65
- мерзлотно-палевые 65, 68
- натриевые 157
- нейтральные сиаалитные 266
- нормальные 244
- обезыленные 76, 77, 83, 84
- органические 261
- отбеленные 77, 83
- охристо-подзолистые 287
- палево-подзолистые 90
- палевые 68
- палеогидроморфные 32
- параподзолистые 76
- пеплово-вулканические 287
- первичные 21
- перегнойно-карбонатные 22
- переходные 244
- подзолисто-глеевые 41
- подзолисто-желтоземные 202, 203, 207
- подзолистые 24, 47, 76, 77, 82, 263, 264, 269, 270
- пойменные 34, 37
- полициклические 267
- полноразвитые 21
- полуболотные 34, 47
- предподзолистые 18
- примитивно-щебнистые 16
- псевдоглеевые 102
- псевдоподзолистые 76, 84
- растительно-наземные 244
- светлокаштановые 176, 177
- серо-бурые пустынные 197
- серо-коричневые 194, 265, 268, 269, 271
- серые лесные 77, 83, 93, 264, 270, 276
- сиаалитные 261
- скрытоподзолистые 18, 70
- солонцеватые 157
- солончаковатые 148, 156
- степные криоаридные 177
- субаквальные 37
- субаридные эутрофные 181
- субарктические бурые 70
- сухопутно-болотные 244
- такырные 166
- такыровидные 166
- темнокаштановые 176, 177
- топоморфные 167
- торфянисто-глеевые 45
- торфяно-глеевые 45
- торфяные 45, 46
- тундрово-глеевые 262, 270
- тундровые глеевые 58
- тундровые иллювиально-гумусовые 70
- тундровые неоглеенные 70
- ферраллитные 215, 261
- ферраллитные дифференцированные 265, 266, 268, 269, 271
- ферсиаллитные 202, 268, 277
- фрагментные 16
- черноземовидные 268, 271, 276
- черные глинистые 144

- черные глинистые тропические 144
- черные глинистые хлопковые 144
- шунгитовые 30
- щелочные 148, 276
- элювиземно-подзолистые 76
- эндодинамоморфные 245
- Предгорно-полупустынная зона 294
- Провинции соленакопления 152
- Противоэрозионные мероприятия 325, 326, 328
- Профильный метод диагностики 11
- Прочие земли 275
- Псевдоглей 33, 34, 75, 77, 83, 84, 104, 105, 108, 167
- Псевдооглеение 101
- Псевдоподзолы 108, 111
- Псевдофибровые (коварванные) буроземы 111
- Пустынная зона 292
- Пучение грунтов 51
- Пятнистые тундры 51
- Разновидность почв 9
- Разряд почв 9
- Ранкеры 16, 21, 27, 30, 105
- Регосоли 14, 19, 21, 23, 55, 255, 258
- Регуры 144
- Рендзины 7, 16, 21—26, 30, 105, 110, 255
- Рендолли 22
- Род почв 10, 13
- Руброземы 6
- Саванны опустыненные 265
- сухие 265
- Сапролит 215
- Сапропель 42, 43
- Светлоземы 104, 108
- Семейство почв 250, 253, 254
- Серия почв 7, 252, 253, 255
- Сероземы 5—7, 187, 190, 191, 265, 271
- Сиаллитизация 106
- Сиаллитное оглинивание 103
- Скотоводческие районы мира 279
- Слитоземы 144
- Смешанные посевы 275
- Смолницы 144
- Смоницы 144
- Содообразование 162
- Солифлюкция 52
- Солоди 34, 164, 166
- Солонцы 6, 8, 34, 148, 156, 161, 259, 268
- Солончаки 6, 8, 34, 37, 148, 153, 155, 259, 268
- Сподосоли 6, 65, 76, 255
- Стагноглей 34
- Стадиальная группа почв 251
- Ствол почв 251
- Степная зона 290
- Степень гумификации торфа 44
- Степень разложенности торфа 44
- Субарктическая зона 282
- Суббореальный пояс 270
- Субтропическая влажно-лесная зона 293
- Субтропическая ксерофитно-лесная зона 293
- Субтропический пояс 270
- Сухая мерзлота 52
- Сухостепная зона 290
- Сухоторфяной горизонт 236, 238
- Таежно-лесная зона 283
- Таксономические единицы 9, 14
- Такыры 164
- Терра-кальци 20
- Терра-росса 20
- Терра-фуска 20
- Тиксотропия 52
- Тип почв 7, 9, 13, 250, 251
- Тирсы 144
- Торф 44—46
- Торфообразование 44
- Тропический пояс 271
- Тундровая зона 58, 282
- Ультисоли 255
- Умбрисоли 21, 29
- Файоземы 6, 125, 135, 141, 259
- Фациальные подтипы 99
- Ферралитизация 215
- Ферралиты 105, 215
- Ферральсоли 6, 215, 254
- Феррисоли 202, 208
- Ферроземы 202
- Флювисоли 8, 258
- Хромосоли 215
- Царство почв 251
- Черноземы 6, 8, 11, 118, 259, 264, 268, 276
- выщелоченные 127
- обыкновенные 130
- оподзоленные 125

— типичные 129	Эколого-генетический класс почв 248
— южные 132	Экономическая оценка земель 314—316
Экваториальный пояс 271	Элювиально-глеевый процесс 163, 171
Экзоглей 31	Эндоглей 31
Экзодинамоморфные почвы 245	Энтисоли 55, 62, 77, 255

Предисловие	3
РАЗДЕЛ I. ТИПЫ ПОЧВ И ИХ СИСТЕМАТИКА	
Глава 1. Принципы систематики почв	4
1.1. Систематика почв как раздел почвоведения	4
1.2. Номенклатура почв	5
1.3. Таксономия почв	8
1.4. Принципы диагностики почв	11
Глава 2. Слаборазвитые почвы	14
2.1. Общая характеристика слаборазвитых почв	14
2.2. Литосоли	16
2.3. Ареносоли	17
2.4. Регосоли	19
2.5. Пелосоли	19
Глава 3. Дерновые почвы	21
3.1. Общая характеристика дерновых почв	21
3.2. Рендзины и парарендзины	22
3.3. Дерновые почвы на плотных силикатных породах (ранкеры)	27
3.4. Дерновые почвы на рыхлых бескарбонатных породах	29
Глава 4. Гидроморфные почвы	31
4.1. Гидроморфизм почв	31
4.2. Систематика гидроморфных почв	34
4.3. Мангровые почвы	35
4.4. Маршевые почвы	37
4.5. Аллювиальные (пойменные) почвы	37
4.6. Болотные почвы	42
4.7. Заболоченные (полуболотные) почвы	47
Глава 5. Криогенные почвы	49
5.1. Криогенез почв	49
5.2. Арктические почвы	53
5.3. Тундровые глеевые почвы	58
5.4. Мерзлотно-таежные почвы	64
5.5. Подбуры	69
Глава 6. Кислые сialлитные профильно-дифференцированные почвы	73
6.1. Элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль	73
6.2. Подзолы	78
6.3. Подзолистые почвы	82
6.4. Серые лесные почвы	93
Глава 7. Сialлитные оглиненные кислые (буроземы) и нейтральные (коричневые) почвы	101
<i>А. Буроземы</i>	<i>101</i>
7.1. Буроземный профиль	101
7.2. Буроземообразование	103
7.3. Систематика буроземов	107

7.4. Свойства буроземов	108
7.5. Использование буроземов	112
<i>Б. Коричневые почвы</i>	112
7.6. Тип коричневых почв	112
7.7. Свойства коричневых почв	114
7.8. Классификация коричневых почв	115
7.9. Использование коричневых почв	117
Глава 8. Нейтральные смектит-сиаллитные изогумусовые почвы	117
<i>А. Черноземы</i>	118
8.1. Введение понятия о типе черноземов	118
8.2. Распространение черноземов	119
8.3. Экология черноземообразования	119
8.4. Строение почвенного профиля	122
8.5. Свойства черноземов	123
8.6. Классификация черноземов	124
8.7. Подтипы черноземов	125
8.8. Генезис черноземов	134
8.9. Современные процессы в черноземах	135
8.10. Сельскохозяйственное использование черноземов	137
<i>Б. Лугово-черноземные почвы</i>	138
8.11. Общая характеристика лугово-черноземных почв	138
8.12. Свойства лугово-черноземных почв	139
<i>В. Брюниземы</i>	141
8.13. Общая характеристика брюниземов	141
8.14. Свойства брюниземов	142
<i>Г. Вертисоли</i>	144
8.15. Общая характеристика вертисолей	144
8.16. Свойства вертисолей	145
8.17. Классификация и использование вертисолей	147
Глава 9. Засоленные и щелочные почвы	148
9.1. Общая характеристика формации почв	148
<i>А. Засоленные почвы</i>	148
9.2. Определение понятий	148
9.3. Источники солей в почвах	149
9.4. Условия аккумуляции солей в почвах	150
9.5. Свойства солончаков	153
9.6. Систематика солончаков	155
9.7. Использование солончаков в земледелии	155
9.8. Солончаковые и солончаковатые почвы	156
<i>Б. Солонцы</i>	156
9.9. Общая характеристика солонцов	156
9.10. Экология солонцеобразования	158
9.11. Солонцовый профиль	159
9.12. Свойства солонцов	159
9.13. Систематика солонцов	161
9.14. Генезис солонцов	161
9.15. Сельскохозяйственное использование солонцов	163
<i>В. Такыры</i>	164
9.16. Общая характеристика такыров	164
9.17. Свойства такыров	164
9.18. Такыровидные почвы	166

Г. Солоди	166
9.19. Общая характеристика солодей	166
9.20. Строение профиля солодей	167
9.21. Свойства солодей	168
9.22. Классификация солодей	169
9.23. Теория генезиса солодей	169
9.24. Сельскохозяйственное использование солодей	171
Глава 10. Аридные гипсово-известковые почвы	172
10.1. Общая характеристика группы аридных почв	172
А. Каштановые почвы	173
10.2. Общая характеристика каштановых почв	173
10.3. Экологическая характеристика почвообразования	173
10.4. Строение и свойства почвенного профиля	174
10.5. Систематика каштановых почв	176
10.6. Генезис каштановых почв	177
10.7. Сельскохозяйственное использование каштановых почв	178
10.8. Лугово-каштановые почвы	179
Б. Бурые полупустынные почвы	181
10.9. Общая характеристика бурых полупустынных почв	181
10.10. Экология бурых полупустынных почв	181
10.11. Строение профиля и свойства	182
10.12. Систематика бурых полупустынных почв	184
10.13. Генезис бурых полупустынных почв	184
10.14. Сельскохозяйственное использование бурых полупустынных почв	186
10.15. Лугово-бурые почвы	186
В. Сероземы	187
10.16. Общая характеристика сероземов	187
10.17. Экология типа	187
10.18. Строение профиля сероземов	189
10.19. Свойства сероземов	189
10.20. Классификация сероземов	190
10.21. Генезис сероземов	191
10.22. Сельскохозяйственное использование сероземов	192
10.23. Орошаемые сероземы	192
Г. Серо-коричневые почвы	194
10.24. Общая характеристика серо-коричневых почв	194
10.25. Экология серо-коричневых почв	194
10.26. Строение профиля и свойства	194
10.27. Классификация серо-коричневых почв	195
10.28. Генезис серо-коричневых почв	196
10.29. Сельскохозяйственное использование серо-коричневых почв	197
Д. Серо-бурые пустынные почвы	197
10.30. Общая характеристика серо-бурых пустынных почв	197
10.31. Экология серо-бурых пустынных почв	197
10.32. Строение профиля и свойства почв	198
10.33. Классификация серо-бурых пустынных почв	200
10.34. Генезис серо-бурых пустынных почв	200
Глава 11. Ферсалилитные почвы	201
11.1. Общая характеристика ферсалилитных почв	201
11.2. Желтоземы и подзолисто-желтоземные почвы	203
11.3. Железистые тропические почвы	208
11.4. Красно-бурые саванные почвы	211

Глава 12. Ферраллитные почвы	214
12.1. Общая характеристика ферраллитных почв	214
12.2. Ферраллитные недифференцированные почвы	218
12.3. Ферраллитные дифференцированные почвы	222
12.4. Ферраллитные сильнодифференцированные почвы	223
Глава 13. Вулканические почвы (андосоли)	224
13.1. Общая характеристика вулканических почв	224
13.2. Особенности формирования пирокластических пород	225
13.3. Особенности почвообразования на пирокластических породах	226
13.4. Особенности вулканических почв	227
13.5. Систематика вулканических почв	229
13.6. Сельскохозяйственное использование вулканических почв	230
Глава 14. Горные почвы	231
14.1. Особенности факторов почвообразования в горах	231
14.2. Специфика горного почвообразования	233
14.3. Особенности типов горных почв	236
14.4. Особенности использования горных почв	239
Глава 15. Классификация почв	241
15.1. Классификационная проблема в почвоведении	241
15.2. Виды почвенных классификаций	242
15.3. Русская школа классификации почв	244
15.4. Классификационная школа США	252
15.5. Западно-европейская школа классификации почв	256
15.6. Международная работа по классификации почв	258
 РАЗДЕЛ II. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЗЕМЛИ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	
Глава 16. Почвенный покров и земельные ресурсы мира	262
16.1. Общая схема строения почвенного покрова земного шара	262
16.2. Особенности почвенного покрова континентов	265
16.3. Почвенный покров ландшафтно-географических поясов	269
16.4. Земельные ресурсы мира	272
16.5. Степень земледельческого использования почв мира	276
16.6. Пахотнопригодный земельный фонд мира	277
16.7. Пастбищный фонд мира	279
Глава 17. Почвенный покров и земельные ресурсы СССР	280
17.1. Почвы полярного пояса	281
17.2. Почвы бореального пояса	283
17.3. Почвы суббореального пояса	288
17.4. Почвы субтропического пояса	293
17.5. Земельные ресурсы СССР	295
Глава 18. Принципы и системы рационального землепользования	298
18.1. Многоцелевое использование почвенного покрова	298
18.2. География и экология землепользования	299
18.3. Землепользование в холодном поясе	301
18.4. Землепользование в умеренном поясе	301
18.5. Землепользование в субтропиках	302
18.6. Землепользование в тропиках	304
18.7. Типы и виды землепользования в зависимости от характера и структуры почвенного покрова	306
18.8. Особенности использования различных типов почв	308
18.9. Принципы рациональной и экологически обоснованной структуры землепользования	310

Глава 19. Бонитировка почв и оценка земель	313
19.1. Основные понятия и термины	313
19.2. История развития бонитировки почв	316
19.3. Методы бонитировки почв	317
19.4. Выбор почвенных свойств для бонитировочных шкал	317
19.5. Расчет баллов бонитета	319
19.6. Оценка почв за рубежом	320
Глава 20. Охрана почв	321
20.1. Задачи охраны почв	321
20.2. Эрозия и дефляция почв	323
20.3. Охрана почв от водной эрозии и дефляции	325
20.4. Промышленная эрозия почв	328
20.5. Рекультивация почв нарушенных ландшафтов	329
20.6. Загрязнение почв агрохимикатами	330
20.7. Загрязнение почв пестицидами	331
20.8. Охрана почв от загрязнения избытком агрохимикатов	332
20.9. Процессы дегумификации почв	333
20.10. Процессы вторичного засоления, осолонцевания и слитизации почв	334
20.11. Влияние на почвы продуктов техногенеза	336
20.12. Охрана почв от загрязнения тяжелыми металлами и другими продуктами техногенеза	339
20.13. Проблемы почвенного мониторинга	340
Заключение	343
Приложение	346
Рекомендуемая дополнительная литература	352
Именной указатель	354
Предметный указатель	358

Учебное издание

Богатырев Лев Георгиевич, Васильевская Вера Дмитриевна,
Владыченский Александр Сергеевич, Гришина Леонора Александровна,
Евдокимова Татьяна Ивановна, Зборищук Юрий Николаевич,
Иванов Валерий Васильевич, Розанов Борис Георгиевич,
Самойлова Елена Максимовна

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

В 2 частях

Ч.2. Типы почв, их география и использование

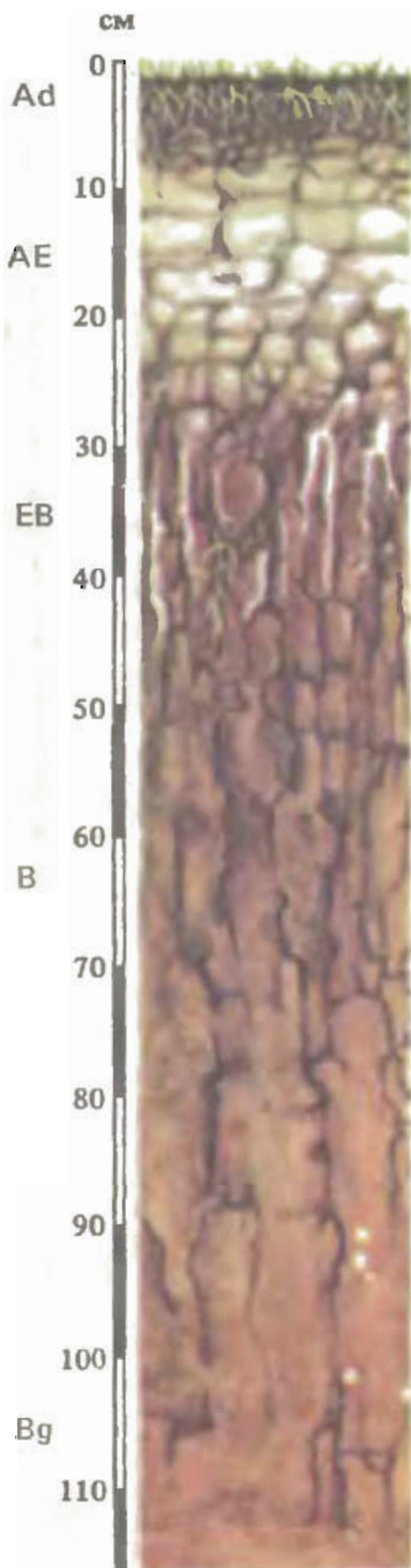
Редактор М. М. Пенкина. Младший редактор Е. И. Попова. Художник В. Н. Хомяков.
Художественный редактор Т. А. Коленкова. Технический редактор Л. А. Муравьева.
Корректор С. К. Завьялова.

ИБ № 6446

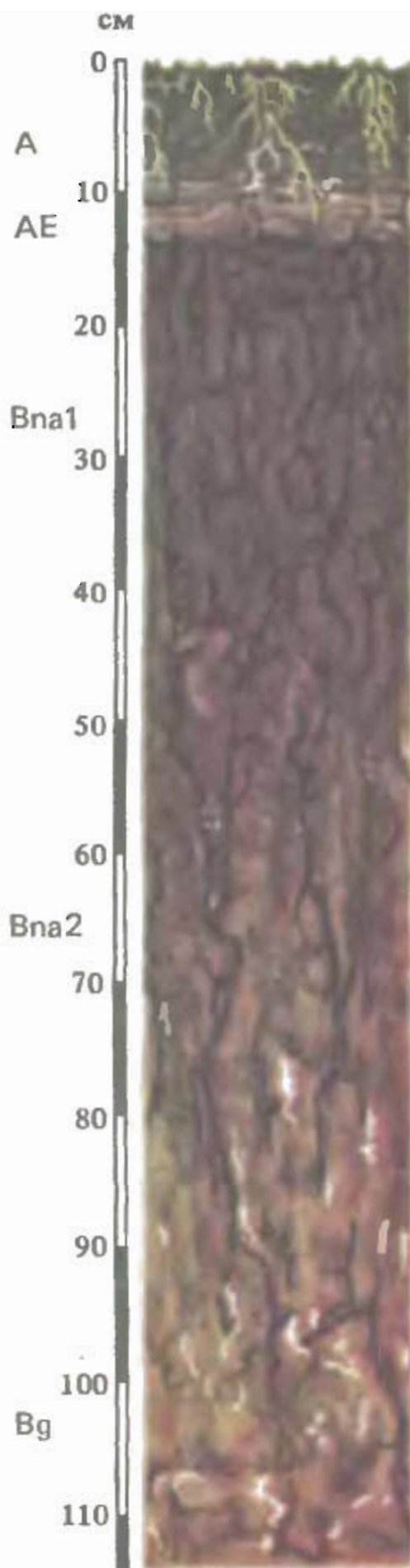
Изд. № Е-502а. Сдано в набор 25.08.87. Подп. в печать 18.07.88. Формат 60×90/16.
Бум. офсетная № 2. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Объем 23,0 усл. печ. л. + 0,25 усл.
печ. л. форзац. 24,0 усл. кр.-отт. 24,30 уч.-изд. л. + форзац 0,34 уч.-изд. л. Тираж 14 000 экз.
Зак. № 854. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Высшая школа», 101430, Москва, ГСП-4, Неглинная ул., д. 29/14.
Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете
СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль,
ул. Свободы, 97.

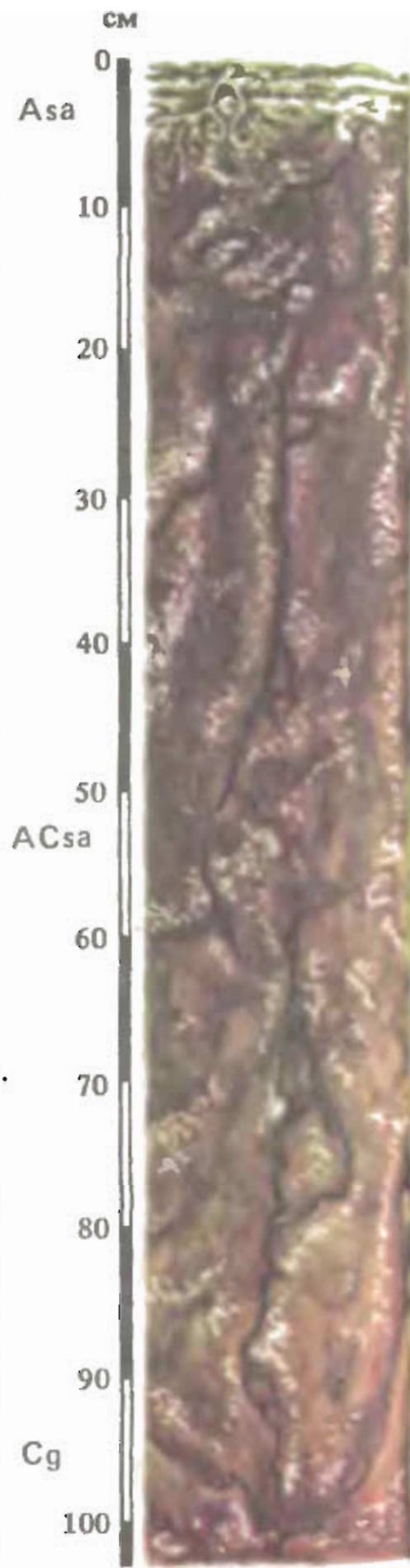
Солодь
лугово-
степная



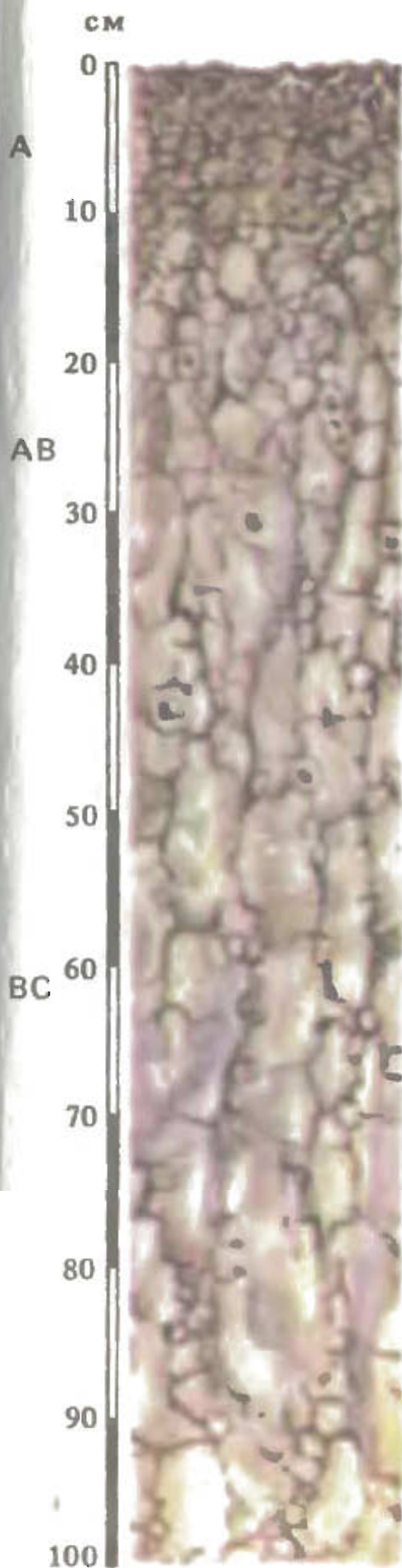
Солонец
черноземно-
луговой



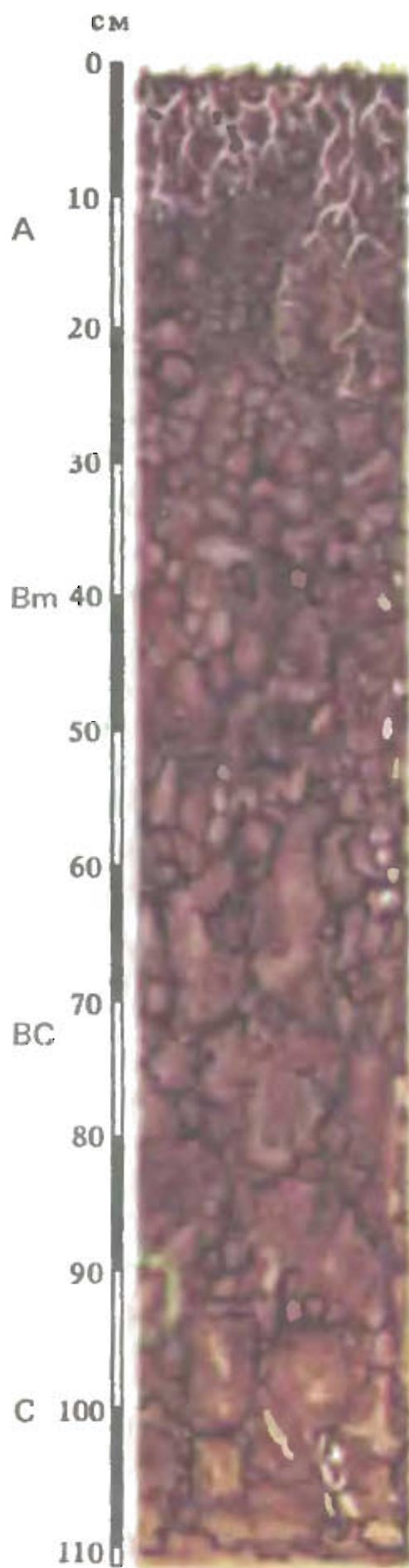
Солончак
гидроморфный



Серозем



Коричневая
типичная
почва



Краснозем
типичный

