М. А. Глазовская

ПОЧВЫ МИРА

Издательство МГУ

М. А. ГЛАЗОВСКАЯ

ПОЧВЫ МИРА

ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов географических специальностей университетов

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1973

УДК 631.41

Рецензенты:

Кафедра физической географии Киевского государственного университета; доктор сельскохозяйственных наук, профессор Е. В. Рубилин

© *Издательство Московского университета, 1973 г.*

Г $\frac{0282-021}{077(01)-73}$ 141—73

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие «Почвы мира. География почв» — естественное продолжение, второй том книги автора «Почвы мира. Основные семейства и типы почв», выпущенной в 1971 г. Издательством Московского университета. Предлагаемое учебное пособие — это вполне самостоятельная книга, охватывающая все разделы курса современной общей и региональной географии почв, читаемого автором на географическом факультете МГУ в течение почти 20 лет. На протяжении этого длительного срока изменялся объем курса, совершенствовалась его программа в соответствии с новым, поступающим в большом объеме фактическим материалом. Это касалось как географии почв СССР, так и зарубежных стран, в особенности Африки, Азии, Южной Америки, Высокой Арктики, о почвенном покрове которых еще 10—15 лет тому назад было известно очень мало.

В процессе чтения курса разрабатывались, уточнялись и углублялись вопросы общих закономерностей географии почв. Основываясь на теоретических положениях докучаевского почвоведения, учения о биосфере В. И. Вернадского, учения о геохимии ландшафтов Б. Б. Полынова, а также используя новые теоретические положения в области географии и эволюции почвенного покрова Земли, палеогеографии, палеогеохимии, разрабатываемые отечественной школой почвоведов и географов, автор стремилась изложить общие законы географии почв на современном уровне, в соответствии с новыми представлениями.

В книге дан ряд общих понятий и сформулированы законы, подытоживающие наши современные знания о географии почв мира. Это понятия о мегаструктурах и макроструктурах почвенного покрова Земли, о ландшафтно-геохимических аренах и типах почвенно-геохимических сопряжений, о типах почвенно-генетических регионов. Сформулированы законы о географической пластичности семейств почв и закон о множественности зональных типов почв.

При написании как первой, общей, так и второй, региональной, частей использована обширная литература. Привлечены не только обобщающие монографии, труды всесоюзных съездов и международных конгрессов почвоведов, региональных совещаний и симпозиумов, но также и оригинальные статьи, небольшие заметки, касающиеся почв и почвенного покрова отдельных регионов мира. Автор приносит искреннюю благодарность всем, чьи материалы использованы в этой книге.

Затруднительной оказалась привязка описаний почвенного покрова к имеющимся обзорным почвенным картам и особенно номенклатуре почв. Основным источником при почвенно-географическом районировании были почвенные карты мира и континентов «Физико-географического атласа Мира» (АН СССР, ГУГК СССР. М., 1964).

Описание же почвенного покрова выделенных регионов производилось с привлечением новых, появившихся после опубликования атласа, данных.

Специальная глава книги посвящена географии антропогенных почв — почв, вновь созданных человеком, и почв, используемых в земледелии.

Автор приносит искреннюю благодарность проф. Н. Б. Вернандер и проф. Е. В. Рубилину, а также всем, кто своими ценными критическими замечаниями и добрыми советами оказал помощь в подготовке книги к печати.

Все замечания, советы, которые появятся у читателей этой книги, просьба направлять автору в адрес географического факультета Московского государственного университета.

Кафедра географии почв и геохимии ландшафтов

Часть I

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИИ ПОЧВ

«Взаимодействие — вот первое, что выступает перед нами, когда мы рассматриваем движущуюся материю в целом с точки зрения теперешнего естествознания».

Ф. Энгельс

ВВЕДЕНИЕ

География почв — это область почвоведения, изучающая общие закономерности распределения почв и почвенный покров отдельных регионов.

География почв и ее неотъемлемая часть картография почв были первыми и по времени и по значимости сферами развития практических исследований, позволивших прийти к совершенно новым, для того времени неизвестным представлениям о почве как естественноисторическом теле, теснейшим образом связанном во всех своих свойствах с окружающей природной обстановкой. Это новое представление получило обоснование в классическом монографическом исследовании В. В. Докучаева «Русский чернозем» (1883), выполненном в целях разработки практических мер по поднятию продуктивности сельского хозяйства черноземных областей России.

Б. Б. Полынов, анализируя роль В. В. Докучаева в почвоведении и естествознании, писал: «После работы В. В. Докучаева у каждого русского понятие о черноземе неизбежно связывалось с двумя основными представлениями различного порядка. С одной стороны, это представление о некотором слое поверхности земли, который можно наблюдать на отвесной стенке ямы в 1—1,5 *м* и который имеет определенный внешний облик, т. е. окраску и строение, и определенные физические и физико-химические свойства слагающей его массы, а с другой — это представление о ландшафте первобытных степей. Это образ безбрежной равнины, одетой сплошным, волнующимся под ветром покровом густых и высоких зарослей ковылей, образ, с которым тесно связан и определенный характер климата и определенный животный мир: и гнездящиеся в густой траве перепела, и тяжелые, ленивые, медленно перелетающие с места на место дрофы, и различные грызуны — землерои и другие коренные обитатели южнорусских степей. И это не есть простое совмещение представлений о разных предметах, находящихся в одно и то же время в одном месте. В сознании русского, а теперь советского почвоведа между этими предметами создается логическая связь — связь причин с их следствиями» (Полынов, 1956, стр. 634).

Работы, проводившиеся В. В. Докучаевым в Нижегородской и Полтавской губерниях в целях составления почвенных карт и сравнительной оценки сельскохозяйственной производительности выделенных на картах почв (1881—1894 гг.), дали материалы для установления связи почв и факторов почвообразования в различных ландшафтных зонах: лесной, лесостепной и степной, что расширило и углубило представление о генезисе и географии почв.

В результате Докучаевым был разработан сравнительно-географический метод почвенных исследований, основой которого было сопряженное изучение почв и формирующих их факторов почвообразования. Этот метод применялся в дальнейшем учениками Докучаева при исследовании почв различных физико-географических областей Европейской России.

Идеи взаимодействия и развития, воплощенные в докучаевском учении о почве, явились той методологической основой, которая придала почвоведению строго научный прогрессивный характер и привела к быстрому и плодотворному становлению этой отрасли знания. Докучаевский метод исследования почв, заключающийся в сопряженном изучении свойств почв по генетическому профилю и факторов почвообразования (материнских пород, растительности, климата, характера и возраста рельефа), стал основным методом почвоведения.

Сравнительный анализ свойств почв и закономерностей их распространения в связи с изменением факторов почвообразования на территории Русской равнины и Кавказа позволил В. В. Докучаеву сформулировать следующие основные положения научного почвоведения и географии почв.

1. «...Почва есть такое же самостоятельное естественноисторическое тело, как любое растение, любое животное, как любой минерал, ... что оно есть результат, функция совокупной взаимной деятельности следующих агентов почвообразователей: климата данной местности, ее растительных и животных организмов, рельефа и возраста страны или абсолютной ее высоты, наконец подпочвы (т. е. грунтовых материнских пород). Все эти агенты почвообразователи, в сущности, совершенно равнозначащие величины и принимают равное участие в образовании нормальной почвы — почвы, находящейся in situ» (Докучаев, 1954, стр. 406).

2. «Поскольку все важнейшие почвообразователи распределяются на земной поверхности в виде поясов или зон, вытянутых более или менее параллельно широтам, то неизбежно, что и почвы ... должны располагаться по земной поверхности зонально, в строжайшей зависимости от климата, растительности и пр.» (Докучаев, 1954, стр. 397).

Последнее заключение Докучаева, изложенное в его работе «К учению о зонах природы», представляло научное обобщение, имевшее исключительно большое значение не только для развития поч-

воведения, но и того направления физической географии, которое выросло в учение о природных зонах и географических ландшафтах.

Выявленные общие закономерности генезиса и географии почв позволили Докучаеву прийти к еще более широким обобщениям и составить схему почвенных зон всего северного полушария. На схеме Докучаев выделил пять мировых зон: 1 — бореальную, или арктическую, 2 — лесную, 3 — черноземных степей, 4 — аэральную с подразделением на каменистые, песчаные, солончаковые и лёссовые пустыни, 5 — латеритную. Кроме того, были выделены: облесенные каменистые территории, горные территории и аллювиальные почвы наиболее крупных речных долин. Схема почвенных зон северного полушария демонстрировалась вместе с коллекцией русских почв на Всемирной парижской выставке в 1900 г., где «Русский отдел почвоведения» получил почетный диплом выставки.

Схема В. В. Докучаева представляла собой весьма широкое почвенно-географическое обобщение, однако недостаточность фактического материала о почвенном покрове отдельных континентов и стран привел к ряду неточностей. Так, на схеме все почвенные зоны имели широтное направление, согласно тому, как это наблюдалось Докучаевым на Русской равнине; аэральная (пустынная) зона опоясывала континенты и выходила не только к западным, но и к восточным побережьям (рис. 1).

По мере накопления материалов о почвах выяснилось наличие не только широтных, но и меридиональных и концентрических почвенных зон, что нашло отражение на первой Почвенной карте Мира, составленной в 1906 г. К. Д. Глинкой, и особенно на последующих вариантах этой карты, составленных в 1915 и 1927 гг. Последний вариант Почвенной карты Мира К. Д. Глинки демонстрировался в 1927 г. на Конгрессе Международного общества почвоведов в Вашингтоне. Наличие меридиональных и концентрических горизонтальных почвенных зон, выклинивание и замещение одних зон другими на одной и той же широте нашли отражение на Почвенной карте Австралии Прескотта (Prescott, 1931) на Почвенной карте Северной Америки Марбута (Marbut, 1935).

Новым этапом в работах по мировой почвенной картографии было составление Л. И. Прасоловым при участии Д. Г. Виленского, З. Ю. Шокальской и В. Т. Рокачевой Почвенной карты Мира, опубликованной в 1937 г. в Большом советском атласе Мира. Карта, составленная Л. И. Прасоловым, в м-бе 1 : 50 000 000, была основана на очень большом количестве первоисточников. Среди них главными были сводные почвенные карты СССР, почвенные карты ряда стран Западной Европы (Stremme, 1927), США (Marbut, 1935), Китая (Thorp, 1935), Австралии (Prescott, 1933), Южной Америки (Mattey, 1935) и др. Столь обширный, хотя и очень не однородный по научному содержанию и картографической точности, материал дал возможность составителям карты уточнить картину распределения почв на земной поверхности.

Легенда Почвенной карты Мира Л. И. Прасолова отличается большей полнотой и конкретностью, чем всех предыдущих карт. Наряду с прежними «классическими» типами почв (подзолистые почвы хвойных лесов, оподзоленные почвы лесостепи, буроземы,

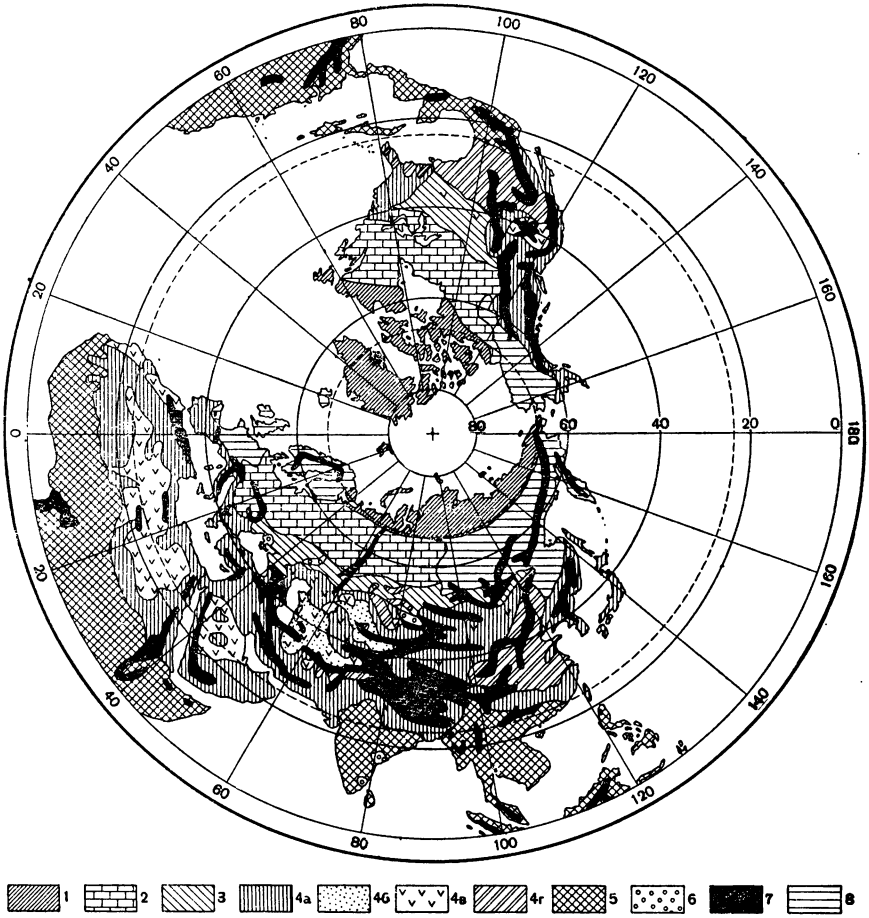


Рис. 1. Почвенные зоны Северного полушария (схема) (В. В. Докучаев, 1899): 1 — бореальная (арктическая); 2 — лесная; 3 — черноземных степей; 4 — аэральная (а — каменистая, б — песчаная, в — солончаковая, г — лёссовая); 5 — латеритные почвы; 6 — аллювий; 7 — горные цепи; 8 — облесенные территории

красноземы и желтоземы влажных субтропиков, черноземы степных областей, каштановые почвы сухих степей, сероземы пустынно-степных областей, солонцы, солончаки и т. д.) здесь были выделены многие почвенные типы и группы типов, свойственные глав-

ным образом зарубежным территориям (бурые почвы лиственных лесов, черноземовидные почвы прерий, слабовыщелоченные почвы сухих вечнозеленых лесов и кустарников, красно-бурые почвы саванн, красноземы постоянно влажных экваториальных лесов и др.). Некоторые из этих типов выделялись впервые. Кроме того, впервые систематическому разделению подверглись почвы горных областей, ранее на мировых картах не расчленявшиеся.

После составления и издания Почвенной карты Мира Л. И. Прасолова в Почвенном институте АН СССР проводилась трудоемкая работа по составлению почвенных карт отдельных материков в более крупных масштабах.

Объединение всех материалов по материкам в виде новой общей Почвенной карты Мира м-ба 1 : 20 000 000 было проведено в 1955—1956 гг. коллективом авторов под руководством И. П. Герасимова.

В 1964 г. все новые материалы о почвах различных стран и континентов, полученные с момента выхода в свет Почвенной карты Мира в Большом советском атласе, нашли свое отражение и обобщение в новой серии почвенных карт Физико-географического атласа Мира (1964), составленных коллективом почвоведов: для Азии — Н. Н. Розовым, Е. В. Лобовой (м-ба 1 : 25 000 000), Европы — Н. Н. Розовым и Е. Н. Рудневой (м-ба 1 : 10 000 000), Африки — Н. Н. Розовым (м-ба 1 : 25 000 000), Северной Америки — А. А. Ерохиной и В. М. Фридландом (м-ба 1 : 200 000), Южной Америки — В. М. Фридландом (м-ба 1 : 25 000 000) и Австралии и Океании — М. А. Глазовской (м-ба 1 : 25 000 000) под общей редакцией И. П. Герасимова и Н. Н. Розова.

Карты континентов и общая сводная почвенная карта составлены по единой системе, однотипно оформлены и строго увязаны с остальными специальными физико-географическими картами атласа: геологическими, геоморфологическими, геоботаническими. Они представляют результат большого труда по анализу, сводке и обобщению многочисленных как картографических, так и текстовых почвенных и характеризующих факторы почвообразования материалов.

При составлении почвенных карт Физико-географического атласа Мира в основу группировки почв были положены принципы географо-генетической (или эколого-генетической) классификации почв мира, разработанной Е. Н. Ивановой и Н. Н. Розовым (1956).

В легенде карт все типы почв объединены в три большие группы: зональные, интразональные и горные.

Зональные почвы подразделены по принадлежности к тому или иному географическому поясу, с определенным характером почвообразования: полярным, бореальным, суббореальным, субтропическим и тропическим экваториальным. Всего на сводной карте Мира выделены 31 тип зональных и 34 типа интразональных почв, занимающих равнинные территории, и 23 типа почв горных областей.

Легенды карт отдельных континентов значительно более дробные; здесь выделены не только типы, но и провинциальные группы и подтипы почв.

Ниже приводится легенда сводной Почвенной карты Физико-географического атласа Мира. При рассмотрении ее следует иметь в виду, что легенда карты — неполное повторение классификации почв, так как далеко не все таксономические единицы (в данном случае типы почв) могут быть показаны на картах столь малого масштаба. Контуры ареалов многих почв слишком малы.

Кроме названий почв приводятся индексы, показанные внутри контуров карт.

Легенда почвенной карты Мира в Физико-географическом атласе Мира 1964 г.

Зональные почвы равнинных территорий

Полярное почвообразование

Ар — Арктические;
Т — тундровые.

Бореальное почвообразование

Дл — дерново-грубогумусные и дерново-торфянистые (включая вулканические) субполярных травянистых лесов и лугов;
$Тм^{г}$ — глеемерзлотно-таежные и мерзлотно-таежные иллювиально-гумусные северной тайги и редколесий;
Тм — мерзлотно-таежные кислые и оподзоленные средней тайги;
$Тм^{п}$ — мерзлотно-таежные палевые средней тайги; мерзлотно-таежные остаточно-карбонатные;
$П^{г}$ — глееподзолистые и подзолисто-иллювиально-гумусные северной тайги;
П — подзолистые и подзолы средней тайги;
$П^{д}$ — дерново-подзолистые южной тайги и лиственно-хвойных лесов;
$П^{дп}$ — дерново-палевоподзолистые хвойно-широколиственных лесов;
$Л^{к}$ — лесные кислые неоподзоленные хвойно-широколиственных и широколиственных лесов;
Л — серые лесные.

Суббореальное почвообразование

Лб — бурые лесные;
Чл — черноземовидные прерий (бруниземы);
Ч — черноземы степей;
К — каштановые сухих степей;

Сб — бурые полупустынные;
СБ — серо-бурые пустынные.

Субтропическое (теплое и умеренно теплое) почвообразование

Жб — желто-бурые широколиственных лесов, переходных к субтропическим;
Жк — желтоземы и красноземы влажных субтропических лесов;
Чпк — красновато-черные почвы субтропических прерий;
Кч — коричневые ксерофитных субтропических лесов и кустарников;
Чс — черноземные субтропических степей;
Скч — серо-коричневые субтропических кустарниковых степей;
С — сероземы субтропических полупустынь.

Тропическое и экваториальное почвообразование

Лт — красно-желтые латеритные (аллитные, ферралитные, альферритные) постоянно влажных тропических лесов;
Лкр — красные латеритные (ферралитные, альферритные, ферритные) сезонновлажных тропических лесов и высокотравных саванн;
Ккч — коричнево-красные латеритизированные (альферритизированные, ферритизированные), ксерофитных тропических лесов и кустарников;
Кб — красно-бурые сухих саванн;
Кбп — красновато-бурые опустыненных саванн;
Пт — почвы тропических пустынь.

Интразональные почвы равнинных территорий

Бм — болотные мерзлотные;
Пб — болотно-подзолистые;
Лг — серые лесные глеевые;
Дк — дерново-карбонатные и рендзины серые;
Дг — дерново-глеевые;
Бв — торфяно-болотные верховые;
Бн — болотные низинные;
Лбг — бурые лесные глеевые и псевдоподзолистые;
Чпг — черноземовидные прерий, глеевые;
Члг — лугово-черноземные;
Кл — лугово-каштановые;
Сбл — лугово-бурые;
Рб — рендзины бурые;
ЖгКг — желтоземы и красноземы глеевые;
Кчл — лугово-коричневые;

$Чл^{ст}$ — лугово-черноземные субтропические;
Сл — лугово-сероземные;
Рк — рендзины красные и «терра росса»;
$См^{сп}$ — смолницы и черные субтропические;
Т — такыры;
$Бл^{ст}$ — болотные субтропические;
$Кп^{т}$ — темно-красные латеритные на основных породах;
$Лт^{г}$ — латеритные глеевые;
Ккчл — лугово-коричнево-красные;
Кбл — лугово-красно-бурые;
Чр — черные и серые тропические;
Блт — болотные тропические;
$Бл^{м}$ — болотные засоленные мангров и маршей;
Сд — солоди;
Сн — солонцы;
Ск — солончаки;
Лг — луговые почвы;
А — аллювиальные;
О — орошаемые почвы.

Почвы горных областей: горно-арктические; горно-тундровые и гольцовые; горно-дерновые грубогумусные и торфянистые; горно-таежные мерзлотные; горно-таежномерзлотные карбонатные; горно-подзолистые; горные серые лесные; горно-луговые; горно-лесные бурые; горно-лугово-степные; горно-черноземные; горно-каштановые; горно-полупустынно-бурые; горно-красноземные и горно-желтоземные; горно-коричневые; горно-серо-коричневые и горно-сероземные; горно-пустынные; почвы высокогорных степных и пустынных плато; горные латеритные (гумусово-аллитные, ферралитные); горные красноземы переменновлажных лесов — обозначаются на карте особыми индексами.

ГЛАВА 1

МЕГАСТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЗЕМЛИ

В понятие мегаструктуры почвенного покрова Земли входят: состав, конфигурация и положение относительно друг друга самых крупных территориальных единиц почвенного покрова.

В качестве самых крупных единиц почвенного покрова Земли в настоящее время называют в равном, наивысшем ранге, две единицы: почвенно-биоклиматические пояса и почвенно-геохимические поля.

Почвенно-биоклиматические пояса. Понятие о почвенно-климатических, или почвенно-биоклиматических, поясах было введено И. П. Герасимовым при составлении обзорных почвенных карт Мира (1956, 1964) и получило отражение в классификации почв (Иванова, Розов, 1956), районировании почв СССР (Иванова, Розов, Летунов и др., 1962) и агропочвенном районировании Мира (Розов, Фридланд, 1969).

Почвенно-биоклиматический пояс определяется как совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур (горных почвенных провинций), объединенных сходством радиационных и термических условий и сходным характером их влияния на почвообразование, выветривание и развитие растительности. В соответствии с термическими особенностями климата в северном и южном полушариях выделяются широтные почвенно-биоклиматические пояса: полярные, бореальные, суббореальные, субтропические и тропический.

Согласно классификации почв мира Е. Н. Ивановой и Н. Н. Розова почвенно-биоклиматический пояс объединяет типы почв одной мировой группы почвообразования (полярное, бореальное, суббореальное, субтропическое, тропическое) и соответственно ареалы этих типов внутри пояса (равнинные и горные почвенные зоны). Для каждого пояса характерен большой ряд типов почв и почвенных зон, не встречающихся в других поясах. Эти типы имеют сходные термические условия почвообразования, но различаются по условиям увлажнения, что особенно резко проявляется в суббореальных, субтропических и тропических поясах, включающих существенно различные по совокупности генетических и агропроизводственных свойств почвы.

Таблица 1

Состав зональных почв равнинных территорий по почвенно-биоклиматическим поясам

Почвенно-биоклиматический пояс	Зональные типы почв
Полярный	1 — арктические; 2 — тундровые
Бореальный	1 — дерново-грубогумусные и дерново-торфянистые; 2 — глее-мерзлотно-таежные и мерзлотно-таежные иллювиально-гумусные северной тайги и редколесий; 3 — мерзлотно-таежные кислые и оподзоленные средней тайги; мерзлотно-таежные палевые средней тайги; 4 — глее-подзолистые и подзолисто-иллювиально-гумусные северной тайги; 5 — подзолистые и подзолы средней тайги; 6 — дерново-подзолистые южной тайги и лиственно-хвойных лесов; 7 — дерново-палево-подзолистые хвойно-широколиственных лесов; 8 — лесные кислые неоподзоленные хвойно-широколиственных и широколиственных лесов; 9 — серые лесные
Суббореальный	1 — бурые лесные; 2 — черноземовидные прерий (бруниземы); 3 — черноземы степей; 4 — каштановые сухих степей; бурые полупустынные; 6 — серо-бурые пустынные
Субтропический	1 — желто-бурые широколиственных лесов; 2 — желтоземы и красноземы влажных субтропических лесов; 3 — красновато-черные почвы субтропических прерий; 4 — коричневые субтропических ксерофитных лесов и кустарников; 5 — черноземные субтропических степей; 6 — серо-коричневые субтропических кустарниковых степей; 7 — сероземы субтропических полупустынь
Тропический	1 — красно-желтые латеритные (аллитные, ферраллитные, альферритные) постоянно влажных тропических лесов; 2 — красные латеритные (ферраллитные, альферритные, ферритные) сезонно-влажных тропических лесов и высокотравных саванн; 3 — коричнево-красные литеритизованные (альферритизированные, ферритизированные) ксерофитных тропических лесов и кустарников; 4 — красно-бурые сухих саванн; 5 — красновато-бурые опустыненных саванн; 6 — почвы тропических пустынь

Приведенный в табл. 1 перечень зональных типов почв по почвенно-биоклиматическим поясам подтверждает не только неоднородность, но и резкую контрастность почвенного покрова в пределах большинства поясов. Возникает вопрос: можно ли их рассматривать как самые крупные почвенно-географические единицы? Нет ли на поверхности Земли иных, столь же крупных территориальных единиц, но обладающих большим сходством типов почв и большим единством почвенного покрова. Эти вопросы тем более закономерны, что положение об одинаковом уровне энергетических ресурсов почвообразования для всех почв, принадлежащих одному биоклиматическому почвенному поясу, не подтвердилось.

В. Р. Волобуев (1960, 1963) подсчитал количество энергии, затрачиваемой на почвообразование в системе гидро-терморядов почв: суммарное (рис. 2*а*) и связанное с биологическим кругооборотом (рис. 2*б*).

Из графиков видно, что суммарные затраты энергии на почвообразование в одном терморяду (т. е. в пределах одного термического пояса) уменьшаются от влажных областей с коэффициен-

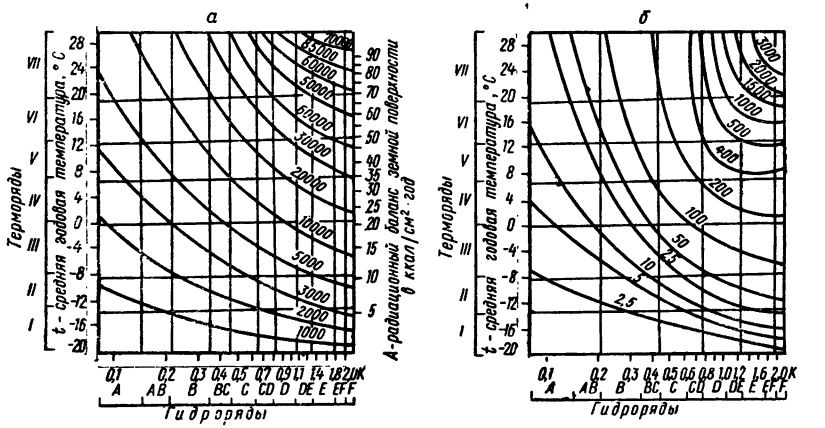


Рис. 2. Затраты энергии в почвообразовании (*кал/см²* · год):
а — суммарные затраты энергии в биогеоценозе на почвообразование; *б* — запасы энергии, накапливаемые в годичном приросте растительной массы, надземной и корневой (по В. Р. Волобуеву, 1963)

том увлажнения 1,6—2,0 к сухим (К 0,2—0,1) в 6—7 раз. Лишь в экстрахолодных областях со среднегодовыми температурами менее минус 8° влияние увлажнения на энергетический уровень почвообразования уменьшается.

Еще более контрастны в одних и тех же терморядах запасы энергии, накапливаемые в годичном приросте растительной массы, т. е. энергии биологического кругооборота и биохимических превращений в почвах. Как видно на рис. 2*б*, в одном и том же терморяде эти величины изменяются: в умеренных поясах в 20—40 раз, а в субтропических и тропических — в 100 раз и более.

Почвенно-геохимические поля. При рассмотрении глобальных закономерностей географии почв нами было введено понятие о почвенно-геохимических полях, как самых крупных почвенно-географических региональных единицах (Глазовская, 1966). При объединении территории в одно почвенно-геохимическое поле принималось во внимание сходство самих почв, а не сходство какого-либо одного фактора или даже совокупности факторов, хотя, как будет показано далее, почвенно-геохимические поля располагаются на земной поверхности в соответствии с основными зонами увлаж-

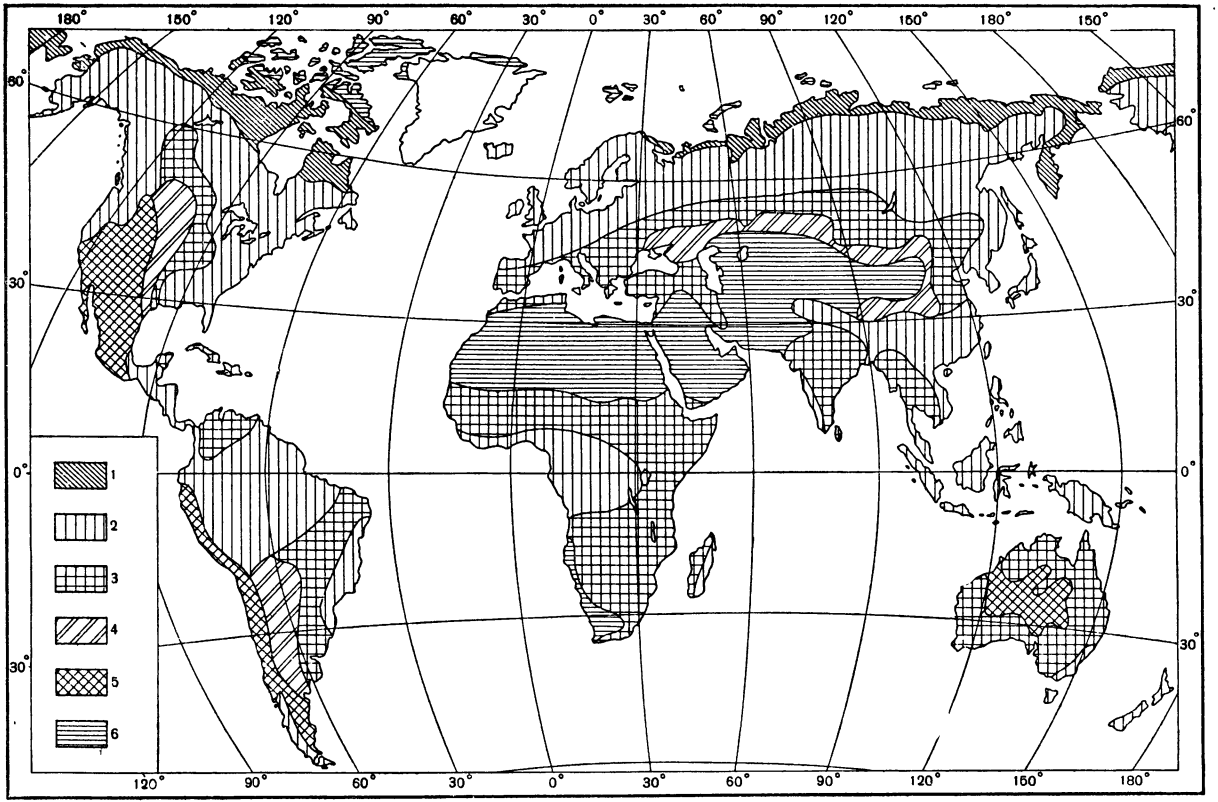


Рис. 3. Почвенно-геохимические поля:

1 — поле кислых ульматно-фульватных оглеенных сиаллитных почв; 2 — поле кислых ульматно-фульватных сиаллитных ферсиаллитных и ферраллитных почв; 3 — поле фульватно-гуматных кислотно-щелочных и нейтрально-щелочных сиаллитных и ферсиаллитных почв; 4 — поле нейтрально-щелочных гуматных сиаллитно- и ферсиаллитно-карбонатных почв; 5 — поле с сочетанием щелочных карбонатных и карбонатно-гипсовых смаллитных, с нейтрально-щелочными реликтовыми ферсиаллитными; 6 — поле преобладания щелочных карбонатных, карбонатно-гипсовых и засоленных почв

нения континентов и связанными с зонами увлажнения основными типами растительности.

Необходимо определить, какова же должна быть степень сходства почв, принадлежащих одному почвенно-геохимическому полю? Для этого рассмотрим географию более крупных, чем типы почв, классификационных почвенных единиц. В предложенной нами системе классификации (Глазовская, 1966) типы почв объединяются в семейства, семейства почв — в генерации, а генерации — в геохимические ассоциации почв.

Почвенный тип — основной таксон классификации почв генетического докучаевского почвоведения — характеризуется: 1) однотипным поступлением органических веществ и процессов их превращения и разложения; 2) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных соединений; 3) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ; 4) однотипным строением почвенного профиля; 5) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв.

Таким образом, почвы, объединяемые в один тип, обладают одинаковым набором генетических горизонтов почв и сходной современной динамикой почвенных процессов в годовых и многолетних циклах, обусловленной сходством гидротермического режима.

Типы почв объединяются в более крупные таксономические группы — семейства почв. Почвы, относящиеся к одному семейству, имеют одинаковое строение почвенного профиля, т. е. одинаковый набор генетических горизонтов почв и одинаковый качественный состав органических, органо-минеральных и минеральных продуктов почвообразования (состав гумуса, вторичных глинных минералов, минералов полуторных окислов, новообразований простых солей и т. д.), но они могут отличаться по динамике современных почвенных процессов.

Семейства почв в свою очередь объединяются в еще более крупные классификационные группы — генерации почв. Критерием для объединения почв в одну генерацию является сходное соотношение между основными почвообразовательными процессами: накоплением органического вещества, вторичным минералообразованием и перемещением продуктов почвообразования по профилю почв, оглеением, гидрогенной аккумуляцией минеральных соединений. Почвы, входящие в одну генерацию, имеют сходный генетический профиль и сходный состав органических и органо-минеральных соединений, но могут различаться по составу вторичных минералов в метаморфических иллювиальных или солевых горизонтах.

Генерации почв объединяются в почвенно-геохимические ассоциации. В основу выделения геохимических ассоциаций, классификационных групп почв наиболее высокого таксономического ранга, положены признаки, представляющие наиболее общий результат взаимодействия между органической и минеральной составляющей почв (включая твердую, жидкую и газовую фазы). Таким резуль-

татом являются: реакция почв и характер ее изменения по профилю, степень окисленности (или восстановленности) минеральных, органо-минеральных и органических соединений почв. В одну геохимическую ассоциацию объединяются почвы со сходными кислотно-щелочными и окислительно-восстановительными свойствами. В ряду почв атмосферного увлажнения выделяется шесть почвенно-

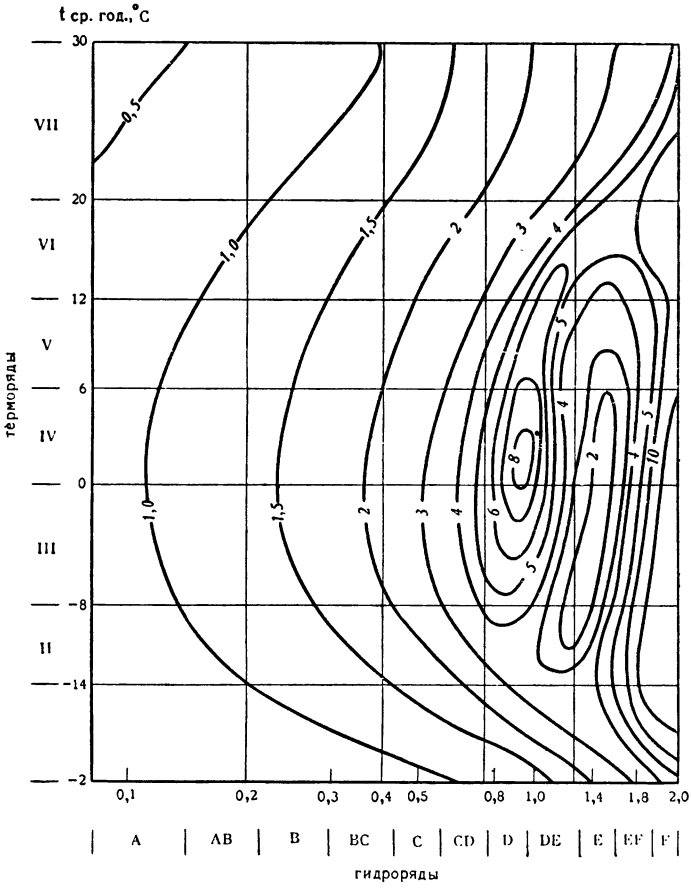


Рис. 4. Содержание гумуса в слое 0—20 *см* в главных типах почв мира в связи с гидротермическими условиями, % (по В. Р. Волобуеву, 1963)

геохимических ассоциаций: 1) кислые субаэральные; 2) кислые субаэральные оглеенные; 3) кислотно-щелочные субаэральные; 4) кислотно-щелочные субаэральные оглеенные; 5) нейтрально-щелочные субаэральные; 6) щелочные субаэральные.

Рассмотрим закономерности географического распространения почв на уровне геохимических ассоциаций.

Из шести названных ассоциаций пять образуют на поверхности

Земли обширные, закономерно сменяющие друг друга ареалы — почвенно-геохимические поля. Почвенно-геохимические поля — это территории с господством определенной геохимической ассоциации субаэральных почв или закономерным сочетанием нескольких геохимических ассоциаций. На схематической карте (рис. 3) показаны почвенно-геохимические поля, состав, форма и взаимоположение которых характеризуют мегаструктуру почвенного покрова Земли.

В полярных областях северного полушария, в современных перигляциальных пустынях располагается *поле нейтральных и щелочных (карбонатных) почв*, местами с ярко выраженным субаэральным соленакоплением. Фрагменты подобного же поля имеются в перигляциальных пустынях Антарктиды.

Вслед за полем нейтральных и щелочных полярных почв в северном полушарии располагается поле преобладания *кислых субаэральных оглеенных почв*, охватывающее зону тундр и лесотундр и образующее вытянутый в широтном направлении циркумполярный пояс. Близкий горизонт льдистой мерзлоты, низкие температуры, слабая испаряемость обусловливают переувлажнение большинства почв и развитие глеевого процесса. Кислые субаэральные неоглеенные почвы распространены здесь спорадически.

В южном полушарии поле кислых субаэральных оглеенных почв имеет фрагментарный характер: оно охватывает островную часть Субантарктики, где распространены не тундровые, а кислые дерновые оглеенные и болотные почвы.

Поле кислых субаэральных почв, т. е. почв с кислой реакцией и преобладанием окислительного режима на всем протяжении профиля в сочетании с кислыми субаэральными оглеенными, занимает очень большие пространства и имеет сложную форму. Оно охватывает те части континентов, где количество осадков превышает испаряемость, среднегодовой коэффициент увлажнения лежит в пределах 1—2, а местами доходит до 3—4, и где он ни в одном из месяцев в году не опускается ниже 0,6. Эти условия обеспечивают господство промывного режима в почвах со свободным дренажем.

Это поле проходит через различные термические пояса Земли. Оно протягивается в меридиональном направлении вдоль восточных побережий континентов. В области экватора и в умеренно холодном поясе северного полушария оно приобретает широтное направление. Конфигурация его по отношению к северному и южному полушариям несколько асимметрична.

Поле кислых субаэральных почв охватывает преимущественно различные типы лесных биоценозов мира. Однако ареал его не ограничивается лесами. Кислые субаэральные почвы распространены также под субарктическими лугами, а в горах под альпийскими и субальпийскими лугами.

Образование кислых почв в столь широком диапазоне природных условий обусловлено двумя ведущими факторами: 1) промыв-

ным режимом, в результате чего из почв удаляются легко подвижные продукты почвообразования, и прежде всего основания (которые могли бы нейтрализовать все вновь и вновь образующиеся органические кислоты); 2) подвижностью и агрессивностью почвенного гумуса, в составе которого преобладают слабополимеризованные агрессивные фульвокислоты и ульминовые кислоты. Это общее свойство всех кислых субаэральных почв независимо от того, находятся ли они в субарктическом, бореальном субтропическом или тропическом поясах, что подтверждается данными анализа группового состава гумуса (а не только его валового содержания), полученными советскими и зарубежными почвоведами. Фульватно-ульматный состав гумуса обусловлен, в первую очередь, постоянной влажностью почв, отсутствием периодов иссушения, в которые могла бы происходить полимеризация органических кислот. Подвижность и агрессивность гумуса в совокупности с промывным режимом и определяют сходство в направлении почвообразования столь далеких по природным условиям территорий.

Всем почвам, развивающимся в условиях влажного климата, без выраженных сухих периодов, присущи некоторые общие черты: ненасыщенность основаниями, слабая устойчивость коллоидальных комплексов, невысокое плодородие, быстрая утрата органических веществ при сельскохозяйственном освоении и необходимость внесения как минеральных, так и органических удобрений (а под определенные культуры и необходимость известкования почв).

Если бы была поставлена задача определить в мировом масштабе площади почв, наиболее нуждающихся во внесении удобрений, следовало бы взять общую площадь распространения кислых субаэральных почв. Водный режим этих почв благоприятен для продуцирования большой биомассы, поэтому именно удобрения и система обработки — главные факторы в повышении плодородия.

Значительно меньшие по площади, но хорошо выраженные поля в северном и южном полушариях, образует *ассоциация кислотно-щелочных субаэральных почв*: кислые в верхней части профиля и имеют нейтральную или слабощелочную реакцию (карбонатный горизонт) в нижней его части. Поля этих почв приурочены к различным термическим поясам с умеренно влажным климатом, где средний коэффициент годового увлажнения колеблется в пределах 0,6—1,0 и лишь в наиболее теплые или сухие месяцы года опускается ниже 0,6. Они распространены в областях лесостепных ландшафтов и ландшафтов высокотравных прерий умеренного пояса северного полушария и саванн в тропических и субэкваториальных поясах обоих полушарий. Эти переходные области, испытавшие неоднократные смены климатов и сопутствующие им смены растительности, то преимущественно лесной, то травянистой, характеризуются, как правило, сложным гетерогенным строением почвенных профилей (особенно в субтропических, тропических и субэкваториальных областях, где почвенный покров не уничтожался надвигавшимися ледниками). Одним из общих свойств большинства суб-

аэральных почв этой территории является дифференциация профиля на кислую верхнюю и нейтральную (или щелочную) нижнюю части. Подобная дифференциация профиля обусловлена сменой и в вековых и в годовых циклах периодов увлажнения и промывания почв периодами их иссушения и господства непромывного режима. В результате наиболее подвижные продукты почвообразования (сульфаты, хлориды) выносятся из почв, менее подвижные — карбонаты кальция — частично остаются в глубоких частях профиля или в коре выветривания. Гумус имеет сложную природу. Наряду с фульвокислотами и ульминовыми кислотами (обусловливающими кислую реакцию почв и подвижность коллоидов в верхней части профиля) в этих почвах присутствуют темные, более сложные гуминовые кислоты, образованию которых способствует наличие периода иссушения.

Общим свойством этой группы почв являются слабая ненасыщенность верхней части профиля, некоторое перемещение ила, а в ряде случаев и гуматов кальция, и глубокий вынос карбонатов кальция. Они обладают более высоким плодородием, чем кислые субаэральные почвы, хотя и нуждаются во внесении удобрений, но в меньшей степени.

Ассоциация кислотно-щелочных субаэральных почв образует на континентах северного и южного полушарий неширокие поля дугообразной формы, расположенные по соседству с полями кислых субаэральных почв, но в более сухих климатических условиях.

Следующие почвенно-геохимические поля образованы ассоциацией *нейтрально-щелочных субаэральных почв.* Поля нейтрально-щелочных почв распространены в северном и южном полушариях. Они образуют еще более внутренние дуги, обрамляющие наиболее сухие области континентов. Это области недостаточного увлажнения, со значениями среднегодовых коэффициентов увлажнения 0,3—0,6, имеющие выраженный сухой период. Водный режим почв непромывной. Карбонаты располагаются неглубоко от поверхности, а во многих почвах в нижней части профиля присутствует гипс. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. Почвы имеют высокое плодородие, обладают значительным потенциальным запасом питательных элементов, но часто в труднодоступной форме. Это почвы степей умеренных, субтропических и тропических областей, а также почвы сухих ксерофитных лесов и кустарников. Их продуктивность ограничивается весьма часто не столько отсутствием подвижных минеральных соединений, сколько недостатком влаги. Накопление и сохранение влаги, а для ряда культур и орошение, часто необходимы для повышения плодородия почв.

Наконец, самые сухие области внутренних частей континентов, выходящие к западным побережьям лишь в тропических широтах, заняты монолитными обширными полями *щелочных субаэральных почв.* Это области полупустынь и пустынь, где среднегодовые коэффициенты увлажнения лежат в пределах 0,1—0,3, а на значительных пространствах тропических пустынь опускаются ниже 0,1.

Непромывной режим, сухость почв, малое поступление органических веществ и их быстрая минерализация в условиях резко окислительной среды ведут к формированию почв, в которых вместо гумуса (т. е. углерода органических соединений) накапливаются с самой поверхности карбонаты кальция (углерод в минеральной

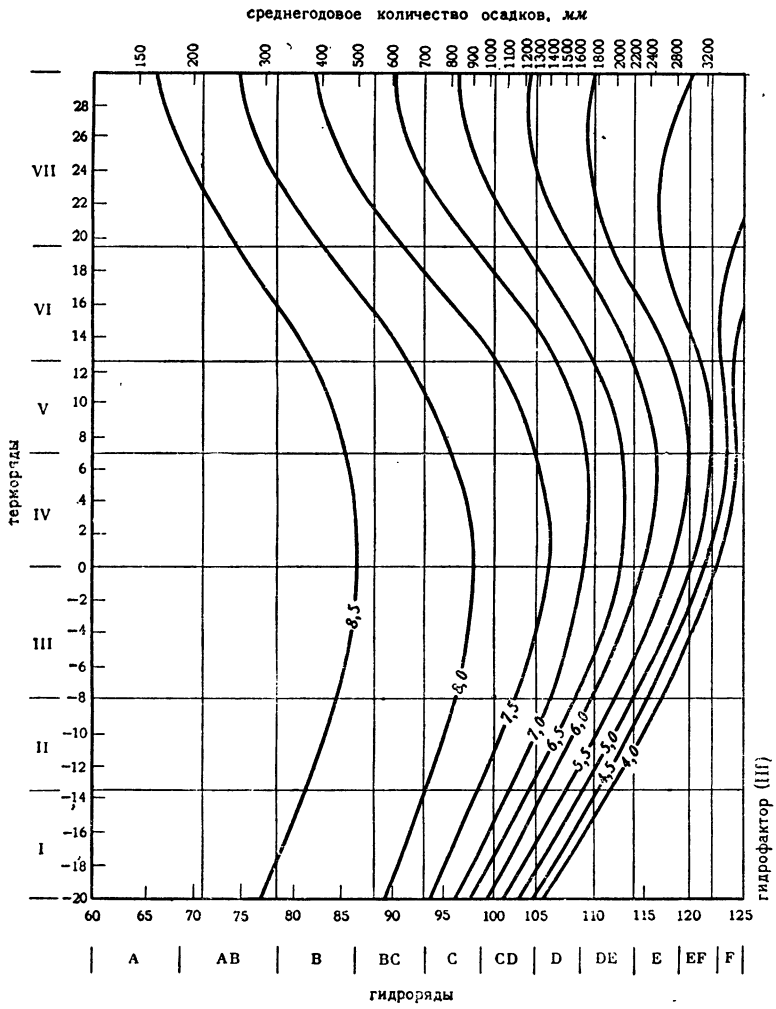


Рис. 5. Значение pH в слое 0—20 *см* в главных типах почв мира в связи с гидротермическими условиями (по В. Р. Волобуеву, 1963)

форме). Всеобщее обызвесткование почв и соленакопление — наиболее яркие и общие черты почвообразования полупустынь и пустынь, умеренного, субтропического и тропического поясов.

Несмотря на невысокое содержание гумуса, щелочные субаэральные почвы (незасоленные) обладают высоким потенциалом плодородия, но использование их возможно лишь при условии орошения. Именно здесь сосредоточены основные массивы орошаемых земель мира, именно в этих почвенно-геохимических полях имеются

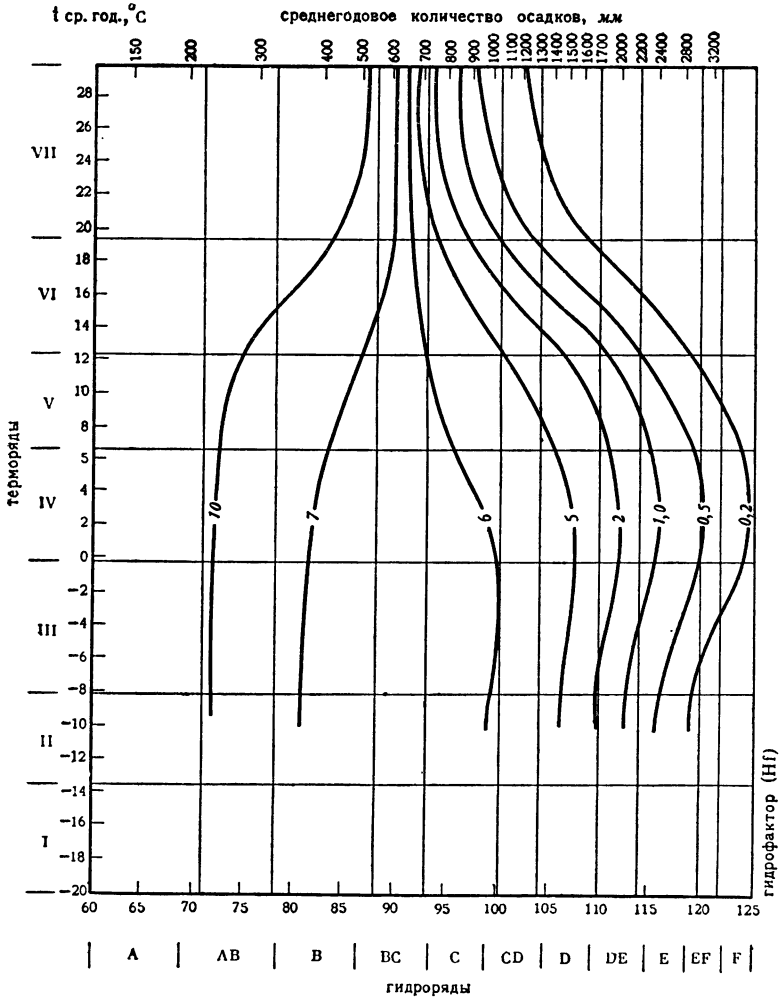


Рис. 6. Содержание карбонатов (% CO_2) в верхнем метровом слое почв в связи с гидротермическими условиями (по В. Р. Волобуеву, 1963)

значительные площади потенциально пригодных для земледелия почв, которые в будущем, при орошении, превратятся в высокопродуктивные земли оазисов.

Ассоциации кислотно-щелочных и щелочных оглеенных почв и щелочных глеевых не образуют самостоятельных больших полей, а встречаются отдельными массивами среди других ассоциаций, образуя с ними закономерные почвенно-геохимические сочетания.

Рассмотренные почвенно-геохимические поля и свойственные им ассоциации почв совпадают в общих чертах с зонами увлажнения, выделенными Н. Н. Ивановым (1931) на основании значений среднегодовых коэффициентов увлажнения $\left(K = \frac{P \text{ (осадки)}}{E \text{ (испарение)}}\right)$

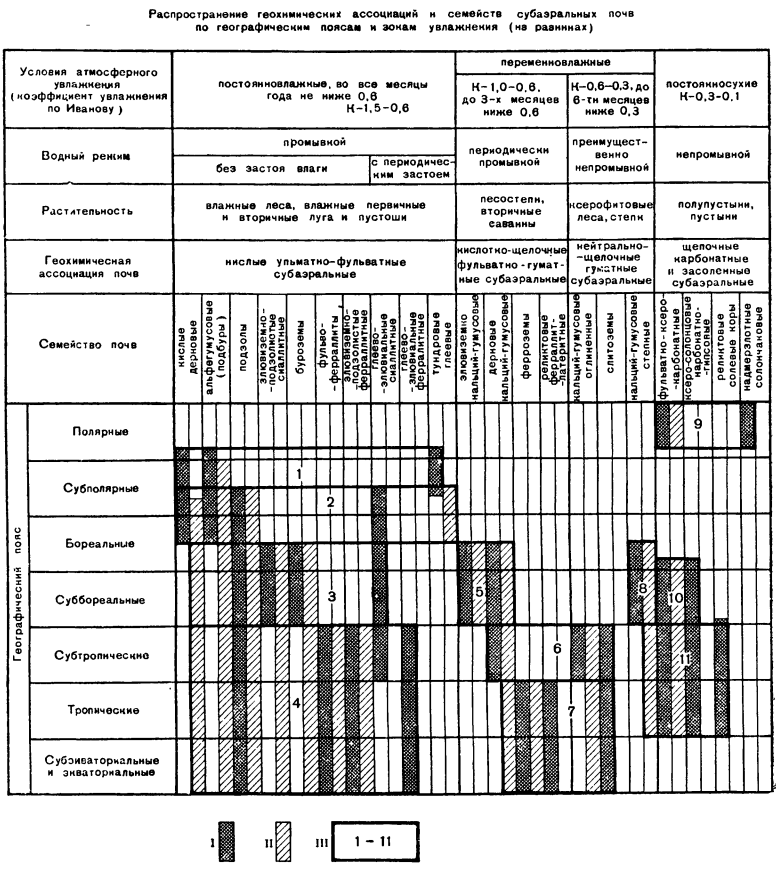


Рис. 7. Распространение геохимических ассоциаций и семейств субаэральных почв по географическим поясам и зонам увлажнения.

Ареалы семейств почв: I — на равнинах; II — в горах; III — почвенные секторы: 1 — тундровый; 2 — бореальный таежный; 3 — суббореальный лесной; 4 — субтропический и тропический влажнолесной; 5 — лесо-лугово-степной; 6 — ксерофитно-лесо-кустарниковый; 7 — саванново-ксерофитно-лесной; 8 — степной: 9 — полярный пустынный; 10 — пустынный суббореальный; 11 — пустынный субтропический и тропический

и изменений среднемесячных значений коэффициентов увлажнения по сезонам года.

Почвенно-геохимические поля совпадают также с гидрозонами и гидрорядами почв, выделенными В. Р. Волобуевым (1953, 1963). В. Р. Волобуев исследовал связи некоторых свойств почв с гидротермическими условиями. Для обработки были взяты данные по 338 почвенным разрезам, расположенным в различных климатических условиях, из разных стран мира. Все разрезы были сгруппированы по гидротермотипам (описанным в разделе о горизонтальной зональности почв); по каждой совокупности были высчитаны средние значения гумуса и pH в поверхностном слое, средние содержания в метровой толще карбонатов кальция. Полученные значения были нанесены на площади гидротермических графиков и соединены изолиниями.

Как видно из рис. 4, 5, 6, общности почв, принадлежащих одному и смежным гидрорядам, обладают значительно большим сходством названных свойств, чем общности, лежащие в одном термическом поле, но в разных гидрорядах. Эти данные показывают, что объединение почв в геохимические ассоциации и выделение почвенно-геохимических полей имеют достаточные основания. Именно почвенно-геохимические поля, располагающиеся в соответствии с основными зонами увлажнения суши Земли, можно рассматривать как наиболее крупные планетарные почвенно-географические единицы. Степень сходства почв, объединяемых в одном геохимическом поле, значительно выше, чем почв, объединяемых в один географический (или, вернее, термический) пояс. Не термический, а водный режим почв (промывной, периодически промывной, непромывной, водозастойный, с периодами иссушения почв или постоянной влажностью) оказывает наибольшее влияние на основные свойства почв. Водный режим почв определяет в значительной мере и тип биоценозов. Поэтому почвенно-геохимические поля совпадают в общих очертаниях с распространением основных типов растительности.

Почвенно-геохимические поля на отдельных континентах имеют сложную, но вполне закономерную форму. Они симметричны по отношению к экватору лишь в экваториальном, субэкваториальном, а отчасти субтропическом поясах Земли. В остальных поясах симметрия полей нарушается вследствие различного соотношения площадей континентов и океанов в северном и южном полушариях.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕМЕЙСТВ СУБАЭРАЛЬНЫХ ПОЧВ ВНУТРИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Сходные по строению профиля, а следовательно, по типу почвообразования, типы почв образуют, как уже говорилось, семейства почв.

Большинство семейств почв (рис. 7), объединяющих сходные типы, не ограничивается одним поясом, а распространено в нескольких смежных поясах. Некоторые семейства, например иллю-

Представители семейств почв в различных географических

Географический пояс	Семей		
	дерновые кислые	альфегумусовые	альфегумусовые (иллювиально-гумусовые) подзолы
Арктический	арктические дерновые		
Субарктический	субарктические дерново-торфянистые	тундровые подбуры	карликовые подзолы
Умеренно холодный	кислые дерновые (преимущественно вторичные)	таежные подбуры	иллювиально-гумусовые и иллювиально-железистые подзолы
Умеренно теплый	альпийские и субальпийские горно-луговые	горные кислые темно-бурые (криптоподзолистые)	иллювиально-железисто-гумусовые подзолы
Субтропический	альпийские и субальпийские горно-луговые	высокогорные торфянистые кислые, потечно-гумусные	субтропические железистые и железисто-гумусовые подзолы
Тропический и экваториальный	высокогорные альпийские и андийские	высокогорные кислые торфянистые, потечно-гумусные	тропические железистые и гумусовые подзолы

виально-гумусовые подзолы, элювиземно-подзолистые почвы, буроземы, встречаются во всех термических поясах, пересекаемых полем кислых субаэральных почв, от бореального до экваториального. Некоторые семейства встречаются в меньшем диапазоне широт, но все же охватывают два-три термических пояса.

Столь широкий «космополитизм» почв подтверждает основное положение докучаевского почвоведения, а именно: почва представляет собой продукт **совокупного воздействия** и взаимодействия факторов почвообразования. Отсюда следует, что каждый из факторов может в известной степени варьировать, но вековые результаты взаимодействия факторов, запечатлевшиеся в почвенном профиле, оказываются сходными.

Так, если в каком-либо пространственном ряду почв, с возрастающим количеством поступающего ежегодно в почву опада, наблюдается параллельное увеличение скорости гумификации и минерализации органического вещества (обусловленное увеличением длительности периода с высокими температурами и влажностью), то эффект взаимодействия в системе органические остатки — гидротермические условия, выражающийся в количестве накапливающегося в почве гумуса, окажется одинаковым в значительном диа-

Таблица 2

поясах (ассоциация кислых почв)

ство				
буроземы	фульвоферралиты	элювиземно-подзолистые почвы	кислые поверхностно-глеево-элювиальные	тундрово-глеевые
				тундрово-глеевые
кислые бурые лесные		типичные и дерново-подзолистые	глее-подзолистые, подзолистые контактно-глеевые	
типичные и кислые бурые лесные почвы		почвы лёссиве, лёссивированные бурые лесные, вторичные подзолистые	«псевдоподзолы», «псевдоглеи», подбелы	
горные типичные и кислые бурые лесные	желтоземы и красноземы	оподзоленные красноземы и желтоземы	глее-элювиальные (псевдоподзолистые) желтоземы и красноземы	
горные бурые и желтобурые	темно-красные и красно-желтые ферралитные	красно-желтые ферраллитные с дифференцированным профилем (оподзоленные)	глее-эллювиальные (псевдоподзолистые) ферралитные почвы	

пазоне гидротермических условий и параллельно изменяющейся биологической продуктивности.

Если в этом ряду почвообразующая порода одинакова, то и эффект взаимодействия в системе гумусовые кислоты — основания почвообразующей породы оказывается одинаковым. Каков будет этот эффект, зависит от складывающегося в данном ряду соотношения между органическими кислотами и основаниями породы.

В геохимическом поле кислых ульматно-фульватных субаэральных почв при широком отношении свободных органических кислот к основаниям почвообразующей породы на бедных породах легкого состава формируются от субарктического до экваториального пояса, иллювиально-железистые и иллювиально-железисто-гумусовые подзолы; на породах более тяжелого механического состава — элювиземно-подзолистые почвы.

При более узком отношении органических кислот к основаниям образуются нерастворимые органо-минеральные комплексы, оподзоливания не происходит: в условиях холодного и умеренно холодного климата образуется ряд кислых альфегумусовых почв, со значительным накоплением в профиле гумуса. Ареал их в системе термических поясов на равнинах менее широк, чем подзолистых

Представители семейств почв в различных географических поясах

Географический пояс	Семей			
	дерновые кальций-гумусовые	элювиземно-кальций-гумусовые	ферроземы	кальций-гумусовые оглиненные
Арктический	—	—	—	—
Субарктический	—	—	—	—
Умеренно холодный	выщелоченные и оподзоленные черноземы	серые лесные		
Умеренно теплый	черноземовидные почвы прерий (бруниземы)	серые лесные (преимущественно горные)		коричневые
Субтропический	черные и красновато-черные почвы субтропических прерий			коричневые, красно-коричневые, серо-коричневые
Тропический и экваториальный	черные и красновато-черные почвы тропических прерий		красные и красно-бурые почвы саванн	коричнево-красные почвы

почв, — это субарктический и умеренно холодный пояса. Однако в горных условиях, где минерализация органических веществ идет медленно, представители семейства альфегумусовых почв проникают во все географические пояса: от субарктического до экваториального. Естественно, что для единовременного связывания большого количества органических кислот полуторными окислами необходима почвообразующая порода, богатая соединениями железа и алюминия в форме первичных или вторичных минералов. Поэтому формирование альфегумусовых почв связано с породами определенного состава — часто слабовыветрелыми элювио-делювиями, богатыми первичными железосодержащими минералами или с корами выветривания основных пород.

На рис. 7 видно, что горные альфегумусовые почвы распространены от субарктического пояса до экваториального: и количество поступающих органических веществ, и скорость их гумификации и минерализации в этом ряду увеличиваются. Эффект более высокой биохимической активности почв более низких широт проявляется в высокой скорости выветривания, а следовательно, освобождении из первичных минералов соединений железа и алюминия и пополнении таким образом количества этих элементов, участвующих в реакциях связывания органических веществ. Более полная мобилизация общих запасов этих элементов делает возможным форми-

Таблица 3

(ассоциации кислотно-щелочных, нейтрально-щелочных и щелочных почв)

ство				
слитоземы	кальций-гумусовые степные	фульватно-ксеро-карбонатные	карбонатно-гипсовые ксеро-солонцовые	солонцы и солоди
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
	черноземы, каштановые почвы	бурые пустынно-степные несолонцеватые	бурые пустынно-степные солонцеватые	солонцы и солоди лесостепные
смолницы	черноземы, каштановые почвы, горные степные почвы	бурые пустынно-степные несолонцеватые	бурые пустынно-степные солонцеватые, серо-бурые	солонцы и солоди степей умеренного пояса
смолницы, тирсы	горные степные почвы	сероземы высокогорные пустынно-степные	субтропические пустынные солонцеватые	солонцы и солоди субтропические
черные и серые глинистые тропические почвы (темноцветные слитые монтмориллонитовые, или вертисоли)		тропические пустынные карбонатные	тропические пустынные гипсовые	солонцы и солоди тропические

рование альфегумусовых почв в субтропиках и тропиках при более широком диапазоне валовых содержаний железа и алюминия в породе, чем в субарктическом и умеренно холодном поясах.

Семейство буроземов (см. рис. 7) распространено на равнинах и в горах суббореального, субтропического и тропического поясов. Их образование связано с породами, богатыми основаниями. Буроземообразование идет в условиях более теплого климата, чем образование альфегумусовых почв, поэтому органические вещества в них быстро минерализуются и содержание гумуса не столь велико. Эффектом взаимодействия органической и минеральной составляющей почв является некоторое количество органо-минеральных соединений (ульматов и фульватов железа) и образовавшихся в результате биохимического внутрипочвенного выветривания вторичных глинных минералов, гидрослюдистого и иллит-монтмориллонитового состава, т. е. продуктов стадии сиаллитного выветривания. Скорость процессов внутрипочвенного выветривания при достаточном увлажнении увеличивается от холодных к более теплым поясам.

На древних элементах рельефа в условиях влажного субтропического и тропического климатов выветривание достигло ферраллитной стадии и здесь господствуют почвы, принадлежащие семейству фульвоферраллитов. Но на самых молодых элементах рельефа

фа, где обнажаются слабовыветрелые породы, или на молодых аккумулятивных поверхностях (террасах, конусах выноса), сложенных слабовыветрелым материалом, формируются буроземные сиаллитные почвы или красноземные ферсиаллитно-аллитные.

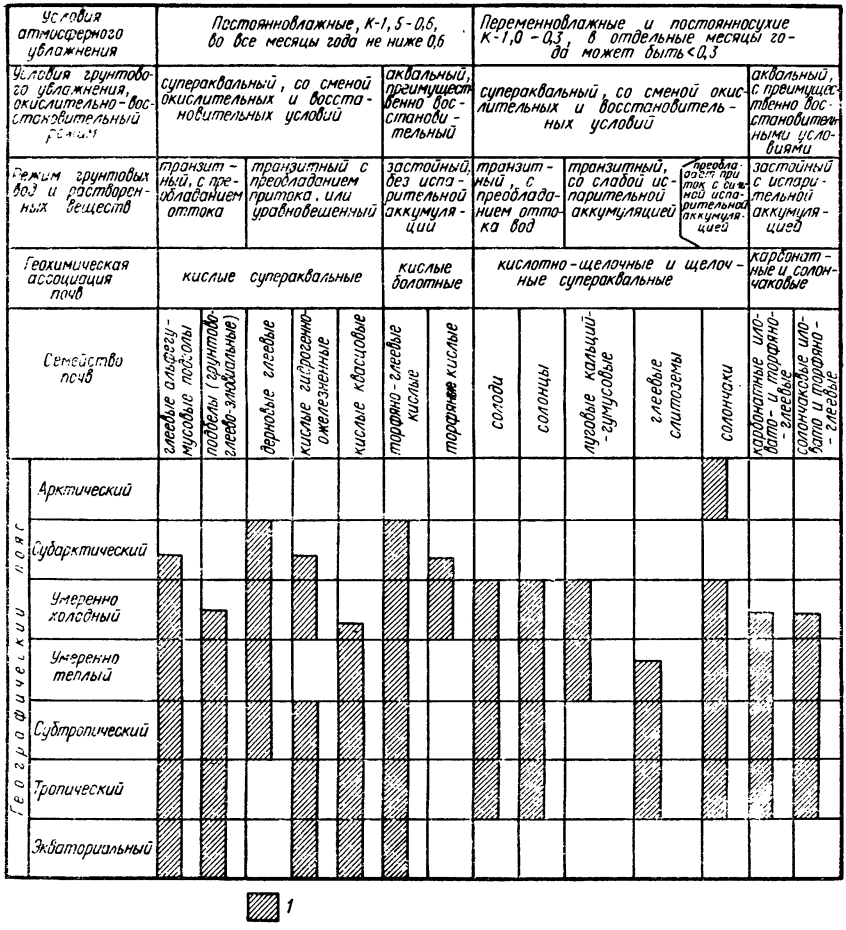


Рис. 8. Распространение геохимических ассоциаций супераквальных почв по географическим поясам и зонам увлажнения.
1 — ареалы семейств почв

В умеренных поясах, где выветривание идет медленнее, буроземные почвы распространены как на молодых, так и на более древних поверхностях. Следовательно, в формировании и распространении буроземов и фульвоферралитов имеет значение не только основность исходной материнской породы, но и стадия выветривания, т. е. возраст коры выветривания и возраст почв.

В поле кислотно-щелочных и нейтрально-щелочных почв ареалы отдельных семейств не столь велики, как в поле кислых почв. Но и здесь большинство семейств распространено в 2—3 смежных поясах. Некоторые из них связаны с определенными биоклиматическими условиями и типами кор выветривания. Например, феррозе-мы — с ферсиаллитной корой выветривания, слитоземы — с монтмориллонитовой остаточной корой выветривания основных пород или аккумулятивной монтмориллонитовой корой, обладающих своеобразным минералогическим составом и физическими свойствами. Таковы плиоценовые монтмориллонитовые глины, широко распространенные в странах Европейского Средиземья. В других случаях широкий ареал семейства в системе термических поясов связан с распространением определенного типа растительных формаций. Так, кальций-гумусовые степные почвы распространены в умеренно холодном, умеренно теплом и отчасти субтропическом поясах, а в горных условиях встречаются и в тропических. Они связаны со степной растительностью: в бореальном и суббореальном поясах — с разнотравно-типчаково-ковыльными и типчаково-пырейными и типчаково-ковыльными степями, в субтропическом поясе — плотнодерновинными степями с аристидой (в Северной Америке), разнотравно-злаковыми ассоциациями в Аргентинской пампе.

Непромывной режим, наличие в течение года сухого периода, обильное поступление в почвы наземных и особенно подземных растительных остатков обусловливают сходство профиля этих почв с характерными горизонтами накопления насыщенного кальцием гумуса и лежащего глубже горизонта накопления карбонатов. Это семейство представлено различными по количеству гумуса и характеру карбонатного профиля черноземами и каштановыми почвами.

На рис. 4 ареал кальций-гумусовых степных почв хорошо очерчивается системой замкнутых изолиний, указывающих на повышенное содержание гумуса в гидрорядах с коэффициентом увлажнения от 0,6 до 1,2 и в терморядах со среднегодовыми температурами от —6 до +14°.

При периодически промывном режиме в таком же диапазоне термических условий формируются дерновые кальций-гумусовые почвы, представленные в умеренно холодном поясе выщелоченными и оподзоленными черноземами, в умеренно теплом — черноземовидными почвами прерий (бруниземами), в субтропическом и тропическом — черными и красновато-черными почвами прерий (руброземами).

Кальций-гумусовые оглиненные почвы ограничены субтропическим и тропическим поясами, где представлены коричневыми и коричнево-красными почвами (см. рис. 7).

Схожи в широком диапазоне термических условий представители семейств фульватно-ксеро-карбонатных и карбонатно-гипсовых ксеро-солонцовых почв, распространенные в полупустынях и пустынях умеренно холодного, субтропического и тропического поясов.

Ярко выраженное субаэральное соленакопление при непромывном режиме, быстрая минерализация органических веществ определяют основные черты профиля пустынных почв. Несколько большее или меньшее обезвоживание гидратов окислов железа (связанное с температурными условиями) не является столь существенным признаком, который бы позволил рассматривать почвы тропических пустынь как самостоятельное семейство.

Некоторые семейства субаэральных почв обнаруживают пластичность не только по отношению к термическим условиям, но в известных пределах и к условиям атмосферного увлажнения, определяющих характер водного режима, они встречаются в соседних по степени увлажнения почвенно-геохимических полях. Например, семейство дерновых кальций-гумусовых почв, распространенное в основном в пределах поля кислотно-щелочных почв, проникает в поле кислых субаэральных почв в областях распространения карбонатных почвообразующих пород: известняков, мергелей и различного рода карбонатных рыхлых отложений. Семейство ферраллитных почв, основной ареал которого — влажные субтропики и тропики, широко распространено в переменно-влажных областях вторичных саванн среди ферроземов, где связано с самыми бедными древними ферраллитными корами выветривания. Семейство ксеросолонцовых почв с субаэральным соленакоплением распространено в поле щелочных почв наиболее аридных областей Земли. Однако в случае появления засоленных почвообразующих пород, содержащих соли натрия, субаэральные ксеро-солонцовые почвы появляются в поле нейтрально-щелочных почв.

Столь же существенное значение имеет и механический состав почвообразующих пород. Так, в поле кислых субаэральных оглеенных почв тундровой зоны, приуроченных к породам среднего и тяжелого механического состава, появление песчаных или хрящеватощебенистых почвообразующих пород сопровождается появлением семейства подбуров, принадлежащих к кислым субаэральным почвам с окислительным режимом. При одинаковом соотношении осадков и испаряемости на породах слабоводопроницаемых, влагоемких, с льдистой вечной мерзлотой развивается оглеение, а на породах хорошо водопроницаемых, с «сухой» мерзлотой, не образующей водоупора, оглеения нет. Столь же существенное значение имеет механический состав почвообразующих пород в распределении семейств кислых глеево-элювиальных почв и подзолов в северной части таежной зоны.

На границе полей нейтрально-щелочных и щелочных почв, например на границе степей и полупустынь, с породами легкого механического состава (супесями, песками) связаны наиболее промытые почвы, с большим запасом доступной растениям влаги. Нейтрально-щелочные незасоленные и несолонцеватые степные почвы по породам легкого механического состава далеко проникают в поле ксеро-карбонатных и ксеро-солонцовых пустынных почв.

Приведенные примеры показывают, насколько разнообразны

Таблица 4

Некоторые широко распространенные типы почв

Семейство почв	Географический пояс					
	Арктический	Субарктический	Умеренно холодный	Умеренно теплый	Субтропический	Тропический и экваториальный
1	2	3	4	5	6	7
Кислые дерновые	дерновые арктические слабокислые	дерновые субарктические	дерновые кислые	субальпийские и альпийские горно-луговые		
Альфегумусовые	—	тундровые подбуры	таежные подбуры, таежные ожелезненные мерзлотные	горные кислые темно-бурые криптоподзолистые	высокогорные сиаллитно-аллитные многогумусные	
Альфегумусовые подзолы	—	карликовые подзолы	иллювиально-гумусовые и иллювиально-железистые подзолы умеренного пояса		иллювиально-гумусовые и иллювиально-железистые подзолы жарких поясов	
Буроземы	—	—	буротаежные, бурые лесные (лесные кислые неоподзоленные)	горные буротаежные, бурые лесные	горные бурые лесные	тропические бурые сиаллитные
Фульвоферраллиты	—	—	—	—	желтоземы и красноземы	красно-желтые ферраллитные
Подзолоземы (элювиземно-подзолистые)	—	—	таежно-подзолистые почвы, мерзлотные таежно-подзолистые	серо-бурые оподзоленные (почвы лессиве), параподзолы	оподзоленные желтоземы и красноземы	оподзоленные ферраллитные

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
Кислые (элювиально-глеевые	—	—	глее-подзолистые подзолистые контактно-глеевые	подбелы (псевдоподзолы, псевдоглеи)	элювиально-глеевые желтоземы и красноземы	элювиально-глеевые ферраллитные
Дерновые кальций-гумусовые	—	—	дерново-карбонатные (рендзины) перегнойно-карбонатные		черные и красновато-черные почвы прерий субтропиков и тропиков (руброземы)	
			выщелоченные и оподзоленные черноземы	черноземовидные почвы прерий (бруниземы)		
Элювиземно-кальций-гумусовые	—	—	серые лесные почвы			
			палевые таежные осолоделые			
Ферроземы	—	—	—	—	—	красные почвы саванн
Кальций-гумусовые оглиненные	—	—	—	слитные черноземы	коричневые почвы серо-коричневые почвы	коричневые и красно-коричневые почвы красно-бурые почвы саванн

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
Слитоземы	—	—	—	—	смолницы тирсы (черные слитые субтропические вертисоли)	черные тропические (вертисоли)
Кальций-гумусовые степные	—	—	черноземы каштановые почвы (равнинные и горные)		горные черноземы, горные каштановые	высокогорные степные
Фульватно-ксеро-карбонатные	карбонатные такыровидные полярных пустынь	—	бурые пустынно-степные (несолонцеватые)		сероземы равнинные и горные	тропические пустынные карбонатные равнинные и горные
Карбонатно-гипсовые ксеросолонцовые	—	—	бурые пустынно-степные солонцеватые			красновато-бурые пустынные
			солонцы степные	серо-бурые пустынные солонцеватые солонцы пустынные		
Солонцы	—	—	солонцы луговые солонцы лугово-пустынные		солонцы луговые субтропические	солонцы луговые тропические

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7
Солоди	—	—	солоди мерзлотные	солоди умеренного пояса	солоди субтропические	солоди тропические
Солончаки	солончаки арктические	тундрово-солончаковые	солончаки мерзлотные	солончаки степные и пустынные	солончаки субтропические	солончаки тропические
Луговые (глеевые, кальций-гумусовые)	—	—	дерново-карбонатные глеевые			
			лугово-черноземные лугово-каштановые			
				черноземовидные прерий глеевые	луговые субтропические	красновато-черные прерий глеевые
Кислые гидрогенно-ожелезненные	—	—	ожелезненные торфяно-глеевые и торфяные низинных болот		латеритные глеевые	
Иловато-болотные кислые	—	—	иловато-болотные иловато-торфяно-болотные		болотные субтропические	болотные тропические
Торфяно-болотные кислые	—	тундрово-болотные	болотные верховые	—	—	—
Карбонатные болотные	—	—	болотные карбонатные низинные		лугово-болотные субтропические	лугово-болотные тропические
			лугово-болотные			

взаимокомпенсирующие друг друга почвообразующие факторы: атмосферное увлажнение, скорость выветривания, гумификации и минерализации органических остатков, богатство основаниями почвообразующих пород, их механический состав и, наконец, длительность течения почвообразовательного процесса, т. е. возраст почв.

Сложное взаимодействие и взаиморегулирование названных факторов проявляется в географии семейств почв и подчиняется закону географической пластичности семейств почв, который может быть сформулирован следующим образом. Взаимодействие и взаимокомпенсация факторов почвообразования приводят в определенном диапазоне гидротермических условий к одинаковому эффекту взаимодействия минеральной и органической частей почв и формированию почвенного профиля с одинаковым составом и расположением генетических горизонтов, т. е. почв, принадлежащих одному семейству.

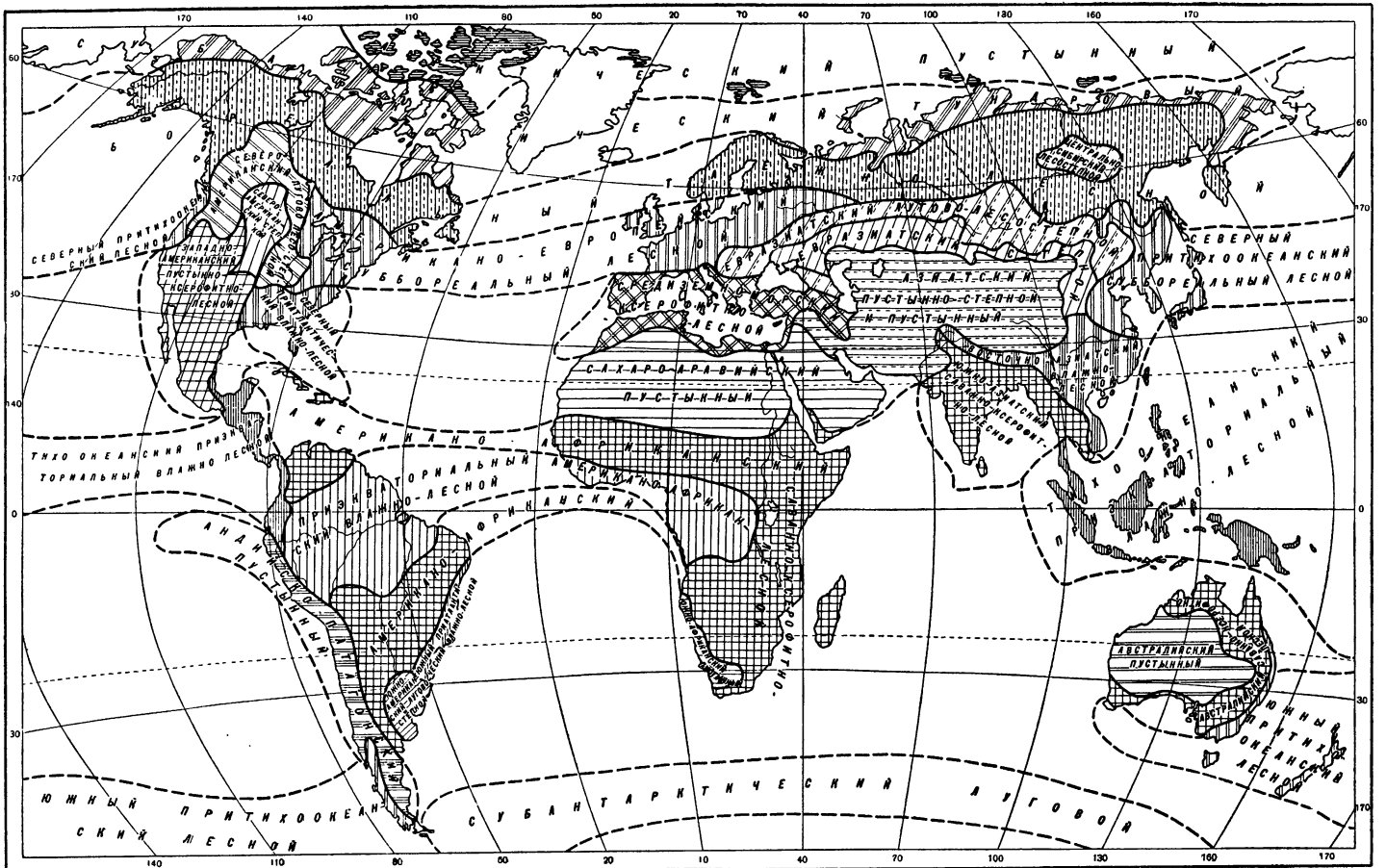
Пластичность семейств и взаимопроникновение их ареалов обусловливают существование в одних и тех же гидротермических, а следовательно и биоклиматических, условиях не одного, а нескольких семейств субаэральных почв, или для одной почвенной зоны нескольких типов субаэральных почв. В табл. 4 дан перечень основных семейств почв и названы главные типы почв — представители семейств в различных географических поясах.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СЕМЕЙСТВ ПОЧВ СУПЕРАКВАЛЬНОГО И АКВАЛЬНОГО РЯДОВ ПО ГЕОГРАФИЧЕСКИМ ПОЯСАМ

Большинство семейств гидроморфных почв также имеют представителей в широком диапазоне географических поясов (рис. 8). Так, солоди, солонцы, солончаки распространены в бореальном, суббореальном, субтропическом и тропическом поясах; солончаки распространены, кроме того, в арктических пустынях. Еще в большем диапазоне термических условий распространены глеевые альфегумусовые подзолы, подбелы (или грунтово-глеево-элювиальные почвы), кислые торфяно-глеевые почвы, кислые квасцовые почвы, образующиеся в дельтах рек, впадающих в моря и океаны, кислые гидрогенно-ожелезненные почвы и ряд других.

Но есть семейства гидрогенных почв с ограниченными ареалами. Таковы кислые торфяные почвы, луговые кальций-гумусовые почвы, дерновые глеевые почвы, образование которых ограничено не только определенным составом вод и окислительно-восстановительным режимом, но и термическими условиями, с которыми связана интенсивность испарения, а следовательно, гидрогенной аккумуляции, интенсивность выветривания и преобразования алюмосиликатной части супераквальных и аквальных почв.

Например, луговые кальций-гумусовые почвы в условиях более теплого субтропического и тропического климатов замещаются гле-


Северный Ледовитый океан
Тихий океан
Атлантический океан
Индийский океан
Южный Ледовитый океан
Северная Америка
Южная Америка
Евразия
Африка
Австралия
Субантарктический лесной
Субантарктический пустынный
Субантарктический луговой
Южный Притихоокеанский лесной
Австралийский пустынный
Австралийский степной
Австралийский лесной
Южный Притихоокеанский лесной
Субантарктический луговой
Субантарктический пустынный
Субантарктический лесной
Северный Притихоокеанский лесной
Северный Притихоокеанский лесной
Северный Ледовитый океан
Северный Ледовитый океан
Северный Ледовитый океан

евыми слитоземами, в которых наиболее заметно не гумусонакопление, а гидрогенное минералообразование — оглинивание. Дерновые глеевые почвы в тропическом и экваториальном поясах замещаются дерновыми гидрогенно-ожелезненными.

Почвенные секторы. Семейства почв, находящиеся в одном почвенно-геохимическом поле, обладают различной степенью пластичности по отношению к термическим условиям. Одни семейства распространены почти во всех географических поясах, как на равнинах, так и в горах, другие ограничены одним или несколькими поясами; некоторые семейства, распространенные в одних поясах и на равнинах и в горах, в других — встречаются только в горных условиях (см. рис. 7). В результате в пределах почвенно-геохимического поля или на границе двух соседних полей обособляются участки со специфическим, не повторяющимся на остальном пространстве поля составом семейств субаэральных почв. На рис. 7 эти участки полей очерчены и показаны различными номерами. Они рассматриваются нами как определенные почвенно-географические единицы и названы почвенными секторами.

Почвенные секторы — это части почвенно-геохимических полей, характеризующиеся специфическим для данного отрезка поля составом семейств субаэральных почв.

Как видно из рис. 7, почвенный покров большинства секторов слагается не одним, а несколькими семействами субаэральных почв, представленных одним или несколькими типами почв.

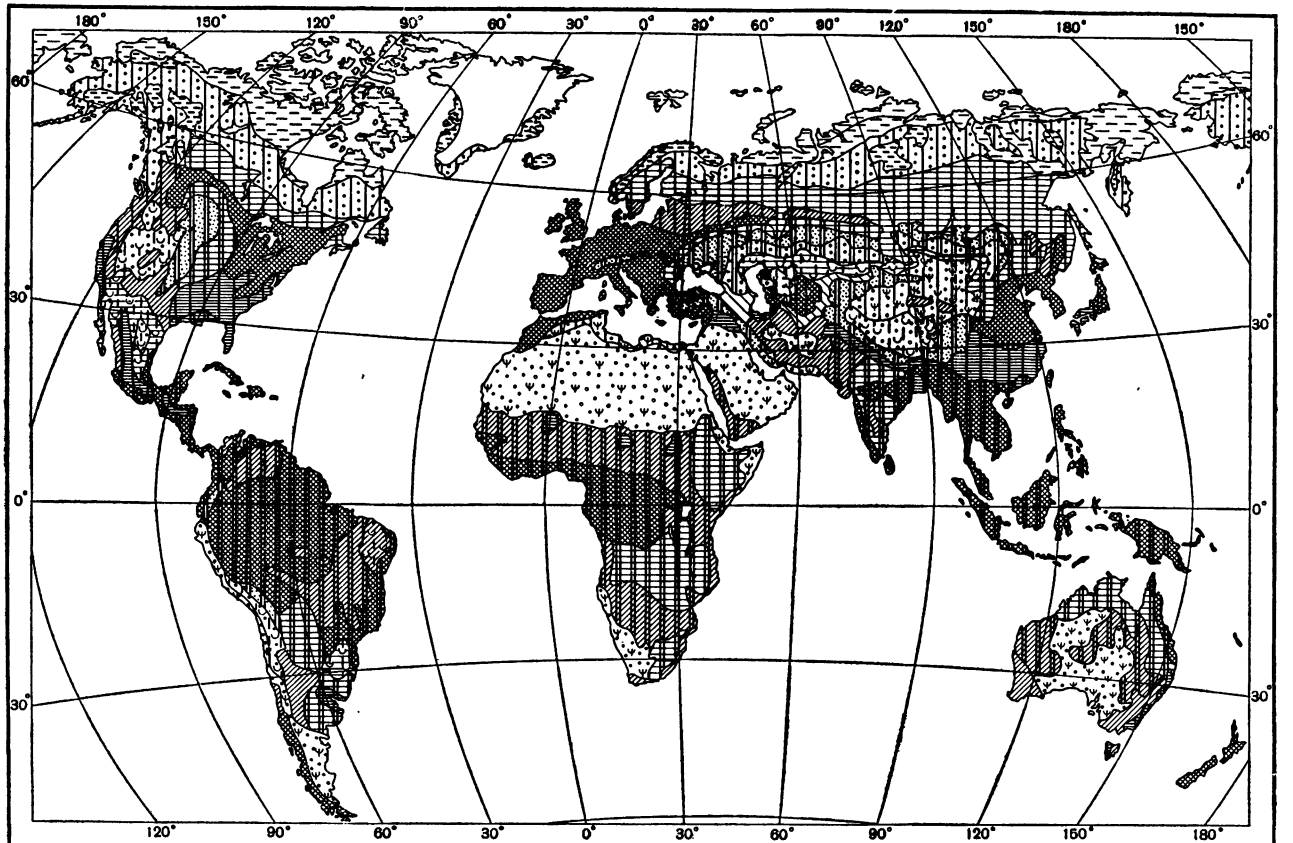
В реальных условиях на континентах мира состав семейств почв, участвующих в сложении почвенного покрова секторов, еще более многообразен, чем это показано на рис. 7.

Почвенные секторы — это очень крупные почвенно-географические единицы, включающие группы близких типов зональных природных ландшафтов. Так же как и почвенно-геохимические поля, почвенные секторы характеризуют мегаструктуру почвенного покрова.

На рис. 9 показано разделение суши Земли на 29 почвенных секторов. Секторы, сходные по составу семейств субаэральных почв, объединены в один тип, что подчеркивается одинаковой штриховкой на схеме районирования. Выделяется 16 типов секторов.

В своих границах секторы совпадают с ареалами основных типов растительных формаций: полярными пустынями, тундрами, тайгой бореального пояса, суббореальными смешанными и широколиственными лесами, ксерофитными субтропическими лесами, степями, саваннами и пустынями. Это подчеркивается названиями секторов, показывающих их ландшафтную приуроченность.

Сопоставление схемы почвенных секторов (см. рис. 9) и схемы емкости и типов биологического кругооборота (рис. 10), составленной Н. И. Базилевич и Л. Е. Родиным (1968), показывает сходство значительной части контуров обеих схем. Однако схема типов биологического кругооборота имеет большее количество выделов, соответствующих ареалам почвенных зон и подзон.


180°
150°
120°
90°
60°
30°
0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°
150°
60°
30°
0°
30°
60°
30°
0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°

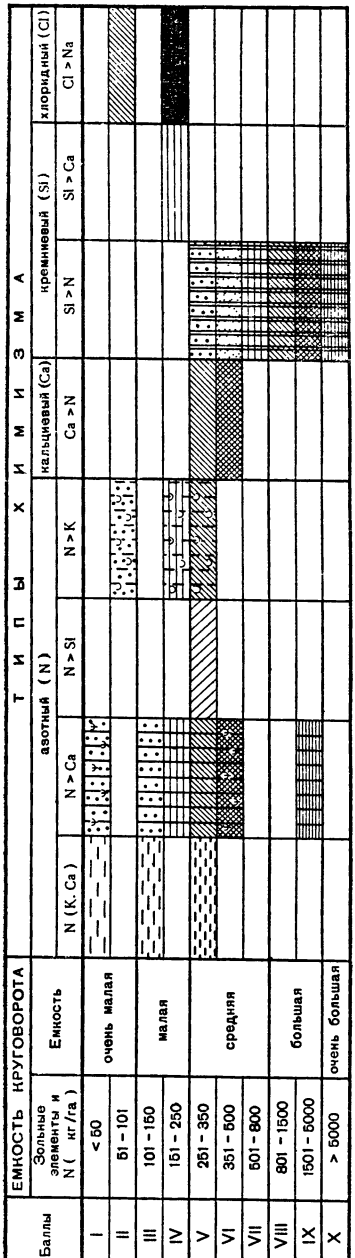


Рис. 10. Емкость и типы химизма биологического круговорота в растительном покрове суши Земли (по Л. Е. Родину, Н. И. Базилевич, 1968)

Почвенные секторы имеют различную протяженность и форму. В северном полушарии в островной части Высокой Арктики выделяется арктический пустынный сектор. Его аналогом в южном полушарии является не показанный на рис. 9 Антарктический пустынный сектор.

Два наиболее монолитных сектора северного полушария Субарктический тундровый и Бореальный лесной имеют форму широтно-вытянутых поясов, пересекающих Евразиатский и Северо-Американский континенты. Им нет аналогов в южном полушарии. В субантарктической части южного полушария, представленной лишь островной сушей, выделяется Субантарктический луговой сектор.

Некоторые секторы северного полушария, хотя и имеют вытянутую в широтном или долготном направлениях форму, замыкаются внутри континентов. Таковы лесо-луговостепные и степные секторы Евразии и Северной Америки.

Другие секторы локализуются в краевых приокеанических частях и образуют как бы мосты между соседними континентами. К ним относятся лесные секторы северного и южного полушарий: Американо-Европейский лесной, Северный притихоокеанский лесной и Южный притихоокеанский лесной. Подобный же межконтинентальный характер имеют приэкваториальный Американо-Африканский влажнолесной сектор, Американо-Африканский саванно-ксерофитно-лес-

ной и Индийско-Тихоокеанский экваториальный влажнолесной.

Ряд почвенных секторов, выходящих к морским побережьям, замыкается пределами одного континента. Таковы субтропические влажнолесные секторы, локализованные у восточных побережий континентов: Северный приатлантический влажнолесной, Восточно-Азиатский влажнолесной, Южный приатлантический влажнолесной. Замкнуты пределами одного континента или обрамляют внутриконтинентальные моря, разделяющие соседние континенты,

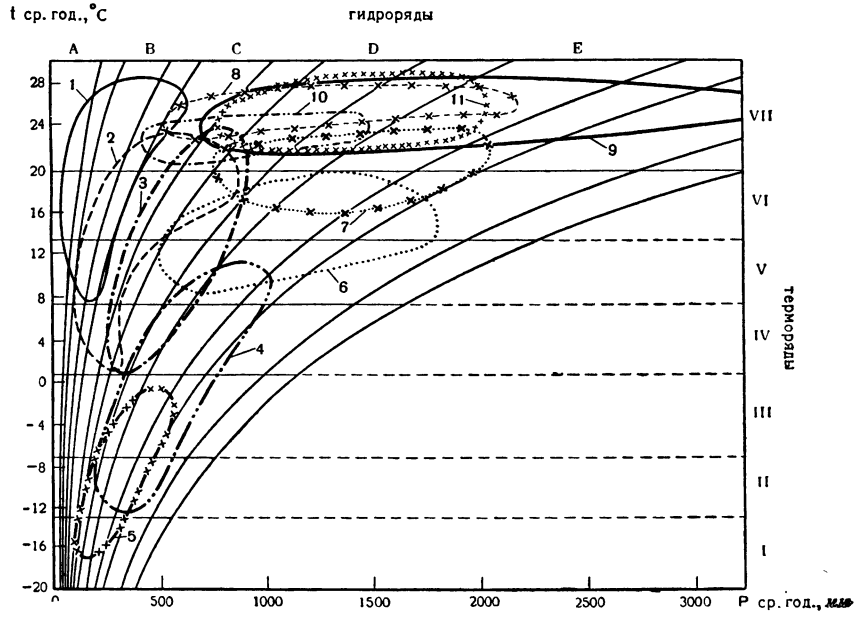


Рис. 11. Климатические ареалы основных почвенных типов мира в гидротермической системе координат (по В. Р. Волобуеву, 1963):

Ареалы: 1 — сероземы и почвы пустынь; 2 — каштановые; 3 — черноземы; 4 — подзолистые почвы; 5 — тундровые почвы; 6 — бурые лесные; 7 — красноземы и желтоземы субтропиков; 8 — латериты; 9 — красноземы тропические; 10 — слабовыщелоченные почвы сухих лесов; 11 — красно-бурые почвы саванн

ксерофитно-лесные и пустынно-ксерофитно-лесные секторы, локализованные в субтропическом и тропическом поясах западных побережий континентов. Таковы Средиземноморский ксерофитно-лесной, Западно-Американский пустынно-ксерофитно-лесной и Андийско-Патагонский пустынный секторы. Замкнуты пределами одного континента саванно-ксерофитно-лесные секторы Южно-Азиатский и Австралийский. Локальны пустынные секторы Центрально-Австралийский и Южно-Африканский. Сахаро-Аравийский и Азиатский пустынный секторы имеют большую протяженность и, смыкаясь, образуют обширный пояс пустынь, охватывающий Северную Африку, и значительные пространства Передней, Средней и Центральной Азии.

ГЛАВА 2

ПОЧВЕННЫЕ ЗОНЫ. БИОКЛИМАТОГЕННЫЕ РАВНИННО- И ГОРНОЗОНАЛЬНЫЕ МАКРОСТРУКТУРЫ

ЗОНАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ

Со времени Докучаева, Сибирцева, Высоцкого в почвоведении существовало представление о почвенных зонах как ареалах зональных типов почв. Для каждой зоны назывался какой-либо один, в редких случаях два, тип «нормальной» плакорной зональной почвы, т. е. такой почвы, которая сформировалась в условиях равнинного рельефа, увлажняется лишь за счет атмосферных осадков, не смывается, не намывается и не получает притока веществ со стороны. Нормальная зональная почва образуется на породах средней водопроницаемости (суглинках), не выделяющихся какими-либо специфическими особенностями химического состава. В классификации почв Е. Н. Ивановой и Н. Н. Розова подобные почвы объединяются в ряд биогенных зональных почв. Почвы на песчаных наносах или на породах особого химического состава, например на продуктах выветривания известняков, рассматриваются как почвы интразональные и объединяются в особый ряд биолитогенных почв. К интразональным относятся также почвы гидроморфные, образующиеся при участии грунтовых вод, они объединяются в биогидрогенный ряд.

Новые материалы по географии и генезису почв ранее малоизученных территорий (в СССР—Сибири и Дальнего Востока, муссонной Юго-Восточной Азии, Африки, Южной Америки и других территорий) показали, что почвы, в отдельных частях зоны занимающие небольшие пространства (и поэтому отнесенные к интразональным), в других ее частях главенствуют и образуют основной зональный почвенный фон. Последнее особенно касается биолитогенных почв, многие из которых даже не выделялись в особый тип, а рассматривались в ранге родов почв.

Выше было показано, что в пределах одного почвенного сектора распространены не один, а несколько семейств субаэральных почв, представленных определенными типами зональных субаэральных почв.

Ю. А. Ливеровский (1965), утверждая необходимость выделения в пределах почвенной зоны нескольких зональных типов почв, дал следующее определение зональным почвенным типам: 1) зональные почвы являются синонимом плакорных почв, т. е. они, кроме атмосферных осадков, не получают дополнительного увлажнения; 2) зональные почвы формируются на породах любого механического состава; 3) степень атмосферного увлажнения может быть в ряде случаев настолько велика, что даже в плакорных условиях, при слаборасчлененном рельефе формируются гидроморфные почвы, которые следует рассматривать как зональные (например, тундровые глеевые, торфянисто-болотные верховых болот, глеево-подзолистые северной тайги и др.); 4) зональными (плакорными) могут быть в пределах одной и той же зоны не один, а несколько типов почв.

К названным Ю. А. Ливеровским четырем критериям выделения зональных почв можно добавить еще пятый. Зональные почвы формируются на породах любого минералогического состава.

Сказанное выше позволяет сформулировать закон множественности зональных типов почв следующим образом: разнообразие сочетаний биоклиматических факторов с факторами литологическими и историкогенетическими обусловливает существование в пределах одной и той же почвенной зоны нескольких зональных типов почв.

Соотношение и распространение свойственных данной зоне зональных типов почв определяется в первую очередь закономерностями распространения различных почвообразующих пород, а также различия в истории формирования ландшафтов и почвенного покрова отдельных, входящих в данную зону, территорий.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СВЯЗИ НЕКОТОРЫХ ЗОНАЛЬНЫХ ТИПОВ ПОЧВ С ГИДРОТЕРМИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

В. Р. Волобуев на основании исследований связи почв и растительности с гидротермическими условиями установил значения градаций тепла (выраженного в радиационном балансе) и градаций увлажненности (выраженной в виде коэффициента относительной увлажненности).

$$K = \frac{P \text{ (годовое количество осадков)}}{En \text{ (испаряемость)}},$$

с которым связаны географические рубежи (границы ареалов типов почв и растительности).

Было установлено, что все разнообразие условий увлажнения можно объединить в семь групп или гидрорядов, получивших буквенное обозначение: A — пустынный; B — полупустынный; C — сухостепной; D — уравновешенного увлажнения; E, F; G — влажные (табл. 5).

Таблица 5

Рубежные значения K на границе терморядов

Индекс рядов	AB/B	BC/C	CD/D	DE/E	EF/F	F/G	G
Значения K	0,20	0,42	0,73	1,20	1,87	2,75	3,53

Существующее на континентах мира разнообразие термических условий также можно объединить в семь групп, или терморядов, рубежные значения которых, выраженные через радиационный баланс R в килокалориях, приведены в табл. 6.

Сопряженный анализ Почвенной карты Мира, карты растительности, карты радиационного баланса и увлажненности позволил В. Р. Волобуеву (1953) установить гидротермические поля, с которыми связаны основные типы растительности и почв (рис. 11). График, иллюстрирующий связь растительности и почв с гидрорядами и терморядами, составлен в прямоугольной системе координат, по оси абсцисс показаны гидроряды, с рубежными значениями K, приведенными в табл. 5, а по оси ординат — терморяды, с рубежными значениями радиационного баланса, показанными в табл. 6.

Таблица 6

Рубежные значения R на границе терморядов

Терморяды	I/II	II/III	III/IV	IV/V	V/VI	VI/VII
R, *к/кал*	6,0	11,0	21,5	35,0	49,5	70,0

График (см. рис. 11) показывает определенную локализацию ареалов зональных почв и растительности в системе гидротерморядов. Однако многие типы почв, как например, сероземы, бурые пустынно-степные почвы, каштановые почвы, черноземы встречаются в широком диапазоне термических условий. Ряд типов, наоборот, более строго привязан к терморядам, как например, черные и красно-бурые почвы саванн, желтоземы, красноземы, но ареалы их захватывают несколько гидрорядов.

Большинство ареалов зональных типов почв не строго локализованы: в определенных гидротермических условиях совмещаются два, три и даже четыре ареала, что подтверждает закон множественности зональных типов почв.

АЗОНАЛЬНЫЕ И ИНТРАЗОНАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ

В почвоведении наряду с понятием «зональные почвы» существуют введенные Н. М. Сибирцевым (1903) понятия об «интразо-

нальных» и «азональных» почвах. К азональным почвам Сибирцев относит молодые каменистые или рыхло-песчаные почвы, почвы на

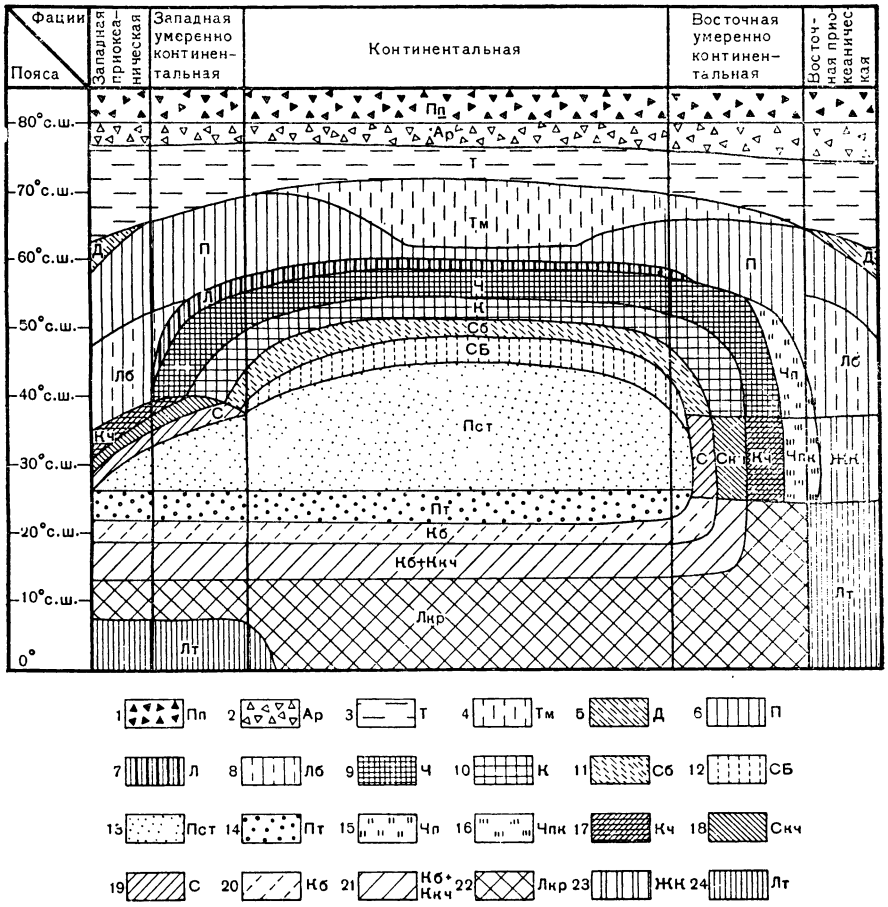


Рис. 12. Схема горизонтальных почвенных зон северного полушария на «идеальном континенте».

Зоны: Пп — полярных пустынных почв; Ар — арктотундровых почв; Т — тундровых; Тм — таежно-мерзлотных (кислых неоподзоленных); Д — торфянисто-дерновых субарктических; П — подзолов и подзолистых почв; Л — серых лесных; Лб — бурых лесных и бурых лесных оподзоленных; Ч — черноземов; К — каштановых; Сб — бурых пустынно-степных; Пст — почв субтропических пустынь; Пт — почв тропических пустынь; Чп — черноземовидных почв прерий; Чпк — красно-черных почв субтропических прерий; Кч — коричневых; Скч — серо-коричневых; С — сероземов; Кб — красновато-бурых почв опустыненных саванн; Кб + Ккч — красно-бурых и коричнево-красных почв саванн и ксерофитных лесов и кустарников; Лкр — красных альферритных почв высокотравных саванн и тропических редколесий; Жк — желтоземов и краснозем; Лт — красно-желтых и красных ферраллитных почв

свежем аллювии, которые еще не успели приобрести черты, свойственных почвам данной зоны.

Интразональные почвы, по Сибирцеву, это солонцовые, болотные почвы, почвы на карбонатных породах, не связанные строго с одной зоной, а проходящие через несколько зон.

Н. Н. Розов (1957) считал, что зональные условия почвообразования проявляются и в интразональных почвах, поэтому предложил почвы биолитогенного и биогидрогенного рядов почвообразования, вкрапленных в основной «зональный» фон, называть «внутризональными».

Ю. А. Ливеровский (1965) ограничивает понятие «интразональные» и применяет его лишь к геохимически подчиненным супераквальным почвам. Он относит «биолитогенные» субаэральные, а также геохимически автономные супераквальные почвы (например, почвы верховых болот) к зональной группе.

Такое ограничение делает понятие «интразональные» более определенным.

Гидротермический режим почв грунтового увлажнения в значительной мере меньше связан с атмосферным климатом, чем субаэральных почв, поэтому ареалы типов и семейств супераквальных и аквальных почв располагаются в широком диапазоне климатических условий.

ПОЧВЕННЫЕ ЗОНЫ

Со времени Докучаева и Сибирцева почвенные зоны рассматриваются как основные почвенно-географические единицы, из которых складываются более крупные и сложные почвенно-географические регионы.

Ю. А. Ливеровский в соответствии с представлениями о зональных и интразональных типах почв, изложенных выше, дал следующее определение почвенным зонам.

Почвенные зоны — это ареал определенного типа почвенных сочетаний, в состав которых наряду с одним или несколькими типами плакорных (субаэральных) почв входят также сопряженные с ними типы почв, развивающиеся в интразональных (супераквальных, геохимически подчиненных) условиях.

В настоящее время в названии почвенных зон упоминается лишь один тип зональной почвы, чаще всего самой распространенной или наиболее известной (например, зона тундровых, подзолистых, серых лесных почв и т. д.). В действительности же в каждой из зон имеется несколько зональных типов, часто принадлежащих различным семействам.

Так, в зоне тундровых почв наряду с тундровыми глеевыми распространены дерновые субарктические, тундровые подбуры, карликовые иллювиально-гумусовые подзолы. В зоне подзолистых почв, кроме подзолов и элювиземно-подзолистых [1], распространены по-

[1] Почв, в которых совмещаются процессы оподзоливания и лессиважа.

верхностно-глеево-элювиальные, торфяно-глеевые верховых болот (атмосферного питания), кислые неоподзоленные почвы, дерновые кислые и дерновые остаточно-карбонатные. Кислые неоподзоленные почвы распространены не менее широко, чем подзолистые. В настоящее время неоподзоленные почвы Карелии, Урала, Сибири, Дальнего Востока, Северной Канады, Швеции получили разные названия: кислые неоподзоленные, буротаежные, подбуры, северные бурые, субарктические бурые. Часть этих почв принадлежит к семейству альфегумусовых, а часть (например, в Южной Швеции) может быть отнесена к семейству буроземов.

В суббореальном поясе в поле кислых ульматно-фульватных почв наряду с бурыми лесными почвами, представителями семейства буроземов, не меньшие, а чаще бóльшие площади занимают элювиземно-подзолистые (бурые лессивированные, бурые оподзоленные) и поверхностно-глеево-элювиальные (псевдоглеевые или псевдоподзолистые).

Во влажных субтропиках и тропиках наряду с красноземами и желтоземами и красно-желтыми ферраллитными почвами в субаэральных условиях не меньшие, а чаще большие площади заняты желтоземно- и красноземно-подзолистыми и поверхностно-глеево-элювиальными почвами, а к молодым элементам рельефа приурочены бурые субтропические и тропические влажнолесные почвы.

В полях кислотно-щелочных почв в суббореальном поясе распространены типы почв, принадлежащие двум семействам: элювиземно-кальций-гумусовых почв (серые лесные) и дерновых кальций-гумусовых почв (выщелоченные и оподзоленные черноземы, черноземовидные почвы прерий, типичные черноземы). В субтропических поясах в поле кислотно-щелочных почв также распространено несколько типов — это черноземовидные и красновато-черные почвы прерий (семейство дерновых кальций-гумусовых почв) и выщелоченные темноцветные слитые почвы (семейство слитоземов). В тропических поясах к названным типам почв прибавляются выщелоченные (лёссивированные) красные почвы саванн (семейство ферроземов).

Поле нейтрально-щелочных почв в умеренном поясе занимают черноземы и каштановые почвы, принадлежащие одному семейству кальций-гумусовых степных почв. В субтропических поясах в этих полях распространены почвы, принадлежащие трем семействам: кальций-гумусовым оглиненным (коричневые и серо-коричневые почвы), слитоземам (смолницы, тирсы) и кальций-гумусовым степным почвам (субтропические черноземы, субтропические каштановые почвы).

Поле щелочных, фульватно-карбонатных почв характеризуется в бореальном и суббореальном поясах представителями двух семейств субаэральных почв: фульватных ксеро-карбонатных, карбонатных ксеро-солонцовых (серо-бурых пустынных).

В субтропическом и тропическом поясах в этом же поле широко распространены почвы на древней ферраллитной, местами силь-

но латеритизованной коре выветривания, образующие особое семейство слабощелочных и нейтральных почв, выделяющихся ярко-красной окраской, значительным содержанием латеритных конкреций, малым содержанием солей, висячим карбонатным горизонтом. Это своеобразные ферроземы, сохранившиеся как реликтовые образования в зонах субтропических и тропических полупустынь и пустынь.

Другим реликтовым феноменом в субтропических и тропических пустынях являются мощные солевые коры (известковые, гипсовые, кремневые), обнажившиеся вследствие дефляции на поверхности почв и отмечающие области распространения в прошлом супераквальных почв с ярко выраженными явлениями гидрогенной аккумуляции солей.

В настоящее время они находятся в субаэральном режиме, сильно сцементированы и представляют материал, который вновь вовлекается в цикл пустынного почвообразования.

СТРУКТУРА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ПОЧВ НА «ИДЕАЛЬНОМ» КОНТИНЕНТЕ И НА РЕАЛЬНЫХ КОНТИНЕНТАХ МИРА

Первоначальные представления о широтной зональности почв по мере накопления фактических данных о почвенном покрове Земли существенно усложнились. В настоящее время термин «широтная зональность» ограничен. Более универсален термин и понятие «горизонтальная зональность», т. е. зональность почвенного покрова на равнинах.

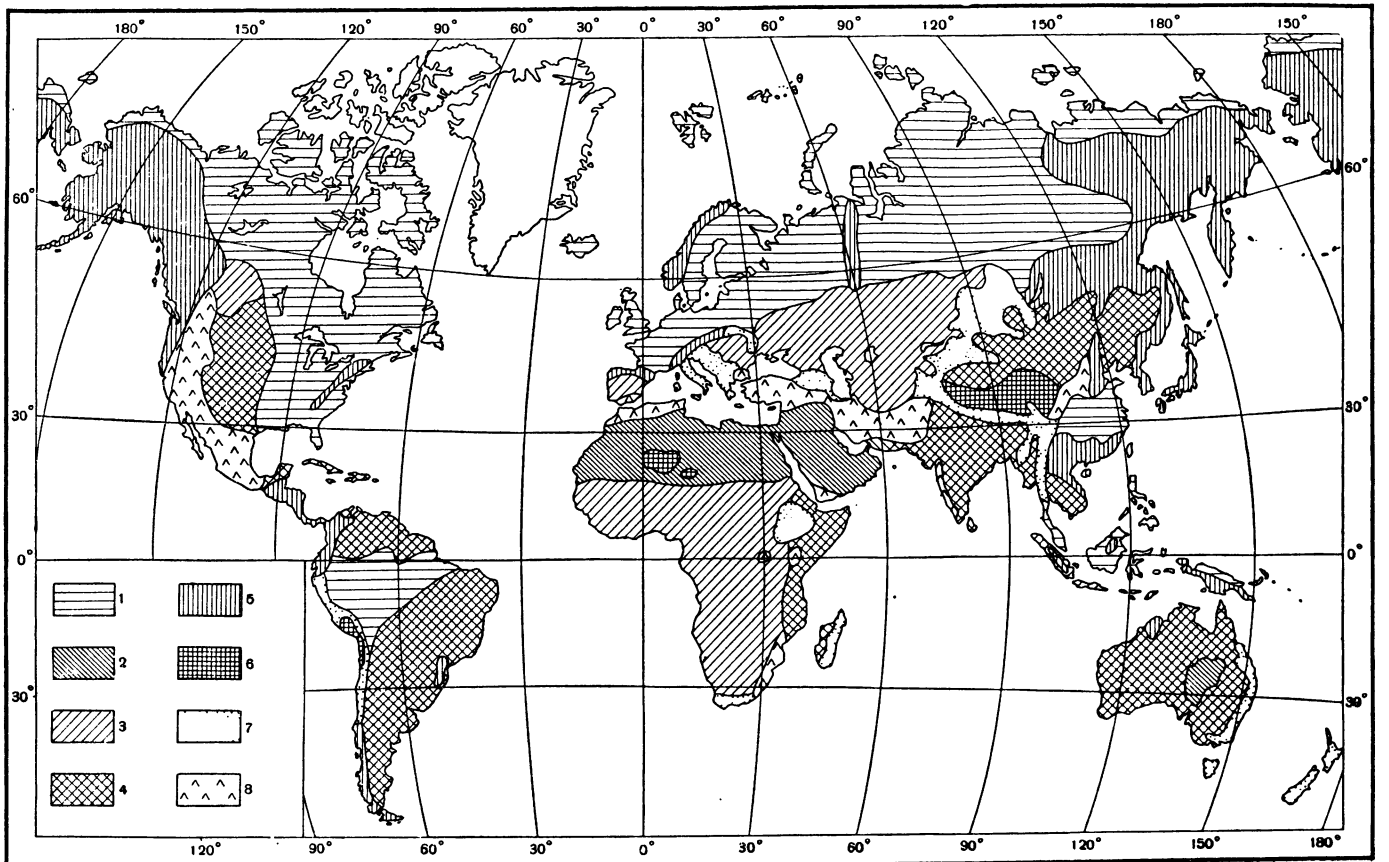
Для рассмотрения наиболее общих закономерностей горизонтальной зональности почв необходимо отвлечься от многих деталей, в частности от неровностей рельефа и размеров суши. Для этого удобно воспользоваться схемой горизонтальных почвенных зон на «идеальном континенте», гипотетическом[2] массиве плоской суши, протягивающейся в северном полушарии от полярных широт до экватора и омываемой с востока и запада океанами (рис. 12). При составлении схемы были использованы и обобщены данные о географии почвенных зон реальных континентов в том виде, как они представлены на почвенных картах Физико-географического атласа Мира (1964). Название зоны дается по преобладающему в почвенном покрове типу почвы.

Рассмотрим структуру горизонтальной почвенной зональности по географическим поясам.

1. Полярный пояс включает три почвенные зоны: 1) зону полярных пустынных почв; 2) аркто-тундровых почв и 3) тундровых (глеевых) почв.

---

[2] Впервые «гипотетический континент» был использован для показа закономерностей географии растений швейцарскими ботаниками Брокманом и Ерошем (1931).


180° 150° 120° 90° 60° 30° 0° 30° 60° 90° 120° 150° 180° 150°
60°
30°
0°
30°
60°
30°
0°
30°
60°
90°
120°
150°
180°
1
2
3
4
5
6
7
8

Зона полярных пустынных почв располагается севернее 75—80° с. ш. В северном полушарии она локализована в северной части Гренландии и Канадского архипелага, на Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа и Северной Земле.

Зона аркто-тундровых почв располагается южнее. Южная граница зоны проходит на 78—73° с. ш.

На реальных континентах — в Северной Америке и в Евразии наиболее южное положение границы зоны арктических почв наблюдается в восточной части континентов. В Северной Америке это связано с выхолаживающим действием ледников Гренландии, а в Восточной Азии — с близким положением к мировому полюсу холода. Эта закономерность — некоторое отклонение южной границы зоны — показана и на схеме идеального континента.

Зона тундровых (глеевых) почв, подобно зоне арктических почв, протягивается в виде сплошной, широтно вытянутой полосы через весь континент. Однако южная граница зоны существенно отклоняется от строго широтного простирания, она имеет дугообразную форму. Наиболее северное положение (72—73° с. ш.) она занимает в центральном континентальном секторе. У восточных и западных побережий проходит на 62—63° с. ш., соответственно ширина зоны здесь увеличивается, она занимает не только полярную, но и северную часть бореального пояса.

Если обратиться к рассмотрению фактического распространения тундровых почв в Северной Америке и в Евразии, то подтверждается описанная выше закономерность. У восточных побережий Северной Америки южная граница зоны тундровых почв проходит на 65° с. ш. (полуостров Сьюард лежит в тундровой зоне). Во внутреннем континентальном секторе, близ устья р. Макензи, южная граница зоны смещается к северу до 69° с. ш. Далее, по направлению к западным побережьям у берегов Гудзонова залива и на Лабрадоре она опускается до 55° с. ш., чему способствуют близость Гренландии и холодное Лабрадорское течение.

В Евразии южная граница зоны тундровых почв у восточных побережий континента (в северной части Камчатки) проходит на 60° с. ш. Равнины Чукотского полуострова — на широтах 63—65° — заняты типичными тундровыми почвами. У северных побережий континента — в низовьях Колымы, Индигирки — граница тундровых почв смещается к северу до 70° с. ш., а западнее, в низовьях рек Лены и Хатанги, занимает самое северное положение — 72° с. ш. Далее к западу (особенно резко от устья Енисея) тундровая зона смещается к югу до 67—68° с. ш. Лишь на п-ове Кольском

Рис. 13. Схематическая карта факторов зональности (по В. М. Фридланду, 1968):

Горизонтальная зональность с преобладанием термического фактора: 1 — в гумидных условиях; 2 — в экстрааридных условиях, с преобладанием фактора увлажнения; 3 — с близким направлением изменения увлажнения и термических условий; 4 — с резко отличным направлением увлажнения и термических условий. Вертикальная зональность с преобладанием термического фактора; 5 — в гумидных условиях; 6 — в экстрааридных условиях; 7 — смешанная; 8 — с преобладанием фактора увлажнения

и в северной Норвегии наблюдается некоторое частное смещение границы тундровых почв к северу, в связи с отепляющим влиянием Норвежского и Нордкапского течений. Смещение границ тундровой зоны и тундровых почв к югу в приокеанических, более влажных секторах связано, согласно теории Шиммера—Чильмана, с увеличением абсолютной и относительной влажности воздуха. В условиях низких температур при высокой влажности транспирация влаги затрудняется, что вызывает физиологическую сухость: исчезает древесная растительность. Чем континентальнее климат и суше воздух, тем далее на север, даже в условиях низких температур, продвигается лесная растительность и отодвигается соответственно граница тундровой зоны.

Различное положение зоны тундровых почв в системе термических поясов обусловливает наличие ареалов тундровых почв с горизонтом вечной мерзлоты (в более северных и континентальных частях зоны) и ареалов немерзлотных тундровых почв (например, в европейских тундрах).

2. Бореальный пояс. В наиболее влажных приокеанических областях (см. рис. 12) около 60° с. ш. почвы южной тундры сменяются небольшими по протяженности областями распространения субарктических лугов и редколесий и связанных с ними дерновых субарктических грубогумусовых и дерново-торфянистых почв.

В Северной Америке дерновые субарктические почвы занимают приморские равнины юга Аляски и Алеутские острова. В Северной Европе дерновые субарктические почвы распространены на атлантическом побережье Северной Норвегии и равнинах Исландии, на Фарерских и Шетландских островах.

Основная часть бореального пояса представляет собой широкую широтно вытянутую лесную зону, имеющую форму выгнутой к северу полудуги и распадающуюся в почвенном отношении на три сектора: западный и восточный секторы подзолистых почв и центральный, наиболее холодный, континентальный сектор подзолистых и таежно-мерзлотных почв.

Наиболее близко к «идеальной» схеме распространение таежно-мерзлотных почв в Евразии: в Центральной Сибири на равнинах они достигают 55—66° с. ш. В Западной Сибири распространение почв с вечной мерзлотой ограничено северной подзоной тайги, а в европейской части все почвы лесной зоны ежегодно полностью оттаивают.

В Северной Америке таежно-мерзлотные почвы образуют сплошную зону, протянувшуюся от Атлантического побережья до Тихоокеанского. Однако и здесь наиболее южное положение эти почвы занимают внутри континента: к югу от Гудзонова залива зона достигает 50° с. ш., на Лабрадоре, у побережий Атлантического океана она проходит около 55° с. ш., а в бассейне Макензи и на Аляске смещается к северу до 60—62° с. ш. Зона подзолистых почв на старых схемах и картах, протягивающаяся в виде сплошной широкой полосы через весь Европейско-Азиатский континент, на бо-

лее поздних почвенных картах оказалась разобщенной областью распространения таежно-мерзлотных почв на два отрезка.

В Северной Америке зона подзолистых почв, хотя и сильно суженная, во внутриконтинентальном секторе выражена в виде целостной зоны.

Как показано на схеме (см. рис. 12), южная граница зоны подзолистых почв с приближением к океанам смещается на 7—9° к югу, у побережий она проходит на 48—50° с. ш., а во внутренних частях континентов на 55—57° с. ш. Это в равной степени характерно и для Северной Америки и для Евразии.

3. Суббореальный (умеренно теплый) пояс. Для этого пояса характерны разнообразие почвенных зон и более сложная структура горизонтальной зональности. Здесь выделяются: 1) внутриконтинентальная фация с широким набором быстро сменяющих друг друга с севера на юг широтных почвенных зон; 2) две симметричные приокеанические фации с однообразным почвенным покровом; 3) фация, переходная от внутриконтинентальной к восточной, 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 изменению широтного направления внутриконтинентальных зон на меридиональное выражается и при переходе к западной приокеанической фации, но в меньшей степени, так как здесь нарастание сухости климата наблюдается не только к центральным частям континентов, но и к югу, с приближением к субтропическому поясу.

Для внутриконтинентальной фации характерны следующие широтные почвенные зоны: серых лесных почв, черноземов, каштановых почв, бурых пустынно-степных и серо-бурых почв пустынь умеренного пояса.

Названные зоны образуют систему концентрических, широко открытых к югу дуг. Соответственно границы зон имеют самое северное положение во внутренней, наиболее сухой части континента. Здесь северная граница степей и сопутствующих им черноземов находится на 55—57° с. ш. Северная граница сухих степей с каштановыми почвами проходит на широте около 52° с. ш. Зона полупустынь с бурыми пустынно-степными почвами достигает 48°, местами 50° с. ш. С приближением к более влажным приокеаническим областям все зоны смещаются к югу. На западе черноземы, каштановые и бурые пустынно-степные почвы проникают до 40—45°, на востоке — до 37—38° с. ш.

Описанный спектр широтных почвенных зон типичен для равнин Восточной Европы и Западной Сибири. Именно изучение почвенного покрова этих территорий и позволило В. В. Докучаеву установить закон горизонтальной зональности географических ландшафтов и свойственных им почв. Элементы подобного же спектра широтных зон, имеющих очень небольшую протяженность по ши-

роте, наблюдаются в области центральных равнин, на плато Саскачеван в Северной Америке.

В соответствии со схемой (см. рис. 12) зона серых лесных почв широколиственных и мелколиственных лесов очень узкая, разорванная, выражена только во внутриконтинентальной фации, с приближением к океаническим побережьям она выклинивается и замещается двумя симметричными широкими приокеаническими областями бурых лесных почв. Эти почвенно-биоклиматические области не имеют сколько-нибудь четко выраженного широтного или долготного простирания, т. е. не имеют форму зон. Этим областям свойственно значительное однообразие биоклиматических условий, и поэтому на первый план выступают не зональные, а иные географические закономерности, анализ которых будет дан несколько ниже.

На реальных континентах северного полушария распределение областей с преобладанием бурых лесных почв (и бурых оподзоленных и лессивированных почв) отвечает «идеальной схеме». В умеренно теплом поясе Евразии бурые лесные почвы на равнинах образуют два ареала: в приатлантической части Западной Европы и муссонных областях юга Дальнего Востока, Японии, Кореи, Северо-Восточного Китая.

В Северной Америке наблюдаются также два разорванных ареала бурых лесных почв: на востоке — на подгорных равнинах и склонах Северных Аппалачей и в области Великих озер; на западе — на подгорных приморских равнинах, в межгорных долинах и на склонах Берегового хребта и Каскадных гор.

По мере удаления от океанических побережий и увеличения сухости климата бурые лесные почвы замещаются на этих же широтах иными почвенными образованиями (см. рис. 12).

В восточном приокеаническом секторе область распространения бурых лесных почв ограничена с запада особой почвенно-биоклиматической зоной высокотравных прерий с черноземовидными почвами (или бруниземами). Эта зона имеет меридиональное направление. На севере она смыкается с зоной серых лесных почв, а на юге переходит в зону красновато-черных почв субтропических прерий. К западу от зоны черноземовидных почв располагается серия меридиональных почвенных зон, сменяющих друг друга в направлении с востока на запад, по мере нарастания сухости климата. Это зоны черноземов, каштановых почв, бурых пустынно-степных и серо-бурых почв пустынь умеренного пояса. На севере все эти зоны изменяют меридиональное направление на широтное, свойственное внутриконтинентальной фации умеренного пояса.

Описанная выше структура зональности восточного приокеанического и переходного секторов характерна для приатлантического сектора и Центральных равнин Северной Америки. В Восточной Азии подобная же структура характерна для равнин Северо-Восточного Китая.

4. Субтропический пояс характеризуется отсутствием выраженных широтных почвенных зон, если не считать обширной области субтропических пустынь, занимающих всю континентальную фацию.

Почвенный покров и структура зональности в восточной и западной приокеанических фациях в субтропическом поясе существенно различны.

Восточная приокеаническая фация находится в сфере воздействия восточных муссонов; в условиях влажного субтропического климата здесь формируются под вечнозелеными субтропическими лесами желтоземы и красноземы. Подобно бурым лесным почвам, они не образуют выраженной широтной или меридиональной зоны. Ареалы желтоземов и красноземов, подобно ареалам бурых лесных почв, могут быть названы почвенно-биоклиматическими областями.

Можно назвать на континентах северного и южного полушарий в субтропическом поясе ряд областей распространения желтоземов и красноземов, приуроченных к восточным побережьям. В Северной Америке — это п-ов Флорида и прилегающие с севера приатлантическая и примексиканская низменности, южная часть Аппалачей; в Юго-Восточной Азии — это прибрежные равнины, межгорные долины и низкие горы Центрального и Южного Китая и южных островов Японии; в Южной Америке желтоземы и красноземы на равнинах распространены в субтропическом поясе Южной Америки в бассейне Уругвая, в Юго-Восточной Австралии, в Тасмании и на северном острове Новой Зеландии. Области распространения желтоземов и красноземов к западу, с нарастанием сухости климата, сменяются серией меридиональных почвенных зон, являющихся как бы продолжением меридиональных зон суббореального пояса. Это зоны: красновато-черных почв субтропических прерий, коричневых почв ксерофитных субтропических лесов и кустарников и субтропических черноземов, серо-коричневых почв кустарниковых степей и сероземов субтропических полупустынь. Наиболее четко серия подобных меридиональных зон выражена в субтропическом поясе североамериканского континента. Фрагменты подобной же структуры наблюдаются в южном субтропическом поясе на лёссовых плато в Китае (коричневые, серо-коричневые, сероземы), но здесь ареалы этих почв не образуют четко выраженных меридиональных зон.

В южном полушарии элементы меридиональной зональности почв субтропического пояса наблюдаются в Южной Америке, где на 30—40° ю. ш. в направлении от Атлантического побережья к внутренним равнинам последовательно сменяются область распространения красновато-черных почв прерий и меридионально вытянутые узкие зоны субтропических черноземов, серо-коричневых почв и сероземов.

Элементы подобной же структуры наблюдаются и на равнинах юго-восточной субтропической Австралии.

Западная приокеаническая фация субтропического пояса в отличие от восточной характеризуется «средиземноморским» типом климата, с резко выраженным сухим летним периодом и в большей или меньшей степени влажным — зимним. Это области распространения летне-сухих (средиземноморских, калифорнийских) лесов и кустарников и эфемеровых полупустынь. В зависимости от степени увлажнения климата здесь чередуются области распространения коричневых почв ксерофитных субтропических лесов и кустарников, серо-коричневых почв ксерофитных кустарниковых степей и сероземов полупустынь.

На реальных континентах подобное сочетание почв наблюдается в субтропической зоне Средиземноморской Европы, Северной Африки и Передней Азии. В Северной Америке сочетания коричневых, серо-коричневых почв сероземов и пустынных субтропических почв характерны для Калифорнии и Мексиканского нагорья.

В южном полушарии подобные же сочетания характерны для юго-западной субтропической Австралии, южной субтропической Африки и субтропических районов тихоокеанского побережья Южной Америки (Чили).

Почти все названные районы имеют сложный рельеф, где чередуются горные хребты, плато и межгорные впадины, поэтому в западной приокеанической субтропической фации на реальных континентах горизонтальные почвенные зоны не выражены. Здесь господствует горная зональность.

5. Тропический и экваториальный пояса. Как следует из схемы идеального континента, для этих двух поясов характерна серия широтных почвенных зон, расположенных в соответствии с увеличением влажности климата.

Тропический пояс — единственный, где зона пустынь занимает не только внутренние части континента, но и выходит к западным побережьям. На реальных континентах мира эта закономерность выступает весьма отчетливо как в северном, так и в южном полушариях: Африке, Северной и Южной Америках, Австралии.

По направлению от зоны тропических пустынь к экватору последовательно сменяют одна другую следующие почвенно-биоклиматические зоны: красновато-бурых почв опустыненных саванн, красно-бурых почв сухих саванн и коричнево-красных почв ксерофитных тропических лесов, красных латеритных (ферраллитных и альферритных) почв сезонновлажных тропических лесов и высокотравных саванн, красно-желтых латеритных (ферралитных) почв постоянно влажных тропических лесов.

Подобная структура почвенной зональности характерна для равнинной экваториальной и тропической Африки, где наблюдается относительно симметричное расположение названных зон к северу и югу от экватора. В восточной высокой Африке из-за местных климатических и орографических особенностей эта система нарушается.

Подобная же относительно симметричная система экваториальных и субэкваториальных почвенных зон наблюдается в Южной Америке.

На схеме «идеального континента» (см. рис. 12) в восточном приокеаническом секторе показано проникновение красно-желтых латеритных почв, красных и красно-бурых почв саванн в более высокие широты; широтные зоны здесь изгибаются и приобретают меридиональное направление. Здесь наблюдается смена зон не с севера на юг, а с запада на восток. Красно-желтые ферраллитные почвы влажных тропических лесов занимают хорошо увлажненные приокеанические области. К западу они последовательно сменяются красными и красно-бурыми почвами саванн и почвами тропических полупустынь и пустынь.

Примером подобной смены почвенно-биоклиматических областей может служить тропическая муссонная Азия, где красные ферраллитные почвы доходят вдоль восточных побережий Индокитая до северного тропика, столь же далеко на север проникают красные и красно-бурые почвы саванн, занимающие более сухие области внутренних равнин Индокитая и Индостан. Еще западнее — на Аравийском полуострове — на этих же широтах красно-бурые почвы сменяются почвами тропических пустынь.

Проникновение красно-желтых ферраллитных почв до северного тропика наблюдается также и на восточных, наиболее хорошо увлажненных побережьях Центральной Америки; побережья Калифорнийского залива на этой же широте заняты красно-бурыми почвами сухих саванн, а п-ов Калифорния — тропическими пустынями.

АСИММЕТРИЯ СТРУКТУРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ СЕВЕРНОГО И ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЙ

Выше был приведен ряд примеров, подтверждающих справедливость схемы зональности идеального континента как для северного, так и для южного полушарий. Однако это сходство (зеркальное отражение систем зон) наблюдается лишь в экваториальном, тропическом и отчасти субтропическом поясах южного полушария.

В суббореальном поясе южного полушария на узком массиве суши Южной Америки наблюдается необычное для этих поясов положение зоны полупустынных ландшафтов и почв непосредственно у восточных побережий. Причины этой «аномалии» — наличие вдоль восточных побережий Патагонии холодного Фольклендского течения и горного барьера Анд на Западе, препятствующего проникновению влажных воздушных масс со стороны Тихого океана.

В бореальном поясе южного полушария суша лишь островная. Восточная половина Огненной Земли, Фольклендские острова, о. Южная Георгия, Южные Сандвичевы острова, лежащие в этом поясе, — безлесны, покрыты океаническими лугами и подушечниками и заняты дерновыми луговыми почвами и болотами.

Зона тундровых почв в южном полушарии также отсутствует. Ледники Антарктики покрывают весь континент. Небольшие пространства, лишенные ледникового покрова, «оазисы» в прибрежной части континента представляют собой полярные пустыни с карбонатными, местами засоленными почвами — аналогами арктических пустынных почв северного полушария.

ФАЦИАЛЬНЫЕ СПЕКТРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОЧВЕННЫХ ЗОН

Рассмотрение закономерностей распределения горизонтальных почвенных зон на идеальном континенте и на реальных континентах показывает, что в различных географических поясах, а в одном поясе в различных фациях структура горизонтальной зональности, конфигурация и направление зон существенно различны. Эти различия обусловлены характером пространственных изменений гидротермических условий.

В. М. Фридланд (1959) рассмотрел факторы зональности и предложил различать несколько генетических типов зональных систем, в зависимости от факторов, обусловливающих переход одной зоны в другую (рис. 13). Им выделены следующие генетические типы зональных систем:

1) горизонтальная зональность, с преобладанием термического фактора: а) в условиях достаточного увлажнения. В областях с высоким увлажнением при промывном режиме почв увеличение увлажнения приводит лишь к возрастанию стока, поэтому смена почвенных зон связана главным образом с изменением термического режима; б) в условиях резко недостаточного увлажнения: в крайне засушливых областях, где все почвы развиваются при недостаточном увлажнении, смена одних почвенных зон другими также связана с изменением термического фактора;

2) в умеренно влажных областях причиной смены зон может быть в первую очередь изменение степени увлажнения; причем здесь можно наблюдать два различных случая: а) фактор увлажнения изменяется в том же направлении, как и термические условия. Например, увеличивается сухость климата и в этом же направлении наблюдается нарастание температур: происходит быстрая смена на небольшом протяжении одних зон другими — образуется целый спектр зон; б) фактор увлажнения изменяется в направлении, резко отличном от направления изменений термических условий. В этом случае наблюдаются изменения направления зон, их изгибание, переход из широтных в меридиональные. Если изменения фактора увлажнения не столь значительные, то наблюдаются изменения биоклиматических условий в пределах одной и той же зоны и формирование внутри зоны — почвенно-биоклиматических провинций.

Закон биоклиматической почвенной фациальности был сформулирован И. П. Герасимовым (1933): «Местные провинциальные

(фациальные) особенности климатов, обусловленные в основном местными термодинамическими атмосферными процессами, определяют во многих частях мировых географических поясов радикальное осложнение горизонтальной (широтной) зональности и способствуют проявлению специфических местных явлений, вплоть до формирования особых типов почв и индивидуальных закономерностей их географического распространения»[3].

Н. Н. Розов (1954) показал на примере Евразии разнообразие структур зональности в различных биоклиматических фациях, или, как их стали называть, «почвенно-биоклиматических областях».

В книге «Почвенно-географическое районирование СССР» почвенные фации, или почвенно-биоклиматические области, определяются как «совокупность почвенных зон и вертикальных почвенных структур (вертикальных зон), объединенных не только сходством радиационно-термических условий, но и сходством условий увлажнения и континентальности и вызванных ими особенностей почвообразования, выветривания и развития растительности» (1962, стр. 13).

Обратимся вновь к схеме гипотетического континента северного полушария (см. рис. 12). По характеру спектров горизонтальных почвенно-биоклиматических зон и областей и их составу на континенте выделяются пять типов фаций: 1) Западная приокеаническая; 2) Восточная приокеаническая; 3) Континентальная; 4) Западная умеренно континентальная; 5) Восточная умеренно континентальная. Фациальная структура зональности на реальных континентах рассматривается во II части книги «Почвенный покров континентов».

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ИЛИ ГОРНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ

Явления вертикальной зональности, т. е. закономерной смены одних почвенных зон другими с высотой местности, были впервые описаны В. В. Докучаевым. При исследовании почв Русской равнины Докучаев (1891) обратил внимание на то, что распространение типов почв связано с высотой местности и возрастом рельефа, и высказал предположение о возможном существовании вертикальных почвенных зон. Посетив позднее Кавказ и ознакомившись с его природой и почвами, от подножий до горных вершин, Докучаев установил закон вертикальной зональности. В работе «К учению о зонах природы» В. В. Докучаев писал о вертикальной зональности: «Так как вместе с поднятием местности, **всегда** закономерно изменяются и климат, и растительный и животный мир — эти важнейшие почвообразователи, то само собой разумеется, что также закономерно **должны** изменяться и почвы по мере поднятия от подошвы гор, например, Казбека или Арарата, к их **снежным** верши-

[3] И. П. Герасимов. О почвенно-климатических фациях равнин СССР. М., 1933.

нам, располагаясь в виде тех же последовательных, но уже не горизонтальных, а вертикальных зон, начиная в подходящих, разумеется, случаях, латеритами и желтоземами и кончая подзолами и кислыми торфянистыми почвами»[4].

Высказанная Докучаевым идея аналогии между горизонтальной и вертикальной зональностью в дальнейшем развивалась его учениками; например, С. А. Захаров (1913), изучавший долгое время почвы Кавказа, пришел к выводу, что каждой горизонтальной зоне соответствует своя вертикальная зона, за исключением горно-луговой, аналоги которой на равнинах в то время не были известны.

По мере накопления материалов о почвах различных горных стран, в частности гор Средней Азии, Алтая, Южной и Восточной Сибири, Центральной и Юго-Восточной Азии, Кордильер и Анд, выяснилось, что состав вертикальных почвенных зон и структура зональности сложны и разнообразны и не всегда подчиняются единой схеме смены почвенных зон от более теплых и сухих к более холодным и влажным.

Выяснилось, что состав и структура почвенных вертикальных зон зависят от положения данной горной страны в системе географических поясов, а в пределах пояса — в различных секторах увлажнения (приокеанических и континентальных). Впервые указали на эти закономерности К. Д. Глинка (1908) и С. С. Неуструев (1915). Неуструев писал: «Относительное положение горной страны играет часто решающую роль в ее физиономии. Это положение — **изолированность от морей** другими горными массами, нахождение у морского берега или в центре континента оказывает влияние главным образом на условия влажности горного климата». К таким же выводам пришли Р. И. Аболин (1927), Я. И. Афанасьев (1930). С. А. Захаров, опубликовавший в 1934 г. работу о вертикальной зональности почв на Кавказе, ввел ряд понятий для явлений отклонения вертикальной почвенной зональности от единой «идеальной» схемы. Им было введено понятие об «инверсии почвенных зон», т. е. таком расположении вертикальных зон, при котором нижние зоны располагаются выше, чем это следовало бы по аналогии со схемой горизонтальных зон. Примером инверсии зон в Закавказье может быть появление зоны черноземов на Армянском нагорье, выше зоны бурых лесных почв, приуроченных к более увлажненным склонам горных массивов. Были введены понятия об «интерференции», или «выпадении зон», для случаев, когда в силу климатических или орографических особенностей какая-либо зона или несколько зон выпадали из общей системы: например, зона каштановых почв по южным склонам, проникая очень высоко в горы, смыкается непосредственно с зоной горно-луговых почв, а зоны черноземов и бурых лесных почв — выпадают. Случаи проник-

---

[4] В. В. Докучаев. К учению о зонах природы. Избр. соч., М., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 400.

новения одних зон в другие (например, по горным долинам) Захаров называл «миграцией почвенных зон».

Существенное значение для понимания особенностей вертикальной зональности почв в горных странах областей континентального климата имело исследование Р. И. Аболиным (1927) вертикальных почвенных поясов в Центральном Тянь-Шане. Здесь особенно ярко прослеживается значение орографии в формировании во внутренних впадинах и на изолированных от влияния влагоприносящих воздушных масс нагорьях аридных и экстрааридных условий. Здесь на больших абсолютных высотах распространены высокогорные степные и высокогорные пустынные почвы, отделенные от пустынных и степных почв подножий гор и прилегающих равнин серией вертикальных влажных зон с черноземами, горно-лесными и горно-луговыми почвами.

При всей сложности и многообразии типов распределения вертикальных почвенных зон и тесной зависимости их от орографии данной страны, обобщение и систематизация материалов привели к представлениям об определенных типах структуры вертикальной зональности растительности и почв.

Ботаник Р. А. Еленевский (1940) выделил в пределах СССР два основных типа вертикальной зональности: океанический и континентальный (или азиатский). Принцип выделения определенных типов вертикальной зональности почв был положен М. А. Глазовской (1948) в основу описания почв горных областей Казахстана. В 1951 г. В. М. Фридланд опубликовал «Опыт почвенно-географического разделения горных систем СССР», а в 1954 г. Н. Н. Розов составил общую схему типов структуры вертикальной зональности почв СССР и сопредельных территорий. Ма-Юн-Чжи (1956) сделал подобное же обобщение для горных областей Юго-Восточной Азии.

Наряду с уточнением и обобщением материалов, касающихся вертикальной зональности почв, возникло представление, выдвинутое Ю. А. Ливеровским и Э. А. Корнблюмом (1960), о необходимости введения понятия «горная зональность», охватывающего более широкий комплекс явлений, чем изменение климатов, растительности и почв с увеличением абсолютной высоты.

Названные авторы обратили внимание на появление **особых** предгорных почвенных зон, отличных от почвенных зон прилегающих равнин. На равнинах, прилегающих к склонам гор, обращенных к направлению движения влажных воздушных масс, возникают явления их «предвосхождения». Увеличивается количество осадков на подгорных равнинах, а особенно на склонах гор, под действием фактора препятствий рельефа и усиления термической конвекции появляются серии почвенных и растительных зон, более гумидных, чем на отдаленных от гор частях равнин. По мере поднятия воздушных масс в горы их влагосодержание уменьшается и, хотя понижение с высотой температуры обусловливает усиленную конденсацию влаги, максимальное количество осадков на подветренных горных склонах увеличивается лишь до определенной высо-

ты (обычно до верхней части лесной зоны и нижней части зоны субальпийских лугов). В более высоких частях горных склонов, в поясе субальпийских или альпийских лугов или горных тундр количество осадков уменьшается. Однако одновременное понижение температуры, связанное со все усиливающейся по мере разрежения атмосферы теплоотдачей, приводит к тому, что коэффициенты увлажнения в поясе субальпийских и альпийских лугов на подветренных склонах сохраняются достаточно высокими.

Таким образом, на подветренных склонах и прилегающих равнинах возникает мезофильная, или гумидная, горная зональность.

В случае переваливания уже обезвоженных воздушных масс и фронтов через горные массивы на противоположных склонах гор осадков выпадает значительно меньше, чем на подветренных склонах. По мере опускания воздушных масс по склонам и нагревания их относительная влажность все более уменьшается, усиливается испарение с поверхности почв, что вызывает появление серии аридных вертикальных и предгорных почвенных и растительных зон. Возникает тип аридной горной зональности. Особенно ярко она проявляется в межгорных изолированных котловинах или нагорьях, защищенных от проникновения влажных воздушных масс более высокими горными поднятиями. Убедительными примерами проявления аридного типа зональности в высокогорьях служат холодные пустыни Тибета и пустыня Пуна-Атакама в Центральных Андах.

Имеющиеся в мировой литературе материалы о вертикальной зональности почв в различных горных системах мира позволяют с известной долей схематизации представить общую схему типов структур вертикальной поясности почв в том виде, как она показана в табл. 7. Рассмотрение схемы позволяет сделать следующие заключения.

Наиболее простая и слабо меняющаяся структура горной зональности характерна для высокополярного и полярного поясов. Здесь выделяются два типа структур: 1) полярно-пустынный, с широким распространением каменистых карбонатных арктических почв, часто засоленных, сменяющихся по мере увеличения абсолютной высоты нивально-ледниковой зоной, в пределах которой на выходах массивных пород наблюдается формирование карбонатных и гипсовых корок. Подобная картина характерна для Антарктики и для наиболее северных островов Канадского Арктического архипелага;

2) полярно-тундровый свойствен горным массивам тундровой зоны Северной Америки и Евразии (горы Пойнт-Барроу на Аляске, горные массивы Новой Земли, Северного Урала, Таймыра, горы северо-востока Сибири).

В бореальном или умеренно холодном поясе наблюдается некоторое усложнение структуры из-за появления новых почвенных зон в нижних частях гор и смещения границ почвенных зон кверху. В бореальном поясе выделяются три типа различных структур горной зональности: 1) бореальный гумидный приурочен к горным мас-

сивам приокеанических западных и восточных областей, с горно-подзолистыми и горно-тундровыми почвами. Этот тип зональности характерен для северных Кордильер, Скандинавского нагорья, восточных склонов гор Восточной Сибири;

2) бореальный экстраконтинентальный (мерзлотный) широко распространен в горах и на плоскогорьях Средней Сибири и на внутренних хребтах Восточной Сибири. Здесь в составе вертикальных зон преобладают почвы с постоянно-мерзлым горизонтом — горно-таежномерзлотные кислые неоподзоленные и горно-подзолистые; с высотой они сменяются таежными подбурами и горно-тундровыми почвами; широко представлена здесь гольцовая зона каменистой горной тундры;

3) бореальный континентальный тип горной зональности хорошо выражен в горах Южной Сибири и в Центральных Кордильерах. Спектр вертикальных почвенных зон здесь наиболее разнообразен и в наибольшей степени сходен со спектром широтных почвенных зон суббореального пояса. Он включает: горные черноземы, горные серые лесные почвы, горные кислые бурые и буротаежные почвы, горные подзолистые и горно-тундровые. Граница нивальной зоны по сравнению с горными районами гумидных суббореальных областей повышается на 500—700 *м*.

В суббореальном умеренно теплом поясе границы всех зон смещаются кверху. Появляются как в приокеанических, так и в континентальных фациях в высоком поясе гор зоны субальпийских горно-луговых и альпийских горно-луговых почв, отсутствовавшие в более холодных поясах. Общая структура горной зональности усложняется особенно в континентальной фации. В суббореальном поясе выделяются два типа структур горной зональности:

1) в западной и восточной приокеанических фациях выделяются суббореальный гумидный тип зональности. В системе вертикальных почвенных зон здесь значительное место занимают бурые горно-лесные и темно-бурые кислые горно-лесные почвы, чередующиеся или сменяющиеся горно-подзолистыми, в высоких частях гор — горно-луговыми. Такая смена почв наблюдается в Альпах, в береговых хребтах Центральных Кордильер; элементы этого же вертикального ряда почв (его нижние члены) характерны для Аппалачей, гор Дальнего Востока, Северной Кореи, Северной Японии, Тасмании, западных склонов гор Южного острова Новой Зеландии, западных склонов Южных Анд в Чили;

2) суббореальный континентальный тип наиболее хорошо выражен в горах Средней и Центральной Азии — в северном Тянь-Шане и восточном Тянь-Шане, в Восточном Алтае, в Кентее и Хангае (Северная Монголия). Подножия гор здесь лежат в области сухих степей и полупустынь. В системе вертикальных почвенных зон появляются горные каштановые почвы, высоко в горы проникают горные черноземы, в горно-лесном поясе преобладают темно-бурые или темноцветные горно-лесные почвы, слабоненасыщенные, часто с карбонатным горизонтом, чередующиеся с черноземовид-

Таблица 7

Типы структур горной зональности почв (в зависимости от состава вертикальных почвенных зон)

Географический пояс	Фация		
	западная приокеаническая	континентальная	восточная приокеаническая
1	2	3	4
Полярный	Тип полярно-пустынный 1. Арктические пустынные, карбонатные засоленные 2. Солевые коры нивального пояса (Антарктида, Канадский Арктический архипелаг) Тип полярно-тундровый 1. Горно-тундровые 2. Горные аркто-тундровые 3. Горные каменистые холодные пустыни (Аляска, Пойнт Барроу, горы тундровой зоны Евразии)		
Бореальный	Тип бореальный гумидный 1. Горные подзолистые 2. Горные иллювиально-гумусовые подзолы и подбуры 3. Горно-тундровые (Северные Кордильеры, Скандинавское нагорье)	Тип бореальный экстраконтинентальный (мерзлотный) 1. Горно-таежные мерзлотные и горно-подзолистые 2. Горно-тундровые 3. Фрагментарные почвы каменистой тундры (горы Центральной Сибири) Тип бореальный континентальный 1. Горные черноземы 2. Горные серые лесные 3. Горные бурые лесные 4. Горные буротаежные и горные подзолистые	Тип бореальный гумидный 1. Горные подзолистые 2. Горные иллювиально-гумусовые подзолы и подбуры 3. Горно-тундровые (восточные и юго-восточные склоны гор Северо-Восточной Сибири)

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Бореальный		5. Горно-тундровые 6. Фрагментарные почвы каменистых тундр Нивальная зона на абс. высоте 2700—3000 *м* (горы Южной Сибири, восточные склоны Кордильер)	
Суббореальный	Тип суббореальный гумидный 1. Горные бурые лесные почвы 2. Горные кислые темно-бурые 3. Горно-подзолистые иллювиально-железисто-гумусовые 4. Горно-луговые субальпийские 5. Горно-луговые альпийские Граница нивальной зоны на абс. высоте 2500—2700 *м*	Тип суббореальный континентальный 1. Горные бурые пустынно-степные 2. Горные каштановые 3. Горные черноземы 4. Горные темноцветные (темно-бурые) и черноземовидные 5. Горно-луговые субальпийские 6. Горно-луговые альпийские Граница нивальной зоны на абс. высоте 3600—3800 *м*	Тип суббореальный гумидный 1. Горные бурые лесные 2. Горные темно-бурые лесные кислые и оподзоленные 3. Горно-подзолистые (северные Аппалачи, горы Дальнего Востока, Кореи, севера Японии, Тасмании)
Субтропический	Тип субтропический средиземноморский 1. Горные коричневые 2. Горные бурые лесные 3. Горные бурые лесные кислые 4. Горно-луговые субальпийские	Тип субтропический континентальный 1. Горные сероземы 2. Горные серо-коричневые 3. Горные коричневые 4. Горные темноцветные и черноземовидные	Тип субтропический гумидный 1. Горные красноземы 2. Горные желтоземы 3. Горные желто-бурые 4. Горные бурые лесные

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Субтропический	5. Горно-луговые альпийские Граница нивальной зоны на абс. высоте 3000—3300 *м* (береговые хребты Кордильер, средиземноморской Европы, субтропические Анды)	5. Горно-луговые и лугово-степные субальпийские 6. Горно-луговые альпийские Граница нивальной зоны на абс. высоте 3600—3800 *м* (западные склоны гор Средней Азии, горы Передней Азии, Скалистые горы, северная часть Сьерра-Мадре на Мексиканском нагорье, восточные склоны субтропических Анд и др.) Тип субтропический экстрааридный 1. Горные бурые пустынно-степные 2. Высокогорные пустынно-степные 3. Высокогорные пустынные Граница нивальной зоны на абс. высоте 5200—5800 *м* (горы Центральной Азии, Тибет)	5. Горные темно-бурые лесные кислые 6. Высокогорные луговые Граница нивальной зоны на абс. высоте 4300—4500 *м* (Восточный Тибет, горы Центрального, Южного Китая)
Тропический	Тип тропический экстрааридный 1. Горные тропические пустынные 2. Высокогорные пустынные и пустынно-степные (Тибести, Ахаггар)		
Экваториальный	Тип экваториально-тропический гумидный 1. Горные красно-желтые ферраллитные 2. Горные гумусные ферраллитные и аллитные	Тип экваториально-тропический субгумидный 1. Горные красно-бурые почвы саванн 2. Горные красные почвы саванн	Тип экваториально-тропический гумидный 1. Горные красно-желтые ферраллитные 2. Горные гумусные ферраллитные и аллитные

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
Экваториальный	3. Горные темно-бурые торфянистые горные многогумусные оподзоленные 4. Высокогорные дерновые и торфянистые болотные почвы Граница нивальной зоны на абс. высоте 4500—4600 *м* (северные Анды)	3. Горные красно-желтые ферраллитные 4. Горные гумусные ферраллитные и аллитные 5. Горные темно-бурые торфянистые, горные многогумусные оподзоленные 6. Высокогорные дерновые и торфянистые луговые и болотные почвы. Граница нивальной зоны на абс. высоте 4400—4500 *м* (горы Восточной Африки, восточные склоны центральных Анд и др.).	3. Горные темно-бурые кислые, торфянистые, местами оподзоленные 4. Высокогорные дерновые и торфянистые Граница нивальной зоны 4400—4600 (восточные Гималаи, горы Малайского архипелага, Новой Гвинеи и др.)

ными горно-луговыми и лугово-степными почвами. Хорошо выражены зоны субальпийских и альпийских горно-луговых почв. Нивальная линия лежит на 1200—1300 *м* выше, чем в горах приокеанических фаций.

В субтропическом поясе структура горной зональности существенно иная за счет появления в системе вертикальных зон почв сухих и влажных субтропиков. В горах континентальной фации значительное место занимают горно-степные и высокогорные пустынные почвы. В субтропическом поясе выделяются четыре типа структур горной зональности:

1) субтропический средиземноморский тип, с участием горных коричневых, горных бурых лесных и горно-луговых почв, наиболее хорошо выражен в горах Европейского Средиземноморья, на северо-западных склонах Атласа в Северной Африке, в Береговых хребтах Кордильер, преимущественно на западных, обращенных к океану склонах.

В южном полушарии подобный же тип горной зональности свойствен западным склонам Анд в субтропическом поясе;

2) субтропический континентальный тип горной зональности в отдельных звеньях сходен с субтропическим средиземноморским. Однако нижние члены вертикального ряда почв здесь представлены горными сероземами и горными серо-коричневыми почвами, затем следуют те же зоны, что и в средиземноморском ряду: горных коричневых, горных бурых лесных и горных темно-бурых лесных почв. Зона горно-луговых почв местами замещается зоной горных лугово-степных почв. Наиболее полно такой тип зональности выражен в горах Средней Азии; фрагменты этого ряда характерны для гор Передней Азии, юго-восточных склонов Атласа, южной части Скалистых гор и бассейна Колорадо, северной части западной Сьерра-Мадре — на Мексиканском нагорье. В южном полушарии фрагменты этой же структуры обнаруживаются на восточных склонах субтропических Анд и в горах южной оконечности Африки;

3) субтропический гумидный тип характеризуется существенно иными вертикальными почвенными зонами. Здесь господствуют горные красноземы и желтоземы, часто оподзоленные, сменяющиеся с высотой желто-бурыми, бурыми и темно-бурыми горно-лесными почвами и в высокогорных — дерновыми и торфянистыми горно-луговыми почвами. Наиболее полно этот тип зональности выражен в горах Центрального и Южного Китая и в Восточном Тибете;

4) субтропический экстрааридный тип горной зональности характерен для гор и нагорий субтропического пояса Центральной Азии. Здесь на всех абсолютных высотах господствуют ландшафты и почвы пустынь или холодных сухих степей, переходящих в области Тибетского нагорья, а также нагорий Восточного Памира, в обширные пространства высокогорных почв холодных пустынь. Граница нивальной зоны находится здесь на абс. высоте 5200—5800 *м*, т. е. лежит на 1000 *м* и более выше, чем в горах восточных приокеанических областей.

В тропическом поясе в его континентальной и западной фациях структура зональности упрощается благодаря преимущественному распространению в широком диапазоне абсолютных высот пустынных ландшафтов и почв. Здесь выделяется экстрааридный тип горной зональности, с господством горных пустынных почв. Яркими примерами этого типа служат центральные Анды и горные массивы, поднимающиеся в центре Сахары—Тибести, Ахаггар и плато Дарфур. Второй тип горной зональности тропического пояса — гумидный, сходен с горной зональностью в приокеанических влажных фациях экваториального пояса. Вертикальный ряд начинается зоной горных красно-желтых (или темно-красных) ферраллитных почв, сменяющихся с высотой гумусными ферраллитными или аллитными почвами, переходящими в горные бурые лесные и темно-бурые торфянистые, местами оподзоленные почвы. Верхняя безлесная зона занята высокогорными торфянистыми и торфянисто-дерновыми почвами. Этот тип горной зональности может быть назван гумидным экваториально-тропическим. Он характерен для гор Юго-Восточной Азии, северных Анд, восточных Гималаев, гор Малайского архипелага, Новой Гвинеи и др.

От приведенного ряда незначительно отличается субгумидный экваториально-тропический тип горной зональности, свойственный горам Восточной Африки, восточным склонам центральных Анд, гор о. Мадагаскар. Здесь появляются горные красно-бурые и горные красные почвы саванн.

Итак, рассмотрение системы вертикальных почвенных зон в основных горных странах мира позволяет выделить 14 основных типов структур горной зональности почв:

1) полярный пустынный;
2) полярный аркто-тундровый;
3) бореальный гумидный;
4) бореальный экстраконтинентальный (мерзлотный);
5) бореальный континентальный;
6) суббореальный гумидный;
7) суббореальный континентальный;
8) субтропический средиземноморский;
9) субтропический континентальный;
10) субтропический гумидный;
11) субтропический экстрааридный;
12) тропический экстрааридный;
13) экваториально-тропический субгумидный;
14) экваториально-тропический гумидный.

Естественно, что в приведенной схеме учтены только главные, резко отличные типы структур горной зональности. Имеется много переходных типов со сложным переплетением элементов различных структур, обусловленных местными особенностями климата и орографии.

ГЛАВА 3

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАСПРОСТРАНЕНИИ МАССИВНЫХ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД И ПРОДУКТОВ ИХ ВЫВЕТРИВАНИЯ

Как на равнинах, так и в горах распространение и соотношение различных типов почв в пределах одной биоклиматической зоны связано с распространением и соотношением различных по составу и физическим свойствам почвообразующих пород. В качестве последних выступают элювии и элювио-делювии изверженных и осадочных пород и различного рода рыхлые отложения. В связи с этим рассмотрение закономерностей географического распространения массивных почвообразующих пород и различных типов остаточных и аккумулятивных кор выветривания необходимо для понимания весьма существенных закономерностей географии почв.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ИЗВЕРЖЕННЫХ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Изверженные и массивные осадочные породы распространены на земной поверхности в соответствии с геологическими закономерностями.

Ядра материков — древние кристаллические щиты и платформы: Канадский, Фенноскандинавский, Сибирский, Гвианский, Бразильский, Африканская и Западно-Австралийская сложены изверженными породами преимущественно кислого состава. Этим определяется широкое распространение на равнинах земного шара почвообразующих пород преимущественно кислого состава. В экваториальных и тропических областях с платформами связаны древние ферраллитные коры выветривания кислых пород — гранитов, гранито-гнейсов, исключительно бедные основаниями, обогащенные остаточным кварцем, часто сильно латеритизованные (сцементированные окислами железа). На обширных пространствах равнин и плоскогорий Южной Америки, Африки, Австралии низкое плодородие почв саванн и влажнотропических лесов существенно определяется господством кислых пород и продуктов их выветривания.

В тропических областях размыв кварц-ферраллитных древних кор выветривания кислых пород сопровождается накоплением в об-

ласти древних и современных аллювиальных равнин песков исключительно кварцевого состава, с которыми связано распространение наиболее бесплодных песчаных почв, а во влажнотропических лесах иллювиально-гумусовых подзолов.

Широкое распространение кислых изверженных пород в пределах Канадского и Фенноскандинавского щитов, представлявших в четвертичный период области ледниковой денудации, определило в значительной мере состав ледниковых и флювиогляциальных отложений не только в пределах щитов, но и в области ледниковых аккумулятивных равнин, лежащих южнее, вне щитов. В частности, с кислыми породами связано накопление в области флювиогляциальных равнин песков преимущественно кварцевого состава, что предопределило значительное распространение песчаных железистых и гумусовых подзолов.

Породы основного и среднего состава хотя и встречаются в области щитов и платформ, но имеют подчиненное значение. Исключение представляют сибирские траппы триасового возраста, располагающиеся в пределах Сибирской платформы и траппы мелового и неогенового возрастов Индийской платформы, с которыми связано: в Сибири широкое распространение таежных неоподзоленных почв — подбуров, а на Индостане — черных монтмориллонитовых тропических почв — регуров.

Более широко лавы и туфы среднего и основного состава распространены в области современных геосинклинальных зон, в краевых частях континентов, на островных дугах, в областях новейших разломов, тектонически активных, с широко развитым четвертичным и современным вулканизмом. С основными породами связаны наиболее плодородные почвы влажнотропических и экваториальных областей — темно-красные ферраллитные.

С действующими или недавно потухшими вулканами связано распространение особых аллофаново-гумусовых пеплово-вулканических почв, получивших в мировой почвенной литературе название «андосолей». В областях современного вулканизма почвы вследствие периодического погребения под свежим вулканогенно-осадочным материалом имеют сложный «многоэтажный» профиль. В этих почвах накапливается много гумуса за счет вымывания подвижных фракций и погребения новым материалом; более старые погребенные гумусовые горизонты уходят из сферы активной микробиологической деятельности, и поэтому минерализация гумуса замедляется. Выветривание минерального материала с образованием аллофанов и каолинита, наоборот, идет здесь очень быстро благодаря первоначальному мелкоагрегатному состоянию породы, большой пористости вулканического «песка» и интенсивному биохимическому воздействию кислых гумусовых веществ.

В распространении пеплово-вулканических почв намечается определенная закономерность: так как действующие и недавно потухшие вулканы приурочены к побережьям и островам Тихого океана, то и гумусово-аллофановые пеплово-вулканические почвы обра-

зуют своеобразное «Тихоокеанское ожерелье». Они распространены в Кордильерах и Андах от Аляски до южного Чили. Эти почвы подробно изучены на Камчатке, в Корее, Японии, на островах Малайского архипелага, Филиппинах, Гавайях и в Новой Зеландии. Они имеют ряд местных названий, но в мировой литературе наиболее известны как андосоли, или гумусовые аллофановые почвы.

Примечательно, что каждый действующий вулкан — центр, вокруг которого располагается ряд «зон», где влияние на почвообразование вулканического материала по мере удаления от вулкана ослабляется; изменяется также механический состав пепла. Эти «зоны» могут быть не вполне концентрическими: они расширяются в сторону направления господствующих ветров. Явления подобной асимметричной «зональности» на Камчатке были описаны И. А. Соколовым (1963), где преобладание ветров восточного направления способствует выносу вулканического пепла на континент.

Итак, в географии пеплово-вулканических почв, несмотря на их связь с эндогенными литологическими факторами, существует определенная закономерность: они распространены в краевых притихоокеанских частях континентов и на островах Тихого и Индийского океанов, что, как будет показано далее, является основанием для выделения ряда особых приокеанических почвенных областей. В пределах областей почвы подчинены в своем распространении своеобразной зональности в соответствии с положением «зонообразующих» центров — вулканов и господствующей воздушной циркуляцией.

Разнообразные по возрасту и литологическому составу древние осадочные породы не обнаруживают какой-либо закономерности, связанной с географической поясностью или фациальностью континентов, поэтому литология массивных пород, слагающих тот или иной участок суши, рассматривается обычно как «азональный» фактор. Естественно, что пестрота литологической основы, а следовательно, и почвенного покрова, наиболее ярко проявляется в горных областях, где скорость денудации продуктов выветривания велика и в качестве почвообразующих пород выступают слабовыветрелые элювиально-делювиальные образования, сохранившие в значительной мере минералогические и химические особенности исходной породы. В этих условиях выветривание и почвообразование идут одновременно и почвы проходят стадии от примитивных — первичных под литофильной мохово-лишайниковой растительностью до относительно более развитых, но все же с профилем, периодически нарушающимся смывом или намывом нового материала. Поэтому в горных областях часто распространены семейства и типы почв, отсутствующие на прилегающих равнинах, сложенных более выветрелым материалом. Таковы, например, дерновые остаточно-карбонатные почвы, ареалы которых ограничены выходами на поверхность массивных карбонатных пород.

Существуют ли какие-либо географические планетарные закономерности в распределении горных массивов, а следовательно, и свя-

занных с ними-не только систем вертикальных зон, но и литологически обусловленной мозаичности почвенного покрова?

Существуют гипотезы о влиянии вращения Земли на ее рельеф, что выражается в образовании широтных и меридиональных поясов поднятий и опусканий. Хребты и понижения земной поверхности согласно этой гипотезе образуются в результате изменения скорости вращения Земли: при увеличении ее земное вещество перемещается к экватору, а при уменьшении — к полюсам; возникают напряжения, концентрирующиеся в определенных критических поясах. Ряд ученых объясняет изменение скорости вращения эндогенными факторами — попеременным расширением и сжатием. Но имеется и другая точка зрения, высказанная Л. С. Эйгенсоном. Он считает, что скорость вращения Земли, а следовательно, и пространственные закономерности связаны с зональностью физических процессов в атмосфере и в гидросфере, в свою очередь обусловленной неравномерным распределением солнечной энергии. Возникновение широтных и меридиональных напряжений в земной коре (и связанных с ними широтных и меридиональных горных поднятий и понижений) Эйгенсон объясняет неравномерностью воздействия земных факторов — трения гидросферы о дно океанов.

Если признать справедливость этой точки зрения, то следует вывод, что рисунок меридионально вытянутых горных хребтов и широтно ориентированных горных систем подчиняется не только геологическим, но и географическим закономерностям. С этим рисунком связаны и основные ареалы распространения почво-элювиев — образований, где процессы выветривания и почвообразования идут одновременно и почвы своими свойствами и распространением в пределах определенной зоны увлажнения в весьма сильной степени обязаны геологическим особенностям территории.

ОСТАТОЧНЫЕ И АККУМУЛЯТИВНЫЕ ТИПЫ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Процессы выветривания и образующиеся продукты выветривания в своем составе и распространении подчиняются географическим, а конкретнее ландшафтно-геохимическим закономерностям.

Термин «кора выветривания» в литературе употребляется и в более узком и в более широком понимании. В геологической литературе он относится лишь к продуктам выветривания, лежащим in situ и сохранившим, несмотря на глубокое изменение химического и минералогического состава, структуру исходной массивной породы.

В ландшафтно-геохимических и почвенных работах этот термин понимается более широко, как его понимал Б. Б. Полынов, создавший стройную теорию процессов выветривания и миграции подвижных продуктов выветривания, изложенную впервые в 1933 г. и развитую в специальной монографии «Кора выветривания» (1934).

Б. Б. Полынов различал два понятия:

1. **Область** или **зону выветривания,** т. е. ту верхнюю часть литосферы, слагаемую изверженными, метаморфическими и осадочными породами, в толщу которой проникают агенты выветривания и где процессы направлены на разрушение пород, однако оно находится в начальной стадии.

2. **Современную кору выветривания,** т. е. ту часть поверхностной оболочки литосферы, которая в данный геологический момент уже сложена рыхлыми, раздробленными продуктами выветривания, независимо от того, находятся ли они in situ или переотложены.

Следовательно, термин «кора выветривания» в соответствии с определениями Б. Б. Полынова применяется как к элювиальным образованиям, так и ко всякого рода рыхлым осадкам, наносам.

Именно в таком, более широком смысле мы будем употреблять далее термин «кора выветривания».

Б. Б. Полынов различал несколько циклов и фаз остаточной и сопряженной с ней аккумулятивной коры выветривания. На основании сопоставления среднего химического состава массивных пород и среднего состава минерального остатка поверхностных речных вод он установил относительную миграционную способность элементов и их соединений. Выяснилось, что наибольшей миграционной способностью обладает хлор, несколько меньшей — сера, далее идут кальций, магний, калий, затем кремнезем и наименее подвижны окислы железа и алюминия (табл. 8).

Таблица 8

Порядок миграций	Элементы и их соединения	Средний состав массивных пород	Средний состав минерального остатка вод	Относительная подвижность элементов
IV	Al_2O_3	15,35	0,90	0,02
	Fe_2O_3	7,29	0,40	0,04
III	SiO_2	59,09	12,80	0,20
II	Ca	3,60	14,70	3,00
	Mg	2,11	4,90	1,30
	K	2,57	4,40	1,25
	Na	2,97	9,50	2,40
I	Cl	0,05	6,75	100,00
	SO_4	0,15	11,60	57,00

Таким образом, если из выветривающейся толщи пород за некоторое время будет вынесен весь хлор, она потеряет примерно половину (57%) от первоначального содержания SO_4. За это же время будет вынесено всего лишь 2—3% от первоначального содержания натрия и кальция и около 1,2—1,3% магния и калия; еще в меньшей степени она будет обеднена кремнеземом, а окислы железа и алюминия практически останутся на месте.

Если продолжительность выветривания велика и из выветривающейся толщи вынесены не только хлор и сульфаты, но и весь кальций и натрий, в ней сохранится еще около 50% первоначальных

запасов калия и магния (так как относительная подвижность этих элементов в 2 раза меньше). Однако к этому моменту будет вынесено и около 6—7% от первоначального содержания кремнезема. При полном выносе всех оснований вынос кремнезема составит 15—20% его исходного содержания, т. е. кора выветривания будет относительно обогащаться наименее подвижными окислами железа и алюминия, относительное содержание которых к этому моменту будет в 1,5—2 раза больше их первоначального содержания.

Следовательно, при длительно идущем процессе выветривания остаточная кора выветривания последовательно обедняется элементами с высокой миграционной способностью и относительно обогащается менее подвижными. В природе наблюдаются все последовательные стадии остаточной коры выветривания — обломочной, обломочной обызвесткованной, сиаллитной, аллитной (или ферраллитной). Элементы и их соединения, которые выносятся из остаточной коры выветривания, перемещаются с подземными и поверхностными водами на большее или меньшее расстояние от места своего «освобождения». Порядок выпадения элементов из растворов и накопления в различного рода рыхлых наносах обратный порядку их подвижности: элементы с наиболее высокой миграционной способностью уносятся наиболее далеко и аккумулируются в наиболее пониженных областях — внутри континентов, в области дельт или уносятся в моря и океаны.

Менее подвижные задерживаются в значительной своей части по пути, причем чем менее подвижны элементы, тем ближе зона аккумуляции располагается к области сноса. В результате в пределах данного солесборного бассейна формируются последовательно сменяющие одна другую, в соответствии с геоморфологическими условиями, зоны с различными типами аккумулятивной коры выветривания. Они геохимически связаны в своем генезисе с областями, где идет формирование остаточной коры выветривания того или иного типа.

Выделяются следующие типы аккумулятивной коры выветривания: сиаллитная, карбонатная, хлоридно-сульфатная.

Кроме того, на резковыраженных окислительно-восстановительных барьерах (при смене восстановительной обстановки окислительной или наоборот) образуются аккумулятивные ожелезненные латеритные и сульфидно-хлоридные аккумулятивные коры. Последние приурочены к низменным морским побережьям и открытым дельтам рек гумидных областей.

Б. Б. Полынов различал три цикла выветривания: 1) первичный— ортоэлювиальный цикл, связанный с выветриванием изверженных пород; 2) вторичный — параэлювиальный, связанный с выветриванием осадочных пород; 3) неоэлювиальный, связанный с выветриванием и выносом элементов из рыхлых наносов, оказавшихся в элювиальных условиях. Каждый цикл включает ряд стадий развития остаточной коры выветривания и ряд, соответствующих данной стадии, аккумулятивных кор.

Разнообразие условий выветривания и условий миграции подвижных продуктов обусловливают разнообразие сочетаний остаточных и аккумулятивных кор и сложный рисунок их распределения на поверхности Земли. Но все же представляется возможным произвести некоторую систематизацию материала.

Наиболее крупные территориальные ландшафтно-геохимические сопряжения различных типов коры выветривания мы называем ландшафтно-геохимическими аренами (Глазовская, 1967). Ландшафтно-геохимические арены объединяют территории, лежащие на различных гипсометрических уровнях, но находящиеся в общем водосборном и солесборном бассейне, и связанные механическим и химическим стоком в одну общую ландшафтно-литолого-геохимическую территориальную единицу. Протяженность ландшафтно-геохимических арен составляет часто сотни и тысячи километров, а их возраст как геохимически сопряженных территорий измеряется геологическим временем. Именно в пределах ландшафтно-геохимических арен можно наблюдать закономерно сменяющие друг друга в пространстве сопряженные остаточные и аккумулятивные коры выветривания.

Заметим лишь, что наряду с водной миграцией веществ и дифференциацией их по степени растворимости по ступеням рельефа в пределах ландшафтно-геохимических арен идет механическая миграция и дифференциация продуктов выветривания: формируются определенные комплексы пролювиальных, делювиальных и аллювиальных отложений, а в областях древнего и современного оледенения — ледниковых, озерно-ледниковых и флювиогляциальных наносов. Таким образом, вековая геохимическая дифференциация веществ идет как сингенетично — в момент отложения наносов (так как при механической дифференциации идет сортировка и по минералогическому составу), так и эпигенетично, уже после отложения наноса, за счет привноса растворенных веществ с делювиальными, грунтовыми и речными водами. Следовательно, определенные геохимические типы аккумулятивной коры выветривания формируются в различных литологических комплексах пород (песках, суглинках, глинах), которые часто представляют не только продукты размыва и переотложения свежих пород, но и продукты размыва остаточной коры выветривания, формирующейся в областях сноса. Механическое перемещение продуктов остаточной коры выветривания в аккумулятивные области уменьшает степень контрастности между элювиальными и аккумулятивными членами сопряженного ряда. Однако в условиях более спокойного тектонического режима механические продукты в аккумулятивной части арены обогащаются теми или иными химическими соединениями. Наиболее яркий случай подобного вторичного обогащения представляет собой переотложенная ферраллитная или ферсиаллитная кора выветривания, вторично загипсованная и засоленная, широко распространенная в Зауралье, в Центральном Казахстане, в субтропической и тропической аридной частях Австралии.

При рассмотрении закономерностей дифференциации вещества в пределах арены необходимо принимать во внимание не только водную, но и воздушную миграцию веществ, причем как в твердой, так и в жидкой фазе. Выше мы говорили о воздушной миграции вулканических пеплов; это лишь один из многих случаев накопления эоловых осадков, существенно изменяющих геохимическую обстановку. Эоловые наносы распространены весьма широко в аридных зонах. Таковы, например, лёссовые пояса у подножий гор Средней и Центральной Азии, сменяющиеся в центральных частях депрессии песчаными пустынями.

Развевание солей с поверхности солончаков и перенос их на большие пространства также весьма широко распространенное явление, вызывающее засоление почв прилежащих повышенных равнин. Особенно отчетливо этот процесс проявляется в случае субаэрального засоления древней сильно выщелоченной коры выветривания.

На территориях, лежащих близ морей или океанов, большое значение приобретает воздушный перенос солей с океана на сушу.

Усложнения в распределение типов аккумулятивных кор выветривания вносит новейшая тектоника. Области аккумулятивные при поднятии переходят в зоны развития неоэлювиев того или иного типа. В частности, рост в высоту и расширение площади альпийских горных сооружений привели к формированию широких поясов предгорных неоэлювиальных ландшафтов. Таковы, например, лёссовые прилавки, или адыры, в Средней Азии.

И все же через все многообразие конкретных обстановок проступает основная закономерность геохимической дифференциации элементов, позволяющая говорить об известного рода сопряженных литогеохимических комплексах внутри арены.

Если область аккумуляции — замкнутая котловина, литогеохимические зоны располагаются концентрически. Если же арена открытая или несимметричная (поступление веществ идет с какой-либо одной стороны), то литохимические зоны располагаются в соответствии с основными геоморфологическими уровнями и формами рельефа.

Сложность, состав и контрастность литохимических зон определяются как геоморфологическими, так и особенно биоклиматическими условиями в отдельных частях арены. Наиболее полная и контрастная зональность наблюдается в том случае, если области развития элювиальной остаточной коры выветривания имеют влажный климат, а аккумулятивные — лежат в более засушливых зонах. Наименее контрастны — находящиеся целиком или в условиях влажного климата или в условиях очень сухого климата (рис. 14 и 15).

Сопряжение обызвесткованного ортоэлювия с хлоридно-сульфатной аккумулятивной корой выветривания в замкнутой депрессии показано на рис. 15, I. Такого рода сопряжения характерны для пустынь и полупустынь северного Гоби, Атакамы, Большого

Бассейна в Северной Америке, Малой Азии, высокогорных пустынь Тибета и Памира и многих других.

Последовательность расположения остаточных и аккумулятивных кор в горных массивах Кентея и Хангая изображена на

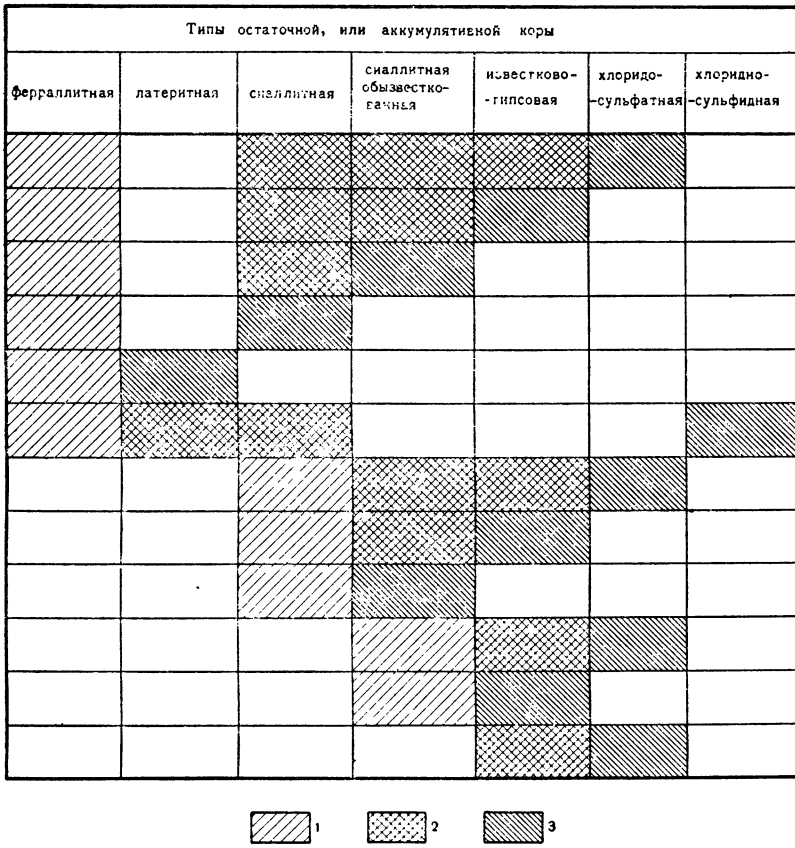


Рис. 14. Типы сочетаний остаточных (1), транзитных аккумулятивных (2) и аккумулятивных (3) кор выветривания

рис. 15, II. Здесь сиаллитный орто- и параэлювий горных массивов сменяется карбонатными лёссовидными отложениями террас и подгорных равнин и переходит в соленосный пойменный аллювий. Подобный же ряд сиаллитной остаточной и карбонатной и хлоридно-сульфатной аккумулятивных кор характерен для большинства горных массивов и прилегающих к ним межгорных впадин и равнин субаридных и аридных зон Земли.

В качестве примеров можно привести горы Средней Азии с сиаллитной и сиаллитно-карбонатной корой на горных склонах с мощ-

ной аккумулятивной карбонатной корой в виде лёссового пояса у подножия гор, который далее сменяется гипсоносными и засоленными древнеаллювиальными и озерными отложениями; впадины Аральского моря, Балхаша, системы Алакульских озер в Джунгарской котловине — это области конечных хлоридно-сульфатных аккумуляций.

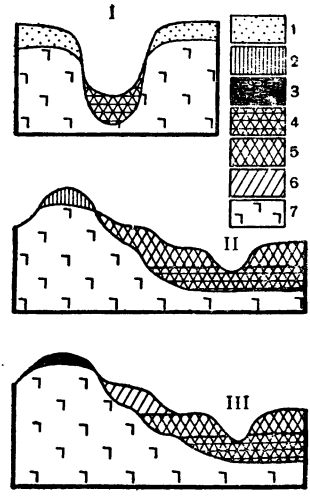


Рис. 15. Сопряженные остаточные и аккумулятивные коры выветривания в области развития изверженных пород (по Б. Б. Полынову, 1956):

I — гобийский ландшафт; II — северомонгольский ландшафт; III — африканский (Южно-Калахарский): 1 — обызвесткованный ортоэлювий; 2 — сиаллитный ортоэлювий; 3 — аллитный ортоэлювий; 4 — хлоридно-сульфатный нанос; 5 — карбонатный нанос; 6 — сиаллитный нанос; 7 — первичная коренная порода

Такова же последовательность расположения остаточных и аккумулятивных кор выветривания на восточных склонах Анд и в прилежащей к ним равнине Гранчако в Южной Америке, восточных, обращенных к Великим равнинам, склонах и подгорных равнинах Скалистых гор в Северной Америке и многих других.

Наиболее полный ряд сопряженных кор выветривания: остаточная кора представлена аллитной стадией, а в аккумулятивном ряду — последовательно располагаются сиаллитная (аллофановая или наиболее часто монтмориллонитовая), далее обызвесткованная и в конечных областях стока — хлоридно-сульфатная (см. рис. 15, III). Примером такого полного ряда остаточных и аккумулятивных кор может служить впадина оз. Чад, с прилегающими к ней с юга возвышенными денудационными равнинами с хорошо развитой ферраллитной корой выветривания.

С сопряженными типами остаточной и аккумулятивной коры выветривания связаны упорядоченные литогенные макроструктуры почвенного покрова.

ГЛАВА 4

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ПОЧВЕННЫЕ РЕЛИКТЫ ТИПЫ ПОЧВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ РЕЛИКТЫ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ КАК ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД

Дифференциация продуктов выветривания на поверхности Земли и образование различных типов остаточных и аккумулятивных кор выветривания — это результат длительных процессов и часто сложной истории развития ландшафтов. Современные миграция веществ и почвообразование накладываются в этом случае на определенный палеогеохимический фон. В ряде случаев современные миграция и аккумуляция веществ идут в том же направлении, как и прежде. Однако во многих случаях современные процессы выветривания и почвообразования накладываются как бы «несогласно» на уже существующий ландшафтный палеогеохимический фон, тогда древние остаточная и аккумулятивная коры выветривания выступают как особые экзотические почвообразующие породы, существенно определяющие характер современного почвообразования.

Наиболее яркие ландшафтно-геохимические реликты приурочены к двум типам территорий.

На обширных платформах и древних пенепленах, не подвергавшихся четвертичным оледенениям и заметным тектоническим нарушениям, сохранились древние мезозойские и третичные остаточные ферраллитные и фersиаллитные коры выветривания, перемежающиеся с древней аккумулятивной латеритной корой. Общее изменение климата плейстоцена в сторону похолодания и иссушения привело к тому, что древние ферраллитные и латеритные коры, типичные для областей с влажным и жарким климатом, оказались не только во влажных областях субтропиков, а местами и умеренных широт (например, Зауралье, Сибирь), но и в аридных и даже в экстрааридных тропических и субтропических пустынях (например, Австралии).

Естественно, что на этом необычном, лишенном оснований, обогащенном каолинитом и гематитом, материале формируются почвы,

существенно отличные от почв, образующихся в этой же зоне, но на слабовыветрелых породах.

Не только ферраллитная кора выветривания, лежащая in situ, но и продукты ее размыва и переотложения существенно влияют на облик и состав почв аридных тропических и субтропических областей. С размывом и переотложением ферраллитной коры выветривания кислых, содержащих кварц, пород связано накопление кварцевых бескарбонатных песков, сохранившихся на поверхности пленки гематита, придающих яркий кирпично-красный цвет почвам песчаных пустынь.

Обнажение при эрозии и дефляции латеритных панцирей не только создает особый тип бронированного останцового рельефа, но и является причиной обогащения наносов железистыми конкрециями — продуктами физического разрушения оолитовых латеритов или крупными обломками гематитового щебня, устилающего поверхность пустыни.

С образованием ферраллитной коры выветривания связана аккумуляция аморфного кремнезема и образование сцементированных опалом и халцедоном горизонтов. Их обнажение на поверхности в аридных зонах и участие в современных отложениях и почвах также не связано с современными геохимическими и почвенными процессами. Это всего лишь особого рода почвообразующие породы по отношению к современным почвам, несмотря на то, что кремневый щебень или галька часто сплошь устилают поверхность пустынных почв, образуя особый тип каменистых пустынь, называемых в Австралии «гиббер».

В условиях континентального климата степей и полупустынь умеренных широт с областями распространения древней ферраллитной коры выветривания связано распространение почв с подвешенным, слабовыраженным карбонатным горизонтом, низкой емкостью поглощения, обусловленной преобладанием каолинита.

Подобные почвы Центрального Казахстана были описаны под названием «северных малокарбонатных сероземов» (Глазовская, 1948).

Большое значение в формировании и распределении почв, принадлежащих семейству слитоземов (наряду с элювиями основных пород), имеют широко распространенные дочетвертичные главным образом плиоценовые тяжелые монтмориллонитовые глины, представляющие собой аккумулятивную сиаллитную обычно обызвесткованную кору выветривания. Сформированные в водоемах или в условиях супераквального режима, вследствие развития рельефа эти глины оказались во многих местах в элювиальных условиях.

Широкое распространение монтмориллонитовых глин в юго-восточной части Европы, в частности в Болгарии, обусловливает появление ареалов слитых черноземов и смолниц.

Весьма примечательным ландшафтно-геохимическим реликтом предшествующего супераквального режима и связанной с ним гидрогенной аккумуляции являются широко распространенные в арид-

ных зонах Земли солевые коры: известковые, гипсовые, кремневые. Водная и ветровая эрозия выводят сцементированные солями горизонты аккумулятивной коры на поверхность, где они подвергаются физическому и химическому разрушению и дают начало современным примитивным известковым или гипсовым почвам субтропических и тропических пустынь.

Области распространения подобных солевых кор и связанных с ними примитивных почв располагаются в соответствии с зонами аккумуляции древних ландшафтно-геохимических арен, часто не совпадающих с современными.

Выше приведены примеры наиболее ярких ландшафтно-геохимических реликтовых аккумуляций, выступающих в современный период как своеобразные, часто экзотические, но всегда закономерно связанные с палеоландшафтом, почвообразующие породы. Возникает вопрос, сохраняются ли от палеогеохимических обстановок только коры выветривания или можно найти на поверхности их также реликтовые почвы, что может еще в большей степени усложнять почвенный покров. Для того чтобы на него ответить, рассмотрим возможные пути эволюции почв и почвенного покрова Земли.

ВОЗРАСТ ПОЧВ, ПОЧВЕННЫЕ РЕЛИКТЫ

При изучении свойств современных почв необходимо учитывать: 1) устойчивые свойства почв, зафиксированные в почвенном профиле в виде системы генетических горизонтов, обладающих определенным минералогическим и химическим составом, физико-химическими и физическими свойствами; 2) динамические свойства почв: режимы влажности, температуры, биологической активности, режимы состава газовой фазы и состава почвенных растворов.

Современные представления о географии почв основываются главным образом на устойчивых свойствах почв, запечатленных в их генетическом профиле. Поэтому весьма важно знать: насколько свойства почвенного профиля, представляющие результат длительно протекавших процессов почвообразования, соответствуют современным условиям почвообразования? Насколько современные процессы совпадают с теми, которые привели к формированию данного типа почв? Насколько быстро образуются и преобразуются почвы и какие свойства их можно рассматривать как реликтовые?

По вопросу о возрасте современных почв существуют различные точки зрения.

И. П. Герасимов (1968), используя данные определений радиоактивного углерода в гумусе почв лесной и степной зон, пришел к заключению, что возраст почв бореального и суббореального поясов в их верхних деятельных горизонтах очень невелик и измеряется лишь сотнями лет (300—700 лет).

В молодости почвенного покрова и большой скорости почвообразования И. П. Герасимов видит подтверждение докучаевского по-

ложения соответствия современных почв современным факторам почвообразования. И. П. Герасимов предполагает также, что быстрое течение почвообразовательных процессов обусловливает исчезновение реликтовых признаков (следов прежних стадий развития почв) во всей толще, захваченной современными почвенными процессами. Исключением являются случаи, когда почвенный реликт защищен тем или иным образом от современных воздействий (захоронение почв и вывод нижней части профиля из сферы активного почвообразования, наличие защитных водонепроницаемых пленок вокруг реликтовых образований и т. д.).

Так, обнаруженную анализами разновозрастность гумуса в профиле чернозема (в верхней части гумусового горизонта — 500—700 лет, а в нижней — 7—10 тыс. лет) И. П. Герасимов объясняет накоплением на поверхности почвы эолового материала, т. е. ростом почвенного профиля кверху и выводом его нижней части из сферы активного почвообразования. Та же закономерность, т. е. увеличение возраста гумуса в нижней части профиля, обнаружена и у подзолистых почв.

Поступление на поверхность почв эолового материала, элементов, растворенных в атмосферной влаге, а также зольных элементов, освобождающихся после минерализации наземных растительных остатков, — повсеместно развитые явления, которые необходимо учитывать при рассмотрении профиля любых почв.

Однако поступающий на поверхность твердый и даже нерастворимый в воде материал не остается на поверхности почв (если это только не катастрофическое захоронение почвы и не превращение ее в погребенную). Явления ассимиляции почвой постоянно поступающего на ее поверхность твердого материала заметны особенно хорошо, если минералогический состав почвообразующей породы резко отличен от минералогического состава эолового материала.

Проведенное И. Г. Побединцевой (1969) изучение черноземов, образовавших на древней, лежащей in situ и сохранившей структуру породы, каолинитовой коре выветривания гранитов, показало, что поступающий на поверхность эоловый и иной материал, содержащий невыветрелые первичные минералы (в том числе аксессорные, отсутствующие в коре), разносится благодаря роющей деятельности почвенных животных — муравьев, червей — по всему почвенному профилю на глубину до 100 *см* и более.

Современными почвенными процессами захватывается обычно большая толща. Исследования динамики почвенных процессов в черноземах Среднерусской возвышенности, проведенные Е. А. Афанасьевой (1966), показали, что количество корней в единице объема почвы на глубине 120 *см* было лишь в 3 раза меньше, чем на глубине 10—20 *см*, а на глубинах от 120 до 300 *см* количество их слабо изменяется и составляет около $^1/_{10}$ весовой части корневой массы горизонта 10—20 *см*. Сезонная динамика углекислоты — продукта жизни — проявляется до глубины 4,0 *м*, динамика влажно-

сти — до 2,0 *м* и т. д. Таким образом, профиль современной живой почвы значительно превышает мощность гумусового горизонта.

Если взять отношение веса гумуса в определенном объеме почвы к весу живых корней в этом же горизонте, то вниз по профилю это отношение увеличивается. Действительно, гумус в нижней части профиля разлагается медленнее, чем в верхней (табл. 9), что

Таблица 9

Запасы углерода гумуса и корней (>1 *мм*) в мощных типичных черноземах (по Е. А. Афанасьевой, 1966)

Глубина, *см*	Дубовые леса			Луговая степь			Поляны среди дубравы		
	углерод, *т/га*		С гумуса	углерод, *т/га*		С гумуса	углерод, *т/га*		С гумуса
	гумус	корни	С корней	гумус	корни	С корней	гумус	корни	С корней
0— 20	89	36	25	98	6	16	88	4,6	19
20— 50	93	1,0	93	104	2	52	89	1,0	89
50—100	95	1,1	86	111	1,1	101	96	1,1	87
100—150	38	0,6	63	38	0,3	127	43	0,5	86
150—200	28	0,2	140	34	0,2	170	33	0,2	165

согласуется с распределением по профилю микроорганизмов, и процесс гумусонакопления (ведущий процесс при образовании черноземов) по мере увеличения возраста почвы захватывает все более и более глубокие части профиля.

Увеличение отношения запасов гумуса к живым корням с глубиной может быть следствием не только его образования на месте, но и привноса подвижных гумусовых веществ из вышележащих горизонтов. Даже в черноземах отношение гуминовых кислот к фульвокислотам на глубине около 100 см и ниже становится меньше единицы. В подзолистых почвах вымывание гумуса — один из ведущих процессов.

Таким образом, факт разновозрастности гумуса в различных частях профиля современных почв можно объяснять, как показывают приведенные примеры, не только явлениями захоронения нижних горизонтов почв, но и обычным для всех почв уменьшением с глубиной микробиологической активности и более длительным сохранением «старого» гумуса.

Радиоуглеродный метод определения возраста гумуса «живых» почв сейчас применяется в разных странах (США, ФРГ), однако его не достаточно для определения возраста современной почвы как особого естественноисторического тела. Гумус может быть «молодым», но это свидетельствует лишь о коротком цикле существования вновь образующегося органического вещества почв, быстром его разложении и обновлении, но отнюдь не о возрасте почвы.

Каждое новое поступление органического вещества, его нахож-

дение в почве и взаимодействие с ее минеральной частью так же, как и воздействие на почвенную массу продуктов минерализации гумуса (например, CO_2, NO_2, SO_3 и др.), оставляет устойчивые изменения в химических и физических свойствах почвы, приводит к формированию определенного генетического профиля с совокупностью как органо-минеральных, так и минеральных горизонтов, вторичных глинных минералов, различного рода новообразований — свидетелей почвообразования.

Минеральные продукты почвообразования, в том числе и элементы, прошедшие через биологический цикл и возвращенные в почву в форме биолитов, а также целые сформированные генетические горизонты — элювиальные, иллювиальные — в случае, если почва катастрофически не смывается, сохраняются в профиле долгое время, даже при условии изменения общей тенденции почвообразования, в современный период.

Поэтому определение возраста гумуса в современных почвах радиоуглеродным методом — это лишь один из вспомогательных методов, который может быть использован для определения скорости циклических процессов превращения органических веществ в различных частях профиля почвы. Главным методом остается анализ всего почвенного профиля в целом, с учетом палеогеографических особенностей данной территории, степени антропогенного преобразования территории и почв, современных условий почвообразования и динамики современных процессов.

ЭВОЛЮЦИЯ ТИПОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ, ЭВОЛЮЦИЯ (ИЛИ МЕТАМОРФИЗМ) ПОЧВ

И. П. Герасимов (1960) ввел понятие о *геологической эволюции типов почвообразования*. Основу эволюции составляет историческое развитие генетических взаимоотношений в системе растительность — горная порода, происходившее в течение многих геологических периодов в разнообразных условиях климата и рельефа.

Изменения во времени конкретных почв (почвенных тел), связанные с изменением климата, развитием рельефа, И. П. Герасимов рассматривает не как эволюцию почв, а как *почвенный метаморфизм*.

В то же время И. П. Герасимов подчеркивает, что явления почвенного метаморфизма имеют большое значение в эволюции типов почвообразования. Путем многообразных превращений почв накапливаются изменения, направленные в одну сторону; изменения в характере почв воздействуют на живую природу, стимулируют постепенное возникновение новых жизненных форм, отвечающих новым условиям внешней среды. Путем массового почвенного метаморфизма в сложном вековом процессе взаимосвязанного эволюционного развития всей среды жизни и самой жизни возникают в почвенном покрове Земли новые генетические типы и виды почв. Формирование таких новых (т. е. ранее не существовавших) типов,

связанных с новыми формами жизни или их новыми сочетаниями, протекает медленно и имеет поступательный прогрессивный характер от более простого к более сложному — типы почвообразования эволюционируют.

Многие почвоведы термин «эволюция» употребляют для обозначения развития или эволюции конкретных почвенных тел и развивают идею о нескольких одновременно протекающих поступательных циклах изменения почв во времени, как бы «вложенных» один в другой и вызывающих сложный суммарный эффект. Впервые эта идея была выдвинута А. Н. Розановым в отношении почв сероземной зоны (1951). Позднее схема возможных рядов развития почв в различных циклах по отношению ко всей совокупности почв была рассмотрена Н. Н. Розовым (1956) в связи с вопросами классификации почв. Выделяются следующие циклы:

1) цикл собственно биологический — это цикл «саморазвития почвы в системе почва—растение»;

2) цикл биогеоморфологический — это цикл развития почвы и системы почва—растение вместе с развитием рельефа;

3) цикл биоклиматический — это цикл развития почвы и системы почва—растение вместе с изменением климата.

Возможно выделение и четвертого биоантропогенного цикла, протекающего под воздействием хозяйственной деятельности человека.

Цикл «саморазвития почвы в системе почва—растение» весьма существен. Именно он определяет известного рода самостоятельность почвы как естественноисторического тела. В этом цикле Н. Н. Розов различает две фазы: 1 — фазу образования почвы из горной породы, 2 — фазу зрелой почвы.

В первую фазу вследствие «неуравновешенности» свойств горной породы с другими факторами почвообразования, прежде всего с гидротермическими и биохимическими условиями, а также вследствие смен (по мере заселения горной породы) биоценозов почвообразование идет быстро.

Процессы превращения массивных горных пород в почвы (т. е. первая стадия развития почв в биологическом цикле) были детально изучены Б. Б. Полыновым и его учениками. Эти работы показали, что уже на самых ранних стадиях первичного почвообразования под литофильными биоценозами идут глубокое биохимическое выветривание, избирательная биогенная аккумуляция элементов и формируются органо-минеральные и органические компоненты, свойственные развитым почвам. С момента поселения высшей растительности начинается дифференциация генетического профиля почв.

По мере того как слагается устойчивый по отношению к данным гидротермическим условиям и условиям субстрата биоценоз — «климакс—ассоциация» — почва достигает зрелости; дальнейший процесс изменения биоценоза и почв идет значительно медленнее, хотя и не прекращается (как это предполагают некоторые ученые,

защитники теории климакса). Наряду с суточными и годичными биоценотическими ритмами, определяющими в значительной мере цикличные почвенные процессы, в почвенной толще идут необратимые превращения минеральных и органических соединений, в результате которых часто существенно изменяются условия местообитания живых организмов, что в свою очередь вызывает изменения в биоценозах.

Таким образом, на стадии «зрелой» почвы ее дальнейшее развитие в условиях относительного постоянства климата и устойчивого рельефа обусловлено все большим проявлением обратной связи почв с биологическими факторами почвообразования, т. е. взаимодействия почв и организмов.

Развитие почв в биогеоморфологическом цикле связано с проявлением тектонических движений и рассматривалось в работах многих почвоведов (Сибирцев, Неуструев, Полынов, Иванова, Герасимов, Ковда и др.).

В небольшой, но имеющей принципиальное значение статье «Почвы и циклы эрозии» (1930) С. С. Неуструев показал на основании анализа почвенного покрова террас степных рек выраженный в пространстве возрастной эволюционный ряд почв, от солончаковых и солончаковатых луговых почв поймы до луговых солонцов и остепняющихся солонцов высоких террас.

Именно этот эволюционный ряд почв, связанный с развитием рельефа и понижением уровня грунтовых вод, занимает центральное место в классификации почв, разработанной В. А. Ковдой в связи с составлением мировой почвенной карты ФАО ЮНЕСКО (1966).

Эта схема построена по историко-эволюционному принципу, который позволяет, как полагает автор, наиболее правильно сгруппировать почвы, отразить их пространственное положение на земной поверхности и глубже вскрыть взаимосвязи между различными почвами и их свойствами.

В своих построениях В. А. Ковда исходит из принципа разновозрастности почв мира, которая обусловлена положением почв на разновозрастных элементах рельефа и различными гидротермическими условиями, определяющими различную скорость почвообразовательных процессов и их направление. Наиболее общим явлением, развивающимся при почвообразовании и характеризующим все почвы без исключения, служит баланс органических и минеральных веществ, определяемый соотношением биологического и геохимического (геологического) круговорота веществ. Биологический и геологический круговороты веществ совпадают в своем направлении в почвах, развивающихся в депрессиях рельефа при участии грунтовых вод, приносящих в почвы те или иные минеральные вещества. Эту стадию развития баланса веществ (а соответственно и почв) В. А. Ковда называет гидроморфной (гидробиоаккумулятивной). Направления геологического и биологического кругооборотов веществ здесь совпадают. При поднятии суши или опус-

кании базиса эрозии происходит понижение уровня грунтовых вод, тип баланса сменяется автоморфным (биоаккумулятивным). Направленность биологического и геологического кругооборотов веществ здесь противоположны.

Между гидроморфным и автоморфным типами баланса может быть выделен ряд промежуточных форм.

От гидробиоаккумулятивной стадии к стадии биоаккумулятивной и осуществляется, согласно теории В. А. Ковды, развитие почв равнинных территорий. Исключение представляют почвы горных областей, не претерпевших предшествующей гидроморфной стадии. В соответствии с этой гипотезой выделяются возможные стадии эволюции почв:

1. Гидроаккумулятивная, с подводным почвообразовательным процессом, характеризующаяся накоплением кластического и химического минерального и органогенного материала. Воды находятся в пределах почвенного профиля;

2. Гидроморфная (гидробиоаккумулятивная), с надводным почвообразованием, где почвы развиваются в аккумулятивном или транзитно-аккумулятивном ландшафте. Баланс веществ в почвенных горизонтах складывается в целом в сторону их аккумуляции;

3. Мезогидроморфная (мезогидробиоаккумулятивная полугидроморфная) стадия. Почвы развиваются в условиях аккумулятивного или трансаккумулятивного ландшафта. Воды находятся близко к поверхности и оказывают влияние на нижнюю часть почвенного профиля либо поднимаются периодически. Соответственно и гидрогенная аккумуляция веществ охватывает нижнюю часть почвы, в верхних горизонтах — биогенная аккумуляция — главный фактор почвообразования;

4. Палеогидроморфная (палеогидробиоаккумулятивная) стадия. Палеогидроморфные почвы на неоэлювии развиваются в условиях элювиального ландшафта. Грунтовые воды не оказывают влияния на почвообразование, но о воздействии их в предшествующие стадии развития свидетельствуют некоторые реликтовые признаки остаточного гидроморфизма (специфические новообразования, конкреции, остатки гидрофильной флоры и т. д.);

5. Протерогидроморфная (протеробиогидроаккумулятивная) стадия. Почвы развиваются на неоэлювии, в элювиальных ландшафтах, при глубоком залегании грунтовых вод. Реликтовые признаки гидроморфного процесса выражены значительно слабее. Почвообразование идет в элювиальных условиях и геохимический баланс веществ имеет отрицательный характер;

6. Автоморфная (биоаккумулятивная) стадия характеризуется типичными автоморфными, генетически самостоятельными почвами. Они образуются на древних денудационных равнинах, на выходах массивных известняковых пород, на вулканических пеплах. Преобладающему геохимическому выносу веществ из почв противостоит биологическая аккумуляция;

7. Горная автоморфная (биоаккумулятивная) стадия с боковым перераспределением веществ.

Развитие названных выше стадий осуществляется с различной скоростью и имеет качественные отличия при различных энергетических уровнях почвообразования.

В принципиальной схеме классификации почв В. А. Ковды отражены стадии развития почв лишь в геоморфологическом цикле. В ней не показаны стадии развития автоморфных почв (порода—почва), все они включены в одну стадию, не включены эволюционные ряды почв, обусловленные изменениями биоклиматических факторов. В этом отношении приведенная схема эволюционных циклов развития почв Н. Н. Розова представляется более всеохватывающей.

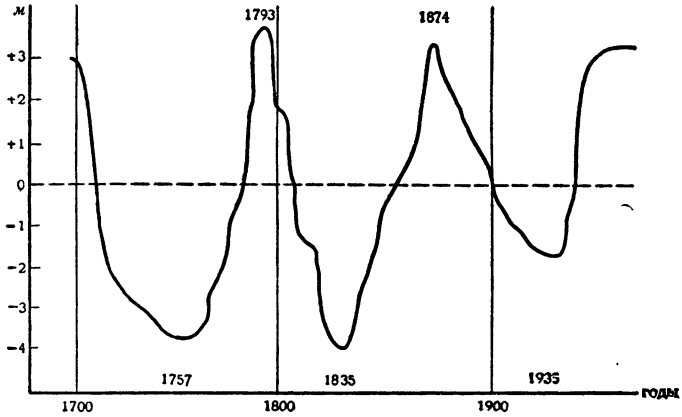
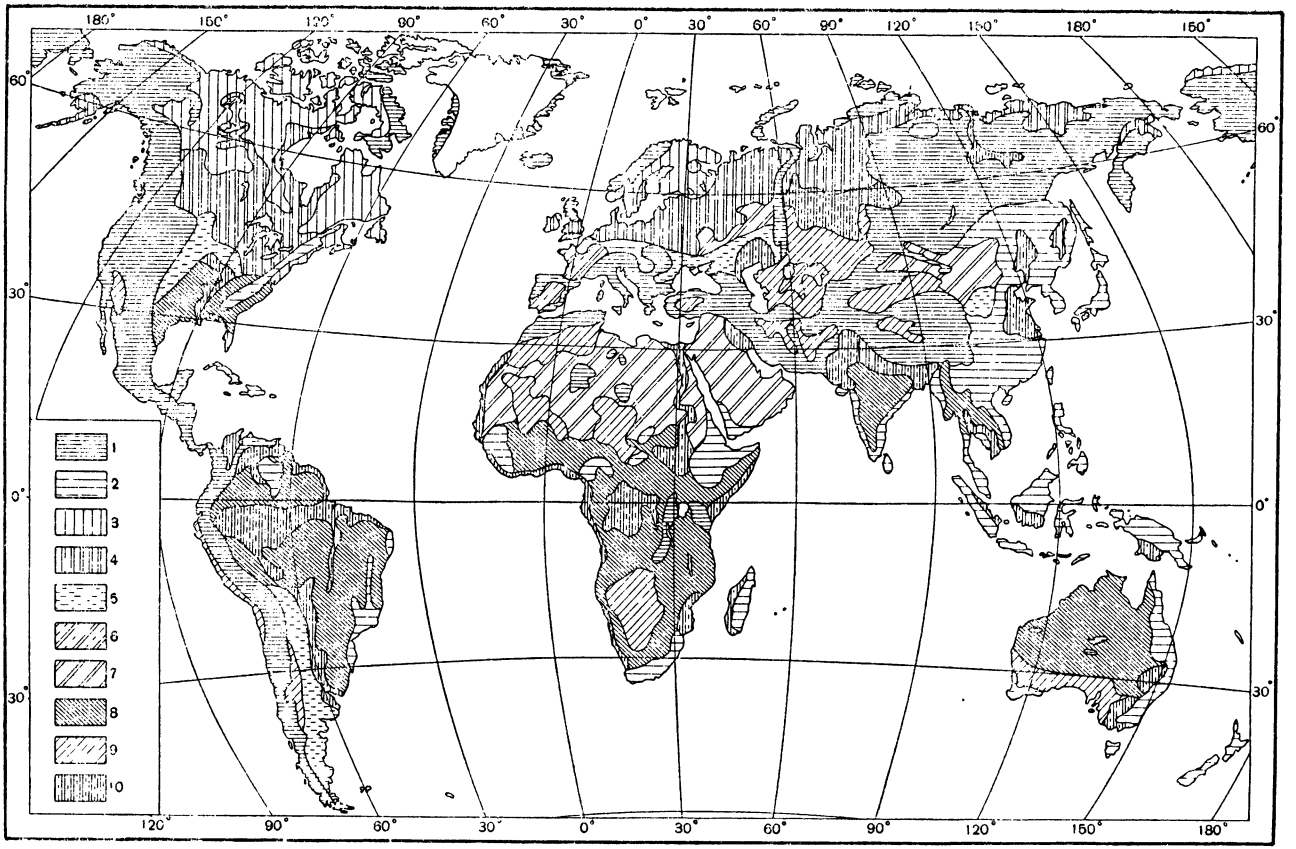


Рис. 16. Колебания уровня озер Западной Сибири за исторический период (по А. В. Шнитникову, 1957)

Биоклиматический цикл развития почв связан с изменениями климатических условий и сдвигом границ растительных и почвенных зон. В условиях стабильного рельефа в профиле почв имеются признаки, которые нельзя объяснить влиянием лишь современных климатических условий, они рассматриваются как реликты иного биоклиматического режима. К числу таких признаков относят определенного рода новообразования или отдельные генетические горизонты, а иногда и весь профиль.

Широкое распространение почв с реликтами иного биоклиматического режима отмечено многими отечественными почвоведами и географами (Карпинский, Прасолов, Захаров, Неуструев, Ливеровский и др.) и почвоведами зарубежными (Прескотт, Стиффенс, Эвальд, Кубиена, Обер и др.).

Исследования показали, что лишь в особо благоприятных условиях рельефа, исключающих смыв и намыв почв, и преиму-


180° 150° 120° 90° 60° 30° 0° 30° 60° 90° 120° 150° 180° 150°
60°
30°
0°
30°
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
120° 90° 60° 30° 0° 30° 60° 90° 120° 150° 180°

щественно близ границ почвенных зон и областей (лесостепь, лесотундра, облесенные саванны и т. д.) сохраняются в почвенном профиле биоклиматические реликты (кротовины, остаточные гумусовые горизонты, элювиальные и иллювиальные горизонты и т. д.).

Универсальное значение направленному биоклиматическому циклу развития придавал В. Р. Вильямс. Им была выдвинута теория «единого почвообразовательного процесса», согласно которой все почвы равнин прошли в своем развитии ряд стадий, обусловленных изменениями положения полюсов и соответственно термических зон. Эволюция почв шла, по В. Р. Вильямсу, в следующем направлении: от наиболее молодых — тундровых, через подзолистые, болотные ко все более древним черноземным, далее к сухостепным, солонцовым и солончаковым. Предполагалось, что одна и та же почва (как физическое тело) проходит через все названные стадии. При создании этой гипотезы В. Р. Вильямс не учел все фазы послеледниковой истории равнин, не принял во внимание неотектоники, существенную перестройку рельефа и полное уничтожение на значительных пространствах древних почв, образовавшихся в ином биоклиматическом режиме. Эта гипотеза слишком абстрактна, так как биологический, биогеоморфологический и биоклиматический циклы развития почв (как уже сказано) протекают совместно, в сложном сопряжении друг с другом.

Наглядным примером совместного протекания биоклиматического и биогеоморфологического циклов могут служить эволюционно-пространственные ряды почв лесостепной зоны на слабодренированных равнинах Западной Сибири, изобилующих многочисленными озерами в различных стадиях усыхания, заболачивания, зарастания лесом, с налагающимися процессами содового засоления, осолонцевания и осолодения.

На рис. 16 приведена кривая изменения уровня озер Западной Сибири за исторический период, составленная по совокупности различных данных П. С. Шнитниковым (1957). Она показывает, что в сухие периоды уровень озер опускался на 2,5—3,5 *м*. Многие из них совсем пересыхали, а через несколько десятилетий вновь наполнялись водой.

Рис. 17. Схема типов почвенно-генетических регионов. Регионы с преобладанием относительно молодых почв, отвечающих современным условиям:

1 — горы с преобладанием почво-элювиев; 2 — горы с сочетанием почво-элювиев и развитых почв на коре выветривания; 3 — молодые ледниковые равнины с сочетанием почво-элювиев и молодых почв. Регионы с преобладанием относительно молодых почв в сочетании с палеоклиматогенными и палеогидрогенными; 4 — древнеледниковые равнины с участием почв с реликтами перигляциального и супераквального режимов; 5 — аккумулятивные лёссовые и другие равнины с участием палеоклиматогенных почв и палеогидрогенных почв; 6 — аккумулятивные суглинистые равнины с участием палеоклиматогенных и палеогидрогенных почв; 7 — песчаные аккумулятивные равнины с участием палеоклиматогенных и палеогидрогенных почв. Регионы с преобладанием палеоклиматогенных почв: 8 — денудационные равнины с древними корами выветривания; 9 — денудационные, пластовые и аккумулятивные равнины с древними солевыми аккумуляциями. Регионы с молодыми палеогидрогенными почвами; 10 — аллювиальные и молодые приморские равнины

В связи с изменением уровня озер изменяется и уровень грунтовых вод. Почвы озерных террас находятся то в гидроморфном, то в субаэральном режиме и образуют пространственно-генетические ряды, обычные для геоморфологического цикла развития аллювиальных равнин. Но здесь изменение геоморфологического положения почв в системе озерных террас обусловлено изменениями климата.

ТИПЫ ПОЧВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

При всем многообразии путей эволюции почв и сложном сочетании эволюционных циклов на определенных участках суши Земли ведущее значение имеют определенные циклы, накладывающие существенный отпечаток на весь почвенный покров.

На схематической карте (рис. 17) показаны основные типы почвенно-генетических регионов суши мира:

1. Горные области с молодым и постоянно возобновляющимся почвенным покровом. В их пределах широко распространены почвы первой фазы развития (т. е. фазы образования почв из горной породы) — это первичные почвы и почво-элювии. Быстрое развитие рельефа приводит к частому обновлению почвенного покрова и уничтожению биоклиматических и иных реликтовых черт;

2. Молодые моренные ледниковые равнины, с почвенным покровом, имеющим возраст 3—10 тыс. лет, с локальным распространением почв, прошедших гидроморфную стадию;

3. Древние ледниковые равнины, с почвами, сохранившими следы перигляциального режима и последующих биоклиматических изменений;

4. Аккумулятивные внеледниковые возвышенные равнины, сложенные лессами и лессовидными породами, с относительно более древними почвами. Вероятное эоловое происхождение исключает на большей части этих равнин предшествующую гидроморфную стадию развития почв. Эволюция почв связана с биоклиматическими циклами и с погребением почв новыми эоловыми осадками;

5. Низменные аккумулятивные внеледниковые (флювиогляциальные, озерные, аллювиальные) равнины, пережившие в четвертичное время аквальную и супераквальную стадии развития, с почвами, сохранившими в той или иной мере черты прежнего гидроморфного режима. Эволюция почв этих территорий обусловлена в значительной мере биогеоморфологическим циклом развития: разновозрастные элементы рельефа представляют эволюционный ряд почв от гидроморфных к палео- и протерогидроморфным;

6. Низменные молодые приморские равнины, с молодыми почвами, развивающимися в биологическом и биогеоморфологическом циклах;

7. Молодые эоловые песчаные равнины с малоразвитыми и неразвитыми почвами — эволюционирующими в биологическом цикле;

8. Пластовые и денудационные равнины, не испытавшие в четвертичное время существенных тектонических движений, с сохранившимися мезозойскими и третичными корами выветривания. Неоднократные изменения климата и смещения зон и связанные с ними биоклиматические циклы изменения почв определили на значительных пространствах наличие в почвах реликтовых черт, унаследованных от иных биоклиматических условий.

История формирования почв определяет во многих случаях макроструктуру почвенного покрова. На низменных равнинах часто наблюдаются палеогидрогенные макроструктуры, а на денудационных — палеоклиматогенные.

ГЛАВА 5

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МАКРОСТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОЧВЕННЫЕ ОБЛАСТИ

При выделении почвенных секторов (см. стр. 39) принимался во внимание лишь один признак: постоянство состава на всем пространстве сектора семейства субаэральных почв.

При выделении внутри секторов более дробных почвенных регионов — почвенных областей — учитываются основные типы макроструктур почвенного покрова, т. е. основные типы макрокомбинаций семейств и типов почв в пространстве.

Тот или иной тип макроструктуры почвенного покрова обусловлен совокупным воздействием ряда факторов: биоклиматических, орографических, литологических, историко-генетических и др., приводящих к пространственной дифференциации почв.

В большинстве случаев макроструктуры почвенного покрова представляют пространственно упорядоченные системы, связанные с тем или иным упорядоченно расположенным почвообразующим фактором или целой их совокупностью.

В ряду упорядоченных макроструктур почвенного покрова нужно назвать прежде всего определенные типы горизонтальной или равнинной и вертикальной или горной зональности почв, связанные с биоклиматической зональностью. Далее подобные структуры будут называться «биоклиматогенными».

Упорядоченные макроструктуры почвенного покрова могут быть связаны с экзогенными литологическими факторами. С ландшафтно-геохимической дифференциацией вещества связаны закономерно сочетающиеся в пространстве различные типы остаточных и аккумулятивных кор выветривания, выступающих в качестве почвообразующих пород.

С механической дифференциацией вещества связаны многие литолого-генетические типы рыхлых отложений, образующие в пространстве упорядоченные фациальные поля. Особенно ярко подобная дифференциация проявляется на подгорных равнинах и в межгорных котловинах, на пространствах древнеаллювиальных и флювиогляциальных равнин, по окраинам жарких пустынь, а также древних перигляциальных пустынь.

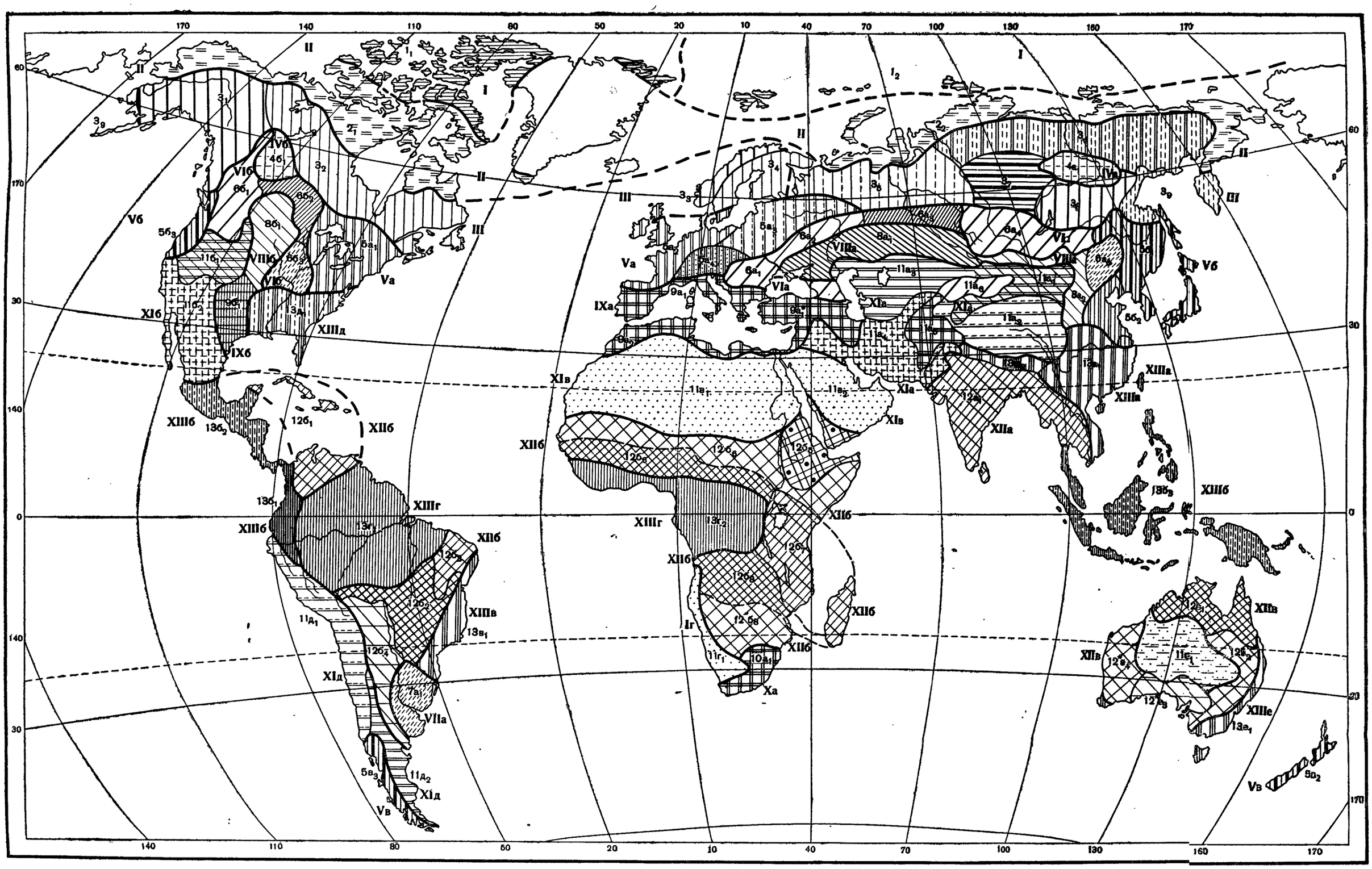


Рис. 18. Схема почвенных секторов и почвенных областей мира:
А — границы почвенных секторов; *Б* — границы почвенных областей; *В* — границы почвенных подобластей. I — Сектор арктических пустынных почв; области: 1_1 — Арктическая Северо-Американская; 1_2 — Арктическая евразиатская. II — Сектор тундровых глеевых и альфегумусовых почв; области: 2_1 — Северо-Американская тундровая; 2_2 — Евразиатская тундровая. III — Сектор подзолов, альфегумусовых, кислых глеево-элювиальных и торфяно-глеевых почв (бореальный таежно-лесной); области: 3_1 — Аляскинско-Канадская; 3_2 — Лаврентийская; 3_3 — Северо-Атлантическая; 3_4 — Северо-Европейская; 3_5 — Европейско-Западно-Сибирская; 3_6 — Северо-Сибирская; 3_7 — Центрально-Сибирская; 3_8 — Восточно-Сибирская; 3_9 — Камчатско-Алеутско-Аляскинская. IV — Таежно-лугово-степные области с участием солонцов и солодей в бореальном секторе; области: $4a_1$ — Центрально-Якутская; $4б_1$ — Центрально-Канадская. V — Секторы элювиземно-подзолистых, кислых глеево-элювиальных, буроземных, горных альфегумусовых и подзолистых почв (суббореальные лесные): а—Американо-Европейский, б — Северный притихоокеанский, в — Южный притихоокеанский; области: $5a_1$ — Восточная Северо-Американская; $5a_2$ — Западно-Европейская; $5a_3$ — Восточно-Европейская; $5a_4$ — Герцинско-Альпийская; $5б_1$ — Восточно-Азиатская; $5б_2$ — Восточно-Китайская; $5б_3$ — Береговая притихоокеанская; $5в_1$ — Новозеландская; $5в_2$ — Южно-Чилийская. VI — Секторы элювиземно-кальций-гумусовых, дерновых кальций-гумусовых, щелочных глеево-элювиальных (осолоделых) почв, горных буроземных, альфегумусовых и кислых дерновых почв (лесо-лугово-степные): а — Евразиатский, б — Северо-Американский; области: $6a_1$ — Карпатско-Северо-Кавказская; $6a_2$ — Среднерусская; $6a_3$ — Западно-Сибирская; $6a_4$ — Южно-Сибирская; $6a_5$ — Амуро-Маньчжурская; $6б_1$ — Центрально-Кордильерская; $6б_2$ — Южно-Канадская; $6б_3$ — Центрально-равнинная. VII — Южно-Американский лугово-степной сектор дерновых кальций-гумусовых, степных кальций-гумусовых почв и слитоземов; области: $7a_1$ — Восточной Пампы. VIII — Секторы кальций-гумусовых степных почв: а — Евразиатский степной, б — Северо-Американский степной; области: $8a_1$ Европейско-Казахстанская; $8a_2$ — Монголо-Китайская; $8б_1$ — Великих степных равнин. IX— Секторы кальций-гумусовых оглиненных почв, слитоземов, горных буроземов, ксерокарбонатных почв межгорных впадин (ксерофитно-лесо-кустарниковые): а — Средиземноморский, б — Техасский. X — Южно-Африканский; области: $9a_1$ — Средиземноморская; $9a_2$ — Северо-Африканская; $9б_1$ — Техасская; $10a_1$ — Юго-Восточная Африканская. XI — Секторы ксеро-карбонатных и ксеро-солонцовых почв, реликтовых солевых кор, горных кальций-гумусовых степных и кальций-гумусовых оглиненных почв с фрагментами горных буроземов (пустынно-степные и пустынные): а — Азиатский, б — Западно-Американский, в — Сахаро-Аравийский, г — Южно-Африканский, д — Андийско-Патагонский, е—Австралийский; области: $11a_1$—Центрально-Азиатская; $11a_2$ — Памиро-Тибетская; $11a_3$ — Среднеазиатская; $11a_4$ — Переднеазиатская; $11a_5$ — Предгорно-памиз-Гиндукуш-Алайская; $11a_6$ — Тянь-Шаньская; $11б_1$ — Западно-Американская (Большого бассейна); $11б_2$ — Мексикано-Калифорнийская; $11в_1$ — Сахарская; $11в_2$ — Аравийская; $11г_1$ — Южно-Африканская; $11д_1$ — Андийская; $11д_2$ — Патагонская; 11е — Центрально-Австралийская. XII — Секторы ферроземов, слитоземов, ксеро-солонцовых почв, реликтовых латеритов и латеритных почв, горных фульвоферралитных почв, высокогорных кислых альфегумусовых и кислых дерновых почв (саванно-ксерофитно-лесные и ксерофитно-кустарниковые): а — Южно-Азиатский, б — Американо-Африканский, в — Австралийский; области: $12a_1$ — Южно-Азиатская; 12_1— Прикарибская; $12б_2$ — Бразильская; $12б_3$ — Восточно-Бразильская; $12б_4$ — Предандийская; $12б_5$ — Сомалийско-Йеменская; $12б_6$ — Судано-Гвинейская; $12''$ $б_6$ — Западно-Сахельско-Сомалийская подобласть; $12б_7$ — Восточно-Африканская; $12б_8$—Англо-Замбо-Родезийская; $12''$ $б_8$—Дамараленд-Калахарская подобласть; $12в_1$ — Северо-Австралийская; $12в_2$— Восточно-Австралийская; $12в_3$— Южно-Австралийская; $12в_4$— Западно-Австралийская. XIII — Секторы фульвоферраллитных и фульвоферсиаллитных, ферсиаллитных глеево-элювиальных и латеритных почв, с фрагментами ферроземов и слитоземов, горных альфегумусовых и кислых дерновых почв (субтропические и тропические влажнолесные): а — Юго-Восточный Азиатский, б — Приэкваториальный тихоокеанский, в — Приатлантический Южно-Американский, г — Экваториальный американо-Африканский, д — Приатлантический Северо-Американский, е — Восточно-Австралийский; области: $13a_1$ — Юго-Восточная Азиатская; $13a_2$ — Гималайская; $13б_1$ — Андийская экваториальная; $13б_2$ — Центрально-Американская; $13б_3$ — Малазийско-Новогвинейская; $13в_1$ — Бразильская приатлантическая; $13г_1$ — Амазонская; $13г_2$ — Конго-Гвинейская; $13д_1$ — Юго-Восточная Северо-Американская; $13е_1$ — Восточно-Австралийская. Типы макроструктуры почвенного покрова по областям 1–38 (см. табл. 1).

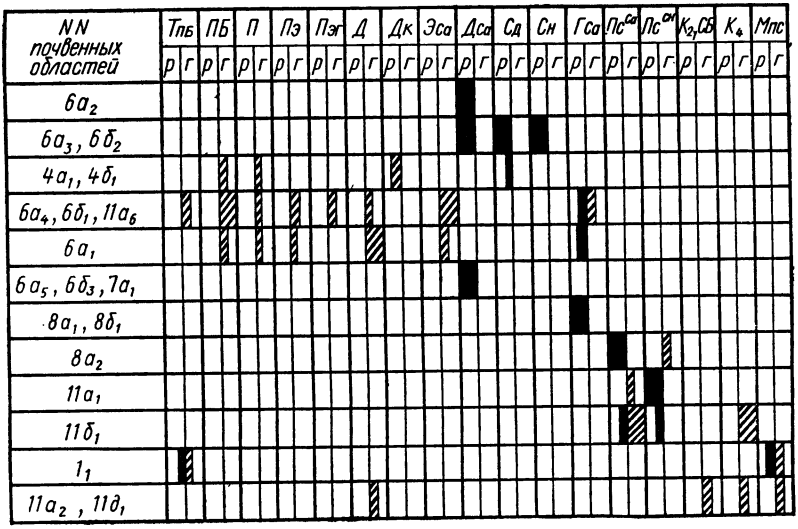
Упорядоченное расположение на обширных пространствах равнин различных по механическому и минералогическому составу комплексов рыхлых наносов определяет макроструктуру почвенного покрова.

Макроструктуры, связанные с геохимической и минералого-гранулометрической дифференциацией почвообразующих пород, могут быть названы «упорядоченными литогенными».

В некоторых случаях упорядоченные макроструктуры почвенного покрова связаны с эндогенными литологическими факторами. Они возникают в областях современных действующих и недавно потухших вулканов. Вулканические брекчии, туфы, отложения вулканических пеплов, газовые выделения и гидротермальные источники образуют упорядоченные зоны вокруг действующего вулкана. Ослабление интенсивности пеплопадов по мере удаления от центра извержения наряду с различиями гранулометрического состава и ослаблением поствулканических явлений обусловливают упорядоченное зональное расположение почв, часто контролируемое направлением господствующих ветров. Возникающие в результате подобной дифференциации макроструктуры почвенного покрова мы будем называть «вулканогенными». Упорядоченные макроструктуры почвенного покрова весьма часто связаны с историко-генетическими факторами. Особенно отчетливо они проявляются на древнеаллювиальных и приморских низменных равнинах мира, где с различными по возрасту геоморфологическими уровнями связаны определенные стадии развития почвенного покрова с последовательно замещающими друг друга семействами и типами супераквальных (гидроморфных), постсупераквальных (палеогидроморфных) и вторичных субаэральных почв. Макроструктуры такого рода могут быть названы «палеогидрогенными».

Сложные, но закономерные макроструктуры почвенного покрова характерны для цокольных равнин плоскогорий и древних щитов и плит в тропических, субэкваториальных и экваториальных областях. Здесь на обширных пространствах сохранилась древняя ферраллитная, местами сильно латеритизованная кора выветривания, лежащая in situ или в той или иной мере в верхней части размытая и переотложенная в виде делювиальных и пролювиальных отложений. Эти древние продукты выветривания выступают как почвообразующие породы весьма специфического состава, существенно определяющие характер современных почв саванн и ксерофитных тропических редколесий и кустарников, а местами, как, например, в Австралии, и почв тропических пустынь. На поверхности древних пенепленов сохранились не только древние элювиальные коры выветривания и части профилей древних почв, но и древние супераквальные образования — массивные латеритные коры.

Лишь в областях интенсивного эрозионного расчленения, где древняя кора размыта, или в областях современного вулканизма,



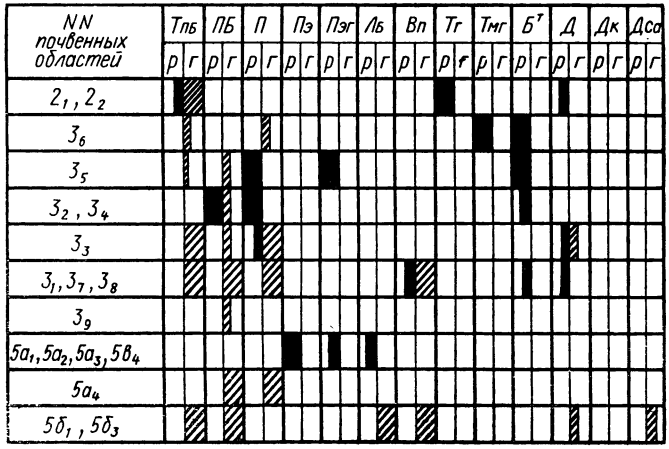
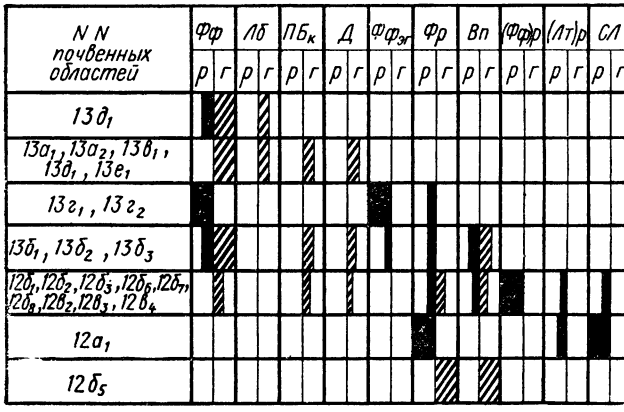
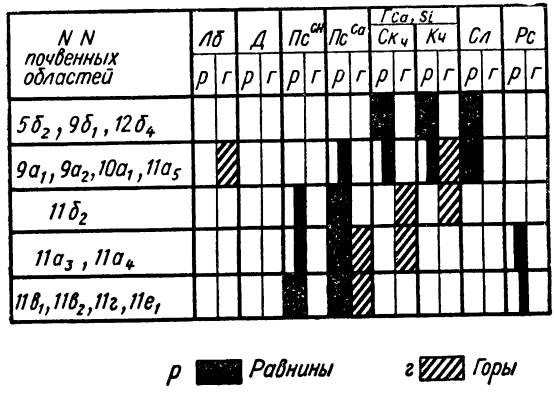


Рис. 19. Диаграммы состава семейства почв по областям.

Семейства почв: *Тпб* — тундровые подбуры; *ПБ* — таежные подбуры; *П* — подзолы; *Пэ* — элювиземно-подзолистые сиаллитные; *Пэг* — поверхностно-глеево-элювиальные сиаллитные; *Лб* — буроземы; *Вп* — пеплово-вулканические; *Тг* — тун-





дрово-глеевые; *Тмг* — таежно-мерзлотные глеевые; *Б*^{т} — торфяно-болотные; *Д* — дерновые; *ДСа* — дерновые кальций-гумусовые; *Дк* — дерновые остаточно-карбонатные; *ЭСа* — элювиземно-кальций-гумусовые; *ГСа* — кальций-гумусовые степные; *Сд* — солоди; *Сн* — солонцы; *Пс*^{Са} — пустынные ксерокарбонатные; *Пс*^{Сн} — пустынные ксеросолонцовые карбонатно-гипсовые; *Мпс* — мерзлотные пустынные ксерокарбонатные; *Рс* — реликтовые солевые коры; Кальций-гумусовые оглиненные: *Кч* — коричневые; *Скч* — серо-коричневые; *Сл* — слитоземы; *Фф* — фульвоферраллиты и элювиземно-подзолистые фульвоферраллитные; *Ффэг* — поверхностно-глеево-элювиальные ферраллитные; *Фр* — феррозёмы; *Лт* — латериты; *Фф(р)* — реликтовые фульвоферраллиты; *Лт(р)* — реликтовые латериты

на относительно свежем материале формируются почвы, соответствующие современным биоклиматическим условиям. Сложное сочетание древних продуктов выветривания и связанных с ними почв с современными характерно для такого рода макроструктур почвенного покрова. Они могут быть названы «палеоклиматогенными», хотя этот термин и не исчерпывает всей сложности почвенного покрова подобных территорий.

Наряду с упорядоченными макроструктурами почвенного покрова, обусловленными процессами, происходящими в географической оболочке, местами на первый план выступают или существенно усложняют общую картину неупорядоченные макроструктуры, связанные с геологическим строением территории и литологическим составом пород. Подобные структуры можно назвать «неупорядоченными литогенными». Особенно часто они наблюдаются в горных областях, с молодыми и постоянно обновляющимися вследствие интенсивной денудации почвами. Здесь характер почв наиболее тесно связан с химическим, минералогическим составом и физическими свойствами массивных пород, распространение которых не подчинено географическим закономерностям. Массивы известняков или массивы основных изверженных пород часто вносят существенное усложнение в упорядоченные макроструктуры как горной, так и горизонтальной почвенной зональности.

В некоторых случаях в формировании макроструктур почвенного покрова участвуют и антропогенные факторы. Так, в систему горной почвенной зональности в ряде случаев вклинивается зона террасированных склонов предгорий и низкогорий с антропогенными, созданными на террасах, почвами. В макроструктуре подгорных равнин аридных областей участвуют закономерно расположенные близ водных источников, на конусах выноса культурно-поливные почвы оазисов. Столь же закономерны в макроструктуре почвенного покрова субтропических и тропических влажных областей массивы рисовых полей, с антропогенными рисовыми почвами по низменным равнинам, долинам и дельтам рек.

Большинство почвенных секторов представляет крупные, весьма сложные и многообразные по макроструктуре почвенного покрова территориальные единицы. В зависимости от преобладания того или иного типа макроструктуры большинство почвенных секторов может быть подразделено на почвенные области.

Почвенная область — это часть почвенного сектора, в пределах которой сохраняется не только определенный состав семейств субаэральных почв, но и их пространственное расположение и соотношение, т. е. сохраняется определенный тип макроструктуры почвенного покрова. Схема разделения почвенных секторов на почвенные области приведена на рис. 18.

Таблица 10

Основные типы макроструктур почвенного покрова
(номера почвенных областей в соответствии со схемой районирования рис. 18)

3_2, 3_4, 3_5, $5а_2$, $5а_3$, $6а_2$, $8а_1$, $8а_2$, $8б_1$, $11а_3$, $11б_2$, $11д_2$, $12б_1$.	Горизонтальнозональные биоклиматогенные с неупорядочными литогенными
1_1, 1_2, 2_1, 2_2, 3_7, $11а_4$, $12в_3$.	горизонтальнозональные с фрагментами горнозональных и с неупорядочными литогенными
3_3, 3_8, $5б_3$, $11а_2$, $11а_5$, $13а_2$, $13в_1$.	горнозональные с неупорядочными литогенными
3_1, 3_9, $5б_1$, $5в_2$, $5в_3$, $11д_1$, $13б_1$, $13б_2$, $13б_{3б}$.	горнозональные с вулканогенными и элементами горизонтальнозональных
3_6, $5а_1$, $5а_4$, $6а_1$, $6а_4$, $9а_1$, $9а_2$, $10а_1$, $11а_4$, $11б_1$, $11б_2$, $11г_1$, $12а_1$, $12б_1$, $12б_5$, $13а_1$	сочетание горнозональных с горизонтальнозональными и предгорными упорядоченными литогенными
$4б_1$, $6а_3$, $6а_5$, $6б_2$, $6б_3$, $7а_1$, $11а''_4$, $12б_8$, $12в_2$, $13г_1$	палеогидрогенные с элементами горизонтальнозональных
$4а_1$, $5б_2$, $9б_1$, $11в_1$, $13д_1$.	палеогидрогенные в сочетании с горнозональными
$11е_1$, $12б_2$, $12б_6$, $12б_8$, $12в_1$, $12в_4$.	палеклиматогенные с неупорядочными литогенными
$12б_3$, $12б_6$, $12б_8$, $12в_2$.	палеоклиматогенные и палеогидрогенные с неупорядочными литогенными
$12б_3$, $12б''_6$, $12б''_8$, $12а_2$.	палеоклиматогенные и палеогидрогенные с неупорядочными литогенными
$12б_7$	сочетание горизонтально- и горнозональных с вулканогенными и палеоклиматогенными.

Элементы структуры почвенного покрова отдельных областей: состав и примерное соотношение площадей, занимаемых представителями отдельных семейств почв на равнинах и в горах показаны в диаграммах (рис. 19). В настоящее время не подсчитаны площади различных почв по почвенным областям. Поэтому в диаграммах приведено лишь примерное соотношение площадей, занимаемых представителями различных семейств субаэральных и постсупераквальных почв: при значительном участии данного семейства в сложении почвенного покрова — заштрихована вся площадь прямоугольника; при подчиненном участии — половина; при незначительном — одна четверть. Всего выделено 84 почвенные области, которые объединяются в 28 типов областей. Области, имеющие сходный тип структуры почвенного покрова, показаны на схеме (см. рис. 18) одинаковой штриховкой. При проведении границ областей использованы почвенные карты Физико-

географического атласа Мира (1964), а также учтены новые данные о почвенном покрове отдельных регионов. В табл. 10 названы основные типы макроструктур почвенного покрова, свойственные тем или иным областям.

Как видно из рис. 18 и 19, области, имеющие равнинный характер, характеризуются сочетанием относительно небольшого числа семейств субаэральных почв, образующих горизонтально-зональные, литогенные и палеогидрогенные структуры. Таковы, например, области великих степных равнин Северной Америки и Восточно-Европейско-Казахстанская степная область, область Восточной пампы в Южной Америке и ряд др.

Многие области включают как равнинные, так и горные территории и характеризуются сочетанием нескольких типов макроструктур почвенного покрова. Такова, например Южно-Сибирско-Монгольская область, в которой сочетаются каштановые почвы и черноземы межгорных равнин и предгорий с системой горных почвенных зон, включающей серые и бурые лесные почвы, буротаежные и подзолистые почвы, горно-тундровые, а на изолированных внутренних нагорьях и высокогорные степные почвы.

Весьма сложна структура областей с сочетанием палеоклиматогенных типов структур на равнинах со структурами горной зональности. В качестве примера можно назвать Восточно-Африканскую область.

В ряде горных областей, обрамляющих тихоокеанское побережье, и на островах Тихого океана горная зональность осложняется вулканогенными макроструктурами. Таковы Камчатско-Алеутская, Аляскинско-Канадская, Центральная Американская, Экваториальная Андийская и Центральная Андийская, Южно-Чилийская, Островная тихоокеанская и Новозеландская области.

ГЛАВА 6

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ МЕЗОСТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОМБИНАЦИИ ПОЧВ, ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КАТЕНЫ

Почвы изменяются не только по элементам макрорельефа в связи с изменением общих биоклиматических условий, но также и по элементам мезо- и микрорельефа в связи с различиями в условиях увлажнения, миграции веществ с твердым и жидким стоком, генезисом форм рельефа и их возрастом.

В первом курсе «Почвоведение», изданном в 1901 г., Н. М. Сибирцев ввел понятие «комбинация почв» для обозначения пестроты почвенного покрова пахотных земель подзолистой, лесостепной и черноземной зон. Он писал: «...комбинаций существует, конечно, много, они весьма различны по качеству участвующих почв и по их количественным соотношениям. Но для каждой данной местности число их вовсе не безгранично, и они повторяются множество раз с замечательной правильностью и постоянством. Повторяющиеся, замкнутые в известных схемах комбинации почв и будут теми топографическими единицами, которые мы выше назвали «типами пашни».

Несколько позднее схемы строения почвенного покрова в зависимости от «оро-климатических» условий для лесной, лесостепной, степной и сухостепной зон были даны Г. Н. Высоцким (1906).

Почвенно-географические исследования, проведенные на территории Европейской России экспедициями Переселенческого управления по колонизации районов Сибири и Средней Азии (с 1906 по 1916 г.), дали многочисленные материалы для характеристики комбинаций почв. Среди них нужно назвать монографию Н. А. Димо и Б. А. Келлера «В области полупустынь» (1907), в которой впервые была описана пестрота растительного и почвенного покровов Прикаспийской низменности и показана тесная связь почв с элементами микрорельефа.

Первое обобщение многочисленных материалов было сделано С. С. Неуструевым (1915), рассмотревшим почвенные комбинации равнинных и горных областей. Им было введено понятие о

микро- и мезорельефе. Закономерно повторяющиеся комбинации почв по элементам микрорельефа Неуструев назвал «комплексами почв», а столь же закономерные комбинации по элементам мезорельефа — «сочетаниями почв».

Так как почвенный покров любой территории слагается из комплексов и сочетаний почв, то С. С. Неуструев считал возможным заменить понятие «зональных почв» понятием «зональных, или областных почвенных комбинаций». В книге «Элементы географии почв» (1930) Неуструев дал описание сочетаний и комплексов почв и показал, что типы почвенных комплексов и формы микрорельефа тесно связаны в своем генезисе и развитии, им было введено понятие о контрастности почвенных комплексов.

Исследования, проводившиеся в различных почвенных зонах при составлении крупномасштабных карт и для целей ирригации, выявили разнообразие комплексов и сочетаний почв. Появился ряд работ, касающихся классификации почвенных комплексов: по процессу, определяющему неоднородность почвенного покрова — оподзоливание, выщелачивание, засоление и т. д. (Канивец, Гнатовская, 1932); по соотношению компонентов и степени контрастности комплексов (Маландин, 1934). Более подробная классификация комплексов почв для каштановой зоны была дана Е. Н. Ивановой, В. М. Фридландом и др. (1954). В ней выделены: классы комплексов — по водному режиму; группы комплексов — по преобладающим почвам; типы комплексов — по составу других входящих в комплекс почв; более мелкие подразделения — по количественному соотношению компонентов в комплексах.

Рассматривая сочетания почв, С. С. Неуструев подчеркивал различный характер увлажнения почв разных элементов мезорельефа. Он назвал почвы атмосферного увлажнения «автоморфными», а грунтового увлажнения — «гидроморфными».

И. П. Герасимов, Е. Н. Иванова и А. А. Завалишин, развивая далее положения С. С. Неуструева, выделили серию рядов почвообразования в зависимости от характера увлажнения. Кроме автоморфного или элювиального ряда и гидроморфного ряда почв ими были выделены промежуточные ряды: элювиально-гидроморфный, объединяющий почвы, получающие дополнительное по сравнению с атмосферным увлажнением количество влаги за счет притока поверхностных делювиальных вод, и элювиально-ксероморфный, развивающийся в условиях более сухих, чем это могло бы быть при данных климатических условиях, за счет положения почв на хорошо обогреваемых склонах, где происходит и отток вод и быстрое их испарение.

Действительно, рельеф выступает прежде всего как перераспределитель тепла и влаги, а следовательно, гидротермический режим почв, находящихся в одной и той же биоклиматической зоне, но приуроченных к различным элементам рельефа, существенно различен. Эти различия усиливаются вследствие того, что

и растительность и животное население, следуя изменениям гидротермических и почвенных условий, распределяются в соответствии с элементами рельефа; весьма часто по элементам рельефа изменяются и литологические условия почвообразования, так как с определенными формами рельефа связаны определенные генетические типы рыхлых отложений.

Следовательно, почвы, образующиеся в одной биоклиматической зоне, но в различных условиях рельефа, различаются по всей совокупности факторов почвообразования или (в случае литологической однородности) большинства из них.

Сочетания и комплексы почв могут быть резко контрастными, т. е. состоять из различных типов почв, принадлежащих различным семействам (например, широко распространенные сочетания автоморфных — субаэральных почв — и гидроморфных — супераквальных и аквальных). В других случаях контрастность условий почвообразования, а следовательно, и почв незначительна. Степень контрастности почв в сочетаниях и комплексах зависит от ряда обстоятельств: относительной расчлененности рельефа, крутизны склонов, однородности или пестроты литологического фона, степени водопроницаемости пород, глубины залегания грунтовых вод.

Как правило, степень контрастности сочетания почв, связанная с экспозицией склонов, увеличивается от более гумидных к более аридным областям.

Степень контрастности, обусловленная перераспределением влаги по элементам рельефа, наиболее низка или отсутствует, если почвы и почвообразующие породы имеют легкий механический состав и обладают хорошей водопроницаемостью. На породах более тяжелого состава или при наличии в самом профиле почв относительно повышенных элементов рельефа горизонтов с плохой водопроницаемостью контрастность, связанная с перераспределением влаги, увеличивается. Большое значение имеет также и форма выпадения осадков — ливневые осадки, бурное снеготаяние, наличие в профиле почв длительно сезонномерзлого или постоянномерзлого горизонта способствуют поверхностному или внутрипочвенному стоку, а следовательно, увеличению контрастности.

Немалое значение имеет в областях со снежными зимами метельный перенос снега. Кроме перечисленных факторов, различия почв на разных элементах рельефа (вершинах, склонах различной экспозиции и разной степени крутизны, делювиальных шлейфах и в депрессиях) обусловлены неодинаковой степенью проявления процессов денудации. Особенно резко они проявляются на территориях, распаханных или с сильно нарушенным естественным растительным покровом, а также в аридных зонах.

В областях распространения постоянномерзлых грунтов существенное значение приобретает солифлюкция.

В пределах одной биоклиматической зоны различные типы

сочетания почв связаны с различными типами рельефа. Поэтому, как правило, геоморфологические районы одновременно являются и почвенными районами.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ ПОЧВЕННЫЙ АРЕАЛ

Комбинации почв состоят из большего или меньшего числа элементарных почвенных ареалов или, как их назвал Л. И. Прасолов (1927), «почвенных индивидуумов» — неделимых территориальных единиц почвенного покрова. Б. Б. Полынов (1953) предложил называть подобные неделимые простые территориальные почвенные ареалы «элементарными ландшафтами».

Джонсон (Johson, 1963) назвал подобные почвенные единицы — «педонами».

В. М. Фридланду (1965) принадлежит наиболее полное определение элементарных почвенных ареалов (или сокращенно — ЭПА).

Элементарный почвенный ареал — это пространство, занимаемое какой-либо одной почвой, относящейся к классификационной единице наиболее низкого ранга (например, к разновидности или к фазе почв), и ограниченное другими элементарными почвенными ареалами или непочвенными образованиями. Характеристика ЭПА включает следующие показатели: 1 — классификационное наименование образующей его почвы; 2 — характеристику морфологии ареала — его площади, формы и характера границ; 3 — описание связи ареала с факторами почвообразования: биоклиматическими условиями, условиями рельефа и увлажнения, почвообразующими породами, возрастом и историей формирования данной почвы и изменения ее под влиянием деятельности человека.

Размеры ЭПА колеблются в широких пределах — от единиц квадратных метров до нескольких сотен и даже тысяч гектаров. Степень изрезанности ареала измеряется коэффициентом расчленения, т. е. отношением длины границ ареала к длине окружности, имеющей площадь данного ареала: $K_р = \frac{S}{3{,}54\sqrt{A}}$, где S — периметр ареала, A — площадь ареала.

По форме ареалы делятся на округлые, вытянутые и линейные. Для округлых ареалов отношение длины по наибольшей оси к длине по наименьшей оси не превышает 2; для вытянутых — оно лежит в пределах 2—5; для линейных — более 5.

Границы перехода одного ареала в другие также входят в характеристику ЭПА; границы могут быть резкими, ясными и постепенными.

ТИПЫ КОМБИНАЦИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОЧВЕННЫХ АРЕАЛОВ

На основании имеющихся представлений о комплексах и сочетаниях почв и материалов по географии почв В. М. Фридланд

предложил схему классификации почвенных комбинаций. Прежде всего они делятся на микрокомбинации, мезокомбинации и макрокомбинации. Микрокомбинации — это чередование мелких (измеряемых единицами и десятками метров) элементарных почвенных ареалов, часто связанных с микрорельефом; различная экспозиция склонов микрорельефа не влияет на распределение почвенного покрова. Мезокомбинации — это сочетание по элементам мезорельефа относительно крупных элементарных почвенных ареалов или сочетание микрокомбинаций. Здесь во многих случаях проявляется влияние экспозиции. Макрокомбинации — это сочетания мезокомбинаций и связаны с макроформами рельефа. На равнинах — это различные по генезису и возрасту типы рельефа. Например, сочетание аккумулятивных и денудационных равнин или различных по возрасту и степени расчленения аккумулятивных равнин и т. д.

В горах — это тот или иной тип структуры горной зональности.

Каждая из названных больших групп делится на подгруппы: выделяются контрастные микрокомбинации — комплексы, и слабоконтрастные — пятнистости. При дальнейшем разделении учитываются ведущие процессы, приведшие к дифференциации почвенного покрова, и водный режим. Так, выделяются комплексы и пятнистости: мерзлотные, болотные, подзолисто-болотные, выщелачивания, солончаково-солонцовые, болотно-солодевые и многие другие.

Еще более дробное разделение в пределах определенного типа комплексов или пятнистостей производится по соотношению площадей почв, участвующих в сложении данной микрокомбинации, и форме их контуров.

Почвенные мезокомбинации также подразделяются на контрастные, за которыми оставлено название «сочетаний», и малоконтрастные, названные «вариациями».

При выделении более дробных групп сочетаний и вариаций учитываются основные процессы, приведшие к дифференциации почвенного покрова, и соотношение площадей почв.

Наряду с закономерно повторяющимися в пространстве микро- и мезокомбинациями почв, обусловленными неравномерным распределением на поверхности тепла и влаги (а в связи с этим и растительного покрова и животного населения), широко распространены нерегулярные комбинации почв, вызванные неоднородностью почвообразующих пород, частой и неупорядоченной их сменой в пространстве. Подобные же нерегулярные комбинации возникают при локальном проявлении каких-либо катастрофических процессов, периодически разрушающих и обновляющих почвенный покров (например, оползнях, обвалах, линейной эрозии и т. д.). Неупорядоченные комбинации почв В. М. Фридланд предложил называть «мозаиками» (контрастные) и «ташетами» (малоконтрастные).

ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СОПРЯЖЕНИЯ, ИЛИ ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КАТЕНЫ

При рассмотрении закономерностей сочетаний почв по элементам микро- и мезорельефа большинство исследователей главное внимание обращают на перераспределение по рельефу влаги, а в условиях мезорельефа — и тепла.

Не меньшее значение имеет перераспределение по элементам рельефа подвижных (в данных условиях) продуктов выветривания и почвообразования и накопление их в водах, наносах и почвах нижней части склонов и депрессий. Закономерности миграции элементов от местных повышений к местным депрессиям рельефа — предмет изучения геохимии ландшафтов.

Б. Б. Полынов — основоположник геохимии ландшафтов, развивая учение о геохимической взаимосвязи отдельных компонентов ландшафта (пород, почв, растительных и животных организмов, атмосферных, поверхностных и грунтовых вод), пришел к представлению об «элементарных ландшафтах» и их закономерных взаимообусловленных сочетаниях — «геохимических ландшафтах».

Элементарным ландшафтом Б. Б. Полынов называл «определенный элемент рельефа, сложенный одной породой или наносом и покрытый в каждый отдельный момент своего существования определенным растительным сообществом. Все эти условия создают определенную разность почвы и свидетельствуют об одинаковом на протяжении элементарного ландшафта развития взаимодействия между горными породами и организмами» (Полынов, 1953)[5].

Все разнообразия элементарных ландшафтов на земной поверхности и связанных с ними почв Б. Б. Полынов по условиям миграции элементов объединял в три группы: ландшафты элювиальные, супераквальные и субаквальные.

1. Элювиальные ландшафты и свойственные им почвы формируются на повышенных элементах рельефа, при глубоком залегании уровня грунтовых вод, не оказывающих влияния на почвы и растительность. В почвы элювиальных ландшафтов извне вещества поступают преимущественно из атмосферы; боковой приток с поверхностными водами отсутствует. Нормальная денудация, захватывающая поверхность почв, вовлекает в почвообразование все более глубокие слои почвообразующей породы, но проходит так медленно, что результаты ее могут быть заметны лишь в геологические промежутки времени. В этих условиях генетический профиль почвы дифференцируется за счет двух противоположных процессов: 1 — поступления и вымывания веществ с атмосферными осадками из верхних горизонтов в нижние и

[5] «Элементарный ландшафт» — синоним биогеоценоза, близок к понятию «ландшафтная фация».

формирования на глубине различных по составу иллювиальных горизонтов; 2 — возврата и аккумуляции органических и минеральных веществ в верхних горизонтах почв, благодаря биологическому поглощению.

2. Супераквальные, или надводные, ландшафты и свойственные им почвы формируются на пониженных элементах рельефа, в условиях, где грунтовые воды подходят близко к поверхности, влияют на почвы и растительность. Для этих почв, кроме поступления веществ из атмосферы, характерен приток различных элементов с поверхностными и грунтовыми водами. Поэтому в почвах супераквальных ландшафтов особенности почвообразования и характер генетического профиля обусловлены не только почвообразующими породами, но и главным образом химическим составом и режимом вод.

При смене окислительно-восстановительных условий, испарении и поглощении растительностью некоторые химические элементы и их соединения накапливаются в супераквальных почвах, здесь формируются особые горизонты абсолютной гидрогенной аккумуляции.

3. Субаквальные ландшафты — это местные водоемы, со свойственными им донными почвами. Привнос вещества с твердым и жидким стоком в субаквальных ландшафтах становится основным процессом: донные почвы захороняются все новыми и новыми наносами. В водоемы поступают все новые порции химических элементов, реагирующих с донными отложениями, на дно водоемов попадают остатки водных растений и животных. Часть водной растительности непосредственно связана с донным субстратом.

Первые две группы наземных элементарных ландшафтов: элювиальные и супераквальные разделяются на подгруппы по степени геохимической автономности и транзитности мигрирующих элементов, обусловленных положением данного ландшафта в рельефе и его геохимической историей, связанной с развитием рельефа (Глазовская, 1964).

Элювиальные, или, как мы их называем, субаэральные элементарные ландшафты подразделяются: 1) первичные элювиальные, не проходившие супераквальной стадии; 2) вторичные, или неоэлювиальные, прошедшие в прошлом супераквальную стадию, сменившуюся по мере развития рельефа и его более глубокого расчленения элювиальной; 3) вторичные супераквальные, прошедшие в прошлом элювиальную стадию, а затем, по мере повышения уровня грунтовых вод, сменившуюся супераквальной. Вторичные элювиальные ландшафты характерны для древних озерных, аллювиальных равнин, приморских низменностей, речных террас.

В группе супераквальных ландшафтов также можно различать первичные, не проходившие ранее элювиальной стадии, и вторичные.

В естественных условиях подобные смены свойственны, как уже говорилось, слабодренированным озерно-аллювиальным равнинам, в пределах которых даже незначительные изменения климата в сторону увлажнения вызывают подъем уровня озер, грунтовых вод и расширения площадей субаквальных и супераквальных ландшафтов. В настоящее время значительные площади вторичных супераквальных ландшафтов связаны с орошением земель, строительством плотин и водоемов.

По степени геохимической автономности и по положению к потоку мигрирующих химических элементов и их соединений как элювиальные, так и супераквальные ландшафты делятся на подгруппы.

В группе элювиальных ландшафтов выделяются: 1) элювиальные геохимические автономные плоских повышенных элементов рельефа; 2) трансэлювиальные геохимически подчиненные склонов; 3) трансэлювиально-аккумулятивные нижних частей склонов, делювиальных шлейфов, депрессий, с глубоким залеганием грунтовых вод.

В группе супераквальных ландшафтов выделяются: 1) супераквальные автономные плоских слабодренированных водоразделов (ландшафты верховых болот); 2) транссупераквальные геохимически слабоподчиненные долин крупных транзитных, по отношению данной территории, рек; 3) транссупераквальные геохимически подчиненные долин малых рек и ручьев; 4) супераквальные геохимически подчиненные бессточных депрессий (рис. 20).

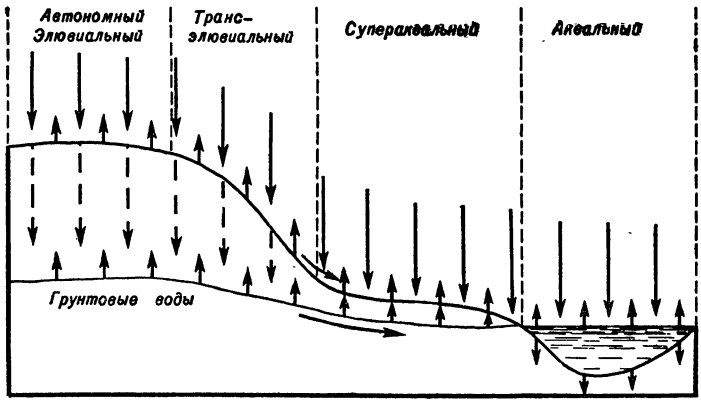


Рис. 20. Схема элементарных ландшафтов, по Б. Г. Полынову

Совокупность элементарных ландшафтов, сменяющих друг друга по элементам рельефа от местного водораздела к местной

депрессии и связанных друг с другом миграций веществ (как в твердом, так и в жидком виде), представляет собой геохимически сопряженный ряд элементарных ландшафтов или, как его назвал Б. Б. Полынов, геохимический ландшафт. Следовательно, геохимические ландшафты — именно те территориальные единицы, в пределах которых формируются ряды почв, связанные между собой боковой миграцией веществ. Эти парагенетические ассоциации почв можно назвать «почвенно-геохимическими сопряжениями», или «почвенно-геохимическими катенами».

Почвенно-геохимические катены весьма разнообразны и тесно связаны со всей совокупностью физико-географических условий.

Существенное значение имеют характер выветривания и почвообразования в элювиальных и трансэлювиальных членах геохимически сопряженного ряда, так как именно этот фактор обусловливает состав и количество подвижных компонентов, которые могут участвовать в местных миграциях. Очень большое значение имеет также химический состав наземного растительного опада, потому что в случае поверхностного стока вод в первую очередь выщелачиваются и перераспределяются в пределах катены те элементы, которые извлекаются из почвы растениями. В гумидных условиях аккумуляция биогенно-важных элементов в почвах геохимически подчиненных ландшафтов обусловливает их более высокую продуктивность.

Столь же существенное значение имеет тип рельефа, в пределах которого формируется почвенно-геохимическая катена. С типом рельефа связаны: а) степень расчленения и дренированности территории, а следовательно, и соотношения различных типов элементарных ландшафтов: элювиальных автономных, трансэлювиальных, транссупераквальных и др.; б) возраст данного почвенно-геохимического сопряжения, а следовательно, и степень дифференциации веществ в геохимически сопряженном ряду почв.

В условиях молодого аккумулятивного рельефа (например, молодой моренной или эолово-аккумулятивной равнины), а также молодого эрозионного рельефа (горные склоны, где преобладает механический снос) почвенно-геохимические катены выражены слабо или отсутствуют. Наоборот, в условиях древнего стабильного рельефа почвенно-геохимические они хорошо развиты. Исключение представляют катены, обусловленные дифференциацией легкорастворимых солей, где формирование элювиальных и аккумулятивных членов сопряженного ряда очень быстрое.

Катены формируются как в пределах литохимически однородных почвообразующих пород, так и в условиях пестрого состава исходных пород (что особенно характерно для горных территорий). В этом случае подчиненные члены сопряженного ряда формируются под совокупным влиянием подвижных продуктов выветривания и почвообразования различных пород и особенно тех, продукты выветривания которых обладают наибольшей растворимостью.

Не меньшее значение имеет механический состав и связанная с ним водопроницаемость почв и почвообразующих пород. Об этом факторе уже говорилось выше, при рассмотрении роли рельефа как перераспределителя влаги.

Если повышенные элементы рельефа сложены хорошо водопроницаемыми породами и почвами, то на склонах боковой сток отсутствует и все почвы принадлежат к группе геохимически автономных. Связь между почвами повышенных и пониженных элементов рельефа осуществляется через сток грунтовых вод — это «грунтово-водное сопряжение».

Если же почвообразующие породы и особенно почвы склонов плохо водопроницаемы, то воды стекают по поверхности почвы или над плотными иллювиальными (или постоянномерзлыми) горизонтами. Этот тип сопряжения можно назвать «водным поверхностно-почвенным», или «водным внутрипочвенным».

Закономерности формирования химического состава вод поверхностно-склонового, почвенно-поверхностного и почвенно-грунтового стока изучены П. П. Воронковым (1960). На основании исследований, проведенных в различных ландшафтных и почвенных зонах СССР (в Карелии, на юго-востоке европейской части СССР, в Казахстане, на Алтае), П. П. Воронков установил тесную связь химического состава различных названных выше категорий вод с составом дренируемых ими частей почвенного профиля. Им выявлены закономерности изменения химического состава вод местного стока по сезонам года в зависимости от того, из каких горизонтов поступают воды.

В результате совокупного воздействия биоклиматических, геоморфологических, литологических факторов на пути миграции элементов от местных водоразделов к местным понижениям изменяются условия миграции. Это в свою очередь уменьшает или увеличивает подвижность отдельных групп элементов и их соединений, что ведет к дифференциации вещества в пределах геохимически сопряженного ряда почв. Задержки тех или иных групп элементов в условиях общего транзита связаны с определенного рода «геохимическими барьерами», как их назвал А. П. Перельман (1965).

Различают следующие геохимические барьеры: 1 — испарительный, аккумуляция элементов связана с испарительной концентрацией растворов и последовательным выпадением наименее растворимых компонентов в осадок; 2 — сорбционный, задержка элементов обусловлена их адсорбцией; 3 — биологический, задержка элементов обусловлена их извлечением из растворов организмами и длительной консервацией в форме органического вещества (например, в грубогумусных, торфянистых горизонтах); 4 — восстановительный, связанный с близким нахождением к поверхности застойных и слабопроточных вод и осаждением элементов, растворимость которых в восстановительных условиях

понижается (например, соединений серы, многих микроэлементов); 5 — окислительный, образующийся при смене восстановительных условий окислительными (например, при заболачивании водораздельных поверхностей окислительные барьеры располагаются вдоль эрозионной сети, дренирующей территорию).

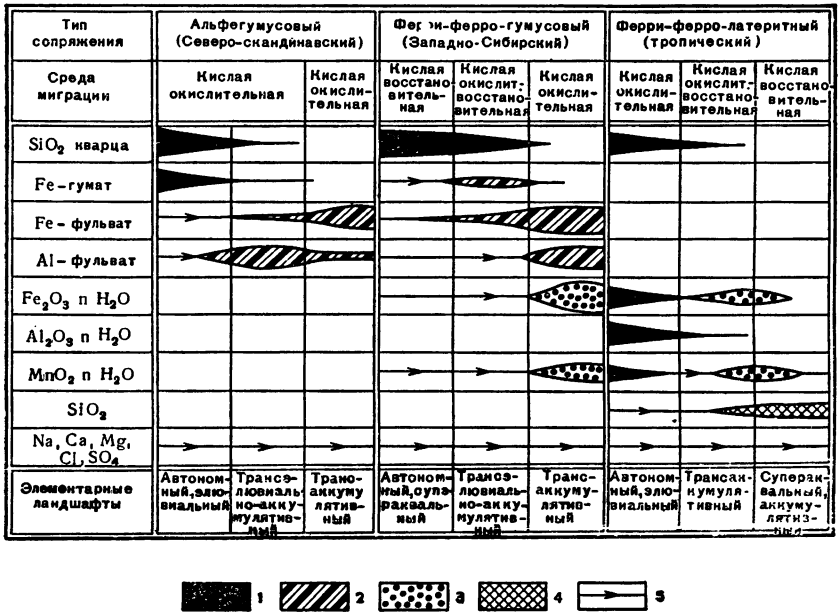


Рис. 21. Типы почвенно-геохимических сопряжений гумидных областей:
1 — остаточная относительная аккумуляция. Геохимические барьеры; 2 — минерализация органической составляющей органо-минеральных комплексов; 3 — окислительные; 4 — биологические; 5 — направление движения веществ

Характер барьеров и их взаимное расположение и сочетание обусловливают дифференциацию и местную аккумуляцию определенных групп элементов в наносах и почвах.

На земной поверхности существует большое разнообразие почвенно-геохимических катен. Но основные типы катен связаны с определенными почвенно-геохимическими полями, располагающимися в соответствии с зонами увлажнения материков. В пределах полей характер катен связан с определенными почвенно-генетическими регионами, а в пределах одного почвенно-генетического региона — с почвенно-геоморфологическими районами. Таким образом, определенные типы сочетаний почв по рельефу представляют и определенные типы почвенно-геохимических катен.

На диаграммах (рис. 21, 22) показаны некоторые наиболее

распространенные и изученные типы почвенно-геохимических катен.

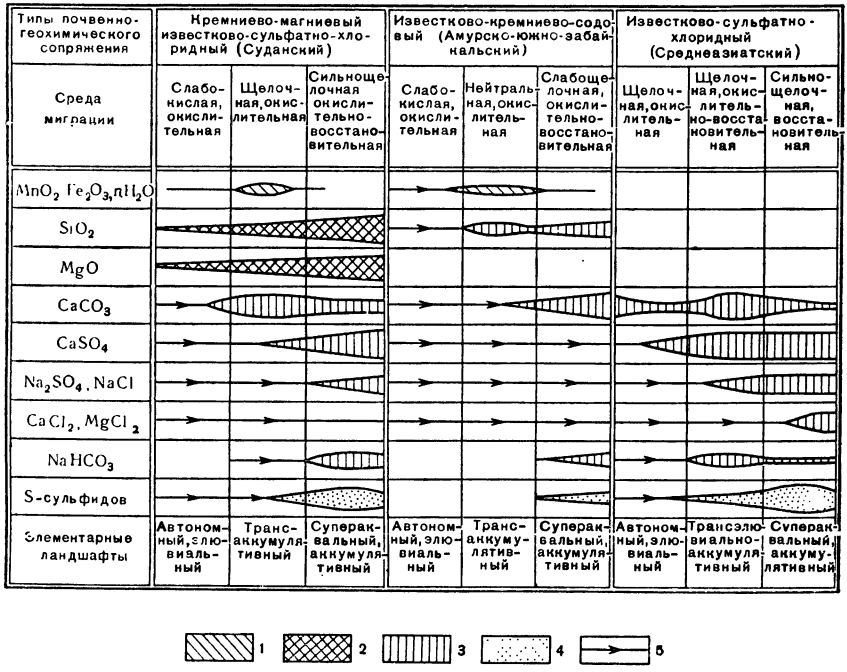


Рис. 22. Типы почвенно-геохимических сопряжений семиаридных и аридных областей.

Геохимические барьеры: 1 — кислотно-щелочные; 2 — кристаллизация глинных минералов; 3 — испарительные; 4 — восстановительные; 5 — направление движения веществ

Почвенно-геохимические катены в поле кислых ульматно-фульватных почв

Общим признаком для почвенно-геохимических катен в поле распространения кислых ульматно-фульватных почв является подвижность соединений железа и в окисных и закисных формах, а в ряде случаев и подвижность соединений алюминия.

Аккумуляция названных элементов на геохимических барьерах связана с изменением реакции среды и окислительно-восстановительной обстановки.

Почвенно-геохимические катены молодых трансэлювиальных и трансэлювиально-аккумулятивных горных ландшафтов холодных гумидных областей

На крайнем севере Норвегии (севернее 67—70° с. ш.), на безлесных, покрытых субарктическими лугами, склонах Сканди-

навского нагорья, где выпадает 600—1000 *мм* осадков в год, распространены дерновые субарктические многогумусные кислые почвы с хорошо выраженным дерновым горизонтом (А), непосредственно под которым находится иллювиально-гумусовый горизонт (B_h), постепенно переходящий в почвообразующую породу.

Солифлюкция, развитая здесь очень сильно, создает своеобразный микрорельеф склонов, местами с разрывами травянистого покрова и наплывами почвенного материала. Мощность дефлюкционного наноса и соответственно почв увеличивается к нижним частям склонов. В этом же направлении, как показано на рис. 23, А, возрастают мощность горизонта А и особенно B_h. Наряду с увеличением мощности иллювиально-гумусового горизонта (B_h) изменяется и его химический состав: содержание валового алюминия увеличивается почти в 2 раза. Содержание подвижных форм Al_2O_3, извлекаемых 0,1 n H_2SO_4 вместе с подвижными фульвокислотами, составляет в гор. B_h в верхней части склона 9,9%, в средней части склона — 19,3%, а в его нижней части — 40,4% от валового содержания, т. е. увеличивается более чем в 4 раза. Параллельно в этом же ряду увеличивается в гор. B_h содержание гумуса от 2,1 до 4,4%, а отношение фракции фульвокислот к фракции гуминовых кислот возрастает от 1,8 до 9,3. Эти данные убедительно говорят о внутрипочвенной боковой миграции фульватов алюминия вдоль склона и постепенном осаждении их по мере концентрации растворов или изменения отношения C/Al_2O_3 в геохимически подчиненных трансаккумулятивных членах сопряженного ряда. Обилие подвижных форм алюминия проявляется и в составе растительности, нижний ярус которой образован густым переплетением плауна, с содержанием до 30% Al_2O_3 в золе.

Накопление подвижного алюминия и передвижение его в депрессии описано также для ландшафтов Хибинских тундр на п-ове Кольском (Иванова, 1952; Чепурко, 1968).

На западных, атлантических склонах Скандинавского нагорья, где появляется березовое редколесье, а на флювиогляциальных песчаных террасах — сосновые леса, дерновые субарктические почвы сменяются иллювиально-гумусово-железистыми подзолами, с карликовым (3—5 *см*) подзолистым горизонтом Е и значительно более мощным гор. B_h (30—50 *см*). Такое несоответствие мощностей горизонтов Е и B_h заставляет предполагать, что последний образуется не только за счет вертикального, но и бокового подтока растворов.

Ряд профилей почв (см. рис. 23, Б), заложенных близ г. Нарвика на склонах гор, сложенных слюдистыми сланцами, показал, что в данных условиях наибольшей подвижностью обладают не органо-алюминиевые, а органо-железистые комплексы, накапливающиеся в гор. B_h в почвах нижней части склона и особенно в песчаных подзолистых почвах примыкающей к склону флювио-

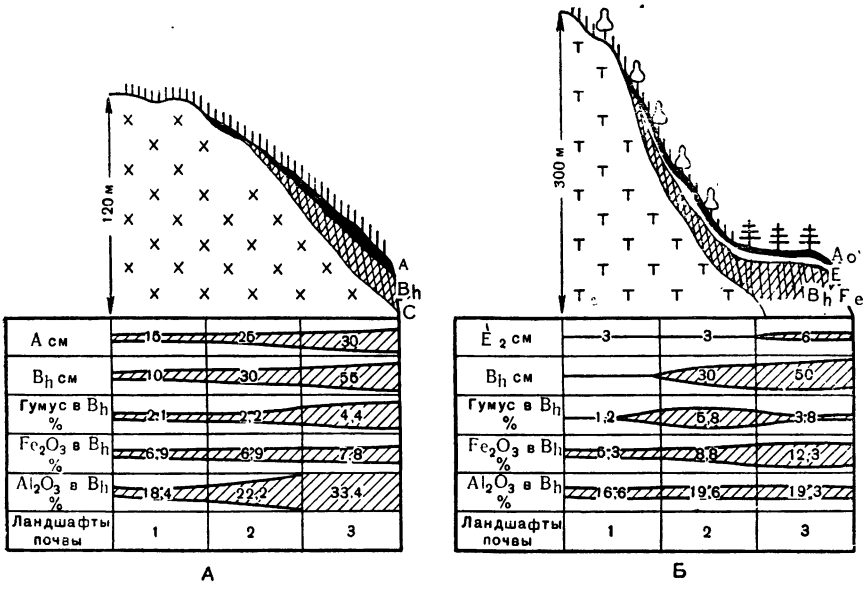


Рис. 23. Почвенно-геохимические сопряжения холодных гумидных областей северной Норвегии (по М. А. Глазовской, 1968):

А — остров Магарейя; субарктические дерновые почвы: 1 — маломощные на элювии диабазовых порфиритов; 2 — на солифлюкционных отложениях; 3 — то же, с мощным горизонтом В. Б — район Нарвика, иллювиально-гумусово-железистые подзолы: 1 — карликовые подзолы на элювии слюдистых сланцев без иллювиального горизонта; 2 — карликовые подзолы с иллювиально-гумусово-железистым горизонтом на делювиальных отложениях; 3 — мощные железистые подзолы на флювиогляциальных песках

гляциальной террасы (см. рис. 23, Б). Мощность иллювиального железистого горизонта и содержание в нем окислов железа в аккумулятивных членах катены увеличивается по сравнению с элювиальными в 1,5—2,5 раза.

Активная миграция органо-железистых комплексов и накопление их в почвах геохимически подчиненных ландшафтов характерны и для холодных гумидных областей, с активным современным вулканизмом. Ландшафтно-геохимическая дифференциация элементов в области распространения охристых вулканических почв на Камчатке описана Н. А. Соколовым (1968). Им установлено, что в перегнойно-глеевых почвах геохимически подчиненных супераквальных ландшафтов накапливаются кроме железа также марганец и в форме вивианита фосфор.

Итак, для влажных холодных областей геохимическое сопряжение почв повышенных элементов рельефа, склонов и прилегающих депрессий обусловлено очень высокой подвижностью и обилием образующихся в процессе почвообразования фульватов железа и алюминия. Эти соединения перемещаются не только в

пределах данного профиля почвы, но и вниз по склонам; по мере концентрации растворов (а возможно, и минерализации органической составляющей этих комплексов) начинается осаждение на первых стадиях фульватов алюминия, а затем фульватов железа. Подобный тип катены можно назвать «горным альфегумусовым».

По-видимому, формирование подобного же типа катен можно ожидать близ верхней границы лесной зоны в горных и высокогорных гумидных областях в различных географических поясах.

Почвенно-геохимические катены моренно-ледниковых равнин бореального пояса

Равнины областей последнего оледенения характеризуются разнообразием форм рельефа и литологии. Беспорядочное чередование холмисто-моренного, камового, озового рельефа, участков флювиогляциальных песчаных равнин и древних озерных котловин, выполненных ленточными глинами, создают пестроту почвенного покрова и сложные сочетания почв по элементам рельефа. Молодость территории — причина слаборазвитых или несформированных почвенно-геохимических сопряжений в элювиальном и трансэлювиальном ландшафтах. Лишь при переходе к нижним частям склонов и заболоченным депрессиям в ряду транссупераквальных подзолисто-болотных и торфяно-подзолисто-болотных почв, находящихся в условиях восстановительной среды, преобретают подвижность железо и марганец, которые в форме углекислых солей и восстановленных органо-железистых комплексов выносятся. В транссупераквальных подзолисто-болотных почвах формируются мощные отбеленные горизонты. По окраинам болот, близ озер и на дне озер, там, где восстановительный режим сменяется окислительным, соединения железа и марганца выпадают в форме гидроокислов. Образуются озерные и болотные руды. В почвах краевых частей болот наблюдается сильное ожелезнение, или, как его называют, «ожерствление».

Таким образом, в этих ландшафтах геохимически связаны глеево-элювиальные почвы и торфяно-глеевые ожелезненные почвы.

Подобные катены широко распространены на равнинах Швеции, Финляндии. В СССР они описаны в Карелии (Завалишин, 1951; Веригина, 1950).

В областях древнего оледенения с более сглаженным холмисто-моренным рельефом широко распространены катены, в которых автономные ландшафты, занимающие плоские водоразделы, — это верховые болота. С приближением к местным дренам заболоченность уменьшается, но все же и здесь преобладает глеево-элювиальный процесс и образуются глеево-подзолистые почвы. Близ речных долин подвижные закисные соединения железа выносятся из почв повышенных элементов рельефа и на-

капливаются в почвах речных террас. Последние часто сложены песками и заняты железисто-гумусовыми или железистыми подзолами с мощными ожелезненными горизонтами. Подобный тип приречных катен распространен в Западной Сибири, на северо-востоке европейской части СССР и во многих других местах.

Следовательно, для равнин гумидных бореальных областей характерны катены, которые можно назвать «ферри-ферро-гумусовыми». Водная миграция элементов из почв трансэлювиальных или транссупераквальных ландшафтов в почвы местных депрессий происходит при изменяющихся на протяжении пути окислительно-восстановительных условиях. В восстановительных условиях формируется глеево-элювиальный ряд почв, а в условиях периодически окислительного или окислительного режима происходит ожелезнение почв.

Грунтово-водные-почвенно-геохимические катены равнин влажных тропических областей

Во влажных тропических областях на равнинах с неглубоким уровнем стояния грунтовых вод образование ферраллитной коры выветривания и почв сопровождается явлениями восстановления соединений железа в горизонтах, подвергающихся постоянному или периодическому воздействию грунтовых вод. Вместе с потоком грунтовых вод закисные соединения железа, а также органо-железистые соединения выносятся в местные депрессии (котловины, долины рек). На перегибах склонов, с приближением грунтового потока к поверхности и сменой восстановительных условий окислительными гидраты окислов железа выпадают из растворов в виде пизолитовых конкреций или альвеолярных ячеистых образований, образующих железистый прочный каркас вокруг структурных отдельностей. В результате вся почвенная толща или отдельные горизонты сильно ожелезняются, а при высыхании цементируются: образуется латеритная почва, часто с очень мощными латеритными горизонтами.

Горизонты коры выветривания и почв, из которых идет вынос закисного железа, отбеливаются, так как здесь остается светло-окрашенный каолинит.

Следовательно, во влажных тропиках причины выноса железа из почв трансэлювиальных и транссупераквальных ландшафтов и накопление его в почвах депрессий те же, что и во влажных холодных областях: изменение окислительно-восстановительных условий и изменяющаяся в связи с этим степень подвижности соединений железа, но в тропиках процесс захватывает более мощные толщи почвенного профиля и коры выветривания.

Подобный тип катены в отличие от бореального мы называем «латеритным». Латеритные катены были подробно изучены во многих тропических странах. Они широко распространены в зоне саванн и влажных экваториальных лесов Африки (Aubert, 1954; D'Hoor, 1954; Maignien, 1956; Денисов, 1957), Юго-Восточной

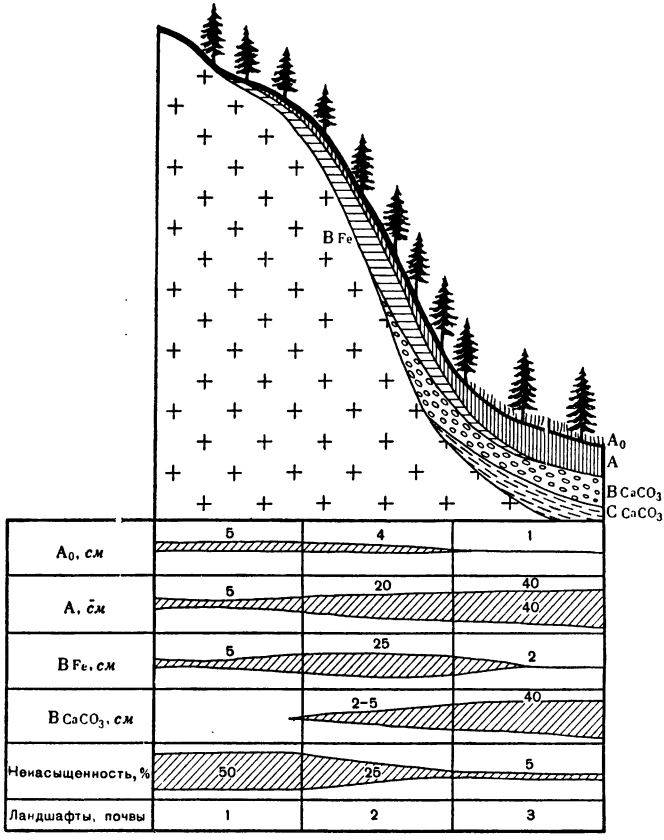


Рис. 24. Почвенно-геохимическое сопряжение в поясе еловых лесов Центрального Тянь-Шаня (По Глазовской, 1968):

Ландшафты и почвы: 1 — трансэлювиальный, моховой, ельник, маломощные грубогумусовые кислые бурые горно-лесные почвы; 2 — трансэлювиальный мохово-травяной ельник, темноцветные, слабоненасыщенные бурые горно-лесные почвы; 3 — трансаккумулятивный, травяной ельник, черноземовидные горно-лесные почвы на делювиальном карбонатном лёссовидном суглинке

Азии (Moorh van Baren, 1954; Фридланд, 1964), в Австралии (Prescott, 1934; Stephens, 1956), в Южной Америке (Bennenia, 1960).

Почвенно-геохимические катены в поле распространения кислотно-слабощелочных почв

Почвенно-геохимические сопряжения в поле кислотно-слабощелочных почв связаны с выносом карбонатов кальция из почв элювиальных и трансэлювиальных ландшафтов и накоплением

их в почвах трансэлювиально-аккумулятивных и супераквальных ландшафтов. Осаждение карбоната кальция связано с термическими, испарительными и, вероятно, биологическими барьерами.

Почвенно-геохимические карбонатно-кальциевые катены трансэлювильно-аккумулятивных горных ландшафтов

В горных странах суббореального пояса, во внутреннем, континентальном секторе широко распространен тип сопряжения, который можно назвать «трансэлювиально-аккумулятивным-карбонатно-кальциевым».

На рис. 24 показано подобное сопряжение в зоне распространения горно-лесных темноцветных и горно-лесных черноземовидных почв в Тянь-Шане.

В верхних частях склонов почвы лишены карбонатов, в средних — карбонатов мало, в нижних частях и на делювиальных шлейфах наносы и нижние горизонты почв содержат до 12—18% $CaCO_3$ (Глазовская, 1948).

На Алтае (Петров, 1952) и на южных склонах Тану-Ола (Носин, 1963) широко распространены сочетания горно-лесных серых почв на склонах, с содержанием карбонатов в иллювиальном горизонте 5—6%, и темноцветных, или черноземовидных, горно-лесных почв на делювиальных шлейфах и пролювиальных конусах выноса, в которых увеличиваются мощность карбонатного горизонта и содержание $CaCO_3$ (до 22—25%). Подобное же «делювиальное» накопление карбонатов кальция в почвах нижних частей склонов и делювиальных шлейфов характерно для хребтов Кентей и Хангай в Северной Монголии (Richter, Haase, 1964).

Примеры подобного сопряжения можно найти во многих горных областях мира, находящихся в условиях переменно-влажного или умеренно влажного климата. В условиях гумидного климата подобный же тип катен можно наблюдать в горных странах с широким распространением известняков.

Почвенно-геохимические карбонатно-кальциевые катены аккумулятивных равнин

Этот тип катен широко распространен на древнеледниковых равнинах Евразии и Северной Америки, сложенных карбонатной мореной или карбонатными покровными суглинками: в зоне дерново-подзолистых и буроземно-подзолистых почв в пределах Северо-Германской и Великопольской равнин: в подзоне дерново-подзолистых почв и серых лесных почв европейской части СССР, в зоне дерново-подзолистых и бурых лесных почв к северу от Великих озер и провинции черноземовидных почв прерий (на центральных равнинах Северной Америки).

Карбонаты кальция выносятся из почв элювиального ряда (дерново-карбонатных, бурых лесных остаточно-карбонатных,

элювиземно-подзолистых, серых лесных, черноземовидных выщелоченных почв прерий и др.) и накапливаются в почвах депрессий, находящихся под воздействием жестких грунтовых вод. Здесь образуются в условиях супераквального режима перегнойно-карбонатные или черноземовидные луговые почвы, со значительным накоплением лугового мергеля, а в случае водозастойного водного режима — карбонатные иловато-болотные или карбонатные торфяно-болотные почвы.

Почвенно-геохимические катены в поле кислотно- и нейтрально-щелочных почв древнеаллювиальных и озерных равнин

На плоских, слабодренированных древнеаллювиальных и древнеозерных равнинах, в областях распространения лесолуговостепных ландшафтов в Канаде, Западной Сибири, на Дальнем Востоке, в Северо-Восточном Китае широко развиты почвы с выраженными повсеместно чертами современного или недавнего супераквального режима. Геохимически сопряженный ряд здесь образуют: вторичные (или неоэлювиальные) почвы, занимающие наиболее повышенные элементы рельефа, транснеоэлювиальные почвы — на пониженных элементах рельефа, периодически находящихся в супераквальном режиме, и разнообразные супераквальные почвы, приуроченные к замкнутым депрессиям или низким озерным и речным террасам.

Значительная часть этих равнин представляет собой области внутриконтинентального соленакопления. Соли, накопившиеся в грунтовых водах, наносах и почвах ранее, вновь образующиеся при выветривании и почвообразовании и освобождающиеся при минерализации растительных остатков, перераспределяются в соответствии с современным рельефом и общей ландшафтно-геохимической обстановкой.

В формировании почвенно-геохимических сопряжений участвуют, кроме карбонатов кальция, более легко растворимые соли: сода, кремнекислый натрий, сульфаты и хлориды натрия, а иногда и магния. Подобный тип катены можно назвать карбонатно-кремниево-хлоридно-сульфатно-натриевым.

В зависимости от степени дренированности равнин и их положения в пределах общей ландшафтно-геохимической арены формируются несколько различные, но генетически сходные типы почвенно-геохимических катен.

Наиболее обстоятельно почвенно-геохимические сопряжения в пределах подобных равнин изучены в лесостепной зоне Барабинской низменности (Орловский, 1955; Базилевич, 1965) и в Амуро-Сунгарском бассейне (Ковда, 1959; Зимовец, 1964). Элювиальные и трансэлювиальные члены сопряженного ряда представлены лугово-черноземными солонцеватыми, местами осолоделыми почвами, с небольшим содержанием солей и карбонатным

горизонтом с 12—18% $CaCO_3$. На относительно пониженных элементах рельефа, в условиях поверхностного и внутрипочвенного притока легкорастворимых солей, при периодическом вымывании их из верхних горизонтов формируются луговые содовые солонцы, переходящие по мере приближения грунтовых вод к поверхности в луговые содовые солончаки, со значительным накоплением поступающей из грунтовых вод аморфной кремнекислоты.

Ниже по рельефу, наряду с содой, в солончаковых почвах накапливаются сульфаты и хлориды натрия. В замкнутых бессточных впадинах располагаются лугово-болотные и торфяно-болотные почвы, слабозасоленные, но с преобладанием хлоридов и сульфатов натрия и магния.

На юге Канады и севере США (штаты Миннесота, Висконсин, Мичиган) подобные же сочетания черноземовидных луговых солонцеватых и осолоделых почв, с луговыми солонцами и лугово-болотными почвами распространены очень широко. Они были описаны Торпом (Thorp, 1949), Моссом и Арнаудом (Moss, Arnaud, 1955), Одинским (Odinsky, 1956) и др.

Подобный тип катены описан и в экстраконтинентальной области с многолетней мерзлотой в Центрально-Якутской котловине (Аболин, 1929; Красюк, 1927; Зольников, 1957), где на повышенных элементах рельефа развиты осолоделые палевые мерзлотные почвы, а в термокарстовых депрессиях (аласах), часто занятых в центре озерами, располагаются пояса содовых луговых солонцов и хлоридно-содовых солончаковых луговых почв.

Почвенно-геохимические катены в поле распространения слабокислых и нейтрально-щелочных почв переменно-влажных субтропических и тропических областей

В переменно-влажных субтропических и тропических областях образуются катены, в которых аккумуляция кремнезема, карбонатов кальция и магния в аккумулятивных членах сопряженного ряда сопровождается образованием монтмориллонитовых глин, с которыми, в свою очередь, связаны гидроморфные, оглеенные, часто солонцеватые, а местами и осолоделые слитые субтропические и тропические почвы (глеевые слитоземы).

В переменно-влажных субтропиках сопряженный ряд образуют: выщелоченные и карбонатные коричневые почвы в элювиальной и трансэлювиальной частях катены и лугово-коричневые слитые почвы и глеевые смолницы (или тирсы), солонцы и солоди в аккумулятивной части. Этот тип катены можно назвать сиаллитно-карбонатно-монтмориллонитовым. Он широко распространен в странах Южной и Средиземноморской Европы и в Северной Африке (Villar, 1944; Стебут, 1946; Богатырев, 1958; Койнов, 1968) и в субтропической Австралии (Blackburn, 1968; Word, 1968).

В переменно влажных тропиках и в субэкваториальных поясах ферсиаллитная и ферраллитная коры выветривания и свя-

занные с ними красно-желтые и красные ферсиаллитные и ферраллитные почвы, обедненные основаниями и кремнеземом, представляют элювиальные члены почвенной катены. С ними сопряжены также, как и в субтропиках монтмориллонитовые слитые (черные, серые, коричневые) гидроморфные почвы, часто с явлениями засоления, осолодения и глеевого процесса. Этот тип катены можно назвать ферраллитно-монтмориллонитовым. Сам термин «катена» был впервые применен Милном (Milne, 1936) для обозначения сочетаний по элементам мезорельефа красных и черных тропических почв Восточной Африки. Подобные же сочетания красных и черных тропических почв были описаны в Юго-Восточной Африке (Van der Merwe, 1938), в центральном и восточном Судане (Joseph, 1926), в котловине оз. Чад (Bocquier, 1968) и других местах. Ферсиаллитно (или ферраллитно)-монтмориллонитовый тип катены известен на Яве и Суматре (Mohr, van Baren, 1954; Dudal, 1960), в Индокитае (Фридланд, 1964), Индостане (Rauchauduri, 1943), на Кубе (Зонн, 1968) и в других местах.

Типы почвенно-геохимических катен в поле распространения щелочных почв сухостепных и пустынных областей

В аридных областях, в поле щелочных почв с ярко выраженными процессами субаэрального соленакопления, различия в характере почвенно-геохимических сопряжений отдельных термических поясов сглаживаются. При высокой концентрации почвенных растворов, очень малом содержании органических веществ, малом участии живых организмов карбонаты кальция утрачивают подвижность и остаются в почвах элювиальных ландшафтов. Дифференциация катены здесь связана с миграцией и аккумуляцией наиболее подвижных солей: сульфатов и хлоридов натрия и хлоридов кальция и магния. Здесь испарительные барьеры, а в холодных пустынях и температурные барьеры — главные факторы дифференциации и аккумуляции солей.

В менее аридных — полупустынных областях — в ряду почв, образующих катену, в трансаккумулятивных звеньях ряда обычно присутствуют луговые солонцы, солончаковатые солонцы и луговые солончаковые почвы, с хлоридно-сульфатно-натриевым типом засоления. Это субаридный солонцово-лугово-солончаковый тип катены.

В более аридных областях солонцы замещаются такырами, а в областях конечных аккумуляций на месте солевых высыхающих озер образуются соровые солончаки хлоридно-сульфатно-натриевого и хлоридно-кальциево-магниевого типов. Это аридно-солончаковый тип катены.

В наиболее суровых пустынях мира, где почти исчезают биологические барьеры (Атакама, Ливийская), наряду с другими солями мигрируют нитраты, и в аккумулятивных частях почвен-

но-геохимических сопряжений образуются хлоридно-сульфатные нитратные солончаки.

Впервые анализ закономерностей дифференциации солей в зоне полупустынь был дан Б. Б. Полыновым для Монголии (1926). Им были выделены элементарные ландшафты и показаны почвенно-геохимические сопряжения пустынно-степных почв — повышенных элементов рельефа, с обызвесткованными лугово-пустынными почвами, луговыми солонцами и хлоридно-сульфатными солончаками в замкнутых депрессиях.

Е. Н. Иванова и И. П. Герасимов (1938) детально описали и проанализировали закономерности дифференциации солей в поверхностных и грунтовых водах, грунтах и почвах Кулундинской степи.

Далее появились многочисленные работы о различных районах субаридных и аридных областей СССР: Казахстане, Средней Азии, Прикаспийской, Куро-Араксинской низменностях.

Закономерности миграции и дифференциации солей в почвенно-геохимических сопряжениях аридных зон изучались особенно тщательно в связи с вопросами орошения почв и борьбы с вторичным засолением. Обобщения, касающиеся закономерностей миграции солей в аридных зонах СССР, даны в монографиях В. А. Ковды (1954), В. И. Боровского (1958, 1959), В. В. Егорова (1958), В. Р. Волобуева (1963) и др.

Значительное количество описаний различных сочетаний почв с участием засоленных и солонцовых имеется для аридных областей Северной Америки, Африки, Австралии и других районов мира.

Почвенно-геохимические сопряжения в приледниковых пустынях

Для характеристики геохимических процессов в перигляциальных областях приведем материалы о перераспределении продуктов выветривания и первичного почвообразования в оазисе Бангера в Антарктиде (Глазовская, 1958).

Оазис Бангера — это обнажившийся из-подо льда участок перигляциальной каменистой пустыни, с многочисленными выходами скал, полигональными грунтами и выцветами солей на поверхности почв в депрессиях рельефа и по берегам маленьких соленых озерков.

Рассматриваемый профиль протяженностью около километра начинается на повышении у выходов гранитных скал и заканчивается в озерной котловине, представляющей местный замкнутый солесборный бассейн. Поверхность скал покрыта коричневато-красным, местами иссиня-черным пустынным загаром и разбита десквамационными трещинами на плитчатые отдельности. В трещинах между плитами и на их нижней поверхности появляются налеты зеленых и сине-зеленых водорослей, инкрустированные кальцитом. Белые корочки кальцита встречаются на боковых стенках и в нишеобразных углублениях у подножия скал.

Таким образом, разделение продуктов выветривания по степени подвижности начинается уже в пределах скальных поверхностей. Окислы железа и марганца наименее подвижны и фиксируются в наиболее элювиальных позициях, в пленках загара; карбонаты кальция частично задерживаются, по-видимому, не без участия водорослей, на путях стекания растворов в трансэлювиальных позициях. Вынос карбонатов кальция за пределы скальных поверхностей сопровождается накоплением карбонатов в мелкоземе полигональных почв, у подножия скал.

Наличие солончаков и соленого озера в депрессии рельефа указывает на дальнейшую дифференциацию продуктов выветривания. В направлении к центру депрессии наблюдается не только увеличение содержания солей, но и изменение их состава. Наиболее подвижны в данных условиях хлориды кальция и особенно магния.

Оазис Бангера находится недалеко от океана, поэтому можно предполагать, что засоление депрессий идет не только за счет продуктов выветривания массивных пород, но и за счет импульверизации морских солей, которые затем перераспределяются по элементам рельефа с поверхностным стоком.

Для сравнения рассмотрим характер почвенно-геохимических сопряжений в холодных пустынях, находящихся в центре Азии, на абс. высоте 3700—4000 *м*, на высоких нагорьях Центрального Тянь-Шаня, представляющих приледниковые денудационные и аккумулятивные равнины. Малое количество осадков (150—200 *мм* в год), низкие температуры (средняя июля 4°) ограничивают передвижение легкорастворимых продуктов выветривания и почвообразования.

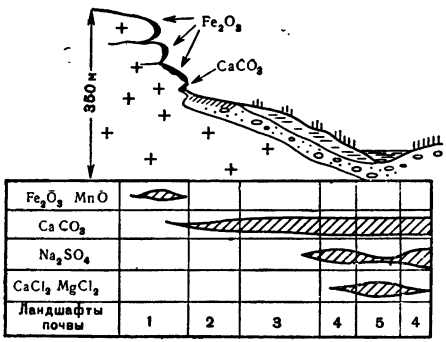


Рис. 25. Почвенно-геохимическое сопряжение высокогорных пустынь Центрального Тянь-Шаня (по М. А. Глазовской, 1968):

1 — скальные поверхности с высокогорным загаром; 2 — полигональные почвы каменистой тундры на карбонатной морене; 3 — такыровидные многокарбонатные почвы высокогорных пустынь на лессовидных покровных суглинках; 4 — солончаковые луговые почвы на озерно-ледниковых отложениях; 5 — хлоридно-магниево-кальциевые солончаки на озерно-ледниковых отложениях

На рис. 25 показана типичная для высокогорных пустынь Тянь-Шаня почвенно-геохимическая катена, во многом сходная с теми, что наблюдаются в оазисе Бангера. Поверхности скал, особенно их боковые стенки (по которым стекают талые снеговые воды), покрыты железисто-марганцовыми планками высокогорного (пустынного) загара. Произведенные нами анализы 10 об-

разцов корочек загара, собранных с поверхности гранитов и гранодиоритов, показали, что отношение Fe_2O_3/MnO в них существенно варьирует (от 17,0 до 1,2), уменьшаясь по направлению движения талых вод, что может указывать на большую подвижность марганца по сравнению с железом.

Подобно тому, как и в оазисе Бангера, на сыртах Тянь-Шаня потолки ниш в скалах покрыты налетами водорослей и микросталактитами кальцита. Почвы полигональной каменистой пустыни на повышенных участках денудационных равнин незасолены, но карбонатны с поверхности (1,5—2,0% $CaCO_3$). Более низкие поверхности покрыты плащом маломощных (0,5—1 *м*) суглинков с более высоким содержанием карбонатов (более 5,0%). Здесь под разреженной растительностью развиты своеобразные многокарбонатные, а местами и солончаковатые такыровидные почвы высокогорных пустынь. У подножия холмов и в понижениях между ними карбонатность почв еще более возрастает (содержание CO_2 карбонатов 7—9%), увеличивается площадь засоленных почв, возрастает содержание в них водно-растворимых солей. Так же, как и в оазисе Бангера, миграция легкорастворимых солей из областей транзита в области аккумуляции сопровождается выпадением по пути менее растворимых при низких температурах сульфатов натрия, в то время как более легкорастворимые хлориды кальция и магния достигают наиболее пониженных участков рельефа.

Ряд подвижности элементов для почвенно-геохимических сопряжений перигляциальных пустынь следующий: Fe_2O_3; MnO; $CaCO_3$; Na_2SO_4; $NaCl$.

СОЧЕТАНИЯ И ПОЧВЕННО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ СОПРЯЖЕНИЯ КАК ПОЧВЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ

Перераспределение влаги и продуктов твердого и химического стока по элементам рельефа обусловливает, как было показано, генетическую связь между почвами повышенных и пониженных элементов рельефа.

1. В условиях преобладания твердого стока генетически связаны ряды: а) смытых почв, с маломощным гумусовым горизонтом и накоплением грубых механических фракций, часто хряща или щебня; б) намытых почв, с мощными гумусовыми горизонтами, часто более тяжелого механического состава.

2. В условиях преобладания жидкого стока и отсутствия каких-либо резко выраженных геохимических барьеров, на которых бы задерживались водно-растворимые компоненты, перераспределение влаги по элементам рельефа сопровождается формированием ряда генетически сопряженных: а) менее промытых почв повышений и склонов; б) более промытых почв депрессий, получающих избыток влаги.

3. Если на пути движения вод имеются те или иные геохимические барьеры, то часть водно-растворимых компонентов осаждается и формируется ряд геохимически сопряженных почв: а) элювиальных, б) аккумулятивных.

Во всех трех названных случаях формируется пространственно-генетически-сопряженный ряд почв.

Существуют сочетания и несколько иного рода, в которых почвы, находящиеся на соседних элементах рельефа, лежащих на разных уровнях, последовательно проходили одни и те же стадии развития: например, солончак — луговой солонец — остепняющийся остаточный солонец. В подобных сочетаниях почвы, образующие в настоящее время пространственно-сопряженный ряд, представляют собой также и временной генетически сопряженный ряд. В последнем случае сочетания почв и генетические взаимоотношения между сопряженными рядами более сложны. Подобный тип сочетаний, как уже говорилось ранее, связан с молодыми аккумулятивными равнинами водного происхождения.

Довольно широко распространены сочетания почв, в которых элювиальные и аккумулятивные члены ряда генетически слабо связаны. Подобный тип сочетаний местами распространен в аридных областях в пределах денудационных равнин, с сохранившейся на водораздельных поверхностях древней ферраллитной корой выветривания и с выходами свежих невыветрелых пород в местах эрозионных врезов, или новейших поднятий. В этом случае древняя ферраллитная кора выветривания и связанные с ней выщелоченные бедные бескарбонатные красноцветные почвы (реликтовые красные почвы саванн) находятся в сочетании с сильно обызвесткованными, местами засоленными почвами пустынь или полупустынь, сформированными в условиях аридного режима, на свежих, богатых первичными минералами породах.

Такого рода сочетания разновозрастных и генетически не связанных почв широко распространены в полупустынях и пустынях Австралии.

ГЛАВА 7

ГЕОГРАФИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ПОЧВ И ПОЧВ, ИЗМЕНЕННЫХ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ

Рассмотрение закономерностей географии почв в масштабе всей Земли невозможно без учета тех изменений, которые произошли в почвенном покрове в результате хозяйственной деятельности человека.

Весьма многообразен характер воздействия человека на почвы, поэтому и глубина преобразований последних также неодинакова.

Даже на нераспаханных территориях постоянная пастьба скота, систематическое выжигание растительных остатков, подсев удобрений и трав на культурных пастбищах вызывают существенные изменения в почвах, имеющих как положительный эффект — увеличение биологической продуктивности, так и отрицательный, например, разрушение структуры, развитие водной и ветровой эрозии и др.

Более существенные изменения в почвах происходят при распашке, систематической обработке, внесении органических и минеральных удобрений. В современных классификациях антропогенных почв подобные почвы с возросшим эффективным плодородием относятся к группе окультуренных и культурных (Григорьев, Фридланд, Ливеровский, Сабашвили, 1964).

Еще более существенно изменяются почвы при мелиорации: осушении, орошении, глубоком плантажировании, когда существенно нарушаются водный и тепловой режим или вся система генетических горизонтов. Подобные почвы относятся к группе преобразованных.

Наконец, имеется группа почв, собственно антропогенных, которые заново созданы человеком путем осушения морского дна, кольматажа, аккумуляции ирригационных наносов, при террасировании склонов из свежей не затронутой почвообразованием породы или рекультивации промышленных выработок.

Почвы, созданные и преобразованные путем осушения территории

Сюда относятся почвы польдеров — низменных побережий Северного моря в Нидерландах, образовавшиеся на отгорожен-

ных от вторжения морских вод поверхностях, отвоеванных человеком у моря. Откачка воды насосными станциями, дренаж, внесение удобрений, известкование превратили большие пространства морского дна (части зал. Зейдер-Зе) в плодородные почвы.

Осушение почв приморских маршевых болот и превращение их в плодородные земли (часто луга) проводится в широких масштабах не только в Западной Европе, но и на низменных атлантических побережьях Северной и Южной Америки.

К группе антропогенных осушенных приморских дельт относятся и почвы, образованные за счет кольматажа — накопления нового аллювиального материала и повышения уровня речных дельт, путем орошения водами реки, несущими большое количество твердых взвесей. На новых антропогенных аллювиальных наносах начинают формироваться почвы. Опыт кольматирования был проведен в СССР в Колхидской низменности, в дельте р. Рионн. Кольматаж применяется в различных странах мира.

Антропогенные осушенные почвы — это также и различного рода почвы, образовавшиеся на месте торфяных и торфяно-глеевых болотных почв.

Формирование почв на торфяных залежах при осушении последних сопровождается процессом «оземления», т. е. гумификации и частичной минерализации верхней части торфяной толщи, представляющей своеобразную органогенную почвообразующую породу.

При умеренном осушении, внесении макро- и микроэлементов (на кислых торфах — известкование) при микробиологическом искусственном заражении процесс «оземления» и превращения торфа в почву идет достаточно быстро. Польские почвоведы называют подобные почвы «муршевыми». Муршевые почвы распространены спорадически, среди подзолистых и буроземно-подзолистых почв на равнинах Западной и Восточной Европы. В СССР они были подробно изучены И. Н. Скрынниковой (1961), обосновавшей необходимость их выделения в особый почвенный тип. Если торфянистый горизонт менее мощен или торф перед окультуриванием территории выработан, то новые осушенные почвы формируются не только в органическом, но и минеральном субстрате. Внесением извести, удобрений, применением специальной агротехники удается даже кислые болотные почвы превратить в плодородные.

Почвы, созданные и преобразованные при орошении территории

1. Культурно-поливные почвы оазисов образованы накоплениями ирригационных наносов в областях древнего орошаемого земледелия в аридных зонах Земли. Как особый почвенный тип они были выделены в Средней Азии (Розанов, 1951; Орлов, 1937), имеют весьма широкое распространение в странах Передней Азии, Пакистане и других областях длительного орошаемого земледелия.

Вся толща почвы на глубину до 1,5—2,0 *м* сложена тонкослоистым пылеватым ирригационным наносом, существенно метаморфизованным под воздействием корней растений и почвенных животных. Дифференциация на горизонты в этих почвах проявляется в растворении и перераспределении по профилю карбонатов кальция, принесенных в твердом виде ирригационными водами.

Постепенное наращивание почвенного профиля кверху приводит к тому, что вся толща наноса успевает подвергнуться биогенному преобразованию. Поэтому культурно-поливные почвы содержат значительно больше гумуса и азота, чем пустынные почвы неорошаемых территорий.

2. Орошаемые рассоленные почвы формируются на месте солончаков и солончаковых почв после их промывок и комплекса агротехнических мероприятий.

3. Вторично-засоленные почвы и заболоченные почвы связаны обычно с предыдущими группами орошаемых почв и формируются по окраинам оазисов, в местах сброса дренажных и поливных вод.

Местами, при неправильной системе орошения, вторичное засоление захватывает большие площади в пределах орошаемых территорий. Последнее проявляется главным образом на слабодренированных равнинах, представляющих части ландшафтно-геохимических арен, в пределах которых общий солевой баланс положительный.

4. В ряду орошаемых антропогенных почв большое место занимают почвы рисовых полей, или, как их называют, глеевые рисовые почвы. Свойства глеевых рисовых почв зависят от того, какие почвы были на данной территории до начала культивирования риса и от режима и продолжительности их использования.

Наиболее обширные площади рисовых почв сосредоточены во влажных областях субтропического, тропического и экваториального поясов, где они представляют собой преобразованные красноземы, желтоземы, красные и красно-желтые ферраллитные почвы. Преобразование начинается с террасирования и обвалования территории, что нарушает, а часто и полностью уничтожает профили старых почв. Длительное затопление приводит к оглеению почв, они теряют структурность, приобретают сизо-серый цвет с ржавыми пятнами и полосами по корневищам растений, на поверхности почв накапливаются известковые раковинки мелких моллюсков и остатки панцырей крабов. При периодическом спуске вод с поверхности почв сносятся коллоидные и тонкопылеватые частицы; при длительном использовании почв их верхний горизонт сильно опесчанивается, а на некоторой глубине образуется плотная плужная подошва.

Однако культура риса не ограничена влажными субтропиками и тропиками. Она распространена в умеренно теплых поясах в гумидных условиях на черноземовидных почвах прерий Север-

ной и Южной Америки, на Дальнем Востоке и в Северо-Восточном Китае.

В аридных областях культура риса распространена спорадически среди других поливных культур. Так, обширные рисовые плантации имеются в Средней Азии на аллювиальных равнинах с солончаковатыми луговыми и такыровидными почвами, в Египте, Месопотамии и других аридных областях.

Длительное затопление почв, содержащих большее или меньшее количество сульфатов, приводит к восстановлению последних до сульфидов и образованию солончаковатых сульфидных болотных почв.

Почвы террасированных склонов

Не менее широко в горных странах различных континентов распространены неорошаемые почвы, созданные человеком на искусственных террасах. О террасировании склонов говорилось в разделе о рисовых почвах. При создании террас обычно снимается и сохраняется гумусированная часть почвенного профиля. После выравнивания на поверхности террасы (с которой частично или полностью удалены более глубокие горизонты почвенного профиля) равномерным слоем помещается гумусированный материал. Постепенно, по мере культивирования почв, углубления пахотного слоя, путем глубокого плантажа и воздействия природных факторов формируется профиль новой антропогенной почвы, с комплексом свойств как сходных, так и отличных от почв данной зоны.

Террасирование склонов — широко распространенный прием горного земледелия, особенно если террасы используются в дальнейшем для культуры чайного куста, цитрусовых, виноградников, плодовых культур и др.

Во многих странах мира длительное земледельческое использование почв не только горных, но и холмистых территорий, без должных противоэрозионных устройств привело к катастрофической эрозии почв.

Террасирование склонов, а следовательно, и создание искусственных почв, применяется не только в горах, но и на расчлененных волнистых и холмистых равнинах.

Почвы, созданные при закреплении движущихся песков

Закрепление песков путем насаждения закрепляющей пески растительности проводится весьма широко в различных биоклиматических зонах.

В гумидных областях бореального, суббореального и субтропического поясов широко распространены приморские песчаные дюны, закрепленные насаждениями сосны различных видов, под которыми формируются маломощные почвы с начальными приз-

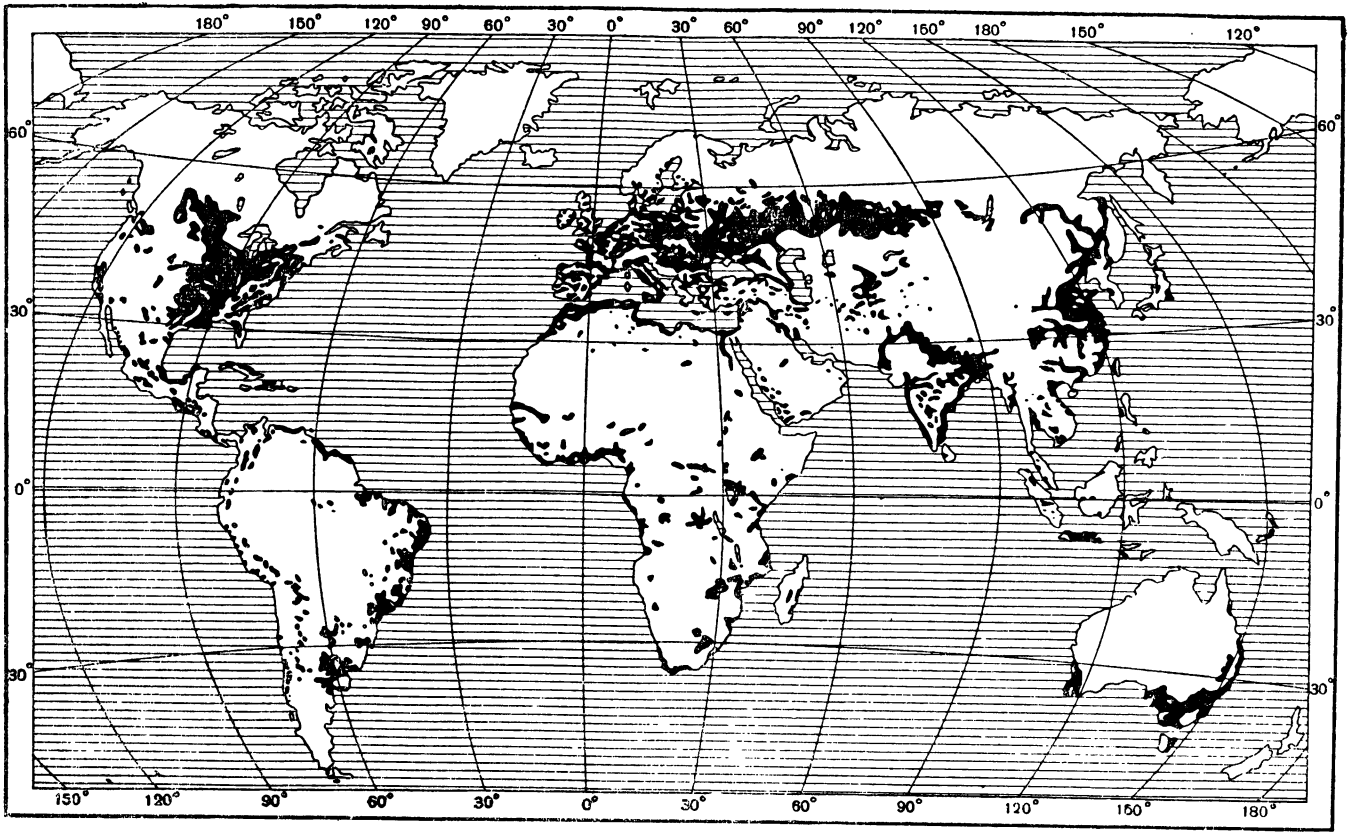


Рис. 26. Обрабатываемые земли (залито черным). По классификации ФАО это пахотные земли и площади под древесными культурами

наками оподзоливания. С возрастом почв признаки подзолистого процесса усиливаются. Антропогенные песчаные кислые, слабооподзоленные почвы распространены на песчаных дюнах побережий Балтийского и Северного морей, на песчаных равнинах побережий Бискайского залива.

В субаридных и аридных областях, в отдельных странах, пески закрепляются травянистой, кустарниковой и древесной растительностью. Работы подобного рода широко проводятся в песчаных пустынях Средней Азии, где можно ожидать формирования примитивных пустынных песчаных почв.

Почвы рекультивированных территорий

В отличие от ранее описанных групп антропогенных почв рекультивированные почвы связаны с промышленными и строительными объектами. Это почвы, создаваемые вновь в выемках карьеров, на отвалах пустой породы при горных разработках, на терриконах из угольных копей и т. д. Проблема рекультивации занимает сейчас специалистов многих стран.

СТЕПЕНЬ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОЯСОВ И ЗОН УВЛАЖНЕНИЯ

Более широко, чем антропогенные, распространены почвы, в той или иной мере измененные земледельческой культурой (рис. 26).

Н. Н. Розов произвел подсчет площадей различных типов почв по почвенным картам Физико-географического атласа Мира (1964). Полученные данные были объединены по биоклиматическим областям, которые представляют собой и наиболее крупные агропочвенные области мира. По каждой области на основании статистических и картографических данных были получены площади распаханных земель (табл. 11).

На равнинах основные площади распаханных земель приурочены к умеренно влажным областям суббореального пояса. Наиболее широко используются в земледелии черноземы (около 62% площади черноземов распахано) и значительно меньше каштановые (около 22%). Весьма высок также коэффициент земледельческого использования почв в суббореальных влажных областях. Распространенные в этой области черноземовидные почвы прерий распаханы приблизительно на 50%, бурые лесные — на 28%. В целом 37% площади равнинных территорий влажных и умеренно влажных областей суббореального пояса занято пашнями.

Некоторые почвы этих областей существенно изменены длительной земледельческой культурой, более всех бурые лесные почвы Западной Европы. Длительная обработка и удобрения значительно улучшили эти почвы.

Таблица 11

Сельскохозяйственное использование почв равнин мира, млн. км² (по Н. Н. Розову)

Сумма температур за вегетационный период °С	Количество урожаев	Почвенно-географические районы	Общая площадь, млн. км²	Сельскохозяйственное использование	
				%	возможное увеличение, %
800	один (специальные культуры в парниках)	полярный: тундровые и арктические почвы	5,9	—	2
800—1200	один (с очень ограниченным количеством селекционированных сортов)	бореальный, мерзлотно-таежный. Мерзлотно-таежные почвы	3,4	—	2—3
1200—2400	один (с ограниченным количеством культур). Необходимы удобрения	бореальный, таежно-лесной. Подзолистые и глеево-подзолистые почвы; дерново-подзолистые почвы. Серые лесные почвы	7,5 3,6 1,2	2 25 40	8—10 35—40 40
2400—4000	один (необходимы удобрения)	суббореальный лесной. Бурые лесные почвы	3,5		
	один (на юге желательно орошение)	суббореальный степной, черноземы и черноземовидные почвы прерий. Каштановые почвы и солонцы	5,0 5,2	50 22	60 35—40
	один (при орошении)	суббореальные пустыни. Бурые пустынно-степные, серо-бурые пустынные, пески	4,0	3	6—8
4000—7500	два (необходимы удобрения)	субтропический лесной. Красноземы и желтоземы	3,7	20	35—40
	два (для второго типа почв желательно орошение)	субтропический средиземноморский. Коричневые и серо-коричневые почвы	4,7	18	35—40
	полтора-два (при орошении)	субтропический пустынный. Сероземы, субтропические, пустынные почвы, пески	8,4	4	8—10
	три (необходимы удобрения)	тропический лесной. Латеритные (ферраллитные и альферритные почвы)	15,6	7	25—30
		тропические саванны; красные, коричнево-красные и красно-бурые почвы саванн. Черные почвы саванн	17,5 3,4	3 15	20—25 25—30
	три (при условии орошения)	тропические пустыни. Красновато-коричневые почвы пустынных саванн. Почвы тропических пустынь, пески	14,4	2	4,5

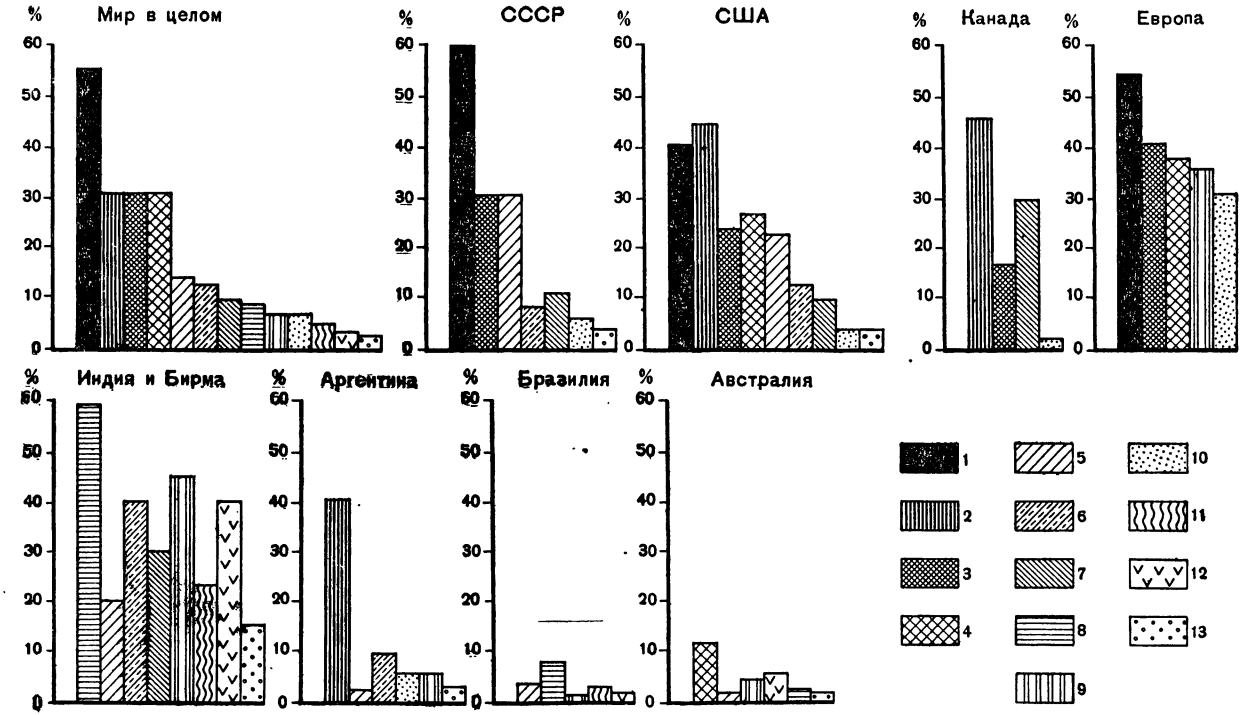


Рис. 27. Степень земледельческого использования различных типов почв (в % от занимаемой площади):

1 — черноземы; 2 — черноземовидные почвы прерий; 3 — серые лесные почвы; 4 — бурые лесные почвы; 5 — красноземы; 6 — почвы пойм; 7 — каштановые почвы; 8 — черные тропические; 9 — коричневые почвы; 10 — подзолистые; 11 — латеритные; 12 — красные почвы саванн; 13 — сероземы

По направлению от суббореального пояса к экватору и полюсам площади распаханных земель сокращаются, и степень земледельческого освоения территорий уменьшается. В бореальном поясе во влажных областях распаханные земли составляют около 10% общей площади, в мерзлотных областях — около 2%.

В бореальном поясе в наибольшей степени распаханы серые лесные почвы (около 40%), в меньшей степени — дерново-подзолистые (около 25%) и очень мало — типичные подзолистые и глееподзолистые почвы (около 2%).

В субтропическом поясе во влажно-лесных субтропических областях средняя земледельческая освоенность распространенных в этой области красноземов и желтоземов и красновато-черных почв прерий — около 23%.

В засушливых областях субтропического пояса, где в почвенном покрове господствуют коричневые и серо-коричневые почвы и черные субтропические слитые почвы, площадь используемых в земледелии территорий составляет около 15%.

Во влажнотропических областях, где распространены красно-желтые и темно-красные ферраллитные почвы, распахано менее 5% всей площади территории.

Наибольшие площади пашен во влажных тропических областях сосредоточены в странах муссонной Азии (Южный Китай, Индонезия, Индия, Вьетнам, Бирма). Значительно меньше освоены влажнотропические области других континентов.

В засушливых переменно-влажных областях, где распространены красные, коричнево-красные и красно-бурые почвы саванн, коэффициент земледельческого использования территории также не превышает 5%. Исключение представляют черные тропические, наиболее плодородные почвы этих областей, 40% площади которых распахано.

В сухих тропических, субтропических и суббореальных областях земледелие приурочено к долинам рек, подгорным равнинам, оазисам и возможно только при орошении. Коэффициент земледельческого использования аридных областей очень низок — около 1,5—2,0%. Однако степень антропогенного изменения почв орошаемых территорий весьма существенна, о чем говорилось в предыдущем разделе.

Основные массивы пахотных земель сосредоточены в северном полушарии — в Западной и Восточной Европе, в южной Сибири и в Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии (рис. 26, 27).

Второй большой ареал земледелия в северном полушарии — равнины суббореального пояса Канады и США.

В южном полушарии наиболее освоены в земледельческом отношении области распространения черноземовидных почв в Южной Америке, области распространения черных субтропических почв Высокого Вельда в юго-восточной части Африки и черные почвы, а также орошаемые коричнево-красные и коричневые почвы бассейна р. Муррея, в Австралии (см. рис. 26).

Часть II

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КОНТИНЕНТОВ

СИСТЕМА ЕДИНИЦ ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ

В предыдущих главах были рассмотрены закономерности дифференциации почв в пространстве в связи с биоклиматическими, литологическими, орографическими, ландшафтно-геохимическими, историческими и антропогенными факторами. В результате совокупного воздействия названных факторов на поверхности Земли обособляются регионы, обладающие в той или иной степени единством состава и структуры почвенного покрова. Выше были названы некоторые из них, это почвенно-геохимические поля, почвенные секторы и почвенные зоны. Напомним их определения.

Почвенно-геохимические поля — это территории с господством определенной геохимической ассоциации субаэральных почв, или с закономерным сочетанием нескольких ассоциаций. Это самые крупные почвенно-географические единицы, совпадающие в своих границах с зонами увлажнения суши Земли.

Почвенные секторы — это части почвенно-геохимических полей, характеризующиеся специфическим для данного отрезка поля составом семейств субаэральных почв.

Почвенные зоны — это ареал определенного типа почвенных сочетаний, в состав которых наряду с одним или несколькими типами плакорных (субаэральных) почв входят также сопряженные с ними типы почв, развивающиеся в интразональных условиях (Ливеровский, 1965).

Со времен Докучаева и Сибирцева — основоположников научного почвоведения и географии почв — почвенные зоны рассматриваются как основные почвенно-географические единицы, из которых складываются более крупные и сложные почвенно-географические регионы. В отношении объема и критериев выделения этих более крупных почвенно-географических единиц существуют различные точки зрения.

В системе почвенно-географического районирования, разработанной Почвенным институтом им. В. В. Докучаева и Советом

по изучению производительных сил СССР, выделяется шесть таксономических единиц районирования:

1. Почвенно-биоклиматический пояс.
2. Почвенно-биоклиматическая область.

Для равнинных территорий:	Для горных территорий:
3. Почвенная зона или подзона.	3. Горная почвенная провинция.
4. Почвенная провинция.	4. Горная почвенная зона.
5. Почвенный округ.	5. Горный почвенный округ.
6. Почвенный район.	6. Горный почвенный район.

В приведенной выше системе районирования почвенные зоны объединяются в почвенно-биоклиматические области. Критерием выделения почвенно-биоклиматических областей является сходство радиационных термических условий, условий увлажнения и континентальности климата и вызванных ими особенностей почвообразования, выветривания и развития растительности.

Почвенно-биоклиматические области объединяются в почвенно-биоклиматические пояса: полярный, бореальный, суббореальный, субтропический и тропический, т. е. критерием выделения почвенно-биоклиматических поясов является сходство радиационных условий, или один уровень энергетических ресурсов почвообразования.

Положение об одинаковом уровне энергетических ресурсов почвообразования в одном термическом поясе не подтвердилось.

По составу и структуре почвенного покрова почвенно-биоклиматические пояса крайне неоднородны (см. главу 1, легенду Почвенной карты Мира ФГАМ), энергетические ресурсы почвообразования в пределах одного пояса существенно различны, и поэтому в дальнейшем они нами не рассматриваются в качестве почвенно-географических региональных единиц.

Почвенно-биоклиматические области обладают значительно большим почвенным единством, так как они характеризуются не только сходством термических условий, но и условий увлажнения. Однако в приведенном выше определении понятия «почвенно-биоклиматическая область» отсутствует указание, какова должна быть степень сходства «особенностей почвообразования», позволяющая объединить территорию в одну область.

В настоящее время, когда имеются почвенные карты мира, отдельных континентов, стран и отдельных регионов, основой районирования, как уже говорилось выше, должен быть анализ в первую очередь самого почвенного покрова. В соответствии с этим принципом в настоящем учебном пособии даются несколько иная система таксономических единиц и иные критерии разделения территории на почвенно-географические регионы различного ранга.

Таблица 12

Единицы почвенно-географического районирования

Ранг и название единицы районирования	Критерии объединения территории в данный почвенный регион
1. Почвенно-геохимические поля	преобладание определенной геохимической ассоциации почв или закономерное сочетание нескольких ассоциаций
2. Почвенные секторы	совокупность специфической для данного участка поля группы семейств субаэральных почв
3. Почвенные области*	пространственное соотношение семейств и типов субаэральных почв на данном участке сектора. Определенный тип макроструктуры почвенного покрова или закономерное сочетание нескольких подобных типов
4. Почвенные зоны или, в случае неправильной рудиментарной формы, почвенные провинции	совокупность специфической для данного участка группы субаэральных и супераквальных типов почв
5. Почвенные округа	соотношение различных типов субаэральных и супераквальных почв, тип мезоструктуры почвенного покрова (тип комбинаций почв, почвенно-геохимических катен)

* Кроме указанных в табл. 12 почвенно-географических единиц при почвенно-географическом районировании континентов в некоторых преимущественно горных почвенных областях выделены почвенные подобласти.

Термин «почвенная провинция» употребляется в том же значении, что и термин «почвенная зона», если последняя не имеет вытянутой зональной формы, а образует неориентированные, неправильной формы контуры. В особый таксономический ранг провинции не выделяются, так как основными критериями выделения почвенно-географических региональных единиц различного ранга являются состав и структура почвенного покрова внутри данной единицы, а не форма ее контура. Однако это не значит, что форма контуров региональных единиц не существенна. Наоборот, она имеет большое значение для характеристики структуры более крупных региональных единиц, в состав которых входят эти более мелкие единицы. Вытянутая форма региональных единиц, начиная от почвенных подзон и зон и кончая секторами и почвенно-геохимическими полями, обусловливает на обширных пространствах общий зональный тип структуры почвенного покрова.

В принятой системе почвенно-географического районирования (табл. 12) основным критерием для выделения регионов различного таксономического ранга служит степень сходства состава почв, участвующих в сложении почвенного покрова территории, и степень сходства макроструктуры, а на более низких ступенях районирования — степень сходства мезоструктуры почвенного покрова территорий, объединяемых в один почвенно-географический регион.

Почвенное районирование многоступенчато и степень единообразия почвенного покрова, по таксономическому рангу почвенно-географических единиц, возрастает от более высоких к более низким. При выделении наиболее крупных по таксономическому

рангу, а следовательно, и по размерам, почвенно-географических единиц степень сходства почвенного покрова определяется на уровне геохимических ассоциаций и семейств субаэральных почв, и учитываются лишь макроструктуры почвенного покрова.

Выделение почвенно-географических регионов более низкого ранга производится с учетом распределения типов и подтипов почв, их площадных соотношений, учитываются не только субаэральные почвы, но и сопряженные с ними почвы супераквального ряда, принимаются во внимание типы мезо- и микроструктур почвенного покрова. Схема районирования континентов мира до уровня выделения почвенных секторов и областей дана на рис. 18.

ГЛАВА 8

ВЫВЕТРИВАНИЕ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ В ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫНЯХ АНТАРКТИДЫ И АРКТИКИ

Исследованиями последних двух десятилетий, проведенными географами и почвоведами различных стран в высокоширотных областях Арктики и Антарктиды, разрушены существовавшие ранее представления об исключительно физическом характере процессов выветривания в полярных приледниковых пустынях.

Исследования показали:

1) одновременно с физическим выветриванием в полярных областях идет глубокое химическое разрушение пород с участием живых организмов. Было установлено существенное сходство характера выветривания пород в холодных перигляциальных пустынях и жарких пустынях мира. Оно проявляется в широком распространении на поверхности массивных пород железистых и железисто-марганцовых корок пустынного загара и в формировании различного рода солевых — карбонатных, гипсовых, хлоридно-сульфатно-натриевых — аккумуляций на скальных поверхностях и особенно в рыхлых наносах;

2) в толще рыхлых отложений, на поверхностях, даже лишенных покрова из высших растений, формируется, в случае продолжительности процесса почвообразования порядка нескольких тысячелетий, профиль карбонатной, местами засоленной почвы, с заметным накоплением у поверхности органического вещества подвижных форм полуторных окислов и некоторого количества илистой фракции, которая не может появиться лишь при чисто механическом морозном выветривании.

Карбонатность, засоленность, малое количество органического вещества, участие в почвообразовании лишайниково-водорослевой флоры — это признаки, сближающие почвы полярных и жарких пустынь. Однако наличие горизонта вечной мерзлоты и существенно иной термический режим позволяют выделить почвы полярных пустынь в особый тип;

3) обнаружены черты сходства и некоторые черты различия в почвенном и растительном покрове Антарктического и Арктического полярных пустынных секторов, обусловленные главным образом различиями в континентальности и суровости климата

этих областей, связанными с асимметричным соотношением здесь суши и океана.

АНТАРКТИЧЕСКИЙ СЕКТОР ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ

Этот сектор имеет фрагментарный характер. Он представлен отдельными разобщенными, свободными ото льда оазисами в береговой части Антарктиды. От общей площади ледового континента они составляют всего лишь 0,06%. Площади отдельных оазисов колеблются от нескольких десятков до нескольких сотен квадратных километров. Наиболее крупные оазисы: Бангера, Вестфолль, Эймери, Абляционный и самые большие — Тейлор-Росса и Виктории. Абсолютная влажность воздуха в Антарктиде из-за низких температур и дующих с ледниковых высоких поверхностей стоковых ветров очень мала. Оазисы получают мало осадков: в оазисе Бангера зафиксировано 62 *мм* в год, в оазисе Райта на Земле Виктории от 300 *мм* в прибрежной части до 80 *мм* во внутренних более сухих частях. Выпадающие летом в виде снега осадки в значительной части испаряются.

Растительность оазисов очень скудна: большая часть поверхности скал и мелкоземистых наносов обнажена. На скалах местами поселяются различные виды накипных и кустистых лишайников и литофильных мхов, на мелкоземистом субстрате значительно чаще — мхи. В трещинах скал и на мелкоземистом субстрате обильна флора зеленых и сине-зеленых водорослей.

Особенно обильно заселены лишайниками и мхами места поселений пингвинов и лежбища тюленей в прибрежной и островной частях Антарктиды. Так как пингвины и тюлени питаются в море, места их длительных поселений обогащаются органическим веществом и минеральными химическими элементами морского происхождения. По данным Е. Е. Сыроечковского (1959), пингвины, питающиеся морскими рачками, выносят за год на о. Хосуэл около 10 *т* органического вещества на 1 *км*^{2}. На пингвиньих базарах поверхность скал и мелкоземистых продуктов выветривания покрыта органическим слоем в несколько сантиметров — смесь гуано и подстилки из перьев и пуха, перемешанных в нижней части с минеральными частицами. На подобном органическом субстрате поселяются подушки мхов и лишайников. Подобные «зоогенные» почвы, по-видимому, широко распространены на птичьих базарах островов и побережий высоких широт Антарктики и Арктики.

Содержание органического вещества под подушками лишайников на о. Хосуэл составляет около 10%. В мелкоземе из-под мхов и на старых пингвиньих базарах, состоящих преимущественно из минерального грубохрящеватого материала, количество гумуса колеблется в пределах 0,4—0,8%.

Сильно обогащены органическим веществом донные отложения мелких пересыхающих пресных и соленых озерков. Воды их

очень богаты жизнью, особенно сине-зелеными и диатомовыми водорослями; на дне озер образуется слой сапропеля, обнажающийся по мере их высыхания. Толщина водорослевого сапропелевого слоя по берегам озер составляет 15—25 *см*. Постепенно органическое вещество гумифицируется и минерализуется, но все же его остается довольно много. Так, в солончаковых почвах по берегам горько-соленого озера в оазисе Бангера содержание гумуса — 6,9%.

На преобладающей части поверхности с крайне скудной растительностью или без макроскопически заметных живых организмов на первое место выступают явления аккумуляции различного рода минеральных продуктов выветривания и почвообразования.

Первые исследователи Антарктиды Росс (1847) и Феррар (1907) обратили внимание на темно-коричневую окраску скал и наличие на их поверхности выцветов солей. Подробно эти явления были описаны лишь в недавнее время К. К. Марковым, В. И. Бардиным (1956—1958) и другими участниками советских антарктических экспедиций. Оказалось, что поверхность обнаженных скал существенно изменена совокупным воздействием процессов физического и химического (а вернее биохимического) выветривания. Физическое выветривание сопровождается образованием ячей, десквамационных корок и повсеместным «шелушением» скал. Толщина отслоившихся от массивной породы плит и скорлуп варьирует от нескольких сантиметров до полуметра и более. Тонкие плиты (до 10—15 *см* толщиной) наиболее сильно изменены процессами химического выветривания. Это проявляется прежде всего в изменении цвета: породы любого цвета приобретают красновато-коричневые тона, становятся хрупкими, часто легко разламываются руками. Поверхность скал и верхняя обнаженная поверхность десквамационных корок покрыты тончайшей лакированной корочкой пустынного загара красно-коричневого, а местами иссиня-черного цвета. Боковые стенки и нижняя поверхность десквамационных пластин покрыты охристо-ржавыми и оранжево-красными пятнами, а местами желтовато-белыми налетами. Минералогические и химические анализы (Глазовская, 1958) показали, что выветривание изверженных пород (гранитов, гранито-гнейсов) сопровождается разрушением цветных железосодержащих минералов: хлорита, биотита, роговых обманок. Наблюдаются пелитизация полевых шпатов и образование тонкокристаллического глинистого вещества красновато-коричневого цвета, заполняющего все микротрещины между минералами. Эти коллоидальные глинистые продукты выветривания наряду со свободными гидратами окислов железа покрывают тонкими пленками поверхность еще не выветрелых и слабовыветрелых первичных минералов и придают породам общий красновато-коричневый цвет.

Особенно много свободных гидратов окислов железа, а места-

ми и окислов марганца подтягивается к поверхности, где под непосредственным воздействием солнечных лучей, а возможно, и низкой температуры они дегидратируются и образуют плотные лаки, в которых содержание переходящих в солянокислую вытяжку окислов железа достигает 18—25%, а окислов марганца — 3,0—6,5%.

В трещинах и на нижней поверхности десквамационных плит, в нишах скал, в ячеях, куда могут периодически перемещаться наиболее растворимые продукты выветривания, появляются корочки, натеки и микросталактиты кальцита.

При механическом раздроблении выветрелых поверхностей и десквамационных корок подобный ожелезненный и обогащенный кальцитом материал участвует в сложении мелкоземистых отложений оазисов.

Наряду с кальцитом на поверхности скал наблюдаются выцветы и более легкорастворимых солей: гипса, тенардита, галита. Количество легкорастворимых солей и особенно гипса на скальных поверхностях увеличивается по мере удаления от побережий, т. е. по мере возрастания сухости климата.

Возможно, что часть солей в оазисы и на поверхность ледников приносится с океана. Солевой состав осадков Антарктиды (Матвеев, 1943) преимущественно морского происхождения, т. е. хлоридно-натриевый. Ежегодно в Антарктиду атмосферные осадки приносят около 20 млн. *т* солей, а потери солей со стоком (преимущественно с айсбергами) в 2 раза меньше. Поэтому не только выветривание и континентальное соленакопление, но и эоловый привнос солей — причина повсеместного распространения в оазисах солевых выцветов, соленых озер, а по берегам озер и в замкнутых депрессиях рельефа — солончаковых почв. Например, по берегам горько-соленого озера в оазисе Бангера, в водах которого содержится 17,3 *г/л* солей, с преобладанием хлоридов натрия, образовалась полоса корковых солончаков. Количество водно-растворимых солей в верхнем горизонте этих почв достигает 13,4%, с преобладанием в составе солей хлоридов натрия, магния и кальция, т. е. тех солей, которые наиболее легко растворимы в условиях низких температур. В почвах мелкоземистых пятен структурных грунтов на несколько повышенной части равнины количество водно-растворимых солей составляет лишь около 0,3%; в составе солей наряду с хлоридами относительно много сульфатов и бикарбонатов натрия, менее растворимых, чем хлориды. Дифференциация солей в почвах различных элементов рельефа свидетельствует о том, что в летний период, во время таяния ледников в оазисах происходит перемещение легкоподвижных продуктов выветривания и формирование почвенно-геохимической катены.

Исследования, проведенные Тедроу и Уголини (Tedrow, Ugolini, 1902, 1966) в оазисах долины Райта, показали аналогичный состав солей в водах соленых озерков, но их более высокую минерализацию (до 34,1 *г/л*), с преобладанием хлоридов кальция.

Работами названных авторов, а также новозеландских почвоведов (Claridge, 1961, 1965; Claridge, Campbell, 1968) в оазисах Земли Виктории выявлена дифференциация почв в связи с возрастом поверхности, положением в ландшафте, степенью увлажненности климата и составом почвообразующих пород.

Для всех почв оазиса характерен грубый механический состав, очень малое содержание илистых частиц (от сотых долей до 3—4%), низкое — пылеватых частиц (1—6%) и преобладание грубого песка без какой-либо закономерной дифференциации механического состава по профилю. Во всех почвах было обнаружено небольшое количество подвижного железа. В составе глинных минералов в почвах на гранитах обнаружены слюды и вермикулит, в почвах на вулканических породах: гидрослюды, хлорит, смешаннослоистые минералы, в некоторых почвах на известняках и на долерите — монтмориллонит. Содержание карбонатов кальция в почвах высоких террас оказалось невысоким — 0,5—1,0%, на аллювиальных отложениях гранитного состава в долине Тейлора почвы более карбонатны — 4—4,5% $CaCO_3$. На моренных отложениях, содержащих известковый щебень, карбонатов в мелкоземе — 7—12%. Содержание водно-растворимых солей в верхних горизонтах солончаковых почв на о. Росса колебалось от десятых долей процента до 7,7—11,6%.

В описаниях почв отмечаются слабая дифференциация профиля, сильная каменистость, яркая красновато-коричневая или красновато-желтая окраска мелкозема и наличие в мелкоземистом субстрате и особенно на нижней поверхности щебня новообразований кальцита и легкорастворимых солей в виде корочек, бородок и рыхлых стяжений.

В наиболее аридных частях оазисов в долине Шеклтона, в составе легкорастворимых солей присутствуют сульфаты и нитраты натрия, без заметной дифференциации по горизонтам. В несколько более влажных районах долины Шеклтона наблюдается формирование иллювиального солевого горизонта на глубине около 10 *см* от поверхности. В этих почвах слегка увеличивается содержание илистой фракции. В наиболее влажных прибрежных районах в долине Виктории на хорошо дренированных поверхностях солей в почвах меньше, а содержание илистой фракции выше. Заметная аккумуляция солей здесь наблюдается лишь в депрессиях рельефа.

Таким образом, в перигляциальных пустынях Антарктиды отчетливо и повсеместно выражены все признаки пустынного выветривания и почвообразования: очень слабое глинообразование, формирование корок пустынного загара, повсеместное обызвествование продуктов выветривания и почв, соленакопление с дифференцией солей по профилю почв и в пределах почвенно-геохимических катен по элементам мезорельефа.

Низкое содержание органического вещества, преимущественное участие в почвообразовании водорослей и лишайников сбли-

жает описываемые почвы с почвами высокогорных пустынь (Памира, Тибета, Атакамы) и с почвами жарких пустынь мира.

АРКТИЧЕСКИЙ СЕКТОР ПОЛЯРНЫХ ПУСТЫННЫХ ПОЧВ

Арктический сектор полярных пустынных почв занимает наиболее северную часть Арктики, лежащую далеко за Полярным кругом. Южная граница этого сектора проходит на 73—76° с. ш. Сектор охватывает северное побережье Гренландии, северные острова Северо-Американского архипелага, Шпицберген, Землю Франца-Иосифа, северный остров Новой Земли, острова Северной Земли. Этот сектор не включает зону арктических тундр. Он охватывает лишь наиболее суровые и аридные области островной Арктики, где большая часть суши покрыта ледниками, а процессы выветривания и почвообразования локализуются в узких перигляциальных зонах между краями ледников и береговой линией.

Площади, свободные ото льда, в арктическом секторе несмотря на его островной характер более значительны, чем в Антарктике. Некоторые острова Северо-Американского архипелага, принадлежащие этому сектору (например, острова Принс-Патрик, Мелвилл, Макензи-Кинг, Батерст и др.), не имеют ледниковых покровов.

По-видимому, возраст ландшафтов и продолжительность почвообразования на подобных островах больше, чем непосредственно у края ледников, где неоднократные смещения границ ледников и отложения нового материала периодически обновляют поверхность.

Американский почвовед Д. Тедроу (Tedrow, 1968), изучавший почвы Северо-Американского архипелага, приводит данные об абсолютном возрасте погребенных органических горизонтов, располагающихся на глубине 40—60 *см* от поверхности из почв о. Принс-Патрик (76—77° с. ш.). Определения возраста погребенных горизонтов по содержанию C_{14} в трех образцах дали следующие цифры: 1) 5600±270 лет; 2) 8400±180 лет; 3) 6060±150 лет. Эти данные свидетельствуют, во-первых, о том, что почвы, сформировавшиеся в маломощных наносах, перекрывающих погребенный горизонт, могут иметь возраст, измеряемый несколькими тысячелетиями; во-вторых, отсутствие более молодых захоронений говорит об устойчивости современной поверхности и слабой деструкции почвенного покрова.

Относительно слабая мерзлотная деструкция почв полярных пустынь, находящихся вне современного воздействия талых ледниковых вод, обусловлена: 1) сухостью климата: количество осадков в арктическом пустынном секторе составляет 50—150 *мм* в год; 2) преимущественно легким механическим составом наносов и почв и поэтому их малой влагонасыщенностью и малой льдистостью. Лишь в переувлажненных почвах понижений рельефа наблюдается формирование широких морозобойных трещин.

Менее суровый климат арктических полярных пустынь по сравнению с антарктическими, несколько большая продолжительность деятельного периода в почвах обусловливают значительно большее участие наземной растительности в формировании почв, образующей местами в понижениях рельефа и в защищенных от ветра укрытиях сомкнутый покров. Однако на большей части повышенных элементов рельефа растительный покров очень скуден, поверхность почв часто покрыта панцирем из щебня, среди которого ютятся отдельные низкорослые растения, главным образом лишайники.

Первые сведения о характере выветривания и почвообразования в высокоширотной Арктике (на Шпицбергене) были приведены Бланком в его сводке о почвах различных областей мира (Blank, 1919). Им приводятся данные о распространении на скальных поверхностях и на поверхности почв солевых выцветов и железистых корочек, аналогичных пустынному загару. В солевых выцветах оказалось много сульфатов магния и натрия. От суммы солей SO_3 составлял 55,6%, MgO — 19,2%, Na_2O — 12,1%, а K_2O — всего лишь 0,71%.

Позднее И. М. Иванов (1931) описал и сделал ряд анализов почв полигональных пустынь с Земли Франца-Иосифа. Анализы показали нейтральную и щелочную реакцию почв, присутствие в нижних горизонтах над мерзлотой до 0,46% легкорастворимых солей, с преобладанием в их составе сульфатов. Почвы оказались полностью насыщенными основаниями и имели большую емкость поглощения.

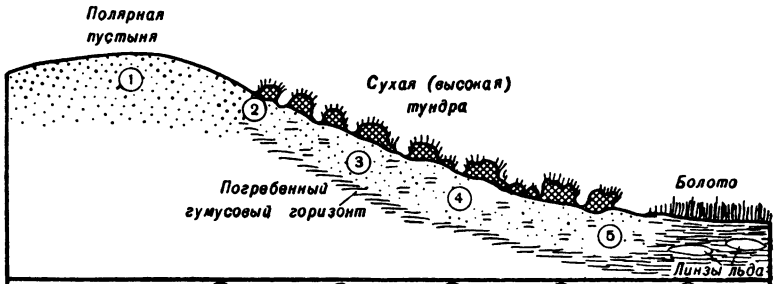
Позднее данные о почвообразовании на Земле Франца-Иосифа были получены Л. С. Говорухой и И. С. Михайловым (1962). И. С. Михайлов изучил также почвы о. Большевик. Он установил наличие процессов ожелезнения верхних горизонтов почв и скальных поверхностей, отсутствие в плакорных условиях процессов оглеения. Почвы насыщены основаниями, местами карбонатны. В составе гумуса преобладают фульвокислоты, связанные с полуторными окислами, однако имеются и гуматы кальция. Почвы, имеющие сформированный гумусовый горизонт, развивающиеся под покровом высшей растительности, аналогичные арктотундровым почвам, И. С. Михайлов назвал «дерновыми арктическими».

С 1960 г. начались почвенные исследования в полярных пустынях американского севера. Почвенные работы были проведены Д. Тедроу (Tedrow, 1963, 1964, 1966, 1968) и другими на островах Бэнкса, Принс-Патрик, Корнваллис и на северо-западном побережье Гренландии, в районе Инглфилд. Эта часть арктического пустынного сектора имеет наиболее сухой климат, что проявляется в повсеместной карбонатности почв и появлении обширных пространств солончаков с выцветами солей на поверхности. Особенно широко распространены солончаковые почвы на островах Бэнкса и Принс-Патрик. В составе солей преобладает тенардит (сульфат натрия), обладающий при низких температурах меньшей раство-

римостью, чем другие соли натрия, и поэтому сохраняющийся в почвах.

Для района Инглфилд и для о. Принс-Патрик Тедроу приводит следующее типичное сочетание почв по элементам рельефа (рис. 28).

Повышенные плоские хорошо дренированные элементы рельефа занимают полярные пустынные почвы. Их поверхность покры-



Разрезы	1	2	3	4	5
Гумус,%	0.92	0.63	1.43	3.25	3.80
pH	6.7	7.0	7.0	6.8	6.8
Электропроводность водной суспензии (1:2)	46	47	115	55	50

Рис. 28. Сочетание почв по рельефу в арктических полярных пустынях. О. Принс-Патрик (Tedrow, 1968)

та щебенисто-каменистым панцирем и имеет лишь очень скудный растительный покров из единичных разрозненных кустиков *Dryas, Saxifraga oppositifolia, Poa arctica.* На значительной части поверхности встречаются лишь редкие лишайники.

Щебень, образующий на поверхности почв сплошную «мостовую», на нижней, обращенной к почве, стороне покрыт толстыми корочками и бородками извести.

Почвенный профиль представлен следующими горизонтами: гумусовым (A_{CaCO_3}) мощностью 12—15 *см*, светло-серого цвета, без выраженной структуры, легкого механического состава. На нижней поверхности щебня, встречающегося в этом горизонте, имеются известковые корочки. Корней в этом горизонте мало.

Под гумусовым горизонтом на глубине 15—35 *см* располагается иллювиальный карбонатный горизонт (B_{CaCO_3}) ярко-коричневый, гравелистый или щебенистый, легкий по механическому составу, слегка уплотненный, с обильными карбонатными корочками на щебне и рыхлыми новообразованиями карбонатов в мелкоземистом материале. Корни в этом горизонте встречаются очень редко. На глубине 40 *см* коричневый цвет ослабевает и гор. В сменяется почвообразующей породой, гравелисто-песчанистым материалом серовато-коричневого цвета.

Содержание ила в полярных пустынных почвах не превышает 2—6%, пыли — 6—10%. Основую массу образует песчаная фракция. Первичные минералы изменены слабо, в составе глинных минералов обнаружены вермикулит, хлорит, аллофаны, в некоторых случаях каолинит. Почвы имеют щелочную реакцию, насыщены основаниями, но емкость поглощения их невелика вследствие легкого механического состава и малого содержания гумуса. На участках, не покрытых растительностью, количество гумуса в верхнем горизонте составляет 0,5—1,2%. Однако в полярной пустынной почве с о. Принца-Патрик содержание гумуса в верхнем горизонте оказалось равным 6%, на глубине 12—30 *см* содержание гумуса понизилось до 1,1%, а на глубине 30—40 *см* — до 1,4%.

Высокое содержание гумуса в почвах, не покрытых высшей растительностью, Тедроу связывает с обильной водорослевой флорой, населяющей поверхность почв между щебнем. В составе сине-зеленых водорослей были обнаружены представители видов *Schizothrix calciocola, Nostoc muscorum, Microcleus vaginatus.*

Валовые анализы почв обнаружили относительное накопление в гумусовом горизонте окислов железа, марганца, а местами и алюминия.

В июле мощность деятельного слоя на хорошо дренированных поверхностях составляет 100 *см* и более.

Полярные пустынные почвы, находящиеся на повышенных элементах рельефа, не засолены. На склонах почвы весной увлажнены несколько лучше, они имеют более ярко выраженную полигональную структуру поверхности, в летний период на поверхности полигонов появляются выцветы легкорастворимых солей.

В понижениях рельефа появляются участки мелкобугристой тундры. Поверхность почв покрыта сплошным растительным покровом, представленным осоками, дриадой, кассиопеей, карликовой ивой. Здесь развиты арктотундровые почвы с торфянистым горизонтом мощностью в 5—15 *см*; под ним находится маломощный в 3—5 *см* темно-коричневый гумусовый горизонт. Глубже идет песчанистый, пропитанный водой гор. В, без признаков оглеения. С глубины 25—30 *см* начинается постоянномерзлый слой.

Слабое развитие или полное отсутствие глеевых процессов в этих почвах, по-видимому, связано с очень низкими температурами, препятствующими активной деятельности микроорганизмов.

Арктo-тундровые почвы не засолены, бескарбонатны, имеют нейтральную, или слабокислую реакцию и содержат много гумуса. Однако в области полярных пустынь подобные почвы занимают лишь небольшие площади.

Еще реже здесь встречаются торфянистые болотные почвы. Но все же на о. Принс-Патрик имеются небольшие участки болот с мощностью торфянистого горизонта до 60 *см* и кислой реакцией торфа. Тедроу связывает образование подобных мощных торфяных почв с более теплым климатическим периодом. В настоящее

время вся торфяная толща пронизана линзами льда, поверхность болот покрыта широкими, выполненными льдом, трещинами.

Почвы, аналогичные дерновым арктическим, встречаются лишь в самой южной части области североамериканских полярных пустынь, на границе с аркто-тундровой зоной. Американскими почвоведами они также выделены в особый тип и названы «коричневыми арктическими почвами» (brown arctic soils).

Приведенные данные показывают, что наряду с чертами сходства в почвенном покрове Арктики и Антарктиды — карбонатности, засоленности — имеются и значительные различия. В Арктике условия менее аридны и менее суровы, чем в Антарктиде, с чем связаны большая гумусность почв, более глубокое протаивание летом и появление почв, свойственных более южной аркто-тундровой зоне. Можно предполагать, что аналогичные почвенные сочетания могут быть распространены в наиболее теплой части Антарктиды, на Антарктическом полуострове.

ГЛАВА 9

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЕВРАЗИИ

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБЩУЮ СТРУКТУРУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОНТИНЕНТА

Почвенный покров Евразии, самого большого континента мира, с общей площадью около 54 млн. $км^2$, включает все известное разнообразие почвенных секторов, равнинных почвенных зон и горных провинций, с многообразными типами макроструктур горизонтальной и горной зональности.

Разнообразие и сложная структура горизонтальной и горной зональности почв Евразии обусловлены сочетанием и взаимодействием ряда факторов. Назовем главные из них.

1. Значительная протяженность континента с севера на юг, от арктического пояса до экваториального, что обусловливает разнообразие почв, связанное с термической поясностью.

2. Значительная протяженность континента в широтном направлении и монолитность суши, что обусловливает проявление как приокеанических, так и внутриконтинентальных типов зональности почв.

3. Наличие обширных равнин в западной и центральной частях континента, с чем связано формирование хорошо выраженных широтных почвенных зон значительной протяженности.

4. Наличие горных поднятий в различных частях континента, вызывающих не только появление вертикальных почвенных зон, но и существенно изменяющих состав и конфигурацию почвенных зон на прилегающих равнинах. С изолирующим влиянием гор связаны резкость границ почвенных зон, формирование аридного климата Центральной и Средней Азии, бессточность внутренних частей континента в суббореальном и субтропическом поясах и формирование замкнутых ландшафтно-геохимических арен и связанных с ними типов аккумулятивных кор выветривания и почв.

5. Различия в четвертичной истории формировании ландшафтов и почв северной и южной половины континента: а) четвертичные оледенения на севере и уничтожение древних продуктов выветривания и почв в гляциальной и перигляциальной зонах; б) сохранение древних продуктов выветривания и почвообразования вне

сферы ледниковой денудации и аккумуляции. Наличие древней коры выветривания и связанных с ней почв.

6. Наличие подземного современного оледенения во внутриконтинентальном секторе субарктического и умеренного поясов и влияние вечной мерзлоты на современное почвообразование.

7. Активная современная вулканическая деятельность в полуостровной и островной Восточной и Юго-Восточной Азии и влияние пеплопадов на формирование почв.

В Евразии выделяются 11 почвенных секторов, расположенных в соответствии с зонами увлажнения и термическими поясами континента. Ряд секторов полностью замыкается внутри континента. Это Центрально-Сибирский таежно-степной, Евразиатский луговолесо-степной, Евразиатский степной, Азиатский пустынный, Восточно-Азиатский влажно-лесной и Южно-Азиатский саванно-ксерофитно-лесной секторы.

Ряд других секторов, охватывающих северную часть континента, распространяются и на Северную Америку. Это, во-первых, два циркумполярных сектора северного полушария, имеющие форму широтно-вытянутых поясов: Субарктический тундровый и Бореальный таежно-лесной. Во-вторых, это два симметрично расположенных приокеанических лесных сектора; Северный притихоокеанский лесной и Американо-Европейский лесной. Средиземноморский ксерофитно-лесной сектор, своей большей частью находящийся в Евразии, охватывает также и северную часть Африки.

Протяженность, конфигурация, положение в различных частях континента и относительно друг друга почвенных секторов определяют общую структуру или мегаструктуру почвенного покрова Евразии. В расположении почвенных секторов или их частей наблюдается определенная закономерность. В северной половине континента преобладает широтное направление почвенных секторов, особенно отчетливо проявляющееся на равнинах Восточной Европы, Западной Сибири, Средней и Центральной Азии.

В тропическом и субэкваториальном поясах широтная зональность не выражена, что связано как с общими закономерностями воздушной циркуляции в этих поясах, так и с орографией юго-восточной и южной окраины Азии и Западной Европы. Полуостровной характер суши, преобладание на большей части территории горного рельефа, явления предгорной зональности на равнинах, лежащих в дождевой тени, обусловливают в этой части континента фрагментарность почвенных зон и пестроту почвенного покрова внутри секторов и зон.

Монолитность азиатской суши в бореальном, суббореальном и субтропическом поясах в совокупности с изолирующим влиянием горных поднятий обусловливает резкую континентальность и сухость климата. Аридность проявляется не только на обширных пространствах сухих и пустынных степей и пустынь Центральной и Средней Азии, но и в бореальном поясе Центральной Сибири. Здесь в условиях резко засушливого климата и вечной мерзлоты

на равнинах Центральной Якутии имеется замкнутый ареал карбонатных таежных палевых почв в сочетании с лугово-степными почвами и содовыми солончаками, солонцами и осолоделыми почвами. Изоляция Центральной Азии от влияния восточных и юго-восточных муссонов проявляется столь сильно, что резко контрастные по условиям увлажнения и характеру почв секторы граничат друг с другом: высокогорья восточного Тибета и Гималаев с узкой полосой кислых горно-луговых почв отделяют наиболее влажные области: Юго-Восточной Азии с ферраллитными почвами влажных субтропических и тропических лесов от экстрааридных высокогорных пустынных почв Тибетского нагорья.

В условиях, где изменение климата от океанических к континентальным областям происходит более постепенно, где горные барьеры не столь высоки и влага восточных муссонов проникает во внутренние части континента, сектор внутриконтинентальных пустынных почв отделяется от Восточно-Азиатской области бурых лесных почв серией переходных почвенных зон, приобретающих на равнинах Маньчжурии и Внутренней Монголии четко выраженное меридиональное направление. Это зоны черноземовидных почв прерий, черноземов, каштановых и бурых пустынно-степных почв.

Однако вся система внутриконтинентальных почвенных секторов и зон в восточной части континента располагается значительно ближе к океаническим побережьям, чем в его западной части. Например, зона каштановых почв в своем меридиональном восточном отрезке на Лёссовом плато (Китай) находится на расстоянии 400—500 *км* от океана. В западной половине континента меридиональный отрезок зоны каштановых почв находится на Волго-Донском междуречье, на расстоянии около 3000 *км* от океана. Подобная асимметрия в положении внутриконтинентальных зон суббореального пояса по отношению к океанам связана с влиянием на условия увлажнения восточной части континента крупного и устойчивого азиатского зимнего антициклона. С ним связаны не только низкие температуры и малое количество осадков в зимний период, но и очень сухие и холодные условия в весенний и раннелетний периоды, столь характерные для Восточной и Центральной Азии. Лишь по мере трансформации континентальных холодных воздушных масс во второй половине лета и осенью приносящие влагу муссоны проникают на континент. Так как центр антициклона находится в Южной Сибири, то влияние его на климат Восточной и Центральной Азии проявляется значительно сильнее, чем на климат Западной и даже Восточной Европы.

Весьма отчетливо представлены на Евразийском континенте приокеанические почвенные области западного и восточного лесных секторов; они симметричны в суббореальном поясе: это западно-европейская и восточно-азиатская области бурых лесных почв.

В субтропическом и тропическом поясах западные и восточные приокеанические почвенные области весьма контрастны: в субтропическом поясе восточная область представлена желтоземами и

красноземами южной Японии и Юго-Восточного Китая, а западная — коричневыми и серо-коричневыми почвами Средиземноморской Европы, Малой и Передней Азии. В тропиках контрастность почвенного покрова Восточной и Западной Азии еще более резкая: на западе — это тропические пустыни Аравийского полуострова, а на востоке, в Индокитае — влажные тропические леса на красно-желтых ферраллитных почвах.

Большинство почвенных секторов Евразии включает несколько почвенных областей, показанных на рис. 18.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЕВРАЗИАТСКОЙ ЧАСТИ ТУНДРОВОГО СЕКТОРА ТУНДРОВЫХ ГЛЕЕВЫХ И АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ

Тундровый сектор в виде широтного пояса охватывает северную часть континента. Однако северная и особенно южная границы сектора смещаются к югу или северу, отклоняясь от строго широтного направления в зависимости от степени континентальности климата и влияния на прилегающую сушу холодных или теплых океанических течений. Наиболее далеко на юг в Евразии тундры заходят у восточных побережий континента, омываемых холодным Камчатским течением. Здесь южная граница равнинных тундр проходит на 59,5—60,5° с. ш., т. е. примерно на широте Ленинграда. Равнины и горы Чукотского полуострова целиком принадлежат тундровому сектору. В более внутренних частях Азиатского континента, где благодаря континентальности климата летние температуры выше, чем на восточном побережье, южная граница тундр смещается к северу более чем на 10° и проходит на 70—72° с. ш. Наиболее северное положение (примерно на 75° с. ш.) граница между тундровым и таежно-лесным секторами занимает на п-ове Таймыр, в бассейне р. Хатанги.

В Западной Сибири и на северо-востоке европейской части СССР, где континентальность климата уменьшается, граница тундрового сектора вновь смещается к югу на 5—6° и проходит по широте Полярного круга. Однако на севере Фенноскандии, находящейся под влиянием теплых Норвежского и Нордкапского течений, эта граница вновь смещается к северу до 69—70° с. ш.

Основной фактор, определяющий положение северных и южных границ тундрового сектора, термические условия летнего периода. Северная граница тундр проходит по изотерме самого теплого месяца — 2—4°. При более низких температурах сомкнутый растительный покров исчезает, начинают преобладать низшие растения и тундры сменяются, описанными выше, арктическими пустынями. Южная граница тундр совпадает с изотермой самого теплого месяца — 10°. При более высоких температурах лета тундровая растительность сменяется редколесьями и северной тайгой, с чем связано появление иных семейств почв, не свойственных тундрам.

Факторы, определяющие формирование и распределение почв

Изучение почв и почвенного покрова тундр началось работами Б. Н. Городкова (1926, 1933, 1939) и Ю. А. Ливеровского (1934, 1937, 1939). Специальные исследования почвенно-растительных комплексов тундры были проведены Е. Н. Ивановой и О. А. Полынцевой (1936). Позднее появились исследования почв тундр Западной Сибири (Иванова, Кошелева, 1957, 1958, 1964), Восточной Сибири (Караваева, Таргульян, 1959, 1960, 1963) и др.

Малое количество тепла, краткость периода с положительными температурами, почти повсеместное распространение вечной мерзлоты, при малом количестве осадков, низкой биологической активности и малой емкости биологического кругооборота веществ, существенно определяют характер выветривания и почвообразования в тундровом секторе.

На большей части территории тундр период с положительными среднемесячными температурами продолжается всего лишь четыре месяца в году. Средние температуры наиболее теплых месяцев — июля и августа — 5—6°, а июня и сентября — около 1—3°. Во все месяцы теплого периода температуры временами падают ниже 0°. Но все же за летний период радиационный баланс имеет положительное значение и составляет суммарно от 20 до 40 *ккал* на 1 *см* поверхности. Зимы в тундрах холодные, со средними температурами января от —15 до —34°, малоснежные, так как общее количество осадков здесь невелико и составляет 250—200 *мм* в южных тундрах и 100—150 *мм* в северных арктических тундрах в год. Сильные ветры, особенно частые в зимний период, сдувают снег с повышенных элементов рельефа. Уменьшение мощности снегового покрова или его полное сдувание, как это часто наблюдается в арктических тундрах, приводит к вымерзанию и деструкции растительного покрова и глубокому промерзанию и выхолаживанию почв. В понижениях рельефа, где мощность снегового покрова больше, растительность сохраняется лучше, однако медленное таяние снега в весенне-летний период обусловливает медленное оттаивание почв понижений.

В результате сильного охлаждения почв в зимний период и краткости летнего периода в почвах тундр почти повсеместно присутствует вечная мерзлота. Мощность ежегодно оттаивающего деятельного слоя зависит не только от продолжительности и температур теплого периода, но и в не меньшей степени от механического состава субстрата и характера растительного покрова. Наиболее глубоко протаивают песчаные или хрящевато-щебенистые, хорошо дренированные, сухие почвы. К концу летнего периода мощность талого горизонта в них составляет 120—150 *см* в арктических тундрах и 200—250 *см* и более — в южных тундрах. Постоянномерзлый горизонт в таких почвах содержит благодаря малой влагоемкости грунтов небольшое количество льда: это от-

дельные кристаллы и маленькие линзы, не образующие сплошного льдистого водонепроницаемого горизонта. Почвы хорошо аэрированы во всех горизонтах, в них нет признаков переувлажнения и оглеения или оно проявляется лишь в очень слабой степени на плоских, менее дренированных поверхностях рельефа.

Почвы суглинистого и глинистого механического состава, а также почвы любого механического состава, испытывающие избыточное поверхностное или грунтовое увлажнение и имеющие торфянистые горизонты, оттаивают гораздо медленнее и на меньшую глубину: в условиях относительно хорошего дренажа, на повышенных элементах рельефа — на 50—60 *см* на севере и на 100—150 *см* на юге; в условиях плохого дренажа, в болотах, с покровом мхов и торфянистым горизонтом — всего лишь на 20—30 *см* в арктических тундрах и на 40—60 *см* — в типичных и южных. В этих условиях, при высокой влагоемкости суглинистых и глинистых грунтов, а в болотах, при полной влагонасыщенности, постоянномерзлые горизонты сильно льдисты и водонепроницаемы. Их близкое залегание к поверхности и постоянная конденсация парообразной влаги на холодном мерзлом горизонте обусловливают переувлажнение почв даже на хорошо дренированных поверхностях и появление в почвах признаков оглеения. Конденсации парообразной влаги на мерзлом слое способствует очень высокая относительная влажность воздуха, достигающая в летний период 80—90%. Высокая относительная влажность и низкая испаряемость компенсируют малое количество атмосферных осадков. Поэтому в тундрах иссушаются периодически лишь самые верхние горизонты почв, наиболее прогреваемые и подвергающиеся воздействию ветров (на голых пятнах) или иссушающему действию корневых систем, преимущественно приуроченных к наиболее теплым поверхностным горизонтам. Однако на щебенистых почвах и почвах легкого механического состава многие растения тундры обладают чертами ксероморфизма, что связано с общими малыми запасами доступной влаги. В арктических тундрах в связи с уменьшением количества осадков и потерей, благодаря ветровому переносу зимних осадков черты ксероморфизма как растительности, так и почвенного профиля, усиливаются.

В зависимости от механического состава, глубины протаивания и степени дренированности почв существенно изменяется направление почвообразования.

На хрящевато-щебенистых супесчаных элюво-делювиях массивных пород и различного рода наносах легкого механического состава — песках, супесях — формируются почвы, принадлежащие семействам дерновых и альфегумусовых. Семейство дерновых почв представлено двумя типами: 1) насыщенными дерновыми арктотундровыми почвами и 2) кислыми дерновыми субарктическими. Первые господствуют в арктических травянистых тундрах, вторые спорадически встречаются по наиболее теплым, хорошо дренированным местообитаниям на луговинах в типичной и южной тунд-

ре и под субарктическими пустошными лугами на Алеутах, в Исландии и северной Норвегии.

Семейство альфегумусовых почв представлено в тундре тундровыми подбурами или перегнойно-торфянистыми скрытоподзолистыми тундровыми почвами. Они приурочены, так же, как и дерновые почвы, к породам легкого механического состава, часто хрящеватым и щебенистым, хорошо дренированным элементам рельефа, и распространены преимущественно в типичной и особенно в южной тундре под кустарничковой растительностью. Местами подбуры обнаруживают слабые признаки поверхностной оподзоленности, а близ южной границы тундрового сектора и в лесо-тундре образуют комбинации с карликовыми поверхностными подзолами. Однако последние в собственно тундровом секторе встречаются редко.

На наносах более тяжелого механического состава, в частности на широко распространенных в тундрах пылеватых суглинках, и более тяжелых по механическому составу отложениях формируются почвы, принадлежащие семейству тундровых глеевых. Степень и характер оглеения этих почв зависят от глубины залегания постоянномерзлого горизонта, положения почвы в рельефе и степени ее дренированности. Степень оглеения тундровых почв уменьшается с юга на север в связи с увеличением сухости климата, а в пределах одной и той же зоны от плоских или пониженных элементов рельефа к местным повышениям. Доля участия тундрово-глеевых почв в сложении почвенного покрова в зоне типичных лишайниковых и мохово-кустарничковых тундр весьма велика. За исключением горных районов тундрово-глеевые почвы образуют в этой зоне основной фон. В зоне арктических тундр, тундрово-глеевые почвы занимают небольшие площади и локализуются преимущественно по понижениям рельефа, получающим избыточное увлажнение. На хорошо дренированных поверхностях господствуют неоглеенные дерновые арктотундровые почвы.

Наиболее пониженные элементы рельефа заняты болотами с торфяно-болотными мерзлотными почвами. Площади болотных почв увеличиваются в южной тундре по мере увеличения влажности климата и повышения температур летнего периода.

Уменьшение площадей глеевых и торфяно-болотных почв в направлении с юга на север связано с комплексом причин. Наряду с увеличением сухости климата здесь влияют некоторые различия в характере продуктов выветривания и механическом составе рыхлых наносов.

В арктических тундрах, где климат наиболее суров, а ландшафты наиболее молоды, так как сравнительно недавно освободились из-под ледниковых покровов, преобладают грубообломочные хрящевато-песчаные наносы; в зоне типичных тундр, освободившихся ранее от ледников, с более высокими температурами летнего периода, большей биологической активностью преобладают

наносы более выветрелые пылевато-суглинистого состава, с большим участием в их сложении продуктов биохимического выветривания, преимущественно аморфных аллофановых глин, а также глинистых минералов из группы гидрослюд, вермикулита и монтмориллонита.

Естественно, что с более широким распространением в типичных тундрах суглинистых наносов связано и более широкое распространение тундрово-глеевых почв. Присутствие аморфных коллоидальных гидратов окислов железа, алюминия, кремнезема обусловливает высокую степень гидратированности коллоидальных комплексов этих почв.

Восстановительные процессы в почвах и явления оглеения связаны с микробиологической деятельностью. Почвы арктических тундр обладают благодаря суровости климата значительно меньшей биологической активностью, чем типичных тундр, что также ограничивает интенсивность проявления восстановительных процессов. Емкость и скорость биологического кругооборота органических и минеральных веществ в типичных и особенно арктических тундрах очень низки.

В типичных тундрах общее количество надземной и подземной фитомассы составляет от 125 до 150 *ц/га*; ежегодных прирост и опад колеблется в пределах 10—25 *ц/га*. Емкость кругооборота зольных элементов и азота равна 100—150 *кг/га*. Скорость разложения, гумификации и минерализации сильно заторможена, на поверхности почв несмотря на малое поступление органических остатков накапливается полуразложившаяся подстилка. Отношение веса подстилки к весу ежегодного опада составляет в типичных тундрах 20—50.

Еще более сужен и замедлен биологический кругооборот веществ в арктических тундрах. Здесь общий запас фитомассы составляет всего лишь 25—50 *ц/га*, ежегодный прирост ниже 10 *ц/га*, емкость кругооборота зольных элементов и азота (ежегодно потребляемых и возвращающихся вновь с опадом) не превышает 50 *кг/га*; гумификация и минерализация опада идет столь медленно, что отношение подстилки к опаду здесь составляет более 50, т. е. это значит, что органические остатки, ежегодно поступающие в почву, гумифицируются и минерализуются лишь через 50 лет. Медленная гумификация органических остатков и минерализация гумусовых веществ приводят к тому, что несмотря на малое поступление органического вещества с опадом и в почвах типичных и в почвах арктических тундр накапливается заметное количество гумуса, сосредоточенного в самом верхнем наиболее насыщенном корнями горизонте. Гумусовые вещества тундровых почв обладают относительно простым строением, это преимущественно ульматы и фульваты, связанные с полуторными окислами. Лишь в некоторых почвах арктических и особенно типичных тундр Н. А. Караваева описала явления перемещения гумусовых веществ вниз по профилю почв до горизонта вечной мерзлоты, задержки (ретиниза-

ции) и постепенного накопления их в надмерзлотном холодном и оглеенном горизонте.

Зольность большинства тундровых растений очень низка (1,5—2,0%), поэтому поступающие в почву из подстилок и разлагающихся корней продукты гумификации имеют кислую реакцию. В арктотундровых почвах, где органических кислот поступает очень мало, климат сухой и освобождающиеся при выветривании минералов основания сохраняются в почвах, гумусовые кислоты быстро нейтрализуются, в почвах сохраняется нейтральная или даже слабощелочная реакция, они полностью насыщены основаниями.

Почвы моховых, лишайниковых и особенно южных кустарничковых тундр и субарктических лугов, получающие значительно большее количество растительного опада, а следовательно, и кислых продуктов гумификации, и развивающиеся в условиях несколько более влажного климата, имеют кислую реакцию и в той или иной степени не насыщены основаниями.

Однако даже в кислых тундрово-глеевых почвах не обнаруживается сколько-нибудь заметного перемещения вниз по профилю подвижных соединений полуторных окислов и кремнезема. Их содержание остается неизменным или даже обнаруживается некоторое накопление подвижных форм железа и алюминия в верхней части профиля. В дерновых арктотундровых почвах, как правило, максимум окислов железа обнаруживается в верхней части профиля, где наиболее интенсивно идет выветривание первичных железосодержащих минералов, особенно биотита, количество которого в верхних горизонтах по сравнению с породой уменьшается, по данным Д. Тедроу, в 3 раза. Часть соединений железа и алюминия связывается в органо-минеральные формы, часть окислов железа образует тонкие пленки гетита и гидрогетита, сообщающие наряду с органо-железистыми соединениями коричневато-бурый, местами красновато-коричневый, цвет верхним горизонтам арктотундровых почв.

В тундрово-глеевых почвах новообразования окислов железа также приурочены к верхнему, наиболее хорошо аэрируемому горизонту, где наблюдаются бледно-охристые облаковидные пятна и разводы.

Многие исследователи связывают накопление подвижных форм железа в верхних горизонтах почв тундр с явлениями перемещения пленочной влаги с растворенными в ней соединениями железа (преимущественно закисного) вверх по профилю в период осеннего промерзания почвы, к холодному фронту. В весенний период при просыхании почв переместившиеся вверх соединения железа окисляются и фиксируются в верхней части профиля.

Однако накопление соединений железа в неоглеенных почвах, очень легкого механического состава в гумусовой части профиля свидетельствует о том, что не только вымораживание растворов, но и образование ульматов и фульватов железа и их коагуляция

при низких температурах могут быть причиной обогащения верхних горизонтов почв подвижными формами железа.

Изучение выветривания и почвообразования на гранитах в тундровой зоне Восточной Сибири, проведенное В. О. Таргульяном, показало, что в результате выветривания и первичного почвообразования (под литофильной растительностью, представленной мохово-лишайниковыми подушками) образуются рыхлые щебенисто-мелкоземистые почвы, с интенсивным накоплением грубого гумуса (до 15—20%), сильно выщелоченные, кислые, значительно обедненные по сравнению с исходной породой калием, кальцием, натрием и кремнеземом и обогащенные аморфными окислами железа и в меньшей степени — алюминия. Главная масса новообразований железа — это пленки на поверхности щебня, хряща и песчаных частиц или самостоятельные агрегаты органо-железистого состава. Таким образом, даже на самых первых стадиях выветривания и почвообразования, идущих в условиях окислительного режима, происходит ожелезнение продуктов выветривания и почв, несмотря на кислую реакцию среды. Этому способствует обилие первичных железосодержащих минералов, на поверхности которых в первую очередь фиксируется органическое вещество.

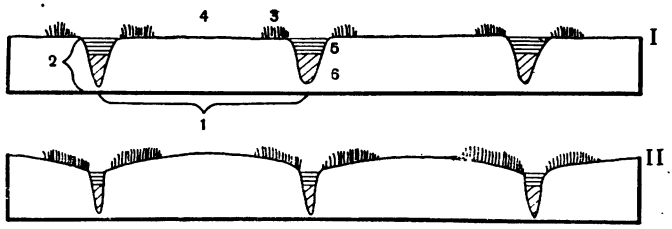


Рис. 29. Микрорельеф и почвы вершин увалов арктической тундры на о-ве Большом Ляховском (по Н. А. Караваевой, 1969):

I — более высокие увалы; I — более низкие защищенные от ветра увалы; 1 — полигон; 2 — морозобойная трещина; 3 — растительность по периферии полигона арктотундровой почвы; 4 — пятно, арктотундровые, остаточно гумусовые; 5 — растительный опад в трещине; 6 — сезонный ледяной клин

Анализ совокупного воздействия факторов почвообразования на формирование и географию почв тундрового сектора позволяет сделать следующие заключения.

1. Воздействие биоклиматических факторов на различную литологическую основу приводит к формированию в одних и тех же биоклиматических условиях существенно различных почв, принадлежащих разным семействам.

2. Одно и то же семейство почв в зависимости от изменения биоклиматических факторов представлено различными почвенными типами или подтипами.

3. Зональные изменения биоклиматических и литологических факторов от арктических тундр к типичным обусловливают смену одних почвенных типов другими и изменение площадных соотношений между почвенными типами. На равнинах тундрового секто-

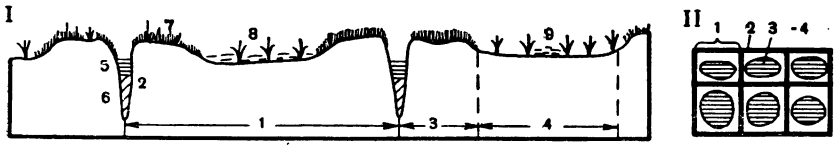


Рис. 30. Микрорельеф хорошо развитого крупнополигонального болотного ландшафта Яно-Индигирской низменности:

I — поперечный разрез; II — вид сверху; 1 — крупный полигон; 2 — морозобойная трещина; 3 — валик полигона; 4 — срединное болотце полигона; 5 — вода в морозной трещине; 6 — сезонный ледяной клин; 7 — растительность валика; 8 — кочкарник срединного болотца; 9 — зеркало воды в срединном болотце (по Караваевой, 1969)

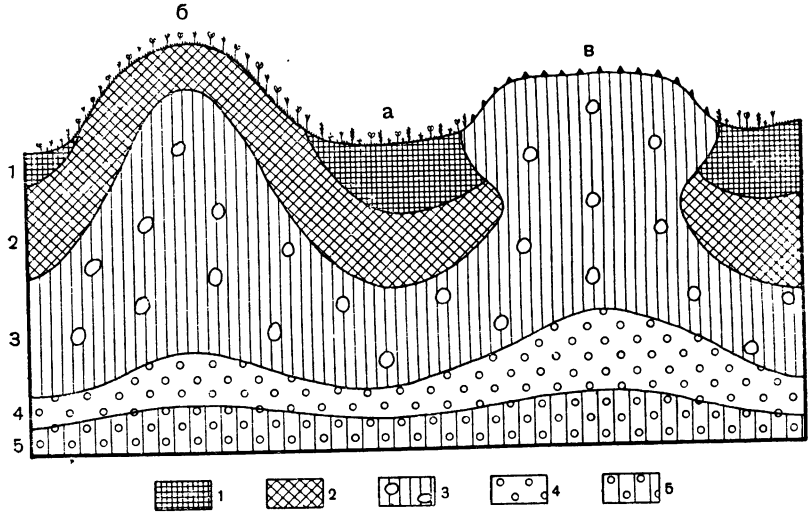


Рис. 31. Схема почвенного комплекса на гряде, на полуострове Пьягина (по Е. Н. Наумову, 1965):

1 — оторфированный грубогумусный горизонт; 2 — гумусово-аккумулятивный горизонт; 3 — глинистый глеевый слой с включением галечника и валунов; 4 — песчанисто-супесчаный слой с включением галечника и валунов; 5 — галечниковый слой, пересыпанный гравелистой супесью; а — основная поверхность; б — бугорок, покрытый растительностью; в — бугорок-медальон

ра Евразии выделяются две горизонтальные широтные почвенные зоны: 1) зона дерновых аркто-тундровых слабоненасыщенных и насыщенных почв, с фрагментами тундрово-глеевых и торфяно-болотных мерзлотных. В северной части этой зоны встречаются карбонатные аркто-тундровые почвы; 2) зона тундрово-глеевых почв,

со значительным участием торфяно-болотных мерзлотных, с фрагментами дерновых субарктических и тундровых подбуров. В южной части этой зоны, на границе с лесо-тундрой встречаются поверхностные иллювиально-железисто-гумусовые подзолы. Степень заболоченности территории здесь возрастает.

4. В горных массивах тундрового сектора преобладают, лишенные сформированного почвенного покрова, поверхности каменных полей, сложенных крупными обломками слабо затронутых выветриванием массивных пород. На мелкоземистом сильнощебенистом субстрате распространены маломощные торфянисто-дерновые почвы — аналоги аркто-тундровых, на юге тундрового сектора — аналоги дерновых субарктических почв, без признаков оглеения. В южной подзоне тундр на горные склоны поднимается кустарничковая тундра, под которой развиты тундровые подбуры — почвы, обнаруживающие передвижение по профилю органо-минеральных соединений: фульватов железа и алюминия.

Первый тип горной зональности можно назвать полярным арктотундровым, а второй — субполярным тундровым.

Аркто-тундровый тип горной зональности свойствен горным массивам Таймыра и северной Чукотки. Субполярный — характерен для северной части Скандинавского нагорья Хибинских гор, Полярного Урала, юго-восточной части Чукотского полуострова и ряда других горных областей.

Равнинная зона арктотундровых почв в Евразии имеет прерывистый характер, так как занимает преимущественно островную и полуостровную части области и включает ряд горных массивов. Зона аркто-тундровых почв охватывает о. Вайгач, острова Новой Земли, северные части полуостровов Гыдан, Таймыр, Большие Ляховские, о. Врангеля. Монолитная зона тундрово-глеевых почв протягивается через весь континент. Изменения в пределах столь протяженной зоны биоклиматических и литологических условий обусловливают усложнение зональной структуры почвенного покрова, появление провинции мерзлотных тундрово-глеевых почв.

Для тундрового сектора характерна ярко выраженная комплексность растительности и почв, связанная с мерзлотными формами рельефа. В аркто-тундровой зоне распространены полигональные тундры, полигоны образованы системой пересекающихся прямолинейных трещин; размеры полигонов варьируют от 1 до 20 *м*. На хорошо дренированных поверхностях преобладают мелкополигональные тундры, в понижениях, с несколько большим увлажнением, размеры полигонов и ширина трещин возрастают.

На рис. 29 показан поперечный профиль мелкополигональной арктической тундры с аркто-тундровыми и аркто-тундровыми остаточно-гумусными почвами. В. М. Фридланд подобные комплексы называет «полигонально-циклическими», полагая, как и Е. Н. Иванова, непостоянство местоположения трещин и центров полигонов. В понижениях рельефа, где полигоны крупнее, трещины шире и почвы переувлажнены и заторфованы, образуются своеобразные

вогнутые полигоны, центр которых летом заполнен водой (рис. 30). Летом при протаивании ледяных клиньев трещины становятся естественными дренами, они размываются, местами заиливаются. При замерзании воды осенью трещины расширяются и под давлением льда вдоль трещин по внешним краям полигонов образуются приподнятые валики из торфянистого горизонта, за счет которых внутренняя часть полигона приобретает вогнутую форму. Подобные комплексы заиленных и торфяно-болотных мерзлотных почв характерны как для арктической, так и для типичной тундры.

В типичной тундре в связи с общим увеличением влажности климата усиливаются процессы мерзлотного пучения, связанные с

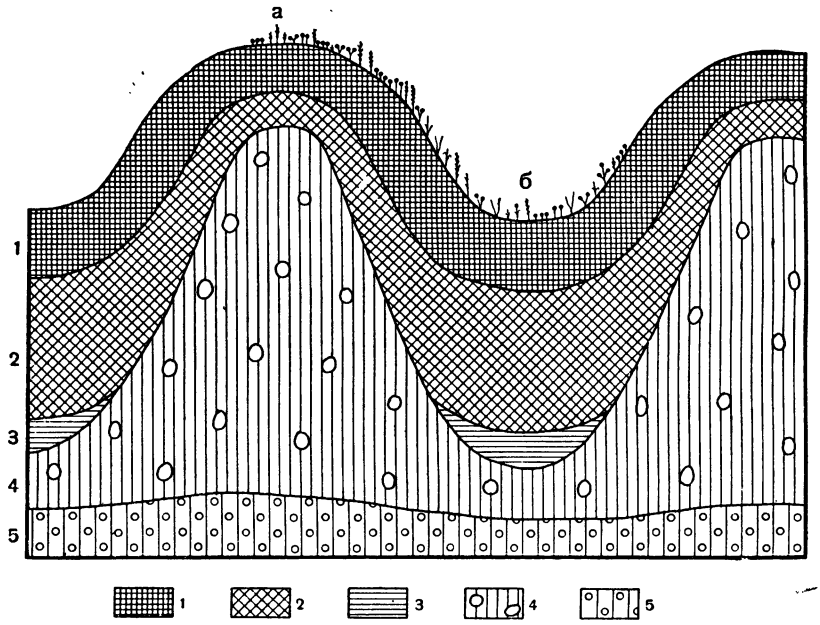


Рис. 32. Схема почвенного комплекса в лощине на п-ове Пьягина (по Е. Н. Наумову, 1965):

1 — торфянистый горизонт неразложенный торф; 2 — торфянистый горизонт слаборазложенный торф; 3 — органогенный оглеенный горизонт; 4 — глинистый глеевый горизонт с включением галечника; 5 — валунно-галечниковый горизонт, смешанный с песком и глиной; а — бугорок; б — западинка

миграцией влаги к менее задернованным, и поэтому более охлаждаемым участкам. За счет приращения объема поверхность вспучивается, растительный покров разрушается, образуется выпуклое голое пятно. Наблюдаются мелкобугорчатые, без разрыва дернины тундры и тундры пятнистые, или медальонные, с голыми пятнами.

На рис. 31, 32 приведены комплексы тундровых почв приморских равнин п-ва Пьягина, на повышенных элементах мезорельефа — грядах и в межгрядовых понижениях. На грядах почвенный комплекс состоит из торфянисто-перегнойных, дерново-перегнойных и деградированных мерзлотных тундрово-глеевых почв. В ложбинах между грядами — комплекс двучленный: на бугорках, имеющих диаметр около 1,0 *м* и высоту 50—70 *см*, покрытых осокой, водяникой, с примесью пушицы, располагаются тундровые торфянисто-мерзлотные глеевые почвы; в западинах с осокой, пушицей, сфагновыми мхами, с примесью толокнянки, брусники развиты тундровые мерзлотно-болотные почвы мощностью торфянистого горизонта до 60 *см*.

На денудационных поверхностях, склонах гор, на щебенистом субстрате как в арктической, так и в типичной тундре господствуют малоразвитые каменистые почвы каменных многоугольников.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЕВРАЗИАТСКОЙ ЧАСТИ БОРЕАЛЬНОГО ТАЕЖНО-ЛЕСНОГО СЕКТОРА ПОДЗОЛОВ, КИСЛЫХ АЛЬФЕГУМУСОВЫХ, КИСЛЫХ ГЛЕЕВО-ЭЛЮВИАЛЬНЫХ И ТОРФЯНО-ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ.

Факторы, определяющие формирование и распределение почв

Бореальный таежно-лесной сектор — это самый протяженный и монолитный почвенный сектор северного полушария. Он охватывает области хвойных лесов с фрагментами горных тундр Евразии и Северной Америки в виде сплошного то расширяющегося, то сужающегося пояса, который протягивается от западных до восточных побережий континентов. Северная граница сектора — это южная граница субарктического тундрового сектора, которая занимает наиболее северное положение в континентальных фациях континентов и смещается к югу близ побережий, омываемых холодными течениями. Южная граница бореального таежно-лесного сектора также отклоняется от строго широтного направления. В Евразии наиболее южное положение границы — на востоке континента, испытывающей воздействие холодных Камчатского, Курильского и Приморского течений и сильное выхолаживание массива северо-азиатской суши в течение зимнего антициклонального режима. Смещение границ сектора к югу обусловлено также и преобладанием в Восточной Сибири горного рельефа. Южная граница сектора здесь проходит примерно на 50° с. ш. В Западной Сибири она смещается к северу и проходит на 58—57° с. ш. вплоть до восточной части Европейской равнины. Однако, начиная от долготы г. Горького, она смещается к северу до широты 59—60°, что связано со смягчением климата и появлением на Восточно-Европейской равнине и в Западной Европе широколиственно-хвойных подтаежных лесов, с сопутствующими им иными, чем в бореальном

таежном секторе, ассоциациями почв. В Западной Европе в бореальный сектор входят Скандинавский полуостров (за исключением крайней южной части) и северная Шотландия.

Почвенный покров равнинных территорий и лесного пояса гор бореального таежно-лесного сектора образован макро- и мезосочетаниями почв, принадлежащих следующим семействам субаэральных почв: кислых альфегумусовых, альфегумусовых подзолов, кислых поверхностно-глеево-элювиальных и на карбонатных породах — остаточно-карбонатных элювиземно-кальций-гумусовых. Значительные площади занимают торфяно-глеевые почвы верховых болот.

Формирование названных почв связано с воздействием влажного умеренно холодного климата и хвойных лесов на различные по химическому составу и степени водопроницаемости почвообразующие породы. Среднегодовой коэффициент увлажнения 1,5—1,0 ни в одном из месяцев в году не опускается ниже 0,6. Летний максимум осадков и невысокие температуры лета (средние июльские — от 10 до 17° С) обусловливают достаточное увлажнение почв в течение всего теплого сезона. Весной и осенью в условиях свободного дренажа режим почв промывной; в условиях плоского рельефа и особенно на наносах тяжелого механического состава легко создается временное или постоянное переувлажнение, с чем связано широкое распространение глеево-элювиальных и глеевых почв атмосферного увлажнения.

Хвойные леса бореального таежно-лесного сектора разнообразны по видовому составу: в европейской части господствуют темнохвойные еловые леса, в Западной Сибири — лиственнично-елово-кедровые и елово-кедрово-пихтовые, а в Центральной и Восточной Сибири — светлохвойные лиственничные леса. Во всех частях сектора имеются массивы сосновых лесов.

Несмотря на различия в видовом составе, хвойные леса как почвообразующий фактор обладают рядом общих свойств. Основная масса органических остатков поступает с наземным опадом, опад беден зольными элементами и азотом; по многочисленным данным средняя зольность опада 1—2%, отношение углерода органических веществ к зольности в опаде сосновых лесов — 100—115, в еловых — 60—80 (Родин, Базилевич, 1965). Недостаток оснований, кислая реакция наряду с биохимическими особенностями растительных остатков (большим содержанием смол, восков, лигнина) обусловливают малую активность микрофлоры и медленную гумификацию и минерализацию опада. В северных областях сектора, где вегетационный период наиболее короткий, запас подстилки на поверхности почв превышает годичный наземный опад в 10 раз и более, в заболоченных лесах — в 20—30 раз, в южной наиболее теплой части сектора — в 5—6 раз. Поэтому все почвы хвойных лесов имеют горизонт грубого гумуса — A_0.

Разложение и гумификация органических остатков сопровождаются вымыванием из них низкомолекулярных органических ки-

слот, присутствующих в растительных тканях, и вновь образованных светлоокрашенных бурых гуминовых или ульминовых кислот и еще более светлых и легкорастворимых фульвокислот.

При богатстве почвообразующих пород основаниями и особенно железосодержащими минералами (как первичными, так и вторичными) вымываемые из разлагающихся подстилок и гор. A_0 органические кислоты быстро нейтрализуются: ульминовые кислоты связываются с железом и выпадают в осадок в первую очередь, более растворимые фульваты железа и алюминия частично выпадают вместе с ульматами железа, частично же перемещаются несколько вниз по профилю и образуют иллювиальный альфегумусовый горизонт ($B_{h_{FeAl}}$). Органо-железистые и органо-алюминиевые комплексы одевают в виде тонких пленок поверхность минералов, что сообщает верхней части профиля почв яркий бурый или коричневый цвет, а несколько ниже, где осаждаются фульваты железа, — яркий охристый цвет. Почвы с подобным профилем образуются на породах легкого механического состава, песках, супесях, хрящевато-щебенистых элювио-делювиях массивных пород, в условиях свободного дренажа, исключающих застой вод. Они принадлежат семейству кислых альфегумусовых почв и были описаны под различными названиями. В ранних почвенных исследованиях их называли «скрытоподзолистыми» или «предподзолистыми», позднее — «лесными кислыми неоподзоленными», или «бурыми кислыми» (Иванова, 1948), «субарктическими бурыми лесными» (Kellog, Nygard, 1951). К этому же семейству относятся выделенные Н. А. Ногиной (1956) горно-мерзлотно-таежные, ожелезненные, мерзлотно-таежные неоподзоленные (Иванова, Розов и др., 1961), буротаежные почвы (Ливеровский, Рубцова, 1956), подбуры (Таргульян, 1966).

На кислых, бедных основаниями, хорошо водопроницаемых породах или на породах, относительно богатых основаниями, но при большом количестве поступающих из подстилок органических кислот, образуются не подбуры, а альфегумусовые, или гумусово-железистые, подзолы.

В этом случае поступающие из подстилок органические кислоты лишь частично усредняются, под подстилкой создается сильнокислая реакция (pH 3—4), что способствует разрушению минералов и сохранению в растворе фульватов алюминия и железа. Разрушение первичных минералов усиливается благодаря воздействию специфической микрофлоры, поселяющейся в этой кислой, бедной среде. Продукты распада минералов, в том числе и фульваты железа и алюминия, выносятся из верхних горизонтов, по мере прохождения через почвенную толщу свободные кислоты реагируют с основаниями минеральной части почв, нейтрализуются и в менее кислой среде из растворов начинают выпадать сначала фульваты алюминия, а затем фульваты железа.

Профиль подзола состоит из горизонтов: A_0 — грубогумусово-

го, E_p — элювиального подзолистого, ($B_{h_{FeAl}}$) — иллювиально-гумусового или альфегумусового.

Мощность подзолистого горизонта часто изменяется на небольших расстояниях, что связано с изменением количества поступающих органических остатков, их зольностью и условиями разложения. На песках широко распространены языковатые подзолы, в которых белесый, обогащенный остаточным кварцем и устойчивыми полевыми шпатами, подзолистый горизонт имеет форму то более узких, то более широких языков и карманов, обрамленных снизу столь же изменчивым по глубине иллювиальным горизонтом кофейного, ржавого или охристого цвета. В некоторых песчаных подзолах на слоистых песках в иллювиальном горизонте, особенно в его нижней части, образуются псевдофибры: железистые ржавые или темно-коричневые полосы, подчеркивающие исходную слоистость почвообразующей породы.

При всей изменчивости мощности профиля подзолистых почв наблюдается общая закономерность — увеличение мощности подзолистого горизонта и всего профиля в направлении на равнинах — с севера на юг, а в горах — от более высоких и холодных поясов к более низким, что связано с увеличением поступающих органических остатков и, следовательно, органических кислот, воздействующих на верхнюю часть профиля, а на равнинах и с большим возрастом почв.

В этих же направлениях в связи с большей скоростью минерализации уменьшается содержание гумуса в гумусово-иллювиальных горизонтах.

При условии некоторого периодического переувлажнения на менее хорошо дренированных элементах рельефа в верхних горизонтах почв создается периодически восстановительный режим, усиливающийся вследствие образования на поверхности почв мощного мохового покрова и более мощного слоя подстилки. Недоокисленные органические кислоты и их соединения с алюминием и железом обладают большей подвижностью, чем окисленные. Поэтому в несколько переувлажненных почвах, даже в условиях средней и южной тайги, формируются мощные иллювиально-гумусовые подзолы, в которых скорость разложения органического вещества в иллювиальном горизонте замедлена вследствие его более глубокого залегания, более низких температур почвы (связанных с теплоизолирующим влиянием мохового покрова) и периодически восстановительной средой, ограничивающей деятельность микроорганизмов.

В северной тайге наиболее мощные иллювиально-гумусовые подзолы с преимущественным накоплением в иллювиальном горизонте фульватов алюминия (имеющих коричнево-кофейный цвет) также связаны с элементами рельефа, на которых возможно периодическое переувлажнение почв.

Третье широко распространенное семейство почв в бореальном

таежно-лесном секторе — кислые поверхностно-глеево-элювиальные. Их образование и распространение связано с равнинным рельефом и почвообразующими породами среднего и тяжелого механического состава: суглинистой и глинистой мореной, древними аллювиальными, озерными и морскими отложениями. Большая влагоемкость и меньшая водопроницаемость пород среднего и тяжелого состава по сравнению с песками супесями или хрящеватощебневатыми отложениями обусловливает даже в условиях плакоров (плоских повышенных элементов рельефа) переувлажнение верхних горизонтов почв, особенно заметное весной и осенью, когда температуры невысоки и испарение замедлено. В эти периоды в верхних горизонтах создается восстановительная обстановка. При прогревании почв и усилении микробиологической деятельности восстанавливаются соединения железа, марганца, переходящие при этом в раствор. Одновременно в условиях восстановительной среды усиливается растворяющее действие недоокисленных органических кислот — продуктов гумификации. Таким образом, восстановительная среда увеличивает интенсивность разрушения почвенных минералов и растворения продуктов распада. Они перемещаются с нисходящим током влаги по водопроницаемым участкам — трещинам, старым корневым ходам вниз по профилю, где по мере нейтрализации растворов и их испарении осаждаются на стенках пор и трещин и образуют иллювиальный горизонт. Часть растворенных соединений железа и марганца при просыхании верхнего элювиального горизонта окисляется и выпадает в его пределах в виде марганцово-железистых мелких округлых конкреций. Сегрегация соединений железа и марганца в конкреции происходит с участием особых микроорганизмов (Аристовская, 1965). В результате формируется сильно отбеленный элювиальный горизонт, образование которого связано как с оподзоливанием, так и с явлениями восстановления железа и последующего его перераспределения внутри самого элювиального горизонта. Если почвообразующая порода имеет очень тяжелый механический состав и обладает плохой водопроницаемостью, то наблюдается образование верхнего отбеленного горизонта, с обильными конкрециями окислов железа и марганца, без выраженного иллювиального горизонта.

Подобные поверхностно-глеево-элювиальные и поверхностно-глеево-подзолистые почвы занимают большие пространства в подзоне северной тайги на Восточно-Европейской равнине в северной и средней тайге Западной Сибири, а также в подзоне предтундровых редколесий и в северной тайге в Средней и Северо-Восточной Сибири, где они показаны на почвенных картах как глеемерзлотно-таежные почвы. Они отличаются от других типов, принадлежащих этому семейству, наличием в почвенном профиле признаков криотурбаций.

На наиболее плоских слабодренированных поверхностях суглинистых и глинистых равнин глеево-элювиальные почвы сменя-

ются почвами с постоянным горизонтом верховодки, образованной за счет застоя атмосферной влаги. Здесь появляются массивы торфянистых и торфяно-глеевых почв верховых сфагновых болот. Особенно большие пространства они занимают в Западной Сибири.

Значительно меньшие площади в пределах бореального таежно-лесного сектора занимают почвы, принадлежащие семейству дерновых остаточно-карбонатных. Они приурочены главным образом к горным районам Средней и Северо-Восточной Сибири, где на значительных пространствах распространены известняки. На равнинах их ареалы связаны с распространением карбонатных морен. Участки, сложенные карбонатными моренами, встречаются небольшими массивами в пределах восточно-европейской части сектора к востоку от Белого моря. Однако площади, занимаемые здесь дерново-карбонатными почвами, очень малы и даже не отражены на мелкомасштабных картах. Дерновые остаточно-карбонатные почвы на равнинах таежного сектора, как правило, в большей или меньшей степени оподзолены. Более отчетливо проявляется карбонатность почвообразующих пород в горных условиях. На маломощных элювиально-делювиальных, богатых известковым щебнем, отложениях образуются неоподзоленные почвы, с гумусом, в составе которого некоторое количество гуминовых кислот связано с кальцием. Гумусовый горизонт этих почв имеет более темную окраску и более хорошо оструктурен. В верхней части профиля они имеют нейтральную или очень слабокислую реакцию, почти полностью насыщены основаниями. В подзоне северной тайги, а также в верхней части горно-лесного пояса на поверхности остаточно-карбонатных почв имеется горизонт более грубого гумуса, или перегнойный горизонт. Эта группа почв выделяется на почвенных картах как перегнойные остаточно-карбонатные. В средней и особенно южной тайге преобладают дерновые остаточно-карбонатные почвы, в которых основная масса органических остатков полностью гумифицируется. Даже в одних и тех же климатических условиях скорость гумификации органических остатков изменяется в зависимости от реакции среды. Нейтральная среда, создаваемая присутствием в почвообразующих породах карбонатов кальция, способствует более интенсивной микробиологической деятельности, чем кислая среда, свойственная большинству почв бореального сектора, развивающихся на бескарбонатных породах.

Нейтральная или слабокислая реакция (нейтрализация органических кислот карбонатами кальция) предотвращает развитие подзолообразования до тех пор, пока не произойдет полного растворения остаточных (от почвообразующей породы) карбонатов. По мере увеличения возраста остаточно-карбонатных почв и исчезновения карбонатов начинают проявляться во все более усиливающейся степени процессы оподзоливания, особенно на равнинах или в условиях мягкого горного рельефа.

Дерново-карбонатные почвы принадлежат к самым плодородным почвам таежно-лесного сектора.

В горных областях кроме рассмотренных выше семейств и типов почв распространены торфянисто-перегнойные горно-тундровые почвы — аналоги тундровых подбуров. Особенно большие площади они занимают в Средней и Северо-Восточной Сибири. В горных районах Камчатки и Алеутских островов распространены гумусово-аллофановые пеплово-вулканические почвы.

Бореальный таежно-лесной сектор Евразии делится на семь почвенных областей, которые могут быть объединены по типам макроструктур почвенного покрова в три группы.

1) равнинные области, с горизонтальной широтной зональностью, осложненной литогенными макроструктурами, связанными с комплексами ледниковых, флювиогляциальных и аллювиальных отложений и форм рельефа: Северо-Европейская (Фенноскандинавская) и Европейско-Западно-Сибирская;

2) горно-равнинные области с сочетанием горнозональных структур и элементов структур горизонтальной зональности, осложненных неупорядоченными литогенными макроструктурами: Северо-Сибирская и Центрально-Сибирская;

3) горные области, где преобладают горнозональные макроструктуры, осложненные неупорядоченными и слабоупорядоченными литогенными: Восточно-Сибирская, Камчатско-Алеутская и Северо-Атлантическая.

Северо-Европейская, или Фенноскандинавская почвенная область

Эта область находится в пределах Балтийского кристаллического щита, сложенного докембрийскими гранито-гнейсами и гранитами. Подчиненное положение занимают небольшие, приуроченные к разломам, интрузии основных и щелочных пород.

Рельеф области представляет собой цокольные равнины, поверхность которых обработана экзарационной и аккумулятивной деятельностью ледников. Уровень равнин наибольший на северо-западе у подножий Скандинавского нагорья и горных массивов Кольского полуострова — 500—600 *м*. На юго-восток к побережьям Финского и Ботнического заливов уровень равнин понижается до 100—250 *м*. Вся территория покрывалась льдами последних стадий валдайского оледенения.

Территория освободилась от ледникового покрова 10—12 тыс. лет назад и повсеместно несет свежие следы ледниковой экзарации: это округлые, отшлифованные ледником, холмы; бараньи лбы (где массивно-кристаллические породы выходят на поверхность), переуглубленные ледником долины, плосковершинные останцы — нунатаки, свидетельствующие о глубине денудационного ледникового вреза. Депрессии древнего пенеплена заполнены

ледниковыми аккумулятивными отложениями: сильнокаменистой песчанистой мореной, валунно-галечниковыми и песчаными накоплениями озов и камов и более сортированными флювиогляциальными песками и ленточными глинами древнеледниковых озерных депрессий. Мощность донной морены невелика, поэтому даже в депрессиях рельефа ложе массивно-кристаллических пород находится неглубоко от поверхности. Лишь на юге Финляндии, в области конечноморенных гряд Салпаусселькя, возвышающихся над соседними равнинами на 50—100 *м*, мощность моренных, зандровых и озовых отложений увеличивается.

Молодость рельефа, слабая разработанность речных долин, замкнутость депрессий обусловливают исключительно широкое распространение озер и болот. Особенно много болот в Карелии, Финляндии и в северной Швеции; площадь болот составляет здесь 35—45% от общей площади территории. Много болот на низменных побережьях Ботнического залива, где моренные отложения перекрыты более сортированными и тяжелыми по механическому составу осадками Литоринового моря.

Однако наносы суглинистого и глинистого механического состава в пределах Фенноскандии занимают очень небольшие площади. Большинство рыхлых отложений имеет легкий механический состав, что объясняется не только генезисом наносов, но и общей молодостью территории, а также ее климатическими условиями, где продолжительная зима и короткое прохладное лето ограничивают выветривание и вторичное глинообразование.

По геологическому строению, составу коренных пород, генезису и составу рыхлых наносов и возрасту ландшафтов и почв Фенноскандинавская почвенная область представляет собой аналог Лаврентийской.

Большое сходство имеется и в почвенном покрове, однако в общей структуре горизонтальной зональности почв Фенноскандинавская область отличается от Лаврентийской отсутствием зоны мерзлотных таежных подбуров.

Несмотря на то что Фенноскандинавская область лежит севернее, чем большая часть Лаврентийской области, и своими северными пределами уходит за Полярный круг, а с юга ограничена широтой около 60°, климат Фенноскандии теплее, чем на тех же широтах Лаврентийской области. Как уже упоминалось ранее, сильное отепляющее действие на климат Северной Европы оказывают Северно-Атлантическое и Нордкапское течения. На широтах, где в Северной Америке в приатлантической части располагаются тундры и редколесья с вечной мерзлотой, в Фенноскандии растут темнохвойные и сосновые северотаежные леса на подзолистых почвах, замерзающих лишь зимой. По характеру ландшафтов и почв Фенноскандия схожа с южной половиной п-ова Лабрадор, где вечной мерзлоты нет и почвенный покров представлен железистыми и гумусовыми подзолами. В Фенноскандинавской области зимы мягкие, снежные, лето прохладное и влажное. Продолжи-

тельность летнего периода и средние температуры лета невелики и уменьшаются с юга на север: на юге средние температуры июля составляют 16—17°, на севере 11—12°; продолжительность безморозного периода в этом же направлении уменьшается от 120 до 60 дней. Вся область лежит в зоне избыточного увлажнения, поэтому на первое место здесь выступает зональность, обусловленная изменением с севера на юг термических условий.

Лапландия и южная половина Кольского полуострова заняты березовыми и сосновыми предтундровыми лишайниковыми редколесьями; южнее располагаются северо- и среднетаежные темнохвойные и сосновые леса; они распространены на большей части Карелии, Финляндии и центральной Швеции. Южная Карелия, южная Финляндия на широтах 60—64° с. ш. заняты южнотаежными темнохвойными лесами. Для тайги Фенноскандии характерна ель *Picea excelsa,* сосновые леса слагаются *Pinus silvestris.* Еловые леса приурочены к почвам более тяжелого механического состава, сосняки, имеющие здесь очень широкое распространение, связаны с песками, каменистой опесчаненной мореной и маломощными почвами на выходах скальных пород.

Характер болот также несколько изменяется с севера на юг. На Крайнем Севере (севернее 67° с. ш.) распространены безлесные сфагновые болота, называемые в Финляндии «нева», с очень мощным горизонтом слаборазложившегося кислого торфа. На широтах 67—63° с. ш. преобладают верховые сфагновые болота «рямы», с разреженной угнетенной сосной и густым покровом карликовой березки, с менее мощными накоплениями торфа. К югу появляются участки лесных болот с покровом ели и березы и подлеском из кустарников, с осоками и папоротниками. Подобные болота в Финляндии называют «корни». К ним приурочены менее кислые торфянисто-перегнойно-глеевые, а по окраинам болот — торфянисто-подзолисто-глеевые почвы. Первые два типа болот и почв питаются атмосферными водами, третий тип низинных лесных болот развивается при воздействии несколько более минерализованных грунтовых вод. В южной Финляндии и в Швеции значительные участки лесных низинных болот осушены и превращены в продуктивные луга, пастбища и пашни.

Почвы дренированных местоположений также обнаруживают широтнозональную смену. В подзоне предтундровых редколесий распространены преимущественно карликовые иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые подзолы, сменяющиеся на более повышенных элементах рельефа, на поверхности нунатаков и невысоких горных возвышенностей, с высотами более 400—600 *м*, перегнойно-торфянистыми альфегумусовыми почвами, принадлежащими к типу подбуров. В подзонах средней и южной тайги распространены иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые подзолы, с более мощными подзолистыми горизонтами, а карликовые или поверхностные подзолы занимают здесь меньшие площади и приурочены лишь к наиболее повышенным, сухим

местообитаниям. На смену подбурам, с мощными торфянисто-перегнойными горизонтами, приходят кислые неоподзоленные почвы, аналоги буротаежных почв, с менее мощными перегнойными горизонтами и менее кислые, чем северные подбуры. В южной части подзоны южной тайги, на суглинистых моренах и озерно-ледниковых отложениях появляются дерново-подзолистые почвы.

Разнообразие форм рельефа и почвообразующих пород обусловливает пестроту почвенного покрова и сложные сочетания почв.

На рис. 33. показано распределение почв по элементам рельефа в подзоне предтундровых редколесий, где господствуют денудационно-аккумулятивные ледниковые равнины, с двумя главными уровнями поверхностей. Основной более низкий уровень — это поверхность ледниковой волнистой равнины, сложенной песчанистой, сильнокаменистой донной мореной. Относительно повышенные участки моренной равнины — плоские вершины невысоких моренных холмов — заняты редкостойным березовым криволесьем (*Betula tortuosa*) с примесью низкорослой сосны. Напочвенный покров — лишайники, брусника, водяника. Почвы этой поверхности — карликовые иллювиально-железисто-гумусовые подзолы, мощность горизонта A_0 — 3—4 *см*, горизонта A_2 (подзолистого) — 2—3 *см* и иллювиального — B_h — 4—6 *см*. Таким образом, весь профиль почвы составляет 12—25 *см*.

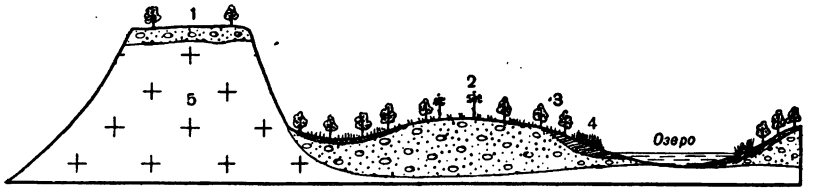


Рис. 33. Распределение почв по элементам мезорельефа в предтундровых редколесьях Северной Лапландии (по М. А. Глазовской, 1964):
1 — полигональные комплексы карликовых железистых подзолов и маломощных каменистых почв; 2 — карликовые иллювиально-железисто-гумусовые подзолы под березовыми редколесьями; 3 — торфянистые иллювиально-гумусовые подзолы; 4 — торфяно-глеевые почвы

Более низкие холмы и пологие склоны холмов заняты густым березовым криволесьем с примесью ивы. Напочвенный покров образован плотной подушкой низкорослых кустарничков — водяникой и голубикой, зелеными мхами, плауном и лишайниками.

Здесь в условиях несколько повышенного увлажнения формируются торфянистые иллювиально-гумусовые подзолы, с более мощ-

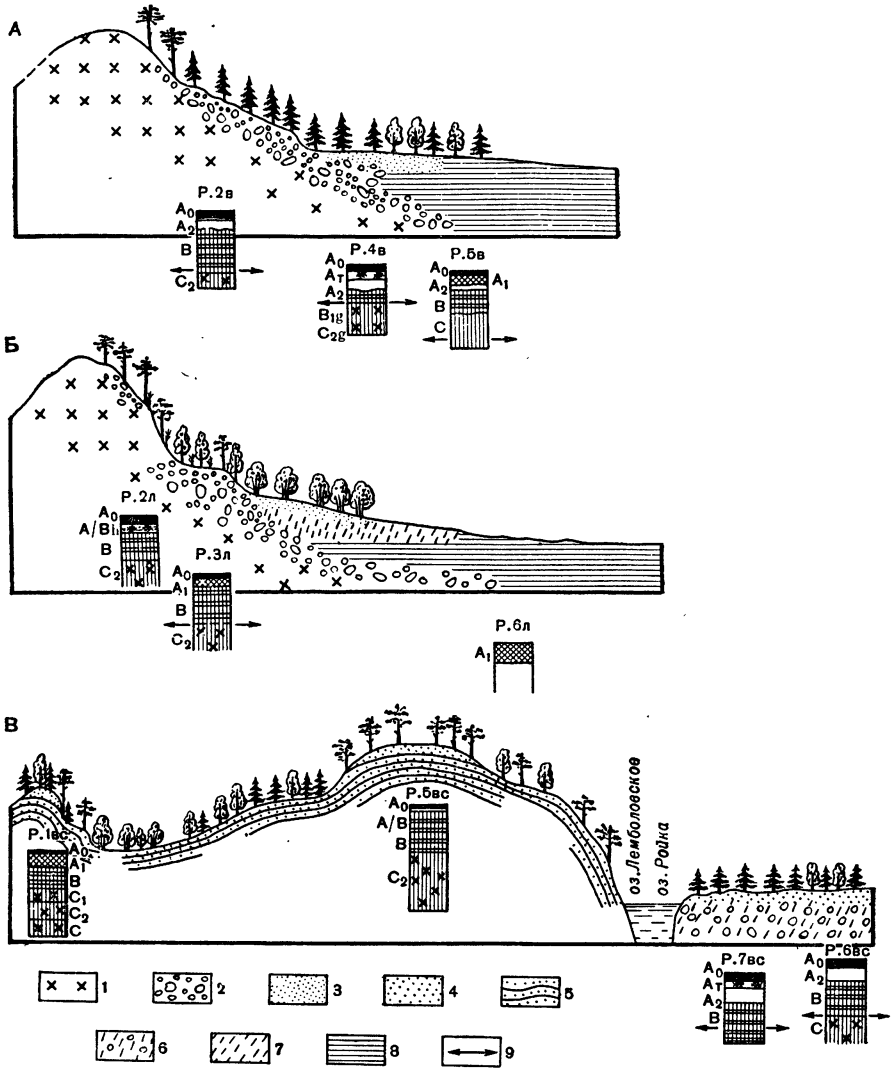


Рис. 34. Распределение почв по рельефу в южной Карелии (по Т. А. Рожновой, 1963):

А — выборгский ландшафт; Б — лесогорский ландшафт; В — всеволжский ландшафт; 1 — кристаллические породы; 2 — валунные супеси; 3 — мелкозернистые пески; 4 — крупнозернистые пески; 5 — широкослоистые пески; 6 — хрящеватые суглинки; 7 — супеси; 8 — ленточные глины; 9 — почвенно-грунтовые воды

ным подзолистым горизонтом и кофейного цвета иллювиальным горизонтом.

На плоских поверхностях останцов денудационной равнины распространены полигонально-циклические комплексы карликовых железистых подзолов и маломощных каменистых почв.

Распределение почв по элементам мезорельефа в южной части области, согласно исследованиям, проведенным Т. А. Рожновой (1963), иллюстрируется рис. 34. Профили А и Б характеризуют распределение растительности и почв в пределах широко распространенного в Карелии сельгового рельефа. Это грядово-ложбинный рельеф, с превышением вершин гряд над ложбинами на 15—30 *м* при ширине гряд, варьирующей от десятков метров до 1—2 *км*. Гряды представляют собой выступы гранитного основания, часто лишенные рыхлого покрова. Почвенный покров прерывистый, часто вся почва представлена лишь одним лежащим на граните грубогумусовым горизонтом. Пологие склоны гряд покрыты маломощными валунно-супесчаными отложениями мощностью до 100 *см*. Здесь распространены иллювиально-железисто-гумусовые подзолы под еловыми зеленомошно-черничными лесами. У подножия сельг, где супесчаная морена подстилается тяжелым суглинком, появляются елово-сфагновые леса на торфянисто-подзолистых оглеенных почвах. В краевых частях озерных ложбин под березово-еловыми травянистыми лесами развиты тяжелосуглинистые оглеенные дерново-подзолистые почвы (рис. 34, А).

На высоких сельгах, с крутыми склонами, и на песчаных камовых холмах (рис. 34, Б, В), покрытых сосновыми и смешанными лесами, почвы не имеют подзолистого горизонта; под подстилкой располагается охристый гор. $B_{h_{Fe}}$. Они относятся к кислым альфегумусовым почвам. В некоторых случаях под подстилкой обнаруживается белесая присыпка; и их относят к поверхностно-подзолистым почвам. В понижениях камового рельефа в условиях избыточного увлажнения появляются: а) при транзитном режиме вод с возможным оттоком восстановленных соединений железа — торфянистые иллювиально-гумусовые подзолы (с накоплением в иллювиальном горизонте алюминия) и б) торфяно-глеевые, часто ожелезненные почвы за счет дополнительного притока соединений железа.

Расчлененный рельеф, сильная завалуненность почв, обширные пространства болот и заболоченных почв наряду с коротким и прохладным летом ограничивают возможности сельскохозяйственного использования территории.

Основные массивы пахотных земель сосредоточены в южной подзоне и приурочены к суглинистым и глинистым подзолистым почвам, занимающим относительно более выравненные поверхности.

Однако получение высоких урожаев требует известкования почв, внесения большого количества органических и минеральных удобрений и уборки с полей валунного материала.

Европейско-Западно-Сибирская почвенная область

Эта область охватывает северо-восточную часть Восточно-Европейской равнины и большую часть Западно-Сибирской низменности. Северная граница области проходит вблизи Полярного круга, отклоняясь несколько то к северу, то к югу; южная граница, совпадающая с границей распространения темнохвойной тайги, проходит на 59—57° с. ш. На преобладающей части территории области рельеф равнинный. В европейской части господствуют пластовые равнины, в пределах которых комплекс палеозойских и мезозойских осадочных пород представлен известняками карбона, гипсово-доломитовыми толщами, пестроцветными известняками и глинами верхней перми и песчано-глинистыми отложениями триаса и юры. На большей части территории коренные породы скрыты под покровом четвертичных отложений, представленных легкосуглинистой и суглинистой песчанистой моренами валдайского, московского и днепровского оледенений. Относительно пониженные поверхности пластовых равнин несут покровы флювиогляциальных песчаных отложений. Площади последних увеличиваются к юго-востоку. На северо-востоке распространены гляциально-морские отложения. Более древние осадочные породы выходят на поверхность в невысоком Тиманском кряже (абс. выс. 200—250 *м*) и на Урале (абс. выс. 500—700 *м*, местами до 1200—1300 *м*), разделяющем Восточно-Европейскую и Западно-Сибирскую равнины. В Западной Сибири, испытавшей в четвертичное время ряд опусканий, коренные породы скрыты под мощной толщей четвертичных отложений; на севере — моренных и водно-ледниковых, самаровского оледенения, на юге — преимущественно флювиогляциальных, аллювиальных и озерных. На севере и в центральной части равнина наиболее низка (50—150 *м*), по окраинам протягиваются невысокие возвышенности (200—250 *м*).

В макроструктуре почвенного покрова равнин проявляются закономерности, связанные с широтной биоклиматической зональностью, распространением суглинистых и песчаных отложений и степенью дренированности территории.

На равнинах выделяются две подзоны: северной и средней тайги. В европейской части в обеих подзонах преобладает ель (*Picea excelsa, P. obovata*), в Западной Сибири к ели примешиваются кедр (*Pinus sibirica*) и лиственница (*Larix sibirica*). Подзоны северной и средней тайги объединяются в одну почвенную широтную зону, прерывающуюся лишь в области Урала, это зона глееподзолистых (или поверхностно-глеево-элювиальных), подзолисто-болотных и торфяно-глеевых почв верховых болот, с включениями иллювиально-железисто-гумусовых подзолов. Последние приурочены к песчаным массивам, слагающим речные террасы, лучше дренированные, чем плоские водораздельные поверхности. К песчаным подзолам приурочены сосновые леса, к поверхностно-глеево-элювиальным почвам, на пылеватых

суглинках и глинах — ельники-черничники, сосняки-черничники, а в Западной Сибири — елово-лиственничные и сосново-лиственничные леса, с мохово-кустарничковым наземным покровом.

Глееподзолистые, или поверхностно-глеево-элювиальные почвы с профилем, A_0, A_{e_g}, B_{Fe}, C имеют грубогумусовый гор. A_0, под ним оглеенный сизовато-светло-серый элювиальный гор. A_g, очень кислый, с большим количеством подвижного железа, содержащий 2—4% гумуса фульватного состава. Иллювиальный гор. B_{Fe} выражен морфологически плохо, в нем обнаруживается еще заметное количество гумуса (1—2%), обусловленное высокой подвижностью фульвокислот в условиях восстановительной кислой среды. Глееподзолистые почвы Восточно-Европейской равнины не имеют горизонта вечной мерзлоты, в них признаки оглеения с глубиной исчезают, в почвах северной части Западной Сибири с длительной, или вечной мерзлотой оглеены и нижние надмерзлотные горизонты и весь профиль имеет грязно-серый цвет.

На суглинистых плоских равнинах по мере ухудшения дренажа глееподзолистые почвы сменяются торфянисто-подзолистыми поверхностно-глеевыми, с торфянистым горизонтом, достигающим 20 *см* и более, и с обильными новообразованиями ортштейнов в нижней части гор. Е. В напочвенном покрове появляется сфагнум. На наиболее удаленных от речных долин водораздельных равнинах располагаются верховые сфагновые грядово-мочажинные болота, занимающие 50—60% общей площади территории.

В подзоне средней, а в Сибири южной, тайги подзолисто-болотные и глееподзолистые почвы занимают значительно меньшие площади. Площадь болот сокращается до 35—40%. В почвенном покрове на приречных дренированных равнинах появляются суглинистые подзолистые почвы под еловыми и елово-пихтовыми лесами. Поймы рек заняты лугами, низинными болотами. К приречным районам приурочены основные массивы пахотных земель.

Очень сильная заболоченность территории и холодный климат не способствуют сельскохозяйственному использованию этой области.

Северо-Сибирская почвенная область

Область лежит за Полярным кругом, включает и горные и равнинные территории. В пределах равнин широко распространены полигонально-жильные грунты, термокарстовые воронки, многие из которых заняты озерами.

Плоские равнины заняты заболоченными лиственничными редколесьями и лесами с мохово-лишайниковым наземным покровом, местами с кустарничковым покровом из голубики, березки, богульника. Здесь распространены глеево-мерзлотные таежные почвы. Они протаивают обычно на глубину 70—80 *см*. На вершинах гряд и отдельных возвышенностей, на скульптурных террасах лиственничные мелколесья и криволесья сильно разрежены, напоч-

венный покров — ксерофитные кустарнички и лишайники; почвы протаивают на глубину 100 *см*, мерзлота менее льдистая, почвы менее оглеены, а местами совсем не оглеены и представляют собой типичные подбуры. На хорошо дренированных склонах местами появляются в почвах признаки оподзоленности. Низкие террасы рек, термокарстовые котловины заняты осоково-пушициевыми болотами или ерниковыми зарослями на торфянисто- и торфяно-глеевых мерзлотно-таежных почвах, в которых мощность торфа составляет 15—20 *см*, а глубина оттаивания не превышает 25—30 *см*. Здесь часто встречаются в почвах мощные линзы льда. Площади болот составляют 20—40% общей площади равнин.

Заболоченность территории уменьшается на пластовых равнинах и плато, сложенных известняками. Последние особенно широко распространены в бассейнах Оленек, Анабар и Котуй. Четвертичный покров маломощен, широко распространены карстовые формы рельефа. Господствуют разнотравно-злаковые луга, перемежающиеся с сухими лиственничными редколесьями. В почвенном покрове всех повышенных элементов рельефа преобладают мерзлотно-таежные остаточно-карбонатные почвы, на более низких уровнях, на речных террасах, сложенных суглинистыми четвертичными отложениями, глеемерзлотные таежные (деструктивные тиксотропные мерзлотные) и глеемерзлотные торфяно-болотные почвы. Структура горной зональности в рассматриваемой области проста. Нижнюю горную почвенную зону образуют мерзлотно-таежные подбуры и глеево-мерзлотно-таежные почвы. Они занимают зону редколесий и горной лесотундры, высотные границы которой варьируют от 200—300 *м* в северной части области до 700—1000 *м* в ее южной части. Выше располагаются безлесные горные тундры и каменистые пустыни с маломощным прерывистым почвенным покровом, структурными каменными многоугольниками и гольцами. Около 50% площади горных территорий занято тундрами.

Территория Северо-Сибирской почвенной области и по климатическим и по почвенным условиям весьма сложна для сельскохозяйственного освоения. Она используется преимущественно в качестве оленьих пастбищ и местами, вдоль речных долин — пастбищ и сенокосов для крупного рогатого скота.

Центрально-Сибирская почвенная область

Область занимает Средне-Сибирское плато (300—800 *м*), Центрально-Тунгусскую впадину (300—400 *м* в центре и 600—1000 *м* по периферии) и Приангарское плато (500—1000 *м*). Область располагается между 65—55° с. ш. и лежит своей большей частью в границах распространения сплошной вечной мерзлоты. Лишь в южной части области, в Приангарье, мерзлота имеет островной характер и сохраняется по склонам северных экспозиций и в заболоченных депрессиях рельефа.

Северная половина области находится в подзоне среднетаежных лиственничных и сосново-лиственничных лесов, южная половина лежит в подзоне лиственнично-еловых и сосновых и лиственнично-сосновых южнотаежных лесов, с темнохвойными елово-пихтово-кедровыми лесами, приуроченными к горным массивам.

Почвенный покров этой области изучен очень слабо. На обзорных почвенных картах здесь выделены две почвенные зоны: мерзлотно-таежных кислых и оподзоленных почв средней тайги и дерново-подзолистых почв южной тайги. Однако эта простая зональная схема нарушается вследствие особенностей геологического строения территории. Большая часть Среднесибирского плато сложена вулканогенными породами ультраосновного и основного состава. Интрузии траппов выделяются в рельефе в виде столовых или конусообразных возвышенностей и гряд. Значительная часть почв средне- и южнотаежной подзоны образовалась на щебенистом элювио-делювии основных и ультраосновных пород, туфов и туфопесчаников, туфобрекчий, базальтов и долеритов. Эти породы богаты кальцием и железом, что предотвращает развитие подзолистого процесса. Приуроченные к ним мерзлотно-таежные почвы имеют слабокислую реакцию, слабо ненасыщены, сильно ожелезнены, имеют яркий красновато-коричневый цвет.

В подзоне южной тайги наряду с вулканогенными породами основного состава распространены кембрийские, ордовикские и силлурийские доломиты, мергели, известковистые песчаники, известняки и аргиллиты. Обилие карбонатных пород обусловливает очень широкое распространение дерново-карбонатных почв. Последние, по описаниям И. В. Николаева (1949) и Б. В. Надеждина (1959), занимают в пределах Око-Ангарского и Ангаро-Ленского междуречий от 30 до 50% общей площади. Дерново-карбонатные почвы, сформировавшиеся на продуктах выветривания известковистых песчаников, мергелей, аргиллитов, имеют красновато-коричневый цвет, унаследованный от этих пород, хотя валовое содержание железа в них не столь велико и составляет 5—8%. Дерново-карбонатные почвы, связанные с продуктами выветривания чистых известняков, имеют в данном регионе серый цвет. Все дерново-карбонатные почвы имеют хорошо выраженный гумусовый горизонт мощностью 20—25 *см* коричневого или темно-серого цвета с содержанием гумуса в верхней части — 7,5—8,5%, в нижней части — 1—3%. Почвы — суглинистого или тяжелосуглинистого механического состава со слабощелочной реакцией, содержат большее или меньшее количество остаточных (от породы) карбонатов. Типичные дерново-карбонатные почвы вскипают в нижней части гумусового горизонта, а выщелоченные — с глубины 50—100 *см*. Местами в сильновыщелоченных почвах проявляется оподзоленность. Дерново-карбонатные почвы повсеместно, где позволяют условия рельефа и климата, распаханы.

Оподзоленные почвы и в среднетаежной и в южнотаежной подзонах связаны с террасами рек, сложенными бескарбонатными

наносами супесчаного или суглинистого состава. Здесь почти повсеместно к лиственнице примешивается ель.

На плоских водораздельных поверхностях, особенно сложенных траппами, леса заболочены, почвы оторфованы и оглеены. На глинистых породах, например на юрских глинах, распространены моховые и осоково-вейниковые болота, местами бугристые с торфяно-глеевыми мерзлотными почвами. Наибольшее количество болот приурочено к Центрально-Тунгусской впадине.

В северо-западной и южной, наиболее приподнятых частях области, проявляется горная зональность. В среднетаежной подзоне, на высоких междуречьях, поднимающихся выше 650—700 *м*, появляются участки горно-тундровых почв. В южнотаежной подзоне с увеличением абсолютной высоты изменяется состав лесов: сосновые леса переходят в сосново-лиственничные и эти в свою очередь — в кедрово-пихтово-еловые; дерново-карбонатные почвы сменяются перегнойно-карбонатными (гор. A_0), а кислые дерновые неоподзоленные — мерзлотно-таежными подбурами. Почвенный покров территорий, где господствуют горнозональные макроструктуры, осложнен неупорядоченными литогенными макроструктурами, обусловленными геологическим строением.

Восточно-Сибирская почвенная область

Область занимает горы и нагорья северного и восточного Забайкалья: Северо-Байкальское, Патомское и Витимское плоскогорья, северную часть Яблоневого хребта, Становой, Джугджур, Алданское и Учуро-Майское плоскогорья. Абсолютные высоты здесь колеблются от 500 до 2500—2600 *м* (наиболее высокая вершина в Становом нагорье — 2999 *м*). Большая часть области лежит между 54—60° с. ш., в зоне распространения вечной мерзлоты. Широкому распространению мерзлоты способствует резко континентальный климат области, с продолжительной суровой и малоснежной зимой. Средние температуры января — от — 24 до — 40°. Количество осадков колеблется от 300 до 500—600 *мм*; 75—95% годовых осадков выпадает летом. Мощность снегового покрова — 10—20 *см*, что при холодных зимах способствует глубокому и сильному промерзанию почв. Безморозный период длится почти два месяца. Однако лето в межгорных котловинах и долинах теплое, средняя температура июля 17—18°, почвы оттаивают до глубины 100 *см* и более. Почвенные исследования, проведенные в Восточном Забайкалье Т. А. Соколовой и И. А. Соколовым (1963), показали, что мерзлота в почвах здесь развита не повсеместно. Ее наличие или отсутствие связано с водно-физическими свойствами почв и почвообразующих пород, главным образом с их водопроницаемостью. Почвы, развитые на малощебенистых средних и тяжелых суглинках, сохраняют мерзлоту в пределах почвенного профиля в течение всего года. Они

обладают высокой влагоемкостью и малой теплопроводностью, замерзают во влажном состоянии и медленно оттаивают. В профиле почв в течение всего лета сохраняется надмерзлотная верховодка, или горизонт с повышенной влажностью и признаками оглеения. В них проявляются механические мерзлотные процессы: криотурбация, пучение, трещиноватость.

На породах с высокой водопроницаемостью, невлагоемких, почвы оттаивают быстро, без выделения больших количеств влаги, мерзлота, сохраняющаяся летом в глубоких частях профиля — «сухая», нельдистая и не служит водоупором. Поэтому почвы на щебенистых суглинках, супесях и песках не отличаются от немерзлотных почв, хотя и называются «таежно-мерзлотными».

На преобладающей части гор Восточной Сибири распространены среднетаежные лиственничные леса с *Larix dahurica,* местами с участием кедра. Горные травяно-кустарничково-моховые и лишайниковые тундры в сочетании с зарослями кустарников занимают наиболее высокие части гор и составляют от общей площади области не более 25%. Зона горной тайги разделяется на три подзоны: верхнюю, среднюю, нижнюю. Каждая из этих подзон представляет особую почвенную зону.

Нижнетаежная подзона располагается в пределах от 500—600 до 900—1000 *м*. Это лиственничные и лиственнично-березовые травяные леса, с подлеском из даурского рододендрона, ольховника, кустарниковой березы. На элювии и элюво-делювии (элюво-дефлюкции) плотных бескарбонатных пород под травянистой тайгой распространены горные дерновые таежные кислые почвы, не имеющие в пределах почвенного профиля горизонта вечной мерзлоты. В профиле этих почв выделяется серый или буровато-серый гумусовый горизонт мощностью 7—10 *см*; он постепенно сменяется бурым гор. В, переходящим постепенно на глубине 30—40 *см* в хрящевато-щебенистую почвообразующую породу. На значительной части Восточно-Сибирской почвенной области распространены граниты, продукты выветривания которых и представляют собой почвообразующие породы во всех высотных зонах.

Механический состав дерновых таежных почв легко- и среднесуглинистый, содержание фракций физической глины и ила уменьшается сверху вниз. Реакция слабокислая в верхних горизонтах и кислая — в нижних; в соответствии с распределением ила и гумуса емкость поглощения уменьшается сверху вниз. Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 4—6%. В составе гумуса преобладают подвижные гуминовые и подвижные фульвокислоты. Отношение Cr/Сф в гумусовом горизонте — 1,0, в гор. В — 0,5. Величины обменной и гидролитической кислотности невелики. Максимальное количество подвижных полуторных окислов приурочено к гумусовому горизонту. Здесь же наблюдается некоторое биологическое накопление кальция, фосфора, серы.

На элювио-делювии карбонатных пород, распространенных в северной части области, представленных известняково-доломитовыми пестроцветными кембрийскими породами, развиты мерзлотно-таежные перегнойно-карбонатные почвы под елово-лиственничной тайгой с бруснично-моховым покровом и небольшим участием трав.

На более мощных и лучше сортированных суглинках в нижнем поясе гор в условиях менее расчлененного рельефа распространены дерново-таежные глееватые почвы с длительной сезонной мерзлотой. На выположенных частях склонов, в понижениях рельефа, на верхних речных террасах, покрытых заболоченными мохово-травяными лесами, развиты мерзлотные болотные почвы, с неглубоко залегающим слоем вечной мерзлоты.

Вторая подзона горной средней тайги располагается на высотах от 900—1000 до 1100—1200 *м* на юге области и от 500 до 900 *м* в ее северной части. Это лиственничная тайга с лишайниково-кустарничковым напочвенным покровом. Почвенный покров образован сочетаниями горных подзолистых и горных таежно-мерзлотных (скрытоподзолистых) почв, или таежных подбуров, на породах легкого механического состава и горно-таежных мерзлотных торфянисто-перегнойно-глеевых почв на породах более тяжелого механического состава. Последние приурочены обычно к понижениям рельефа — днищам падей, представляющим собой мари — безлесные участки, покрытые зарослями кустарничковой березки с мохово-разнотравным напочвенным покровом.

Оподзоливание наблюдается в условиях, где на поверхности почв накапливаются мощные подстилки, с большим участием лишайников, продуцирующими большое количество органических кислот. Здесь происходит не только растворение окисных соединений железа, но и его частичное восстановление, что увеличивает растворимость соединений железа и способствует формированию осветленного горизонта, непосредственно под подстилкой.

В подзолистых почвах под лесной подстилкой и гумусово-перегнойным гор. A_0A выделяется белесый подзолистый горизонт значительной мощности (до 8—12 *см*), ниже которого лежит красновато-бурый или оранжевый иллювиально-гумусово-железистый горизонт, содержащий 2,0—2,5% гумуса фульватного состава. Однако в отличие от типичных иллювиально-железисто-гумусовых подзолов в этих почвах не наблюдается падения содержания гумуса в подзолистом горизонте по сравнению с иллювиальным, что позволило Е. Н. Ивановой назвать подобные подзолистые почвы пропитанно-гумусовыми. Эти почвы кислы, сильно ненасыщены (в верхних горизонтах степень ненасыщенности 80—90%).

На склонах северной экспозиции на наносах менее легкого механического состава в глубоких горизонтах подзолистых почв (около 100 *см*) присутствует льдистая мерзлота и появляются признаки оглеения. Над мерзлым горизонтом степень ненасыщенности резко уменьшается (до 3—5%).

Третья горная почвенная зона совпадает с подзоной верхних редколесий. Она располагается от 1100—1200 до 1600 *м* на юге и на 900—1300 *м* на севере области. Растительный покров представлен разреженными лиственничниками, кедровым стлаником, ольховниками с лишайниково-моховым напочвенным покровом. Это зона распространения горно-таежных подбуров (ожелезненных мерзлотно-таежных почв). Н. А. Ногина, описавшая подобные почвы Витимского нагорья (1956), а затем детально изучившая их в других горных районах Забайкалья (1965), подчеркивает наличие в них грубогумусового горизонта, слабую дифференциацию профиля, при накоплении подвижных форм железа в верхнем горизонте почв (под подстилкой или в травянистых лесах под гумусовым горизонтом), фульватный состав гумуса. Эти почвы образуют сочетания с горными иллювиально-железисто-гумусовыми подзолами. Днища падей заняты кустарничково-моховыми и осоково-пушициевыми болотами, с мерзлотными горно-тундровыми и тундрово-болотными почвами.

На высотах 1300 *м* на севере области и 1500—1600 *м* в ее южной части редколесья сменяются горными тундрами. Почвы здесь маломощны, часто представлены одним грубогумусовым горизонтом мощностью 5—7 *см*, под которым лежит слабопрокрашенный гумусом песчано-хрящеватый мелкозем, окрашенный в серый или светло-бурый цвет; понижения рельефа заняты мерзлотными тундрово-болотными почвами. Мощность торфянистого горизонта составляет в них 10—20 *см*, ниже находится глеевый сизовато-сизый горизонт; с глубины 25—30 *см* появляется постоянномерзлый слой.

Площади распаханных земель в Восточно-Сибирской области очень невелики и приурочены лишь к нижней зоне дерново-таежных почв. Горный рельеф, а главное очень суровые климатические условия, краткость безморозного периода ограничивают расширение земледельческих территорий в этой области.

Почвенный покров областей, где господствуют структуры горной зональности в сочетании с фрагментами равнинных приокеанических почвенных зон и вулканогенными макроструктурами

Камчатско-Алеутско-Аляскинская почвенная область

Область располагается между 50 и 60° с. ш. и охватывает Камчатку, Курильские и Алеутские острова и п-ов Аляска.

Эта область входит в Тихоокеанский тектонический пояс, с активными вулканизмом и сейсмическими процессами.

Многочисленные потухшие и ныне действующие вулканы образуют горные цепи и нагорья Камчатки и п-ова Аляска. Алеутская и Курильская островные гряды представляют собой цепи поднимающихся из океана вулканов высотой 500—1000 *м* с отдельными вершинами выше 2000 *м*. Наиболее высокие нынедействующие вул-

каны поднимаются на Камчатке до 4750 *м* (Ключевская сопка), на Алеутских островах — до 3073 *м* (вулкан Шишалдина).

На Камчатке насчитывается 150 вулканов, из них около 30 действующих, с периодами извержений от 3—5 до 15—20 лет, на Алеутах и на п-ве Аляска — 32 действующих вулкана, в том числе Катмаи, очень мощное извержение которого произошло в 1912 г.

Исследования, проведенные И. А. Соколовым и В. О. Таргульяном на Камчатке (1964), показали, что в послеледниковое время наблюдалось три периода общего усиления вулканической деятельности, сопровождавшихся интенсивным накоплением аэрального вулканического материала (вулканических пеплов), на обширных пространствах горных склонов и равнин, прилегающих к вулканическим очагам. Об этом свидетельствует наличие в толще рыхлых вулканокластических отложений серии погребенных почв.

Периодическое поступление на поверхность почв свежего пеплового материала приводит к формированию особых типов почв.

В зоне интенсивных пеплопадов, расположенной в непосредственной близости от центров извержения, скорость поступления пеплового материала настолько велика, что зональные черты почвообразования здесь стираются. Почвенный покров прерывистый, на рыхлых отложениях здесь распространены пепловые слоистые почвы.

В зоне умеренных пеплопадов, расположенной дальше от вулканических очагов, где мощность вулканокластических отложений не превышает 1,5 *м*, распространены почвы, названные И. А. Соколовым — «охристыми вулканическими». Они принадлежат семейству гумусово-аллофановых пеплово-вулканических почв. Типичные охристые вулканические почвы на Камчатке образуются под травянистыми березовыми лесами в условиях гумидного климата, с долгой снежной зимой и прохладным сырым летом. Зимой они промерзают на глубину 40—80 *см*, но постоянномерзлого слоя не имеют. Почвы имеют легкий механический состав, низкий объемный вес из-за большой пористости вулканического кластического материала, что обусловливает их хорошую водопроницаемость и глубокое проникновение по профилю подвижных продуктов выветривания и почвообразования.

Профиль охристых вулканических почв включает несколько погребенных почв. Современная почва состоит из грубогумусового гор. A_0 и охристого иллювиального альфегумусового гор. $B_{h\,FeAl}$. Профили погребенных почв включают гумусовый горизонт буро-серого или серо-охристого цвета и иллювиально-метаморфический ярко-охристый, обогащенный проникающими сверху железоорганическими соединениями и освобождающимися при выветривании свободными гидроокислами алюминия, железа и кремнезема, образующими аморфные или слабоокристаллизованные коагели аллофановой природы. В почвах много гумуса, и он глубоко распространяется по профилю за счет наличия погребенных почв и вследствие большой подвижности и глубокого вымывания фуль-

ватов железа. Отношение Сг/Сф в нижних горизонтах составляет 0,3—0,2, при содержании гумуса 5—8%. Емкость поглощения почв 8—15 *мг·экв*, ненасыщенность около 50%.

Охристые вулканические почвы обладают относительно высоким естественным плодородием, но при распашке быстро его утрачивают вследствие ускоренной минерализации гумуса и выноса питательных веществ. Совместное внесение азота, фосфора и калия резко повышает плодородие почв.

По мере удаления от вулканических очагов интенсивность пеплопадов ослабляется, мощность вулканогенных аэральных отложений не превышает 20 *см*. Вся толща наноса вовлечена в современное, активное почвообразование. На пеплах кислого состава в лесной зоне встречаются иллювиально-гумусово-железистые подзолы, но широкого распространения они не имеют. На пеплах среднего и основного состава в лесной зоне образуются подбуры, а в условиях более мягкого и теплого климата предгорий и равнин под парковыми травянистыми березняками и высокотравными лугами слабокислые дерновые почвы, изученные на Камчатке Ю. А. Ливеровским (1959). В древесном ярусе участвуют каменная береза (*Betula Ermanii*) и преснец (*Betula japonica*); в травяном покрове преобладают костер (*Bromus sibiricus*) и шеломанник (*Filipendula kamtshatica*). Ежегодное поступление органических остатков составляет 3—10 *т/га*. При количестве наземного опада 3 *т/га* с опадом листьев каменной березы поступает 168 *кг/га*, а с опадом шеломанника — 273 *кг/га* золы в год. Примерно $^1/_3$ от веса зоны составляет K_2O.

Профиль дерновых почв состоит из дернового гор. $A_д$ мощностью в 5—7 *см* темно-серого или темно-коричневого цвета, гумусово-аккумулятивного гор. A_{ru} мощностью 12—20, иногда 30 *см*, коричневого или серо-коричневого цвета, обычно бесструктурного из-за легкого механического состава, и гор. АС — желтовато-коричневого, постепенно переходящего в темно-палевый горизонт почвообразующей породы.

В верхних горизонтах дерновых почв много гумуса — 14—27%, его содержание с глубиной резко уменьшается и у нижней границы гумусового горизонта составляет 1,0—1,5%. Верхние горизонты имеют высокую емкость поглощения — 20—30 *мг·экв* на 100 *г*, степень ненасыщенности меньше, чем в охристых вулканических, и составляет 25—35%. В составе поглощенных оснований преобладают кальций и магний, но значительную долю (от 8 до 23%) составляет калий и некоторое количество (от 4 до 11%) — натрий. Большое количество калия обусловлено поступлением его при минерализации органических остатков, менее понятно присутствие поглощенного натрия; возможно, здесь сказывается близость океана и повышенное содержание солей натрия в атмосферных осадках. Дерновые почвы слабокислые, и заметного перемещения по профилю полуторных окислов в них не обнаруживается. Максимум

подвижных железа, фосфора и калия приурочен к дерновому и гумусовому горизонтам.

Наряду с типичными дерновыми почвами на равнинах Камчатки под березняками с большей полнотой насаждения и под массивом елово-лиственничных лесов распространены дерново-слабо- и среднеподзолистые почвы. На прибрежных морских и аллювиальных равнинах, особенно вдоль западного побережья Камчатки, большие площади занимают верховые и низинные болота с торфяно-глеевыми и перегнойно-глеевыми почвами.

На Камчатке, где почвенный покров изучен лучше, чем в остальных районах описываемой области, отчетливо видно сочетание макроструктур, обусловленных биоклиматогенными факторами с вулканогенными. Приокеаническое положение полуострова в бореальном поясе обусловливает развитие дернового процесса на равнинах и в предгорьях; с горным рельефом связаны биоклиматогенные горные почвенные зоны: подбуров и иллювиально-гумусовых подзолов лесной зоны (500—700 *м*), торфянистых подбуров зоны кедрового и ольхового стланика (700—1000 *м*) и горно-тундровых маломощных подбуров (выше 1000—1100 *м*), с торфянисто и торфяно-болотными почвами, с горизонтами вечной мерзлоты по понижениям рельефа. Во всех горных зонах и на прилегающих равнинах на биоклиматогенную зональность накладываются зоны пеплово-слоистых и охристых почв, обусловленные различной интенсивностью пеплопадов. На п-ове Аляска, Алеутских островах и на северных островах Курильской дуги зона горных лесов отсутствует. На равнинах распространены высокотравные луга и болота. На Аляске и Алеутских островах высота травяного покрова часто превышает рост человека. В травяном покрове господствует вейник, много тимофеевки, ежи, мятлика, щучки.

Встречаются низкие кустарники: ива, рододендрон, стелющаяся ольха. На поверхности почв, даже в условиях хорошего дренажа, имеется мощный дернисто-торфянистый горизонт. Значительные площади заняты осоковыми и пушициевыми болотами. На Алеутских островах мощность торфянистого горизонта не особенно велика, но на о. Кадиак мощность торфа выше 3 *м*. С повышением абсолютной высоты местности луга сменяются стланиками и горными тундрами.

Северо-Атлантическая почвенная область

Северо-Атлантическая почвенная область занимает крайнюю северо-западную часть континента и острова северной части Атлантики. Она включает приатлантическую горную часть Скандинавии, северную Шотландию, Исландию, Шетландские, Фарерские и Гибридские острова.

По составу и структуре почвенного покрова Северо-Атлантическая почвенная область имеет сходные черты с описанной выше Камчатско-Алеутско-Аляскинской областью.

Подобно последней Северо-Атлантическая область также располагается в приокеанической части бореального сектора и характеризуется умеренно холодным приокеаническим климатом. В этой области непродолжительное прохладное лето, с температурами июля 10—12°, относительно теплая зима, с температурами января около 0° и частыми возвратами положительных температур, большое количество осадков, составляющих 800—1300 *мм* в год. Все это способствует развитию на приморских равнинах северной Скандинавии, Исландии, западной Шотландии и на Шетландских, Гибридских и Фарерских островах субарктических разнотравно-злаковых лугов на дерново-торфянистых субарктических почвах. Подобные почвы в северной Скандинавии и Шотландии описаны М. А. Глазовской, Исландии — И. П. Герасимовым и О. А. Чичаговой. Как и дерновые почвы Камчатки, они имеют грубогумусовый торфянисто-дернистый горизонт $А_д$, ниже которого располагается гумусово-аккумулятивный ($А_{uf}$) и иллювиально-гумусовый ($В_{h\,FeAl}$) горизонты. В составе гумуса, так же, как и в дерновых почвах Камчатки, преобладают в верхних горизонтах, связанные с железом, ульминовые кислоты, а в более глубоких частях профиля, — связанные с железом и алюминием, фульвокислоты. Во всей почвенной толще по сравнению с породой наблюдается накопление полуторных окислов и вынос оснований. Однако гумусовые горизонты относительно обогащены соединениями серы, фосфора, кальция за счет биологического накопления. Почвы имеют слабокислую реакцию, слабо ненасыщены основаниями.

Особенно близки к почвам Камчатки торфянисто-дерновые вулканические почвы Исландии. Здесь имеется 26 действующих вулканов, обогащающих почвы пеплом основного состава. Извержения вулканов сопровождаются бурным таянием ледников, разливами рек и массовым выносом каменного и песчаного материала, который наряду с аэральными вулканическими осадками погребает почвы речных долин и приморских равнин. Поэтому почвы здесь малоразвиты и изобилуют погребенными гумусовыми горизонтами.

Наряду с распространением дерновых и пеплово-вулканических почв сходство почвенного покрова Камчатско-Алеутско-Аляскинской и Северо-Атлантической областей обнаруживается и в широком распространении горных почв и сходных типах структур горной зональности.

В северной островной части области и в северной приатлантической части Скандинавии имеются, так же как и в островной части Камчатско-Алеутско-Аляскинской области, две горные почвенные зоны: дерновых субарктических почв, поднимающаяся до 200—250 *м*, и торфянистых иллювиально-гумусовых горно-тундровых почв, занимающая более высокие части горных склонов и плато.

В средней и южной части Скандинавского нагорья и в горах Шотландии выделяются три почвенные зоны. Нижняя — до 600—700 *м* занята темнохвойными и сосновыми лесами на горных ил-

лювиально-железисто-гумусовых подзолах. Более высокую горную зону образуют травянистые березовые леса и редколесья на карликовых иллювиально-железисто-гумусовых подзолах, с участками торфянисто-дерновых горных почв, аналогичных дерновым субарктическим. На высоте около 900—1000 *м* редколесья и луга сменяются горными тундрами на маломощных торфянистых горно-тундровых почвах, перемежающихся с обширными пространствами болот, занимающих выравненные поверхности нагорий с торфяно-глеевыми и торфяными почвами.

Земледельческое использование почв Северо-Атлантической области ограничено. Основные земледельческие массивы сосредоточены на приморских равнинах южной Норвегии. На севере отдельные очаги земледелия имеются даже за Полярным кругом. Наиболее северная опытная земледельческая станция расположена почти на 70° с. ш. близ Тромсе. Здесь выращивают в открытом грунте корнеплоды и овес. Однако большая часть территории приморских равнин на севере Норвегии используется как улучшенные сеяные пастбища и сенокосы.

ТАЕЖНЫЕ ЛУГОВО-СТЕПНЫЕ ОБЛАСТИ, ЛОКАЛИЗОВАННЫЕ В ПРЕДЕЛАХ БОРЕАЛЬНОГО ТАЕЖНО-ЛЕСНОГО СЕКТОРА

В бореальном таежно-лесном секторе имеются две области, сходные по характеру почвенного покрова и в то же время существенно отличающиеся от всех остальных областей названного сектора: Центрально-Якутская и Центрально-Канадская. Они локализованы во внутренних частях континентов, где климат наиболее суров и сух, почвы находятся в условиях недостаточного атмосферного увлажнения, особенно резко проявляющегося в Центральной Якутии. Вечная или длительная мерзлота, повсеместная карбонатность, а местами и засоленность почвообразующих пород, развитие процессов засоления, осолонцевания и осолодения почв, наряду с современным или недавним развитием мерзлотных деформаций в условиях хвойных лесов или холодных луговых степей и лугов, обусловливают крайнее своеобразие почв и почвенного покрова этих территорий.

Центрально-Якутская почвенная область

Центрально-Якутская область в своей основной части лежит между 60—67° с. ш. Это равнинная территория с высотами от 200—400 *м* в южной части, представленной Лено-Алданским плато, до 50—200 *м* в центральной и северной частях, находящихся в пределах Центрально-Якутской низменности. Область охватывает бассейны Лены, Алдана и Вилюя в их среднем течении. В пределах Центрально-Якутской низменности она представляет собой древнеаллювиальную равнину, поверхность которой сложена мощ-

ными толщами лёссовидных карбонатных суглинков, скованных вечной мерзлотой. Они подстилаются юрскими, меловыми и неогеновыми песчано-глинистыми угленосными и соленосными породами. Соленосные девонские отложения выходят в бассейне Вилюя. Лено-Алданское плато сложено карбонатными и соленосными пестроцветными отложениями нижнего и среднего кембрия и юрскими песчаниками и глинами. Карбонатность, а местами и засоленность осадочных пород, обрамляющих Центрально-Якутскую низменность, предопределила в условиях сухого климата Якутии накопление карбонатов кальция и легкорастворимых солей в древнем аллювии. Повсеместное развитие вечной мерзлоты, наряду с сухостью климата, ограничивает миграцию солей. Они выносятся в местные депрессии, достигают озерных впадин и речных террас, с чем связано формирование в субаэральных условиях осолоделых почв, а в условиях супераквальных — солончаковых и солонцовых.

Климат этой области очень сухой. Среднегодовое количество осадков составляет 130—250 *мм*, с максимумом во второй половине лета. В течение продолжительной холодной зимы, с температурами самого холодного месяца —33 — —45°, выпадает всего лишь 30—50 *мм* осадков, отчего почвы сильно промерзают и медленно оттаивают весной и в первую половину лета. За летний период с температурами самого теплого месяца 15—18,5° суглинистые почвы оттаивают до 150 *см*, а песчаные — до 200 *см* и более. Среднегодовой коэффициент увлажнения составляет 0,45—1,00, за летний период — 0,20—0,45. Особенно сильно иссушены почвы в первую половину лета.

Несмотря на значительную сухость климата, денудационные равнины и преобладающая часть поверхностей аккумулятивной древнеаллювиальной равнины покрыты брусничной и травяно-брусничной лиственничной тайгой. На вырубках и гарях к лиственнице примешивается в значительной степени береза. Существование леса возможно за счет близкого залегания от поверхности вечной мерзлоты и конденсации на холодном экране атмосферной влаги. На вырубках и гарях термический режим нарушается и развиваются термокарстовые явления. Поэтому поверхности равнин, сложенных рыхлыми отложениями, испещрены многочисленными небольшими озерками, часто засоленными и окруженными заболоченными солончаковыми лугами. Многие озера высохли и на их месте остались среди тайги луговые поляны — аласы. На бортах термокарстовых понижений, особенно на южной экспозиции, располагаются участки с лугово-степной растительностью.

На повышенных элементах рельефа, хорошо дренированных и покрытых лиственничной тайгой, распространены два типа почв: палевые мерзлотно-таежные, которые могут быть отнесены к семейству дерновых остаточно-карбонатных почв, и мерзлотно-таежные палевые осолоделые, природа которых и принадлежность к тому или иному семейству не вполне ясны. Как следует из назва-

ния, почвоведы, изучавшие почвы Якутии (Зольников, 1954; Еловская, 1966), связывают их образование с процессами осолодения.

Палевые мерзлотно-таежные почвы так же, как и палевые осолоделые, имеют мелко-полигональную поверхность, с диаметром полигонов в 20—50 *см*, с относительно выпуклой центральной частью, относительно приподнятой на 5—7 *см*. Вся поверхность почв покрыта плотным покровом брусники, толокнянки, зеленых мхов. В небольшом количестве к ним примешиваются овсяница якутская, чина, вика и др.

Палевые мерзлотно-таежные почвы В. Г. Зольников называл «палевыми дерново-лесными». Профиль их состоит из следующих горизонтов: A_0 — лесная подстилка мощностью 1—2 *см*; А — гумусовый, серовато-темно-коричневый, пороховидной структуры, мощностью около 15 *см*, с содержанием гумуса 3—5%, с нейтральной или слабощелочной реакцией, насыщенный основаниями; B_{Fe} — палевый пылевато-суглинистый зернисто-пороховатый, окрашен неравномерно, по трещинам более темный, несколько обогащенный по сравнению с гумусовым окислами железа, мощность его колеблется от 10 до 20—30 *см*; B_{CaCO_3} — карбонатный, но без видимых новообразований карбонатов кальция, рыхлый плитчато-листоватый, неоднородно окрашенный, с коричнево-палевыми и светло-палевыми (сильновскипающими) полосами, мощность горизонта 30—40 *см*. Почвообразующая порода — светло-бурый, а в случае элювия пестроцветных пород пестроокрашенный, суглинок плитчато-листоватого сложения, с глубины 120—150 *см* мерзлый, с тонкими ледяными прослоями, карбонатный, но с меньшим содержанием карбонатов, чем в гор. B_{CaCO_3}. В палевых мерзлотно-таежных почвах наряду с поглощенными кальцием и магнием имеется поглощенный натрий (от 3 до 10% от суммы поглощенных оснований).

Палевые осолоделые мерзлотно-таежные почвы распространены столь же широко на плоских нерасчлененных поверхностях под лиственнично-брусничной тайгой более низкого бонитета. В профиле этих почв, очень резко дифференцированном по цвету и несколько дифференцированном по механическому составу, под горизонтом подстилки или грубого гумуса мощностью в 3—5 *см* выделяется белесый или пепельно-серый, рыхлый, пылевато-легкосуглинистый, элювиальный горизонт, с листоватой, очень непрочной структурой, окрашенный в более темный цвет по морозобойным трещинам.

На глубине 15—20 *см* он сменяется темно-бурым иллювиальным гор. В — суглинистым, с непрочной глыбисто-комковатой структурой, обогащенным по сравнению с элювиальным илистыми частицами, окислами железа и алюминия; мощность его 15—20 *см*, нижняя граница часто неровная вследствие мерзлотных криотурбаций; на глубине около 40 *см* начинается карбонатный иллювиальный горизонт светло-бурый или серовато-белесый от рассеянных новообразований карбонатов; на глубине около 60—80 *см* он

переходит в пылевато-суглинистую светло-бурую почвообразующую породу, сцементированную глубже 100 *см* мерзлотой.

Эти почвы также имеют слабощелочную реакцию, содержат в иллювиальном горизонте до 13—15% поглощенного натрия (от общей суммы поглощенных оснований). При общем невысоком содержании легкорастворимых солей наблюдается их некоторая

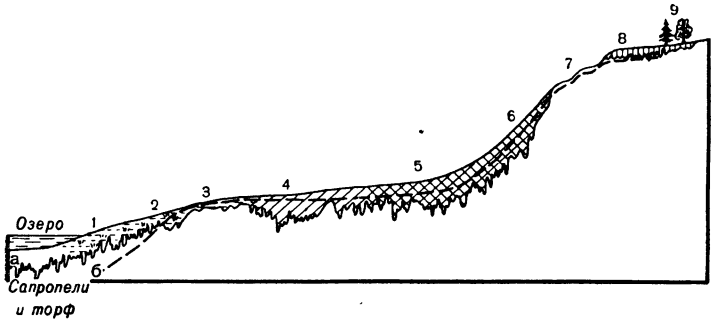


Рис. 35. Схема расположения растительности и почв по профилю в аласе (по В. А. Шелудяковой и др., 1954):

1 — сырой лисохвостно-осоковый луг на лугово-болотных почвах; 2 — солончаковый ячменный луг на лугово-болотных солончаковых почвах; 3 — солончаковый бескильницевый луг, на луговых солончаках; 4 — типчаково-полынная степь на солонцеватых черноземно-луговых почвах с пятнами солончаков; 5 — злаково-разнотравные луго-степи с костром сибирским на черноземно-луговых слабосолонцеватых почвах; 6 — фрагменты ковыльной степи на обнажениях карбонатного суглинка; 7 — заросли волоснеца и эспарцета на обнажениях карбонатного суглинка; 8 — злаково-разнотравная лугостепь на остепняющихся дерново-лесных почвах; 9 — лиственничная тайга на дерново-лесных почвах; а — граница мерзлоты; б — граница вскипания в HCl

концентрация в иллювиальных горизонтах. В составе солей, при общем их содержании 0,1—0,2%, преобладают бикарбонаты натрия. При вырубке лесов и распашке солонцеватость и солончаковатость почв увеличиваются.

Каждая термокарстовая котловина представляет собой область местной аккумуляции легкорастворимых солей; на верхних уровнях древнеаллювиальных равнин преобладает содовое засоление, на более низких террасах р. Лены и ее притоков — хлоридное. Вокруг каждого аласного озера или уже обсохшего аласа наблюдается концентрическое расположение растительности и почв, представляющих последовательные стадии обсыхания водоема, засоления, осолонцевания и остепнения почв. Здесь от центра аласа к периферии сменяются: лугово-болотные почвы, часто на отложениях сапропеля, лугово-солончаковые в комплексе с корковыми солончаковатыми солонцами, луговые солонцеватые в комплексе с солонцами и по окраинам черноземно-луговые и лугово-степные солонцеватые, а местами осолоделые почвы (рис. 35).

Земледельческое использование почв Центральной Якутии ограничено вследствие неблагоприятных климатических условий, а именно короткого вегетационного периода, холода почв вследст-

вие близкой мерзлоты и одновременно большой сухости. При освоении почв террас и аласных понижений возникают проблемы борьбы с вторичным засолением, в особенности содовым. Аласы используются как сенокосные угодья и как пастбища.

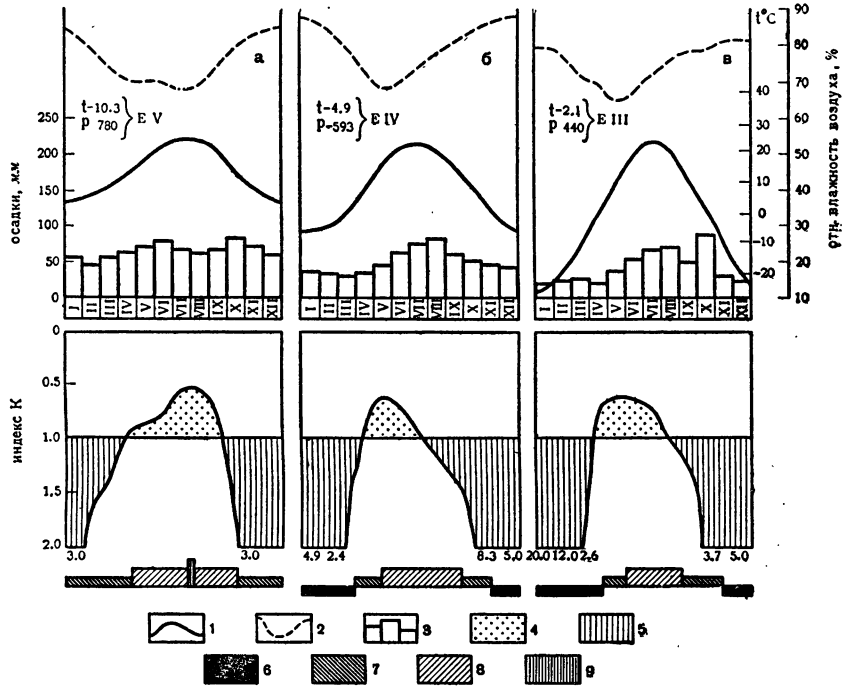


Рис. 36. Гидротермические условия в районах распространения:

а — бурых лесных почв Западной и Восточной Европы; б — дерново-подзолистых почв Восточной Европы; в — Западной Сибири (по В. Р. Волобуеву, 1963); 1 — среднемесячная температура; 2 — отн. влажность воздуха; 3 — среднемесячная сумма осадков; 4 — K<1; 5 — K>1; 6 — температура воздуха ниже 0°C; 7 — от 0 до 10°C; 8 — от 10 до 20°C; 9 — от 20 до 30°C

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СУББОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ СЕКТОРОВ ЕВРАЗИИ (ЭЛЮВИЗЕМНО-ПОДЗОЛИСТЫХ, ПОВЕРХНОСТНО-ГЛЕЕВО-ЭЛЮВИАЛЬНЫХ И БУРОЗЕМНЫХ ПОЧВ)

В пределы Евразии входят частично два суббореальных лесных сектора: Американо-Европейский на западе и Северный притихоокеанский на востоке.

Западный (Американо-Европейский) сектор охватывает равнины и горы центральной части Западной Европы и южную часть таежной зоны (подзону хвойно-широколиственных лесов) Русской равнины. Восточной границей сектора служит Урал. Южная граница сектора в приатлантической части проходит на 42—45° с. ш., на Русской равнине она смещается на 55° с. ш.

Восточный (северный притихоокеанский) сектор, образующий «мост» между суббореальными лесными областями Азии и Северной Америки, охватывает южный Сихоте-Алинь, горные территории Северного Китая, Кореи, Командорские острова, о. Хоккайдо и часть о. Хонсю.

АМЕРИКАНО-ЕВРОПЕЙСКИЙ СУББОРЕАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ СЕКТОР ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ

Сектор находится в зоне с достаточным и равномерным среднегодовым коэффициентом увлажнения 1,00—1,5. Ни в одном месяце года он не опускается ниже 0,6. Вдоль побережий океана, как в американской, так и в европейской частях сектора, располагаются избыточно-влажные зоны, где коэффициент увлажнения превышает 1,5 и среднегодовое количество осадков более 1000 *мм* (рис. 36).

Обильное и равномерное увлажнение обеспечивает промывной режим субаэральных почв сектора.

Продолжительность безморозного периода — от 120 до 240 дней в году. Зимы в приокеанических частях сектора мягкие, с частыми оттепелями, почвы почти не промерзают; в континентальных частях зимы более суровы, снеговой покров постоянен и почвы периодически находятся в мерзлом состоянии. Значительно однообразнее термические условия летнего периода: средняя температура июля 16—20°, что наряду с достаточным увлажнением обеспечивает высокую биологическую продуктивность лесной растительности и активную микробиологическую деятельность в почвах. Ежегодный опад — от 90 до 130 *ц/га* в год превышает поступление опада в бореальном таежно-лесном секторе в 1,5—2,0 раза. Однако вследствие большей скорости гумификации отношение подстилки к опаду здесь колеблется в пределах 3—7 против 15—20 в бореальном секторе. Горизонт подстилки и грубого гумуса выражен слабо или отсутствует, преобладает «мягкий» гумус муллевого типа, ульматно-фульватного состава.

Теплое и влажное лето, с высокой биохимической активностью почв,— это период, в течение которого идут биохимическое выветривание первичных минералов и образование вторичных глинных минералов преимущественно иллит-монтмориллонитового состава и процесс сиаллитного оглинивания почв.

Лишь американская часть сектора вся покрывалась ледником последнего висконсинского оледенения. В Западной и Восточной Европе ледники последнего вюрмского (валдайского) оледенения частично покрывали рассматриваемую территорию. Большая площадь покрывалась ледником рисского (днепровского) оледенения, а наиболее южная приатлантическая часть Западной Европы находилась вне оледенения. Таким образом, на значительной части сектора формирование почв началось раньше, чем в бореальном секторе, что наряду с большей скоростью процессов привело к

образованию более мощных почвенных профилей, с более глубоко преобразованной минеральной частью. На породах основного состава и богатых основаниями наносах, в частности на карбонатных моренах и покровных суглинках, образуются буроземы — оглиненные почвы со слабодифференцированным по механическому составу и по содержанию минеральных компонентов профилем.

На более бедных породах оглинивание сопровождается развитием процессов оподзоливания. На песках, так же как и в бореальном секторе, распространены железистые и железисто-гумусовые подзолы. На породах суглинистого состава — элювиземно-подзолистые, а в условиях возможного периодического застоя поверхностных вод — поверхностно-глеево-элювиальные (псевдоподзолистые, или псевдоглеевые) почвы. Элювиземно-подзолистые почвы представлены несколькими подтипами, а возможно и типами: серо-бурыми оподзоленными (grey brown podzolic) почвами или почвами лёссиве (lessive) в приокеанических частях сектора и дерново-подзолистыми почвами в более континентальных его частях.

В областях развития известняков широко распространены дерново-карбонатные почвы, или рендзины. На лёссовидных карбонатных суглинках встречаются черноземовидные почвы. Значительные площади равнин в пределах сектора издавна распаханы и интенсивно используются, поэтому здесь широко распространены почвы, в той или иной степени измененные длительной культурой.

По типам макроструктуры почвенного покрова в европейской части сектора выделяются три почвенные области:

а) равнинные почвенные области, с преобладанием неупорядоченных литогенных макроструктур, связанных с комплексами ледниковых, флювиогляциальных озерных и элювиально-делювиальных отложений: Приатлантическая европейская и Восточно-европейская лесные;

б) горная почвенная область, с горнозональной макроструктурой, осложненной неупорядоченными литогенными: Герцинско-Альпийская.

Приатлантическая европейская лесная почвенная область

Между 45—55° с. ш. область охватывает низменные равнины восточной Прибалтики, Великопольскую и Северо-Германскую низменности, южную часть Швеции, Ютландию, Британские о-ва, а также пластовые и пластово-ступенчатые равнины герцинской Европы.

Северная часть этой территории в четвертичное время неоднократно подвергалась оледенениям. Первое рисское оледенение распространялось до 50° с. ш., среднечетвертичное (варта) захватывало более половины площади области, верхнечетвертичные (бранденбург, вюрм I и померанская, вюрм II) распространялись на северную часть Германо-Польской равнины и восточную

половину Ютландии, еще более поздняя стадия (готигляциал) охватила лишь острова и южную Швецию.

В результате неоднократных оледенений на поверхности низменных равнин накопились мощные толщи донных и конечных морен. Флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения выполняют заложенные в доледниковое время «пра-долины».

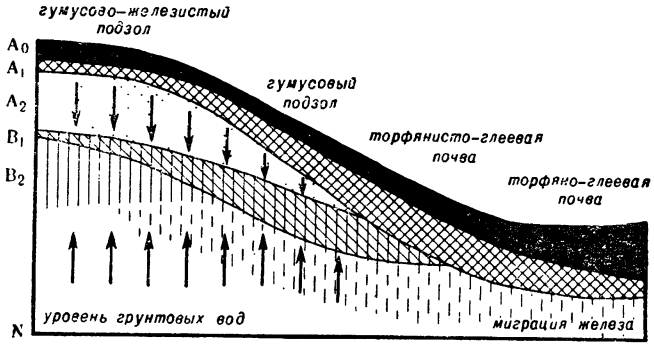


Рис. 37. Почвенная катена на склоне песчаного холма при близком стоянии грунтовых вод в ландах в Гасконии (по Дюшофуру, 1948)

К югу от границ максимального оледенения вдоль подножий Карпат, гор Герцинской Европы и Арденн тянется полоса лёссов и лёссовидных суглинков.

На равнинах Франции, не покрывавшихся ледником, почвы образовались на элювио-делювиях разнообразных осадочных пород мела, юры и палеогена — песчаниках, сланцах и известняках. С последними связаны массивы дерново-карбонатных почв, или рендзин.

Однако большую часть территории равнин Франции занимают кислые выщелоченные (лёссивированные) и оподзоленные бурые лесные почвы, сменяющиеся на песчаных массивах иллювиально-железистыми подзолами; последние занимают особенно большие площади в ландах низовий р. Гаронны (рис. 37).

В северной части области, лежащей в пределах территорий четвертичных оледенений, характер почвенного покрова изменяется в направлении с ю.-з. на с.-в., что вызвано некоторыми различиями форм рельефа и составом рыхлых отложений. Как уже упоминалось, северо-восточная часть равнины была покрыта ледником последнего оледенения. Южная и юго-западная части Германо-Польской равнины последним ледником не покрывались, следы древней ледниковой деятельности здесь стерты новейшей эрозией и аккумуляцией флювиогляциальных песчаных и песчано-галечниковых отложений. Местами пески перевеяны и образуют дюны. Но чаще,

при близком залегании глин и слабом дренаже в условиях очень влажного климата, песчаные равнины заняты обширными массивами торфяно-болотных почв, с очень мощными горизонтами торфа. Подобные заболоченные песчаные равнины называются «геестами». Здесь встречаются как верховые сфагновые болота, так и низинные тростниково-осоковые болота с ольхой, образовавшиеся на месте зарастающих озер. На более дренированных участках песчаных равнин развиты железистые подзолы вересковых пустошей, с резко выраженной языковатостью профиля. Сырые верещатники занимают окраины болот и заняты сильно оторфованными иллювиально-гумусовыми мощными подзолами. Геесты и вересковые пустоши — в естественном состоянии бесплодные земли — в результате длительной культуры осушки, выжигания торфа, внесения удобрений, раскорчевки кустарников местами превращены в луга и пашни.

При окультуривании земель с поверхности почв первоначально снимается мощный сухоторфянистый горизонт, с трудом поддающийся в естественном состоянии гумификации. Торф используется в качестве подстилок в стойлах и обогащается таким образом соединениями азота. Многократное внесение подобного органического компоста способствует развитию микрофлоры и процессам гумификации. На поверхности железистых подзолов создается органический гумусированный горизонт мощностью до 1 *м*. Подобные искусственные почвы «Plaggenböden» широко используются в земледелии.

Низменные морские побережья Северного моря заняты «маршами» — приморскими солончаковатыми болотами и лугами. Устройство плотин, дамб и дренажных систем позволило отвоевать значительные участки морского дна — «польдеры», используемые под луга, пашни и пастбища. Ширина этой приморской низменной равнины 30—40 *км* и расширяется в устьях рек. Особенно большие площади польдеров имеются в Нидерландах.

Вдоль побережья Балтийского моря рельеф иной. Здесь тянутся прибрежные дюны, в большей части поросшие сосновым лесом. Наиболее молодые дюны заняты почвами, не имеющими признаков оподзоленности. На более древних дюнах подзолообразование проявляется довольно четко. Обычно это средне- или сильноподзолистые почвы с горизонтом грубого гумуса, с отчетливо выраженным подзолистым и сильно развитым мощным ортштейновым горизонтами. Полоса песчаных подзолистых почв шириной 30—40 *км* тянется вдоль морских побережий. Далее начинается типичный для восточных частей низменности холмистый моренный ландшафт, с очень сложными сочетаниями различных ледниковых наносов и форм рельефа. Здесь чередуются районы конечных и донных морен, флювиогляциальных отложений.

Почвы этой части области значительно плодороднее, чем западной половины низменности, что связано, во-первых, с несколько большей сухостью климата, отчего уменьшается интенсивность

процессов оподзоливания и выщелачивания; во-вторых, почвообразующие породы здесь более молодые, менее выветрелые. Кроме того, здесь широко распространены карбонатные морены и карбонатные лёссовидные покровные суглинки. Степень выщелоченности от карбонатов увеличивается с севера на юг, с увеличением возраста ледниковых и перигляциальных отложений.

Почвенный покров восточной части Германо-Польской равнины очень пестрый. Примерно половина площади занята песчаными и супесчаными флювиогляциальными, местами перевеянными песками, к которым приурочены сосновые и сосново-широколиственные леса. На песках, богатых первичными минералами (полевыми шпатами, слюдами и др.), распространены слегка оглиненные в верхней части профиля кислые бурые лесные почвы легкого механического состава, отличающиеся от буротаежных почв (или подбуров) Северо-Скандинавской провинции слабым развитием или отсутствием грубогумусового горизонта, наличием хотя и маломощного, но гумусово-аккумулятивного горизонта и заметным оглинением верхней части профиля. Все эти свойства — результат более мягкого, чем в Фенноскандии, климата и, следовательно, большей скорости гумификации и внутрипочвенного выветривания. В ГДР эти почвы рассматривают как песчаные бурые лесные почвы (Lieberoht, 1967), по наблюдениям в Польше И. П. Герасимов (1960) назвал их буропесками.

Сортировка песчаного материала в пределах зандровых равнин сопровождалась сортировкой их по минералогическому составу: непосредственно перед грядами конечных морен откладывался материал средней крупности, обогащенный разнообразными первичными минералами. По мере удаления от края морен откладывались более тонкие пески, преимущественно кварцевого состава. С ними связано распространение кислых оподзоленных песчаных буроземов, переходящих местами в железистые подзолистые почвы.

Моренные равнины на большей части территории имеют на поверхности маломощный (30—50 *см*) покров пылеватого лёссовидного суглинка или супеси более легкого механического состава, чем подстилающие моренные суглинки и глины. Особенно широко распространены подобные двучленные наносы на Велико-Польской равнине. С ними связано распространение почв, весьма схожих с дерново-подзолистыми почвами южной части лесной зоны Восточно-Европейской равнины, также образовавшихся на двучленных наносах и переживших в период калининской (вюрм I) и осташковской (вюрм II) стадий оледенения перигляциальный режим. Эти почвы имеют сложный профиль, свидетельствующий о том, что до отложения покровных суглинков поверхность моренных равнин была испещрена системой морозобойных трещин, имела полигональный характер. Исследования геологов и палеогеографов на Русской равнине показали широкое распространение в перигляциальной зоне ныне погребенных полигональных форм. При отло-

жении покровных суглинков (водным или эоловым путем) и вытаивании жильного льда трещины частично заполнились проникавшим сверху пылеватым материалом и были водопроводящими каналами для почвенных растворов, а более тяжелый моренный материал — водоупором. Застой поверхностной влаги в трещинах и на контакте покровного суглинка и морены вызвал явления контактного оглеения: перехода соединений железа в закисные формы и их вымывания и частичной сегрегации при периодическом просыхании. В результате в глубине почвенного профиля на контакте покровных суглинков и глин образовался отбеленный горизонт. Как показали исследования И. С. Кауричева и др. (1959) в СССР, Конинка Херbиллона и Тавернира в Бельгии (Coninck, Herbillon, Tavernier, 1959), явления контактного оглеения в условиях застоя кислых растворов сопровождаются разрушением минеральной части почвы, появлением больших количеств подвижного алюминия и кремнезема и частичным выносом их в нижележащие горизонты.

Таким образом, этот горизонт можно рассматривать не только как контактно-глеевый, но и как глеево-элювиальный, с явлениями оподзоливания.

В маломощной толще покровного суглинка, выше глеево-элювиального горизонта, сформировался под пологом хвойно-широколиственных лесов, некогда сплошь покрывавших равнины, маломощный гумусовый гор. A_{fu} (10—15 *см*), сменяющийся в нижней части столь же маломощным (10—12 *см*) палевым гор. Bh_{Fe} с малым содержанием гумуса и с несколько повышенным по сравнению с гор. А содержанием подвижного железа. Формирование этого палевого горизонта объясняют различными причинами. Западноевропейские почвоведы склонны считать его иллювиальным горизонтом, связанным с начальными стадиями поверхностного (пока скрытого) оподзоливания; советские почвоведы (Н. А. Ногина, Е. Н. Иванова) рассматривают этот горизонт как результат слабовыраженного буроземного процесса. И. П. Герасимов связывает все свойства верхней части профиля с восстановительно-окислительными явлениями.

На почвенной карте Атласа мира эти почвы показаны как дерновые палево-подзолистые; польские почвоведы называли их до сего времени «подзолистыми», немецкие выделяли их в особый тип «Fahlerde», а французские называли их sols lessives podzoliques. И. П. Герасимов называет их «псевдоподзолистыми почвами». В легенде Мировой почвенной карты ФАО — ЮНЕСКО эти почвы названы «glossysols» — языковатыми почвами, или «podzoluvisols» — лессивированными подзолистыми. Мы их относим к семейству элювиземно-подзолистых почв, т. е. почв, в которых совмещаются процессы оподзоливания и иллимеризации.

Подобные почвы формируются не только на двучленных наносах, но и на однородных более мощных отложениях — покровных лёссовидных суглинках, но как образования вторичные, как самая

лоздняя стадия деградации сильно лёссивированных почв, с резко дифференцированным по механическому составу профилем.

На равнинах Западной Европы можно встретить весь ряд последовательной деградации бурых лесных почв.

Ареалы бурых лесных слабокислых почв связаны с распространением карбонатной морены или карбонатных лёссовидных суглинков. Хотя карбонаты из почвенного профиля выщелочены, но их неглубокое залегание и возврат оснований, и в том числе кальция с опадом широколиственных пород, поддерживает в этих почвах высокую степень насыщенности основаниями (70—80%) и слабо кислую реакцию. Для них характерны гумусовый гор. А мощностью 20—25 *см*, оглиненный метаморфический гор. Bm_{sial}, переходящий на глубине около 100 *см* в почвообразующую породу. Подобные почвы распространены под широколиственными и хвойно-широколиственными лесами в южной Швеции, Дании, северной части ГДР, большие площади они занимают и на равнинах центральной и южной Англии.

По мере увеличения возраста поверхностей (на более древних ледниковых равнинах) или на менее богатых основаниями породах типичные бурые лесные почвы сменяются бурыми выщелоченными (иллимеризованными или лёссивированными). Это Parabraunerde по определению немецких почвоведов, или sols brunes lessives — французских и бельгийских, luvisols — в легенде Почвенной карты Мира ФАО — ЮНЕСКО. Их профиль состоит из горизонтов: Al — гумусового, лёссивированного (обезыленного), B_t — иллювиального горизонта, обогащенного не только образовавшимся на месте, но и вмытым сверху илом, и горизонта C_{sial} — уже бескарбонатной почвообразующей породы.

В равнинных условиях дифференциация профиля и наличие водоупорного гор. B_t сопровождаются контактным оглеением и развитием глеево-элювиального процесса.

На плоских равнинах, где отток поверхностной влаги затруднен, поверхностно-глеевый процесс захватывает не только зону контакта, но распространяется на всю верхнюю часть профиля и оглиненный горизонт; последний делается пестрым, мраморовидным. Эти почвы были первоначально названы «псевдоглеями» (Kubiena, 1953; Mückenhausen, 1959). Почвоведы ГДР называют подобные почвы «Staugley» (застойно-глеевыми). И. П. Герасимов называет их «оглеенными псевдоподзолами», мы относим их к семейству поверхностно-глеево-элювиальных почв. Профиль этих почв состоит из горизонтов A_0, A_g, Eg (B_{tg}), B_t, C.

Процессы поверхностного оглеения особенно усиливаются в летний теплый и влажный период.

Поверхностно-глеевые почвы встречаются значительными массивами в пределах Германо-Польской равнины, но особенно широко они распространены во влажном атлантическом климате на равнинах Ирландии и Англии. Использование их требует поверхностного дренажа. На юге Германо-Польской равнины у подножия

Карпат, Судетов и Среднегерманских герцинских массивов тянется лёссовая полоса, или зона «бёрде». Ширина ее невелика, от 15 до 70 *км*. Мощность лёссового покрова также весьма изменчива. Местами он почти исчезает или утоняется или заменяется лёссовидными образованиями (рис. 38).

По пониженным рельефам или по долинам и горным впадинам лёссовидные отложения тянутся далеко на юг. Климатические условия в пределах этой полосы не постоянны, а изменяются с запада на восток. Количество осадков в этом направлении уменьшается, а континентальность климата увеличивается. В тени гор Гарца, Судет количество осадков заметно падает. Если на наветренных склонах осадки составляют 800 *мм*, то на склонах, обращенных к востоку,— 600—500 *мм*.

Главный тип почв лёссовой полосы — бурые лесные и бурые лесные выщелоченные (лёссивированные) почвы. Местами, преимущественно в дождевой тени, у восточных подножий горных массивов, в котловинах, защищенных с запада возвышенностями, встречаются почвы, которые названы «черноземами», но справедливее было бы их назвать «черноземовидными», или «перегнойно-карбонатными» почвами. В частности, черноземовидные почвы с карбонатным горизонтом встречаются в районе Пиретца. К ним приурочены посевы пшеницы как к наиболее плодородным почвам. По-видимому, они представляют собой бывшие луговые почвы и образовались при осушении лугов, которые увлажнялись жесткими водами.

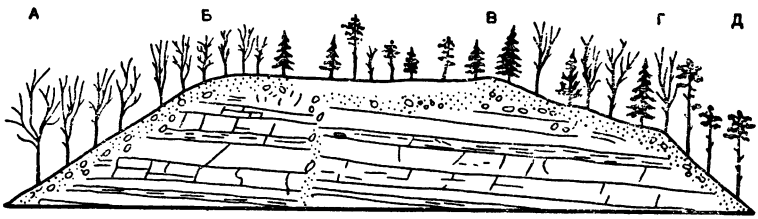


Рис. 38. Схематический профиль распределения растительности и почв в Средне-Германских горах на пестроцветных песчаниках.

А — Б: покатый склон с обломками песчаников и маломощным остаточным лёссовым покровом; дубово-буковые леса со скелетными буроземами, часто слабосформированными. Б — В: слабовогнутое плато; разреженные, плохо растущие хвойные леса; остаточный лёссовый покров средней мощности, обильные осадки; переменно-влажные стагноглеи с застойным увлажнением («сыворотковые» почвы). В—Г: пологий склон; лёссовый покров средней мощности; хорошо растущие леса, буроземы с промывным водным режимом Г — Д: крутой склон; лёссовый покров отсутствует, хвойные леса, подзолы (бедные основаниями материнские породы)

Черноземы имеются у г. Магдебурга в дождевой тени гор Гарц и в Силезии. Черноземы этих областей так же, как и «пиретцские пшеничные земли» имеют не степное, а луговое происхождение. Они располагаются в речных долинах, котловинах, которые ранее

были заболочены, увлажнялись жесткими карбонатными водами, а затем при углублении речной сети оказались в более сухих условиях.

Черноземовидные луговые почвы и черноземы почти нацело распаханы и используются для наиболее требовательных культур. Бурые лесные, бурые лесные лёссивированные и оподзоленные почвы также издавна и широко используются в сельском хозяйстве. Около 50% площади равнин распахано. Почвы интенсивно удобряются и существенно изменили первоначальный облик и уровень плодородия. На старопахотных землях сформировался гораздо более мощный, чем под первоначальной лесной растительностью, гумусовый горизонт: система дренажа и глубокая пахота привели к осушению значительных пространств поверхностно-глеевых и болотных почв.

Особенно широко применяются системы осушки болот и окультуривания торфяно-глеевых и торфяных почв в Польше и ГДР.

Окультуренные бурые и бурые лёссивированные почвы Западной Европы в условиях внесения большого количества удобрений дают очень высокие урожаи зерновых культур.

Однако в некоторых случаях вмешательство человека ухудшает почвы. Ряд западноевропейских почвоведов (Duchaufour, Hanssen, Laatch и др.) отмечают отрицательное воздействие на лесные почвы систематического сбора лиственного опада (на подстилки скоту) и сучьев. В условиях влажного приатлантического климата искусственное нарушение биологического кругооборота сопровождается деградацией бурых лесных почв и их оподзоливанием. Подобное же воздействие оказывает вырубка лесов и замещение во влажных приатлантических областях лесной растительности верещатниками. Существенно изменяется биологический кругооборот при замене древостоя естественных широколиственных лесов с опадом, богатым основаниями, искусственными посадками сосны, подставляющей меньше органических остатков, со значительно меньшей зольностью. В верхней части профиля бурых лёссивированных почв формируется профиль поверхностного иллювиально-железистого подзола.

Герцинско-Альпийская почвенная область

Для этой области характерны горнозональные макроструктуры, осложненные литогенными.

Герцинская горная страна — это сильно сглаженные эрозией низкие и средневысотные горы с абс. в. от 400—600 до 1000 *м*.

Климат долин и водоразделов существенно различен. На водоразделах холодно и сыро, много лесов и болот. В долинах климат суше, континентальнее, здесь встречаются часто степи.

Материнскими породами для почв этой области служат продукты выветривания различных палеозойских и главным образом кристаллических пород, очень разнообразных по литологическому составу, что обусловливает пестроту почвенного покрова.

Подножия гор лежат в зоне широколиственных дубовых, буковых и дубово-грабово-буковых лесов, на бурых лесных и бурых лесных лёссивированных почвах. Выше 400—500 *м* характер растительности несколько меняется, особенно на западных наветренных склонах гор; появляются хвойные леса на горных кислых бурых лесных, местами оподзоленных почвах, часто прерывающиеся скелетными или маломощными разновидностями.

Особую разновидность почв в Среднегерманской горной стране представляют почвы на основных вулканических породах: диабазах, туфах. Немецкие почвоведы их называют «эрубазбоден» (Erubasböden). Обычно они имеют очень темный цвет, довольно сильно гумусированы. Отличаются высоким плодородием и очень интенсивно используются в земледелии.

Широко распространены в пределах этой территории перегнойно-карбонатные почвы, или рендзины, связанные с продуктами выветривания известняков.

Располагающийся южнее и западнее Швабско-Франконский массив характеризуется большей кислотностью почв из-за бедности основаниями триасовых песчаников, выходящих по его окраинам. Почвы этой области относятся к кислым бурым лесным неоподзоленным; в котловинах встречаются перегнойно-карбонатные почвы и выщелоченные черноземы.

К югу от Швабско-Франконского бассейна, у подножия Альп располагается наклонное предальпийское плато, лежащее на высоте около 400 *м*; оно наклонено к Дунаю и заключено между Альпами на юге и известковым плато Швабско-Франконского бассейна на севере. Это плато покрыто мощными моренными отложениями и флювиогляциальными наносами.

Климат здесь более континентален, температуры января обычно отрицательные —3, —5°, температуры июля 17—18°. Довольно много осадков — 700—800 *мм*.

Сравнительно холодные и влажные условия и высокое положение способствуют развитию хвойных лесов и торфяных болот.

В составе почвенного покрова преобладают подзолистые почвы или очень сильно оподзоленные бурые лесные. По долинам рек здесь протягиваются широкие полосы лугов.

Ближе к Дунаю, по мере снижения высоты плато, в почвенном покрове преобладают элювиально-поверхностно-глеевые почвы (псевдоглеи).

Несколько юго-восточнее Предальпийского плато в пределах Чешско-Моравской возвышенности характер почвенного покрова значительно отличается от только что описанного. Здесь снова появляются невысокие изолированные горные массивы: Богемский лес, Судеты, Моравские высоты, разделенные котловинами или межгорными долинами. Благодаря изолирующему действию горных массивов климат здесь континентальнее и суше, количество осадков — до 500 *мм* в котловинах, на горах — до 1000 *мм*.

Еще в доисторические времена в Чехии имелись степи, пло-

щадь которых в настоящее время значительно увеличилась в результате деятельности человека. Низкие части котловин в пределах Чехословакии до высоты примерно 250 *м* заняты черноземами. Они встречаются вокруг Праги по рекам Эгеру, Эльбе, в Моравской низменности.

На несколько больших высотах от 250 до 500 *м* располагаются широколиственные леса, в значительной мере сейчас уничтоженные вырубкой, на кислых бурых лесных почвах. На высоте от 500 до 750 *м* господствуют подзолистые почвы под хвойными или смешанными лесами. Подзолистые почвы на высотах 750 *м* сменяются скелетными маломощными, чередующимися с горными субальпийскими, сильно оторфованными почвами. С высоты 1400 *м* леса исчезают и выше располагаются альпийские горно-луговые почвы.

Вертикальная поясность в Альпах близка к описанной выше и выражена весьма отчетливо, но границы зон и степень их выраженности не постоянны на всем протяжении этой горной страны.

Окраинные части Альп значительно влажнее, чем центральные. Очень сильно отличается климат северных и южных склонов. Северные, особенно северо-западные, склоны обращены к влажным ветрам, а южные и юго-западные — более сухи. В связи с этим и границы почвенных и растительных зон в Альпах смещаются, так же как смещается и граница снеговой линии: во внутренних частях гор граница снегов лежит на 300—500 *м* выше, чем в окраинных зонах. В северных Альпах снеговая граница проходит на 2400 *м*, а в центре — на 2900—3200 *м*.

Если взять какой-либо участок Альп, то последовательная смена почвенных поясов будет такова: подножия гор лежат в зоне широколиственных лесов, под которыми развиваются кислые бурые лесные почвы. Кислые бурые лесные почвы поднимаются на севере до высоты 600—700 *м*, на юге до 800—900 *м*. Выше идет зона хвойных лесов на горно-подзолистых почвах. Их высотные пределы на севере — 1400 *м*, на юге — 2300 *м*. Выше идет пояс субальпийских и альпийских лугов на горно-луговых почвах.

Правильность этой вертикальной смены почв сильно нарушена местами за счет широкого распространения известняков, на которых развиваются перегнойно-карбонатные почвы, или рендзины.

Восточно-Европейская лесная почвенная область

Область охватывает зону дерново-подзолистых почв Восточно-Европейской равнины. Она вытянута в направлении с ю.-з. на с.-в. На большей части области климат умеренно континентальный, с годовым количеством осадков 500—600 *мм* и летним их максимумом; летние осадки превышают зимние в 1,5—2,0 раза. Среднегодовой коэффициент увлажнения составляет 1,0—1,3. Температуры наиболее теплого месяца на всем протяжении области изменяются слабо и составляют 17,5—19,5°. Температуры и продолжительность зимнего периода менее постоянны. Наиболее мягкие зимы свой-

ственны юго-западной части области, продолжительность безморозного периода здесь составляет 145—155 дней; на северо-востоке зимы холоднее, безморозный период длится 110—130 дней. На всем протяжении области сохраняется промывной режим почв. Немного более короткий теплый период по сравнению с Приатлантической европейской почвенной областью, ежегодное промерзание почв и отсутствие периода зимнего почвообразования проявляются в несколько лучшей консервации гумуса по сравнению с западноевропейскими бурыми и лёссивированными почвами и формировании, хотя и маломощного (12—15 *см*), но отчетливо выраженного гумусового горизонта ульматно-фульватного состава, содержащего небольшое количество (1,5—5,0% от общего количества гумуса) гуматов кальция. Содержание гуматов кальция особенно увеличивается в почвах, образовавшихся на карбонатных наносах, в них наиболее сильно выражено и гумусонакопление.

Оглинивание почв, наоборот, в Восточно-Европейской почвенной области выражено слабее, чем в Приатлантической, что особенно хорошо видно на полимиктовых песчаных наносах: в Западной Европе на подобных песках идет образование буроземов, с накоплением в пределах профиля илистой фракции; в Восточно-Европейской области этот процесс выражен слабее, главным образом он проявляется в западной половине области. В восточной части области образование буроземов (кислых неоподзоленных почв) связано преимущественно с горными условиями; эти почвы распространены на Урале на элювио-делювии массивных пород, преимущественно среднего и основного состава.

За исключением входящей в область части Уральского хребта, рельеф области равнинный. Она лежит в пределах Русской платформы, сложенной осадочными породами палеозоя и мезозоя. На западе они представлены песчаниками, доломитами, известняками девона и карбона, в центральной части области — Московской синеклизе — песчано-глинистыми толщами юры и мела, в восточной части — в пределах Уральской антеклизы — песчаниками, сланцами, пестроцветными глинами, мергелями и известняками пермского возраста.

Древние осадочные породы платформы почти повсеместно скрыты под плащом рыхлых четвертичных отложений. Последние представлены моренами московского, днепровского и местами наиболее древнего окского оледенений. В сложении морены участвуют как кристаллические породы Скандинавского щита, так и продукты разрушения разнообразных осадочных пород: сланцев, песчаников, доломитов, известняков, по которым двигался ледник. Участие продуктов разрушения девонских и пермских красноцветных отложений в составе морены сообщает последней красный или красно-бурый цвет, который наследуется и почвами в нижних, наименее измененных почвообразованием горизонтах. Участие в сложении морены юрских глауконитовых глин придает морене зеленый цвет, очень тяжелый механический состав и благодаря при-

сутствию в глинах пирита и окислению последнего сильнокислую реакцию почвообразующих пород.

В случае захвата ледником карбонатных пород, известняков и доломитов морены и весь комплекс связанных с ледником отложений — озерные глины, флювиогляциальные и особенно камовые пески — также карбонатны.

На значительных пространствах отложения донной морены не выходят на поверхность, они скрыты под маломощными покровными отложениями. На слабо затронутых эрозией водораздельных участках распространены покровные пылеватые суглинки, часто карбонатные. Их мощность 2,5—3,0 *м* и меньше, в нижних частях пологих склонов она растет за счет делювиального переотложения.

Относительно пониженные озерно-ледниковые равнины, сложенные в основании размытой мореной, перекрыты отложениями песков и супесей небольшой мощности. Местами мощность наноса составляет всего лишь 30—40 *см* и почвенный профиль сформирован в двучленной толще. Особенно широко распространены почвы на подобных двучленных наносах в западной и северо-западной частях области, находящихся наиболее близко к границам последнего, валдайского оледенения.

В пределах области имеется ряд обширных заболоченных низменностей — зандровых равнин, или, как их называют, «полесий», с обширными массивами флювиогляциальных и аллювиальных песков и небольшими относительно приподнятыми островами с выходами морены, покрытой лёссовидными карбонатными суглинками. Подобные острова носят название «ополий».

Макроструктуры почвенного покрова области относятся к типу литогенных, слабоупорядоченных, связанных с комплексами ледниковых, флювиогляциальных и аллювиальных отложений.

В зависимости от состава почвообразующих пород и почв изменяется и растительный покров: господствующие на суглинистых моренных и покровных отложениях смешанные хвойно-широколиственные мохово-травяные леса сменяются на карбонатных лёссовидных суглинках ополий широколиственными, преимущественно дубовыми лесами; песчаные равнины заняты сосняками, низинными и переходными болотами.

Возвышенные равнины, с покровом бескарбонатных пылеватых суглинков, преобладащие в северной половине области, заняты дерново-подзолистыми почвами различной степени оподзоленности. Профиль дерново-подзолистых почв состоит из горизонтов: A_0 — маломощного, представленного лесной подстилкой; A_{uf} — гумусового, светло-серого или буровато-серого мощностью 12—15 *см*, с ровной и четкой нижней границей; E_p — элювиального, обезыленного и оподзоленного, палево-серого или белесого цвета, тонкоплитчатого или листоватого мощностью от нескольких сантиметров до 15—25 *см*. С глубиной цвет горизонта становится более белесым, нижняя граница его четкая, но очень неровная. Он заходит в нижележащий горизонт отдельными белесыми языками,

проникающими до глубины 60—80 *см*; $B_{t_{Fe}}$ — иллювиального, заиленного и обогащенного окислами железа, существенно разрушенного в верхней языковатой части профиля (в горизонте B_tE). Цвет этого горизонта бурый, структура в верхней части плитчатая, с белесой присыпкой на верхней и илистыми коломорфными пленками на нижней поверхности плиток и по стенкам пор и трещин. С глубиной структурные отдельности укрупняются и становятся призматическими. Призматические отдельности с коломорфными коллоидными бурыми пленками по граням отдельностей хорошо выражены до глубины 2,5—2,8 *м* — это нижняя граница иллювиального горизонта. В самой нижней части иллювиального горизонта изменяется цвет коломорфных пленок, они приобретают темно-бурую окраску; заметно обогащены органическим веществом, связанным с Fe_2O_3 и Al_2O_3. Очевидно, что в этих почвах наряду с выносом илистых частиц (лёссиважем, или иллимеризацией) и выносом гидратов окислов железа наблюдается глубокое иллювиирование по водопроницаемым участкам — трещинам и порам, наиболее подвижных органо-минеральных коллоидальных комплексов.

Мощный профиль дерново-подзолистых почв и его сложное строение связаны с более продолжительной, чем в бореальном секторе, историей образования почв: в границах валдайского оледенения мощность профиля подзолистых суглинистых почв составляет около 1,5 *м*. Дерново-подзолистые почвы образуют сочетания по рельефу с дерново-подзолистыми глеево-элювиальными; последние занимают несколько пониженные участки, нижние части склонов моренных холмов, куда стекает и где может застаиваться поверхностная влага. Горизонт Bt_{Fe} служит водоупором и на границе горизонтов E_p и B_t периодически развиваются восстановительные явления, что усиливает разложение минеральной части почвы и увеличивает подвижность органо-железистых комплексов, а также и подвижность закисных минеральных соединений железа. В этих условиях мощность белесого элювиального горизонта увеличивается, в его нижней части и по трещинам и в горизонте Bt появляются железисто-марганцовые конкреции и сизые пятна, свидетельствующие о присутствии закисных форм железа.

В понижениях рельефа, с близкими грунтовыми водами, образуются подзолисто-болотные почвы, с торфянистым горизонтом и оглеением по всему профилю.

В почвах на двучленных наносах, как уже говорилось при описании почв Приатлантической почвенной области, часто имеется два белесых горизонта — верхний подзолистый и лежащий ниже, на контакте покровных супесей и подстилающей водоупорной морены, контактно-глеево-элювиальный.

Особое место в почвенном покрове области занимают почвы ополий — наиболее плодородные и поэтому издавна используемые в земледелии. Они связаны с карбонатными лёссовидными суглинками, имеют более темный и мощный (20—30 *см*) гумусовый горизонт, под которым располагается осветленный ореховатый гори-

зонт, с белесой присыпкой по граням структурных отдельностей, он схож с элювиальным горизонтом серых лесных почв. Мощность его — 10—15 *см*. Глубже располагается второй гумусовый горизонт, часто даже более темный, чем первый, также с белесой присыпкой по граням ореховатых отдельностей. Иллювиальный горизонт этих почв часто содержит карбонаты кальция. Подобные почвы распространены во Владимирском, Касимовском, Подольско-Коломенском опольях в центре области, на Волжско-Камском междуречье на востоке в Брянском, Трубчевском, Стародубском опольях на западе. Ранее эти почвы рассматривали как серые и светло-серые лесные. Более поздние исследования Л. С. Долговой (1964) в Смоленской обл. и Г. И. Григорьева, Л. П. Рубцовой (1970) во Владимирской обл. показали, что эти почвы представляли собой в прошлом луговые дерново-карбонатные почвы, связанные с жесткими грунтовыми водами. После опускания уровня грунтовых вод и эрозионного расчленения рельефа они деградировали, верхняя часть профиля подверглась лёссиважу, сформировался элювиальный горизонт, под которым сохранился реликтовый гумусовый горизонт (его нижняя часть) луговых почв.

Песчаные низменные равнины — Полесская, Мещерская, Ветлужско-Унжинская и другие — заняты иллювиально-железистыми подзолистыми почвами, легкого механического состава и кислыми песчаными неоподзоленными почвами (буропесчаными). Последние широко распространены в Полесье. Большие площади в пределах низменностей заняты полуболотными и болотными почвами.

Степень земледельческого использования территории увеличивается с северо-востока на юго-запад: от 15—25 до 30—45%. Повсеместно почти полностью распаханы наиболее плодородные почвы ополий. Меньше всего распаханы территории песчаных зандровых равнин с наименее плодородными песчаными подзолистыми почвами, на значительных площадях заболоченными.

В настоящее время ведутся большие работы в Полесье, Мещерской низменности по осушению почв низинных болот, они легко поддаются окультуриванию и дают высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Внесение минеральных и органических удобрений, травосеяние дают высокий положительный эффект на всех почвах рассматриваемой области, так как в условиях достаточного увлажнения это основные факторы повышения плодородия почв.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО ПРИТИХООКЕАНСКОГО ЛЕСНОГО СЕКТОРА БУРОЗЕМНЫХ, ЭЛЮВИЗЕМНО-ПОДЗОЛИСТЫХ, КИСЛЫХ ГЛЕЕВО-ЭЛЮВИАЛЬНЫХ, АЛЛОФАНОВО-ГУМУСОВЫХ И ГОРНЫХ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Северный притихоокеанский лесной сектор, образующий мост между суббореальными муссонными приокеаническими областями Восточной Азии и притихоокеанской частью Северной Америки,

имеет значительно меньшую протяженность в глубь континентов, чем Американо-Европейский лесной сектор.

Азиатская часть Северного Притихоокеанского лесного сектора представляет собой узкий меридионально вытянутый между 50—30° с. ш. пояс.

Проникновению лесных ландшафтов и сопутствующих им почв в глубь континента препятствуют горные поднятия, затрудняющие проникновение влажного восточного муссона, и резко выраженный зимний антициклон, влияние которого ощущается даже весной и в первую половину лета. С зимним антициклональным режимом связаны также холодные зимы, свойственные азиатской части лесного сектора.

Значительная меридиональная вытянутость азиатской части сектора (его южная часть находится в субтропическом поясе) обусловливает различия климата. В южной части сектора повышаются среднегодовые и летние температуры и усиливается ксероморфность климата.

В азиатской части выделяются две почвенные области:

1) Восточно-Азиатская лесная, с господством горнозональных структур, осложненных в островной части области вулканогенными макроструктурами;

2) Восточно-Китайская лесо-луговая, с преобладанием палеогидрогенных и антропогенных макроструктур, с элементами горнозональных.

Восточно-Азиатская лесная почвенная область

В пределах СССР в эту область входят хребты Сихотэ-Алинь, Буреинский, Амуро-Зейское плато и разделяющие их межгорные равнины и низменности: Зейско-Буреинская, Биробиджанская, Уссурийско-Ханкайская. В Северо-Восточном Китае и Корее в эту область входят северная часть Большого Хингана, Малый Хинган, Маньчжуро-Корейские горы и прилегающие к ним части подгорных равнин. В островной части Восточной Азии в эту область входят Южный Сахалин, о. Хоккайдо и большая часть о. Хонсю, за исключением его южной оконечности. Горные хребты поднимаются до высоты 1500—2500 *м*, разделяющие их равнины лежат на высотах 100—400 *м*, а в прибрежных частях области опускаются до уровня моря.

Территория состоит из разновозрастных складчатых зон, испытавших повторные этапы складчатости в мезозойское время. Последние этапы горообразования сопровождались сводовыми поднятиями (например, в Маньчжуро-Корейских горах) и сопутствующими им крупными разломами. В четвертичное время оживилась вулканическая деятельность и по разломам произошло излияние лав основного состава. Островная часть области находится в сфере активной сейсмики и вулканизма и в настоящее время. В Японии имеется более 150 вулканов, из них 40 действующих. Недавний и

современный вулканизм существенно влияют на почвенный покров области, особенно ее восточной части.

Климат области муссонный: летом воздушные массы перемещаются с океана на материк, а зимой с материка на океан. В Восточной Азии зимний муссон очень устойчив и выражен более резко, чем летний. Он сильно понижает температуру зимнего периода: до —11 — 25° в январе на континенте и до —10 — 15° в островной части. На континенте с зимним периодом совпадает минимум осадков: небольшая мощность снегового покрова при холодных зимах обусловливает глубокое промерзание почв. Летний муссон приносит обильные осадки. Особенно сильно увлажнены восточная часть Японских островов, Корея и восточные склоны Сихотэ-Алиня, получающие до 1000—1200 *мм* осадков в год. В более внутренних частях области выпадает 600—450 *мм*, однако и здесь почти 80% годовых осадков летних. Летом коэффициент увлажнения больше 1,0. В условиях свободного дренажа режим почв промывной, а в условиях недостаточного — развиваются глеевые процессы. Поэтому наряду с бурыми и бурыми оподзоленными почвами в рассматриваемой области широко распространены глеево-элювиальные почвы, или подбелы. От глеево-элювиальных почв Западной Европы (псевдоподзолов, или псевдоглеев) они отличаются менее кислой реакцией и наличием в ряде случаев признаков осолодения. Последние особенно усиливаются в соседней области, где преобладают лугово-черноземные почвы восточноазиатских прерий.

Бурые лесные почвы на равнинах приурочены к наиболее хорошо дренированным территориям. Они распространены на подгорных равнинах и в низком поясе гор до абс. высоты 500—700 *м*, где приурочены к широколиственным и хвойно-широколиственным лесам: в наиболее континентальной части области — это дубовые леса; на склонах Сихотэ-Алиня — кедрово-широколиственные, с участием монгольского дуба, ильма, бархата, ясеня; в Корее — дубово-кленовые леса; на островах Японии — буковые.

Процессы внутрипочвенного оглинивания выражены в бурых лесных почвах Восточной Азии весьма отчетливо, особенно ярко виден процесс вторичного глинообразования в случае формирования почв на полимиктовых песках. Наряду с типичными бурыми лесными почвами как на равнинах, так и на склонах гор широко распространены элювиземно-подзолистые почвы (бурые лёссивированные), а также бурые оглеенные.

Более высокую горную зону образуют кислые бурые лесные, обычно сильнощебенистые и менее оглиненные почвы под елово-широколиственными лесами.

На высотах от 800—900 до 1100—1200 *м* распространены елово-пихтовые леса.

На о. Хоккайдо, в Маньчжурских горах и на Сихотэ-Алине под горными темнохвойными лесами появляются массивы горных иллювиально-железистых подзолистых почв. В Японии к назван-

ным почвам прибавляются широко распространенные пеплово-вулканические многогумусные, кислые аллофановые почвы — андосоли.

Многократное погребение почв свежим вулканическим пеплом создает «многоэтажность» почвенных профилей. Исключительная пористость пеплового материала способствует быстрому выветриванию и образованию аллофанов, а затем каолинита; значительное увлажнение при хорошей водопроницаемости обусловливает глубокое проникновение подвижных органо-железистых и органоглиноземных комплексов.

Пеплово-вулканические аллофановые почвы подробно изучены японскими почвоведами (I. Kanno, 1961). Часто мощность темноокрашенного гумусового горизонта в них достигает 1,0—1,5 *м* при содержании гумуса 12—20% преимущественно фульватного состава. Обилие свободных гидроокислов железа и алюминия, входящих в состав аллофаноидных глин, в условиях кислой среды обусловливает значительное поглощение анионов, в частности фосфорной кислоты.

Распространение темноцветных гумусово-аллофановых почв среди бурых лесных (а на островах Сикоку и Кюсю среди красноземов и желтоземов) ограничено сферой влияния пеплопадов.

Подобно большинству бурых лесных почв, гумусовые аллофановые почвы заняты лесами.

Бурые лесные почвы низких холмов и подгорных равнин на Дальнем Востоке, в Японии и в Корее широко используются в земледелии. При распашке бурые лесные почвы быстро теряют первоначальные запасы гумуса, они нуждаются во внесении азотных и фосфорных удобрений. На бурых лесных почвах возделывают рис, озимую пшеницу, ячмень, гречиху, бобы. В горных районах ведется лесонасаждение.

Восточно-Китайская почвенная область насыщенных бурых лесных (коричневых) и лугово-коричневых почв аллювиальных равнин

Восточно-Китайская почвенная область включает аллювиальные равнины рек Хуанхе, Хуайхе и нижнего течения Янцзы, возвышенности Шандунского полуострова, горы Тайханьшань и Ханьанские на западе. В докультурный период вся территория была покрыта сосново-дубовыми лесами. В настоящее время равнинные территории распаханы, на склонах гор большинство лесов вырублено. Наиболее высокие части горных возвышенностей заняты бурыми лесными, а в южной части — желто-бурыми почвами. В низкогорьях и на подгорных равнинах они сменяются коричневыми выщелоченными почвами, с карбонатным горизонтом, лежащим глубже 120—150 *см*. Один из первых исследователей почв Китая американский почвовед Д. Торп (Thorp) называл их «шандунскими бурыми почвами». На основании исследований В. А. Ковды (1964), И. П. Герасимова и Ма-Юн-Чжи (1964) эти почвы отне-

сены к коричневым. В коричневых почвах в отличие от бурых лесных на протяжении всего профиля сохраняется нейтральная или слабощелочная реакция, более ясно выражено оглинение в средней части профиля.

На горных склонах естественный профиль коричневых почв нарушен террасированием, эрозией. При описании менее нарушенных эрозией коричневых почв большинство почвоведов отмечает наличие на поверхности свежего менее гумусированного пылеватого слоя, содержащего карбонаты кальция. Под ним лежит про-

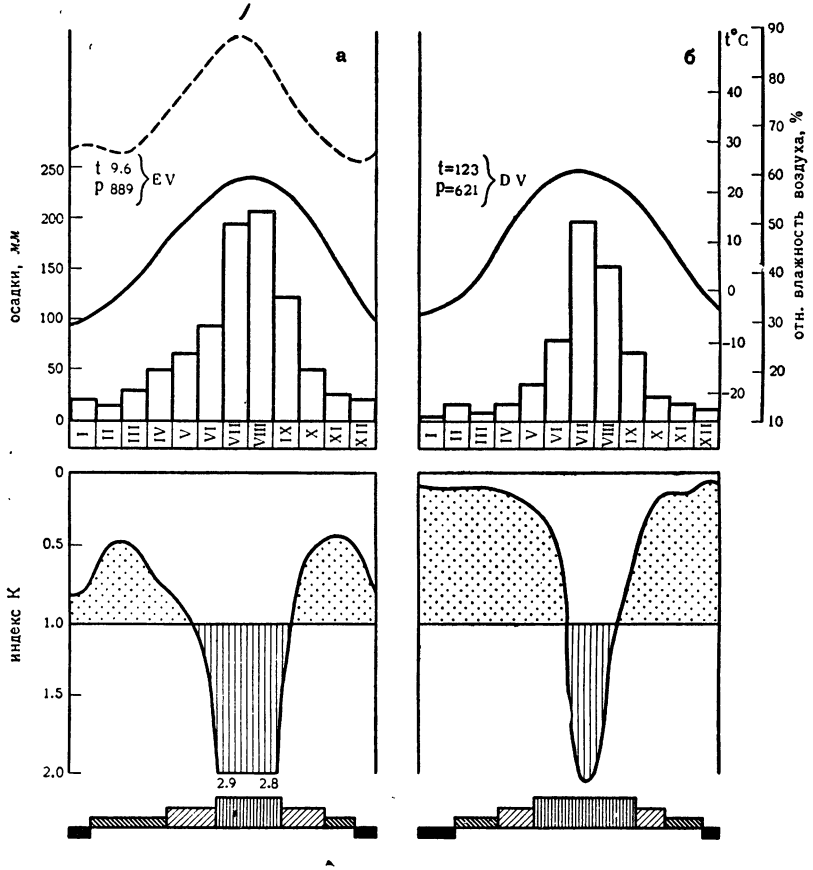


Рис. 39. Гидротермические условия в районах распространения: а — бурых лесных почв Дальнего Востока, б — коричневых почв Китая (б). Усл. знаки см. рис. 36

филь коричневой погребенной почвы. Наличие подобных почв на склонах гор Д. Торп объясняет усилением эоловых процессов, с момента возникновения несколько тысяч лет назад, земледелия на равнинах Хуанхе. На распаханных коричневых и бурых

лесных почвах образование верхнего карбонатного пахотного горизонта связано, как пишет В. А. Ковда, с внесением вместо удобрений карбонатного лёссового материала, смешанного с соломой и другими отбросами. В течение нескольких тысячелетий земледельческой культуры на поверхности пахотных почв накопился культурный слой мощностью 20—40 *см*.

Если сравнить климатические условия провинций коричневых почв Средиземноморской Европы и Восточной Азии, находящихся

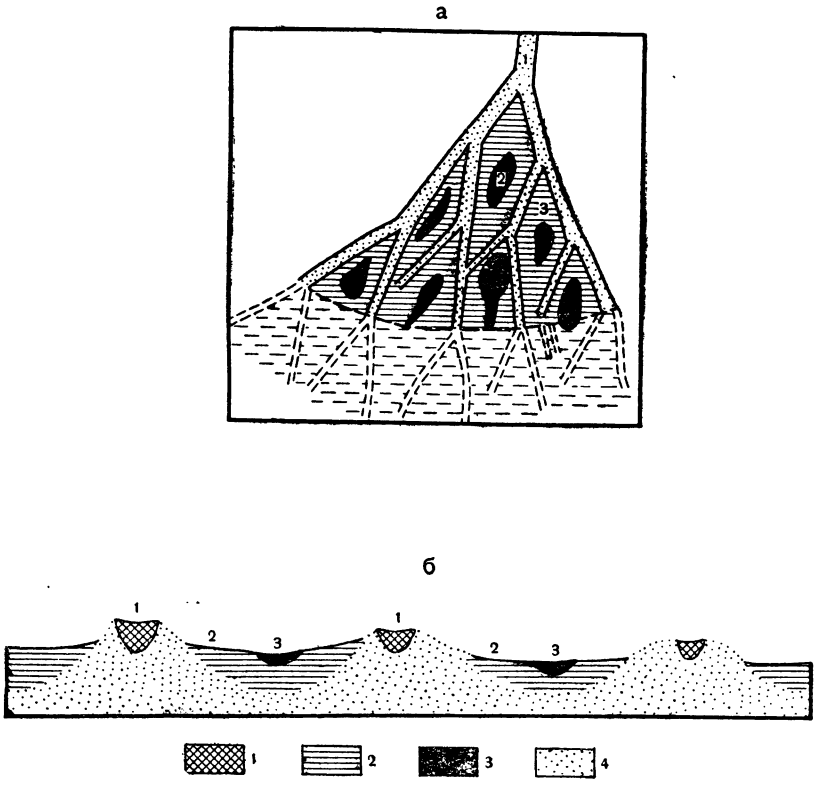


Рис. 40. Схема отложений и профиля дельты Хуанхэ (по В. А. Ковда, 1964):

а — отложения: 1 — русловые песчаные; 2 — озерно-болотные; 3 — глинистые; б — профиль дельты: 1 — русла и русловые отложения; 2 — суглинисто-глинистые центральной поймы; 3 — ильмени с глинистыми отложениями

на одних и тех же широтах между ними обнаруживается существенная разница (см. рис. 39, б и 41, б) и в режиме увлажнения (на западе зимний максимум, на востоке — летний, при годовом количестве осадков 400—600 мм), и в температурном режиме (на западе среднемесячные температуры января составляют 8—10° и почвы никогда не промерзают, на востоке они на 4—5° ниже нуля).

Несмотря на столь существенные различия в климатическом режиме, соотношение тепла и влаги и связанное с ними биохимическое выветривание в определенные периоды года сходное. В условиях теплого климата и достаточного количества осадков большинство коричневых почв Восточного Китая используется в земледелии. Здесь снимают обычно три урожая в год при высокой урожайности большинства культур.

Выращиваются озимая пшеница, ячмень, чумиза, гаолян, соевые бобы, а также кукуруза, сладкий картофель, земляной орех, хлопчатник, табак. Урожаи зависят от распределения осадков и от количества внесенных удобрений. Большая часть почв не нуждается в фосфоре и калии, но нуждается в азоте.

Наибольшие площади в Восточно-Китайской области занимают лугово-коричневые почвы аллювиальных равнин древней и современной дельты р. Хуанхэ.

Рельеф аллювиально-дельтовой равнины представляет собой чередование вытянутых по направлению к морю плоских повышений и разделяющих их овальных плоских депрессий. Повышения представляют древние русловые образования и прирусловые валы, а понижения — обычные для дельт междуусловые депрессии, занятые в прошлом плавнями и болотами (рис. 40).

Периодическое смещение русел приводит к формированию слоистых аллювиально-дельтовых толщ, в которых супеси и пески перемежаются пылеватыми суглинками и тяжелыми озерными глинами. Тысячелетняя земледельческая культура привела к преобразованию первоначального рельефа равнины, неровности сглажены, склоны террасированы. Многие понижения засыпаны.

Наиболее древние внутренние части аллювиально-дельтовой равнины сложены преимущественно речными осадками. Грунтовые воды здесь пресные, и почвы не засолены.

В приморских частях дельты, находящихся под воздействием приливных вод, появляются на значительных площадях засоленные почвы. Влияние приливов сказывается до 30 *км* от морских побережий. Это зона развития солончаков и солончаковых приморских болот. Хуанхэ в течение года дает 3—4 наводнения: весеннее, связанное с таянием снегов, летнее и осеннее — с максимумом дождей и зимнее — с заторами льдов. Так как русло Хуанхэ приподнято на 3—4 *м* над окружающей равниной, то для предотвращения наводнений с каждой стороны реки построено несколько дамб высотой до 10 *м*.

В летнее время, в период дождей, реки поднимаются, часто прорывают дамбы и затопляют большие пространства равнины. С водами приносится новый аллювий, осаждающийся на поверхности почв. Иногда мощность нового аллювиального наноса очень велика и ранее образованная почва оказывается погребенной. Благодаря периодическим затоплениям и отложению новых наносов почвы аллювиальных равнин имеют слабодифференцированный профиль. Они отнесены к лугово-коричневым или к примитивным

коричневым. На почвенной карте Физико-географического атласа Мира они показаны как аллювиальные почвы.

Более половины площади аллювиальных равнин Хуанхэ занимают лугово-коричневые почвы на пылеватых карбонатных суглинках. Почвы имеют очень слабодифференцированный профиль. С поверхности окраска их серовато-коричневая (содержание гумуса обычно колеблется около 1%), книзу постепенно переходит в желтовато-коричневую. Механический состав обычно однороден, вскипают почвы с поверхности и выраженного горизонта скопления карбонатов не имеют. Как правило, эти почвы не засолены и очень плодородны.

В местах, где они издавна культивируются, поверхностные горизонты их приобрели несколько более темную окраску и плодородие почв повышается. Обычно такие почвы тяготеют ко всем крупным городам, где они наиболее обильно удобряются городскими отбросами.

На пониженных участках аллювиальных равнин, вдали от русел аллювий и почвы имеют более тяжелый механический состав. Здесь располагаются тяжелосуглинистые и глинистые почвы. Эти почвы часто оглеены и засолены. Некоторые из депрессий ежегодно летом заливаются водой, и поэтому они распахиваются и засеваются всего один раз в году — зимой. Глинистые почвы распространены менее широко.

Песчаный алювий распространен лишь вдоль древних и современных речных русел, к которым и тяготеют примитивные коричневые почвы.

Почвы аллювиальных равнин Китая — весьма ценный земледельческий фонд и издавна используются. Равнинный рельеф, хороший водный режим на большей части территории, благоприятный для обработки механический состав и достаточные запасы минеральных веществ способствуют успешному развитию многих культур. В большинстве районов Северо-Китайской равнины сеют пшеницу, гаолян, чумизу, кукурузу, батат. Посевы эти приурочивают к зимнему времени, в то время как летом на этих же площадях возделывают другие культуры, в частности хлопчатник; в некоторых местах разводят табак и бахчевые культуры. На песчаных почвах весьма обычна культура арахиса. Глинистые почвы с плохим дренажом как карбонатные, так и бескарбонатные используются под культуру риса.

СРЕДИЗЕМНОМОРСКИЙ КСЕРОФИТНО-ЛЕСНОЙ СЕКТОР КАЛЬЦИЙ-ГУМУСОВЫХ ОГЛИНЕННЫХ ПОЧВ, СЛИТОЗЕМОВ, КСЕРОКАРБОНАТНЫХ ПОЧВ И ГОРНЫХ БУРОЗЕМОВ

Географическое положение и факторы, определяющие формирование и распределение почв

Горы, межгорные котловины и подгорные равнины полуостровной Средиземноморской Европы, Малой Азии, Армянского и Иран-

ского нагорий и крайнюю северную часть Африки, включая систему Атласских гор, охватывает рассматриваемый сектор.

Разнообразие рельефа и связанные с ним изменения климата, в особенности увлажненность территории, обусловливают большое разнообразие почв и сложную структуру почвенного покрова. Наряду с горной зональностью здесь особенно резко проявляется изолированность прилегающих к горам равнин, межгорных котловин и внутренних нагорий. Наиболее увлажнены западные склоны гор, получающие в западной части сектора (на Пиренейском и Аппенинском полуостровах) свыше 1000 *мм* осадков в год (до 2000—2500 *мм*); восточные склоны гор в этих же районах получают лишь 500—700 *мм*, а изолированные плато и котловины — 300—350 *мм*. Режим осадков типично средиземноморский: максимум осадков выпадает зимой и ранней весной; на летний период приходится от 3 до 15% годовой суммы. Зима на равнинах и в низком поясе гор теплая с температурами января 7—10°. В этот влажный и теплый период почвенные процессы активизируются, идет интенсивное внутрипочвенное выветривание, гумификация органических остатков, выщелачивание легкоподвижных продуктов выветривания и почвообразования. Лето очень сухое и жаркое, с температурами июля 24° и выше (рис. 41). В этот период почвы иссушаются, идет частичное подтягивание из глубоких горизонтов карбонатов, происходит полимеризация органических веществ, а в наиболее сухих и жарких районах — их минерализация.

Состав горных пород очень изменчив: широко распространены известняки и связанные с ними красноцветные глинистые продукты выветривания — terra rossa и желтоцветные — terra fusca. На менее затронутых эрозией участках местами сохранились древние каолинитовые красноцветные коры, на бескарбонатных породах, например серпентинитах в Албании. В межгорных долинах, на приморских низменностях распространены плиоценовые и четвертичные тяжелые монтмориллонитовые глины, обусловившие появление специфических для Средиземноморской Европы темноцветных слитых почв. Господствующий тип на равнинах и в нижних частях склонов гор Средиземноморской Европы — коричневые почвы сухих лесов и кустарников. В горах они сменяются горными бурыми и кислыми бурыми лесными почвами, перемежающимися с красноцветными коричневыми почвами на terra rossa и рендзинами. Зональный тип почв Средиземноморской Европы — коричневые почвы сухих ксерофитных лесов и кустарников. Впервые подобные почвы Испании были описаны де-Вийяром (Villar, 1932) и названы ксеро-сиаллитными. Позднее Кубиена (Kubiena) назвал их «средиземноморскими бурыми почвами». И. П. Герасимов предложил назвать эти почвы «коричневыми», под этим названием они показаны на картах Физико-географического атласа Мира (1964).

В коричневых средиземноморских почвах значительно ярче, чем в бурых лесных, выражен горизонт внутрипочвенного оглинивания.

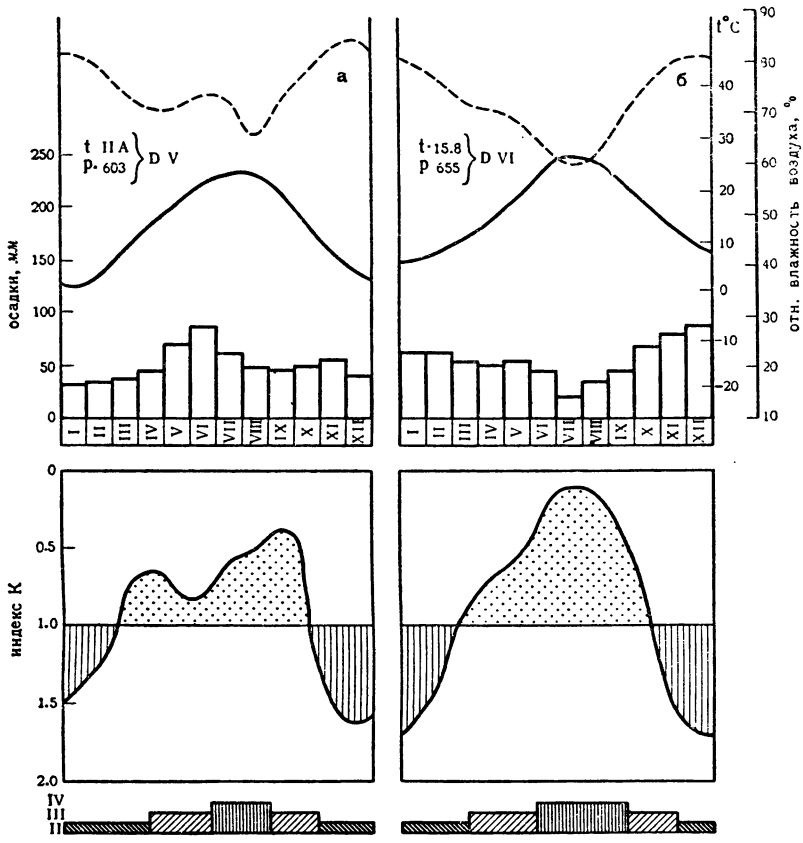


Рис. 41. Гидротермические условия в районах распространения:
а — коричневых почв и смольниц; б — коричневых почв Средиземноморской Европы. Усл. знаки см. рис. 36

Профиль включает: серовато-коричневый гумусовый гор. А мощностью 20—30 *см*; очень яркий коричневый метаморфический оглиненный гор. B_m более плотный, часто с крупноореховатой или призматической структурой, мощностью 30—40 *см*; карбонатный иллювиальный гор. B_m с новообразованиями карбонатов в форме псевдомицелия и белоглазки. Коричневые почвы включают три подтипа — типичных, выщелоченных и деградированных почв. В выщелоченных коричневых почвах карбонаты вымыты за пределы профиля, а в деградированных над метаморфическим горизонтом появляется связанный с периодическим застоем влаги горизонт отбеливания, или глеево-элювиальный горизонт. В Югославии подобные почвы называют «гайначе».

Типичные коричневые почвы имеют в верхней части профиля нейтральную реакцию, насыщены основаниями, содержат 4—5% гу-

муса, с преобладанием гуминовых кислот, обладают достаточными запасами элементов минерального питания. Эти почвы издавна и интенсивно используются в сельском хозяйстве. Однако наличие глинистого, менее водопроницаемого горизонта способствует при вырубке лесов и распашке почв склонов сильной эрозии. Верхний рыхлый гумусовый горизонт на значительных пространствах старых виноградников и плантаций смыт, и на поверхности выходят глинистый коричневый или красновато-коричневый метаморфический горизонт.

В зоне коричневых почв Южной Европы встречаются в виде отдельных, то более, то менее крупных массивов, интенсивно-черные тяжелоглинистые почвы с преобладанием в составе глин — монтмориллонита. Название этих почв (сербское) «смолницы», или «смоницы», было введено в почвенную литературу А. И. Стебутом (1946).

Главные области их распространения — южная Болгария и страны Балканского полуострова: Югославия, Албания, Греция, а также Испания.

Стебут рассматривал смолницы Южной Европы как почвы гидрогенного происхождения. Такого же мнения придерживался и К. Б. Богатырев (1958), изучавший эти почвы в восточной части Албании, изобилующей межгорными котловинами.

Основные массивы смолниц приурочены именно к депрессиям рельефа, находившимся в прошлом в условиях большего увлажнения, чем в настоящее время. Это главным образом различного рода котловины, занятые в плювиальные эпохи озерами или болотами. По мере расчленения рельефа многие озера были спущены, некоторые мелкие водоемы или болота высохли. На месте их остались отложения очень тяжелого механического состава, часто карбонатные, а местами и засоленные. По возрасту это могут быть как четвертичные, так и третичные отложения.

Особенно тяжелый механический состав этих отложений и формирующихся на них почв наблюдается в области распространения пород основного состава: андезитов, серпентинитов или мергелистых и известняковых пород.

Почвы, образующиеся на дне котловин, в периоды зимних дождей находятся в переувлажненном состоянии; почвы более высоких террас, конусов выноса или склонов испытывают в большинстве случаев влияние бокового подтока вод.

К. Б. Богатырев называет их в зависимости от степени проявления гидроморфности лугово-коричневыми и коричнево-луговыми темноцветными почвами.

Исследования И. Ф. Странского (1933), а впоследствии И. Н. Антипова-Каратаева и И. П. Герасимова, проведенные в южной Болгарии (1948), показали, что глинистая карбонатно-сиаллитная кора выветривания андезитов также имеет монтмориллонитовый состав. С элювием основных пород и с продуктами переотложения монтмориллонитовой коры выветривания связаны тяже-

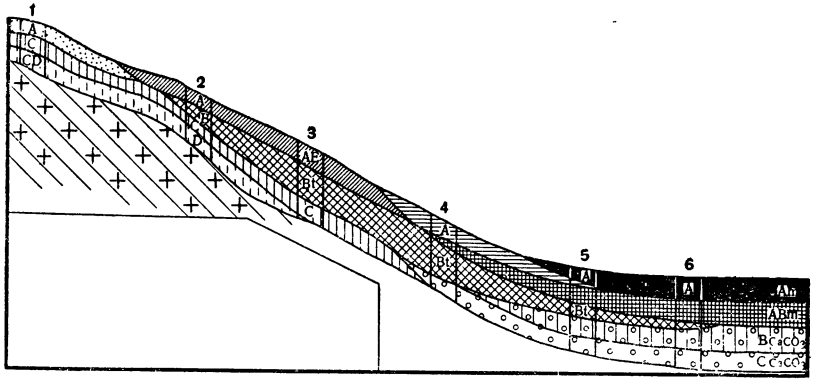


Рис. 42. Распределение почв по рельефу Гранитного массива в Болгарии (по В. Койнову и др., 1969):

1 — неразвитые почвы; 2 — коричневые маломощные псевдоподзолистые; 3 — коричневые псевдоподзолистые; 4 — коричневые олуговелые; 5 — коричневые олуговелые смолнице-подобные; 6 — луговые смолницы

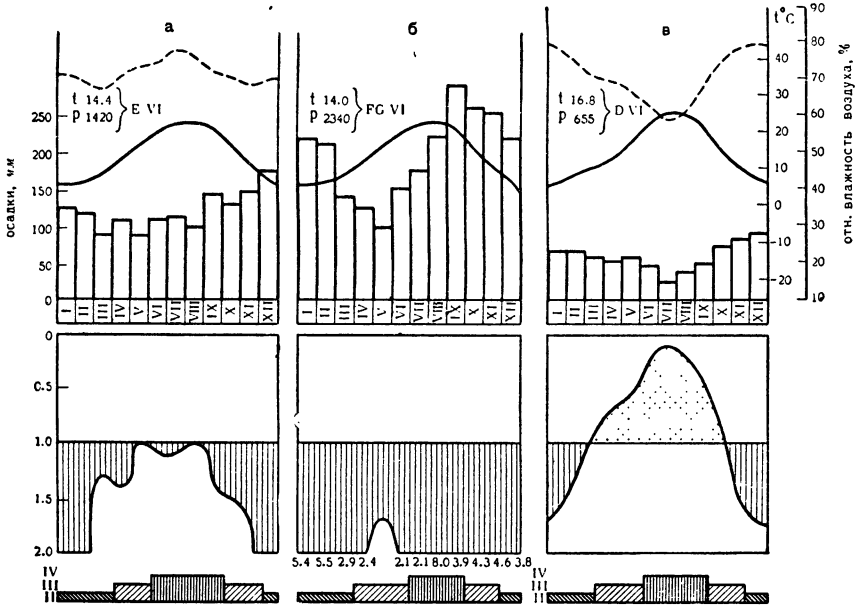


Рис. 43. Гидротермические условия в районах распространения в Закавказье:

а — желтоземов; б — красноземов: в — коричневых почв. Усл. знаки см. рис. 36

логлинистые черные почвы, развивающиеся в элювиальных условиях и не имеющие черт гидроморфности.

Негидроморфные смолницы имеют гумусовый горизонт мощностью 40—50 *см*, крупнокомковатой структуры; ниже располагаются темно-серый, очень плотный, слитный, вертикально-трещиноватый глыбистый горизонт, достигающий глубины 100—120 *см*, с зеркалами скольжения, свидетельствующими о вертикальном смещении почвенной массы.

Верхняя граница вскипания и распространения карбонатов в типичных смолницах или совпадает с нижней границей гумусового горизонта, или находится в пределах слитного горизонта. Наряду с карбонатными смолницами встречаются почвы, полностью лишенные карбонатов.

К. Б. Богатырев предполагает, что темный цвет и смоляной блеск смолниц связаны не с органическим веществом, а с присутствием ферри-кремневых гелей — минералов группы гизингерита.

Высокое содержание илистой фракции (60—75%) нонтронитово-монтмориллонитового состава обусловливает очень высокую емкость поглощения этих почв, составляющую 60—70 *мг·экв* на 100 *г*, 80—90% от суммы поглощенных оснований составляет магний.

Это очень высокое относительное и абсолютное содержание поглощенного магния, по-видимому, обусловливает наряду с монтмориллонитово-нонтронитовым составом самих глин специфические физические свойства этих почв: глыбистость, слитность в сухом состоянии, плохую водопроницаемость, сильное набухание, вязкость и липкость во влажном состоянии, т. е. весь тот комплекс свойств, который присущ всему семейству слитоземов (вертисолей).

В случае развития почв на продуктах выветривания серпентинитов (например, в Албании) обилие поглощенного магния может быть дополнительным фактором, обусловливающим специфическую магнезиальную солонцеватость почв на серпентинитах. А. И. Стебут приводит анализы, свидетельствующие о высоком содержании в гидроморфных смолницах поглощенного натрия.

Содержание гумуса в типичных смолницах составляет 3,0—4,5% в верхних горизонтах и быстро падает с глубиной. В гидроморфных смолницах уменьшение гумуса более постепенное и проникает он глубже. Гумус смолниц характеризуется довольно высоким относительным содержанием азота (отношение C/N 6—10 в верхних горизонтах). Групповой состав гумуса существенно варьирует. Несмотря на тяжелый механический состав, смолницы — плодородные почвы, они почти сплошь распаханы под разнообразные сельскохозяйственные культуры, сады и виноградники.

На Балканском полуострове влияние средиземноморского климата проявляется в почвенном покрове южной Болгарии. Здесь в межгорных котловинах и в нижних частях горных массивов распространены коричневые лесные почвы. Среди коричневых почв, характеризующихся ярким красновато-коричневым цветом верх-

ней части профиля и очень хорошо выраженным горизонтом оглинения, встречаются типичные, выщелоченные и деградированные подтипы. Имеются коричневые почвы, переходные к смолницам. Смолницы занимают межгорные котловины, особенно широко распространены в бассейне реки Марицы и Моравы. Горы Стара-Планина, Родопы, Динарские в Албании и в Югославии с вершинами, поднимающимися до 2200—2700 *м*, имеют ряд горных почвенных зон. Подножия и склоны гор до 600—800 *м* заняты разреженными сухими лесами и кустарниками (*Quercus conferta, Q. cerris, Q. pubescens* и др.) на коричневых выщелоченных почвах, местами связанных с древней красноцветной корой выветривания и terra rossa.

По данным Байрактари, на западных склонах гор, на высотах 800—1500 *м*, располагаются бурые горно-лесные почвы под буковыми и смешанными дубово-еловыми и сосновыми лесами. На продуктах выветривания серпентинитов бурые почвы менее кислы и имеют красноватый оттенок. В этом поясе широко распространены рендзины — маломощные почвы на известняках.

В более высоких частях горно-лесного пояса появляются кислые темно-бурые горно-лесные почвы, сменяющиеся на абс. выс. около 900 *м* субальпийскими горно-луговыми почвами. Подобную же структуру поясности почв имеют горы п-ова Апеннинского, Сицилии, Сардинии, Корсики: коричневые и выщелоченные коричневые почвы прибрежных равнин и низкогорий сменяются по мере повышения абсолютной высоты горными бурыми лесными почвами, с пятнами кислых бурых лесных и горно-луговых почв по наиболее высоким вершинам.

Весьма контрастен почвенный покров Пиренейского полуострова. Обрамляющие полуостров с севера северные Пиренеи, Кантабрийские горы и Галисийское нагорье хорошо увлажнены, покрыты листопадными дубовыми лесами, летний сухой период здесь почти не выражен. В этой части страны господствуют бурые и кислые темно-бурые горно-лесные почвы. Западная приатлантическая часть полуострова хотя и получает значительное количество осадков — 700—800 *мм*, но имеет три летних сухих месяца. Здесь распространены вечнозеленые дубовые леса (*Q. suber*) и горные леса, с участием листопадных дубов (*Q. faginea*). Приморские равнины и западные склоны гор заняты бурыми лесными насыщенными (средиземноморскими бурыми) почвами.

Более внутренние части полуострова — плато Старая и Новая Кастилия, Иберийские горы и Андалузская равнина, получают всего лишь 370—420 *мм* осадков, покрыты сухими вечнозелеными дубовыми лесами (*Q. rotundifolia*), перемежающимися с сосновыми лесами и кустарниками — здесь распространены коричневые и коричневые выщелоченные почвы.

Наиболее сухие части внутренних плато и котловин — центральная часть Арагонской равнины в бассейне р. Эбро, восточные части Ново- и Старокастильского нагорий — безлесны, покрыты кустарничково-травяными ксерофитными сообществами с Macro-

chloa tanicissima и заняты серо-коричневыми почвами, с участками солончаков по депрессиям рельефа.

Особенно ксерофитны ландшафты на широко распространенных известняках. Почвы на них маломощны, содержат очень мало гумуса, сильно каменисты, карбонатны с самой поверхности. В провинции Мурсиа в южной части полуострова, где климат особенно сух, эти почвы отнесены к сероземам (Sanche и др., 1964). В Испании и Португалии имеются также темноцветные слитые монтмориллонитовые почвы (вертисоли), аналогичные смолницам Балканского полуострова и тирсам Алжира и Марокко.

В странах Средиземноморской Европы исключительно сильно развита эрозия почв. Уничтожение лесов и кустарников, обильные зимние осадки привели местами к полному уничтожению почв, некогда существовавших под лесной растительностью. На больших пространствах, особенно в областях распространения известняков, почвы маломощны, щебнисты и прерываются частыми выходами массивных пород.

Раннее заселение территорий и формы использования земель, не предусматривающие защиты их от эрозии, привели местами к полному уничтожению почвенного покрова.

«Проклятие почвенной эрозии и засуха, — пишет немецкий почвовед-географ Р. Ганссен (1957), — тяготеют сейчас над большей частью Средиземья не потому, что произошли изменения в климате, а потому, что человек своей хозяйственной деятельностью, в особенности продолжавшейся столетиями пастьбой коз, разрушил естественное плодородие почв, истребил горные леса и уничтожил тщательно построенные оросительные системы». Сохранение почв от эрозии и восстановление их плодородия — одна из центральных проблем использования земель в Средиземье. В Средиземноморской почвенной области можно выделить ее восточную часть — Малоазиатско-Закавказскую подобласть. Она включает южную часть Кавказа, Армянское нагорье, северо-западную часть Иранского нагорья, с горными хребтами Эльбрус и Загрос и п-ов Малая Азия, с системой высоких горных хребтов (Понтийские, Тавр), нагорий и межгорных замкнутых котловин.

Контрастность условий увлажнения наряду с изменением абсолютных высот создают разнообразие макроструктур горной зональности почв. Широкое распространение на вулканическом Армянском нагорье лав основного состава, дифференциация продуктов выветривания внутри бессточных впадин, широкое распространение красноцветных продуктов выветривания известняков — terra rossa, а местами, например на Аджарском побережье Черного моря, на Кавказе, древней ферраллитной коры выветривания основных пород создают сложную картину распределения почв.

Наиболее контрастны макроструктуры почвенного покрова Малого Кавказа. Его западная причерноморская часть, выделяемая в особую Аджаро-Триалетскую влажносубтропическую провинцию, получает от 1500 до 2500 *мм* осадков в год; средняя температура

января 2—6°, июля 23° у подножия гор (рис. 43). Осадки выпадают в течение года равномерно, что определяет господство влажных субтропических смешанно-широколиственных лесов, с вечнозелеными формами, и развитие красноземов и желтоземов, поднимающихся до 800—1000 *м*. Выше располагаются буковые, дубово-буковые леса на желто-бурых и бурых горно-лесных почвах.

Восточная, прикаспийская, часть Малого Кавказа, защищенная системой хребтов от проникновения влажных воздушных масс с запада, характеризуется континентальным климатом полупустынь, степей и ксерофитных редколесий. Здесь количество осадков от 250 до 600 *мм* в год, с максимумом в весенний период. Особенно аридный облик имеет Кура-Араксинская низменность в восточной прикаспийской части. Здесь распространены бурые пустынно-степные почвы, сменяющиеся солончаками и луговыми солончаковатыми почвами на низких террасах рек и в дельтах.

С увеличением абсолютных высот и соответственно осадков последовательно сменяются зоны серо-коричневых почв под кустарниковыми степями, коричневых и выщелоченных коричневых почв под зарослями кустарников и редкостойными дубово-грабовыми ксерофитными редколесьями. Лишь на высотах 1700—1800 *м* появляются буковые и буково-грабовые леса на бурых лесных почвах.

Контрастны горнозональные макроструктуры в Понтийских горах, в горах Эльбурса. Их северные склоны, обращенные к побережьям Черного и Каспийского морей, хорошо увлажнены, покрыты горными дубово-буковыми и буковыми лесами на желто-бурых и бурых горно-лесных почвах. Южные склоны, обращенные к внутренним сухим нагорьям, покрыты горными сухими редкостойными дубово-можжевеловыми, сосновыми и дубовыми лесами на горных коричневых почвах. Коричневые почвы занимают наиболее высокие части Армянского нагорья и хр. Загрос.

Межгорные долины и котловины, из которых наиболее крупные: замкнутая чаша Анатолийского плоскогорья, лежащая на высоте около 800 *м*, с соленым оз. Туз в центральной части, котловины бассейнов озер Ван (1720 *м*) и Урмия (1275 *м*) в пределах Армянского нагорья, заняты разнотравно-злаковыми и злаково-полынными степями, сменяющимися в наиболее сухих котловинах, например в Анатолии, полупустынными ксерофитно-полукустарничковыми формациями. Почвенный покров межгорных впадин представляет собой сочетания коричневых и серо-коричневых почв, с полупустынными солончаковатыми почвами и солончаками. В областях молодого четвертичного вулканизма, на Армянском нагорье, в частности в бассейне Аракса, распространены содовые солончаки. Наиболее высокие нагорья и горные вершины Малого Кавказа и Эльбруса заняты высокогорными степями, на черноземах, черноземовидных горно-луговых и лугово-сухостепных почвах. Северные склоны Эльбурса и восточные склоны хр. Талыш, обращенные к Каспийскому морю, заняты субтропическими влажными лесами на желтоземах и красноземах.

Значительная часть лесов в Малой Азии вырублена, замещена вторичными кустарниковыми формациями. Здесь сильно развита эрозия почв. В долинах и котловинах развито орошаемое земледелие, возделываются зерновые, табак, виноград, плодовые культуры.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЕВРАЗИАТСКОГО ЛЕСО-ЛУГОВО-СТЕПНОГО СЕКТОРА ЭЛЮВИЗЕМНО-КАЛЬЦИЙ-ГУМУСОВЫХ И ДЕРНОВЫХ КАЛЬЦИЙ-ГУМУСОВЫХ ПОЧВ

Сектор не выходит к океаническим побережьям; он имеет форму широкой, открытой к югу, дуги. Западная ветвь дуги включает Карпаты и Северный Кавказ, с прилегающими к ним межгорными и предгорными степными равнинами и котловинами. К востоку от Карпат сектор протягивается в виде узкой полосы через Восточно-Европейскую и Западно-Сибирскую равнины, сильно расширяется в горно-котловинной области Южной Сибири и замыкается на востоке входящей в него областью лесо-луговых ландшафтов амуро-маньчжурских прерий. Наиболее южное положение рассматриваемый сектор занимает в западной и восточной умеренно континентальных областях; наиболее северное положение на равнинах он занимает в более континентальных условиях Западной Сибири и Томско-Красноярской лесостепи.

В более южных теплых и менее континентальных западной и восточной частях сектора распространены широколиственные леса, перемежающиеся с высокотравными луговыми степями; в наиболее северных холодных частях сектора Западной и Южной Сибири широколиственные леса уступают место мелколиственным березовым; наряду с луговыми степями и высокотравными лугами в Южной Сибири появляются в сухих межгорных котловинах типичные, а местами и сухие степи.

Северная граница лесо-лугово-степного сектора в Западной и Южной Сибири практически смыкается с южной границей Бореального таежно-лесного сектора. В европейской части СССР, в странах Центральной Европы и в крайней восточной азиатской части сектора его отделяют от океанов и замыкают с севера лесные суббореальные области. К югу от лесо-лугово-степного сектора на всем его протяжении располагается внутриконтинентальный Евразиатский степной сектор.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХАРАКТЕР ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Положение лесо-лугово-степного сектора между лесными и степным секторами, неоднократные изменения в четвертичное время, в частности в голоцене, климатических условий и связанные с ними смещения границ лесов и степей обусловили сложный и полиге-

нетический характер почв и почвенного покрова, особенно ярко проявляющийся на равнинах, где последующая эрозия не полностью уничтожила следы предшествующих фаз развития ландшафтов и почв.

На обширных пространствах низменных равнин Западной Сибири и бассейна рек Амура и Сунгари, имеющих озерно-аллювиальное происхождение, наряду с палеоклиматогенными явлениями сохранились реликтовые черты прежнего более широкого обводнения территории; здесь широко распространены палеогидроморфные (вторичные субаэральные) почвы, образующие генетически связанные ряды с современными гидроморфными почвами.

На равнинах лесо-лугово-степного сектора наиболее широко распространены почвы, принадлежащие двум семействам: элювизем-но-кальций-гумусовому и дерново-кальций-гумусовому.

Генезису и географии почв лесостепи посвящены работы многих почвоведов. Первой была работа В. В. Докучаева, выделившего серые лесные почвы в особый, отличный от подзолистых и от черноземных тип, и поставившего вопрос о границах степной и лесной зон в историческом прошлом (Докучаев, 1886).

В ряду ранних работ, относящихся к почвам европейской лесостепи, нужно назвать исследования С. И. Коржинского, Г. Н. Высоцкого, С. Н. Тюремнова, И. В. Тюрина, Р. С. Ильина и ряда др. В работах этих ученых на основании данных изучения почвенных профилей и почвенного покрова в целом, а также связи определенных типов и подтипов почв с растительностью и формами рельефа рассматривались вопросы генезиса ландшафтов и почв этой территории. Выявились различные взгляды на происхождение почв лесостепи. Ряд ученых почвоведов и ботаников рассматривали почвы лесостепи как сформировавшиеся в прошлом в условиях степного режима, а затем вследствие похолодания и увлажнения климата и наступления леса на степь и претерпевшие процесс деградации и оподзоливания. Согласно этому взгляду выщелоченные черноземы — оподзоленные черноземы — темно-серые лесные почвы — серые лесные и светло-серые лесные оподзоленные почвы представляют собой единый генетический ряд деградации степных почв и превращения их в лесные.

Этому взгляду противопоставлялись иные мнения. Ряд ученых защищал самостоятельность и первичность серых лесных почв, приводя в доказательство факты формирования серых лесных почв на молодых элементах рельефа — крутых склонах, где древние почвы не могли сохраниться. В отношении выщелоченных и оподзоленных черноземов выдвигалась гипотеза о их предшествующей лесной стадии развития, сменившейся лугово-степной вследствие наступания степи на лес, обусловленного климатическими, а в историческое время и антропогенными факторами: вырубкой лесов и введением почв в культуру.

Первая общая сводка о географии почв лесостепи европейской части СССР была дана Н. Н. Розовым (1939).

В более поздних работах, посвященных почвам лесостепной зоны европейской и азиатской части СССР (А. А. Завалишин, С. В. Зонн, Е. В. Рубилин, А. И. Троицкий, Н. Б. Вернандер и др.), а также в работах, посвященных исследованию биологического кругооборота азота и зольных элементов в широколиственных лесах (Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, К. М. Смирнова, В. Н. Мина), рассматриваются различные стороны воздействия растительности, климатических условий и почвообразующих пород на формирование лесостепных, в частности серых лесных, почв. Дается характеристика состава гумуса, глинных минералов, что наряду с микроморфологическими исследованиями (Е. И. Парфенова, Е. А. Ярилова) позволило показать самобытность и сложный характер их генетического профиля. Краткая, но весьма насыщенная фактическим материалом и выводами сводка о генетических свойствах серых лесных почв европейской части СССР дана Е. В. Рубилиным, Н. Б. Вернандер, Е. И. Парфеновой, Е. В. Сусловой и А. И. Троицким (1964).

Исследованию черноземов лесостепи и северной части степной зоны посвящена фундаментальная работа Е. А. Афанасьевой (1966).

Почвы и почвенный покров лесостепи Западной Сибири стали известны благодаря работам К. П. Горшенина, К. А. Кузнецова, Е. Н. Ивановой, Н. И. Базилевич. Почвы лесостепи Южной Сибири изучались Л. И. Прасоловым, Б. Ф. Петровым, С. А. Коляго, П. И. Шаврыгиным, А. Н. Розановым, Н. В. Орловским, И. И. Кармановым, Р. В. Ковалевым и др. Почвы амуро-маньчжурской лесостепи получили известность благодаря работам Ю. А. Ливеровского, В. А. Ковды, Б. А. Зимовца, Г. И. Иванова.

На равнинах лесо-лугово-степного сектора распространены почвы, принадлежащие двум семействам субаэральных почв: 1 — элювиземно-кальций-гумусовому, представленному светло-серыми, серыми и темно-серыми лесными почвами. В западной Сибири к ним прибавляются дерново-подзолистые почвы, с реликтовым вторым гумусовым горизонтом; 2 — дерново-кальций-гумусовому, представленному оподзоленными, выщелоченными и типичными черноземами и лугово-черноземными почвами.

На слабодренированных равнинах помимо названных почв распространены вторичные субаэральные и супераквальные (гидроморфные) почвы, принадлежащие семействам солодей и солонцов и дерновых кальций-гумусовых оглеенных.

При всем многообразии сочетаний серых лесных почв и северных черноземов на равнинах европейской части лесо-лугово-степного сектора, а также в ряду горных почвенных зон Карпат, Северного Кавказа, Кузнецкого Алатау, Салаира, Алтая и гор южного Забайкалья выявляется определенная закономерность: серые лесные почвы тяготеют к более влажным климатическим условиям, где коэффициент увлажнения в некоторые годы превышает 1,0. На равнинах они занимают более северное, а на возвышенностях

и в горах более высокое положение, чем лесостепные черноземы. Это позволяет как на равнинах, так и в предгорных и низкогорных районах выделить в пределах лесо-лугово-степного сектора две почвенные зоны: более северную (в горах более высокую) зону преобладания серых лесных почв и более южную (в горных районах расположенную ниже) зону черноземов луговых степей. Границы между этими зонами очень изрезаны. В обеих зонах имеются «острова» почв, принадлежащих соседней зоне.

Серые лесные почвы формируются под лесной растительностью широколиственными, преимущественно дубовыми, лесами в западной и восточной частях сектора и мелколиственными березовыми — в Сибири. Широколиственные травяные леса дают 3—5 *т* на 1 *га* в год наземного опада, с которым поступает 300—500 *кг/га* минеральных веществ. От 35 до 50% золы составляют основания: кальций, калий, магний. При разложении подстилки основания быстро переходят в раствор (о чем говорит состав лизиметрических вод) и частично усередняют образующиеся при разложении растительных остатков органические кислоты.

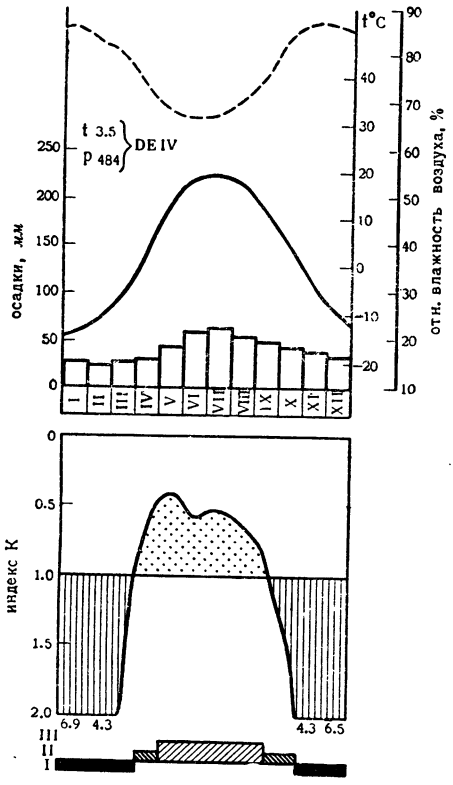


Рис. 44. Гидротермические условия в районах распространения серых лесных почв. Усл. знаки см. рис. 36

Фульвокислоты, связанные с железом, и часть, неполностью усредненных, гуминовых кислот, связанных с кальцием, сохраняют значительную подвижность и в условиях слабокислой среды вымываются в нижние горизонты почвенного профиля. Наряду с органо-минеральными комплексами наблюдается вынос из верхних горизонтов илистой фракции. В верхнем горизонте остаются наименее подвижные ульматы железа, часть гуматов кальция, что приводит к формированию аккумулятивного гумусового горизонта мощностью 20—30 *см,* темно-серого или серого цвета (A_{fh}). Ниже

его находится гумусовый, оподзоленный и обедненный илом (лёссированный) гор. A_{El} с ореховатой структурой, с белесой присыпкой по граням структурных отдельностей. На глубине 40—50 *см* он сменяется мощным темно-бурым иллювиальным гор. B_{tFe} ореховато-призматической структуры, с хорошо выраженными глянцевитыми темно-бурыми, а в верхней части горизонта черными пленками по трещинам и граням структурных отдельностей. Пленки состоят из тонкодисперсного коломорфного глинистого вещества, представленного смешанно-слойными глинными минералами бейделлит-нонтронитового и иллитового ряда, смешанного с тонкодисперсным органическим веществом, в составе которого преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием; отношение Сг/Сф — 2,5.

Иллювиальный горизонт достигает значительной мощности (100—120 *см*) и сильно обогащен по сравнению с элювиальным илистой фракцией. Накопление последней во всей толще иллювиального горизонта значительно превышает убыль ила в элювиальной части профиля, что заставляет предполагать наряду с процессами иллимеризации (или лёссиважа) наличие вторичного глинообразования на месте в самом иллювиальном горизонте.

Под иллювиальным оглиненным горизонтом во многих, но не во всех, серых лесных почвах имеется карбонатный иллювиальный гор. B_{CaCO_3}, располагающийся на глубине 120—150 *см* и глубже.

В лесостепном секторе распространен ряд подтипов серых лесных почв, отличающихся степенью выщелоченности, оподзоленности и степенью выраженности гумусового горизонта. Это светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы. Первые по своим свойствам ближе к дерново-подзолистым почвам и чаще встречаются в северной части сектора, а последние — к выщелоченным и оподзоленным черноземам, широко распространены в его южной части.

На низменных равнинах, с палеогидрогенными макроструктурами почвенного покрова, широко распространены осолоделые серые лесные почвы и настоящие солоди.

Наблюдаются некоторые провинциальные особенности серых лесных почв в различных частях сектора: в западной его части (УССР), где климат более теплый и влажный, чем в остальных частях сектора, почвы сильно выщелочены, мощность гумусово-элювиальной части профиля составляет: у темно-серых до 55 *см*, серых — до 40 *см*, светло-серых — до 25 *см* при невысоком содержании гумуса. В центральной и восточной частях сектора мощность гумусово-элювиальных горизонтов уменьшается: у темно-серых до 45 *см*, у светло-серых до 18—20 *см*, при возрастании содержания гумуса. Большую мощность имеют серые лесные почвы в хорошо увлажняемых горных областях Алтая, Салаира, Кузнецкого Алатау.

В горных районах Карпат, Кавказа, Алтая серые лесные почвы образуют переходы к бурым лесным и выделяются как буро-серые или серо-бурые оподзоленные почвы.

Вторым центральным почвенным типом лесо-лугово-степного сектора являются черноземы луговых степей, представленные тремя подтипами: типичных, выщелоченных и оподзоленных черноземов.

Разнотравно-злаковые луговые степи характеризуются большой плотностью растительного покрова и разнообразием слагающих его видов. Здесь много широколиственных высокостебельных злаков, например *Bromus inermis, B. riparius, Calamagrostis epigeios, Agropyrum intermedium.* Из плотнокустовых злаков обычно присутствуют: *Stipa pennata, S. dasyphylla.* Разнообразны представители разнотравья. Из них наиболее обильны: *Adonis vernalis, Filipendula hexapetala, Pulsatilla patens, Salvia pratensis.*

Надземный опад в луговых степях примерно такой же, как и в широколиственных лесах, и составляет 3—5 *т/га* в год. Основная масса органических остатков — 5—7 *т/га* в год — поступает при отмирании корней. Основная масса корней сосредоточена в верхнем 50-сантиметровом слое; несколько меньшее, но все же заметное количество обнаруживается на глубине 50—150 *см*; глубже идут лишь единичные корни. Распределение по профилю почв гумуса совпадает с кривой распределения корней: мощность интенсивно окрашенного в темно-серый цвет гумусово-аккумулятивного гор. А достигает 60—80 *см.* Он имеет мелкокомковато-зернистую структуру, рыхлое сложение, обильно пронизан тонкими корнями, имеет суглинистый или тяжелосуглинистый механический состав. Ниже гор. А в типичных черноземах располагается переходный по цвету неоднородно окрашенный гор. АВ, в котором по палево-коричневому фону разбросаны темные пятна кротовин, заполненных прокрашенной гумусом более темной массой. Гор. АВ содержит карбонаты кальция, он вскипает при действии соляной кислоты, в нем имеются новообразования углекислого кальция в форме псевдомицелия; гор. АВ имеет такой же механический состав, как и гор. А, но структурные отдельности здесь более крупные, комковато-ореховатые. Мощность гор. АВ варьирует. В типичных мощных черноземах он доходит до 120—130 *см.* На глубине 130—250 *см* лежит иллювиальный карбонатный гор. B_{CaCO_3}, светло-палевый, суглинистый, с непрочной призматической структурой; карбонаты кальция находятся в рассеянном состоянии, в форме псевдомицелия. Этот горизонт постепенно переходит в менее оструктуренную и содержащую меньшее количество карбонатов, а часто и бескарбонатную, почвообразующую породу.

Содержание гумуса и мощность гумусового горизонта в типичных черноземах варьирует: в западной части сектора чаще встречаются мощные малогумусные черноземы; в центральной части Русской равнины распространены мощные многогумусные черноземы, в которых содержание гумуса в пахотном слое составляет 8—10%. В Западной Сибири мощность черноземов уменьшается при среднем и высоком содержании гумуса.

Наряду с типичными черноземами в лесо-лугово-степном сек-

торе широко распространены выщелоченные и оподзоленные черноземы. В выщелоченных черноземах, часто приуроченных к депрессиям рельефа, получающим избыток поверхностной влаги за счет бокового стока, линия вскипания и начало появления новообразований карбонатов кальция находятся не у нижней границы гор. А (как это наблюдается в типичных черноземах), а опущены глубже, вскипание в них начинается со 140—150 *см*. Лишенная карбонатов часть гор. АВ обычно заметно уплотнена, имеет ореховато-призматическую структуру.

В оподзоленных черноземах, занимающих так же, как и выщелоченные черноземы, относительно пониженные и лучше увлажняемые элементы рельефа, наряду с понижением границы карбонатного горизонта наблюдается некоторое увеличение содержания ила в гор. АВ и появление белесой присыпки на гранях структурных отдельностей в нижней части гор. А. Таким образом, профиль оподзоленного чернозема наиболее близок к профилю темно-серой лесной почвы и включает горизонты A_h, $A_{hf}E$, B_{CaCO_3}, С.

Детальные исследования лесостепных черноземов, проведенные Е. А. Афанасьевой в Стрелецкой степи (Средне-Русская возвышенность), показали, что граница горизонта вскипания в типичных и выщелоченных черноземах не остается постоянной: во влажные осенний и ранневесенний периоды, при господствующем нисходящем движении растворов, карбонаты выщелачиваются и граница вскипания смещается вниз; в летний сухой период при высоких концентрациях углекислоты в почвенном воздухе, связанной с активизацией биологических процессов в почве, растворы перемещаются вверх, а растворенный в них двууглекислый кальций при испарении влаги выпадает в виде карбоната кальция, давая столь типичные для лесостепных черноземов мицеллярные формы новообразований.

Черноземы лесостепного сектора имеют нейтральную в верхней части профиля и слабощелочную в нижней его части реакцию. Они полностью насыщены основаниями: кальцием и магнием, обладают высокой емкостью поглощения (30—45 *мг·экв* на 100 *г*), особенно в верхнем, богатом гумусом горизонте. В составе гумуса в верхнем горизонте преобладают гуминовые кислоты, в более глубоких — фульвокислоты.

Черноземы лесо-лугово-степного сектора обладают высоким плодородием; оно обусловлено значительными запасами органических веществ, высокой биологической активностью почв, значительным накоплением в верхних горизонтах биогенных элементов, хорошими физическими свойствами и благоприятным для роста культурных растений водно-тепловым режимом в вегетационный период. Однако при длительном использовании этих почв наблюдается уменьшение в них запасов гумуса и азота и некоторое ухудшение структуры. Е. А. Афанасьева связывает эти изменения с исчезновением почвенной и напочвенной мезофауны, участвующей в разложении растительных остатков на целинных участках и спо-

собствующей созданию микроструктуры. При распашке изменяется водно-тепловой и газовый режимы, усиливается микробиологическая активность, ускоряются процессы минерализации органического вещества.

Внесение удобрений особенно заметно проявляется на серых лесных почвах, но имеет заметный положительный эффект и на черноземах.

Разделение лесо-лугово-степного сектора на почвенные области

По характеру макроструктур почвенного покрова лесо-лугово-степной сектор Евразии можно разделить на пять почвенных областей:

с проявлением биоклиматогенной горизонтальной широтной зональности в сочетании с палеогидрогенными макроструктурами — Европейская лесо-лугово-степная (л.-л.-с.);

с преобладанием палеогидрогенных макроструктур в сочетании с горизонтальной зональностью: широтной — Западно-Сибирская лесо-лугово-степная; меридиональной — Амуро-Маньчжурская лугово-степная;

с сочетанием различных типов макроструктур горной зональности с биоклиматогенными и литогенными макроструктурами межгорных и предгорных равнин: Карпатско-Северо-Кавказская, Южно-Сибирско-Монгольская.

Европейская лесо-лугово-степная почвенная область

Область вытянута в широтном направлении с юго-запада на северо-восток и протягивается через центральную часть Русской равнины от Карпат до Урала. Она захватывает ряд возвышенностей: Подольскую, Приднепровскую, Среднерусскую, Приволжскую, Бугульминско-Белебеевскую и южную часть Урала. В пределах возвышенностей абс. выс. достигают 300—400 *м*, а на южном Урале до 1600 *м*.

В пределы области входит ряд низменностей: Приднепровская, Окско-Донская (или Тамбовская), Низкого Заволжья с абс. выс.— 100—150 *м*. Южная граница области проходит по линии Кишинев — Харьков — Куйбышев — р. Сакмара.

На преобладающей части территории коренные породы скрыты под покровом четвертичных отложений — лёссовидных суглинков и лёссов. Но на возвышенностях их мощность относительно небольшая: в местах сильного эрозионного расчленения разнообразные осадочные породы (известняки, песчаники, кварциты, глины) палеозойского и мезозойского возрастов выходят на поверхность, а продукты их разрушения участвуют в сложении местных элювиальных и делювиальных образований. В Приуралье и на Урале большинство почв образуется на элювио-делювиях плотных осадочных пород.

В пределах низменностей, особенно Приднепровской и Окско-Донской, по которым на юг проникали языки ледника максималь-

ного днепровского оледенения, а затем устремлялись флювиогляциальные потоки, четвертичные отложения достигают наибольшей мощности.

В пределах области более или менее выражена широтная зональность почв на Среднерусской, Приволжской и Бугульминско-Белебеевской возвышенностях. На севере располагается узкая зона серых лесных почв, представленных преимущественно подтипами светло-серых и серых лесных; южнее находится подзона выщелоченных и оподзоленных черноземов, с отдельными массивами темно-серых лесных почв. Еще далее к югу располагается подзона типичных черноземов, с отдельными массивами выщелоченных и местами оподзоленных черноземов. Подзона типичных средне- и многогумусных черноземов наиболее хорошо выражена в пределах Среднерусской возвышенности. Черноземы приурочены преимущественно к водораздельным поверхностям, а темно-серые лесные почвы и оподзоленные черноземы встречаются лишь в нижних частях водораздельных склонов и в предбалочных понижениях.

В Украинской правобережной лесостепи, в пределах Волыно-Подольской возвышенности, оподзоленные серые лесные почвы образуют изолированный остров, окруженный со всех сторон мощными и сверхмощными выщелоченными и типичными черноземами.

В пределах Бугульмино-Белебеевской возвышенности преобладают тучные (многогумусные) типичные и выщелоченные черноземы, сменяющиеся к востоку, в пределах Уральской возвышенности горными серыми лесными почвами. Степень выщелоченности и оподзоленности увеличивается по мере увеличения абсолютной высоты и степени расчлененности рельефа.

В пределах низменностей широтная зональность почти не выражена. В Приднепровской и Окско-Донской низменностях не выражена зона серых лесных почв. Песчаные лесные полесья Белоруссии и Мещеры, с дерново-подзолистыми почвами, песчаными подзолами и значительным участием заболоченных и болотных почв продвигаются далеко к югу. Серые и светло-серые лесные почвы на моренах или покровных суглинках и глинах, сочетающиеся с выщелоченными и оподзоленными черноземами, образуют здесь лишь северную узкую подзону, быстро сменяющуюся подзоной типичных и выщелоченных черноземов, со значительным участием лугово-черноземных и черноземно-луговых почв. Слабое эрозионное расчленение, неглубокое залегание уровня грунтовых вод способствуют широкому распространению почв супераквального ряда, а также почв, переживших в прошлом супераквальный режим и сохранивших в почвенном профиле палеогидрогенные черты. Весьма типичны широко распространенные по террасам рек и в плоских замкнутых понижениях на слабодренированных равнинах осолоделые солонцы и солоди. Теория осолодения и солонцеобразования была создана К. К. Гедройцем именно на основании изучения почв в пределах черноземной зоны Приднепровской низ-

менности. Солоди под осиновыми колками («осиновыми кустами») в Окско-Донской низменности были описаны в начале XX в. ботаником Т. И. Поповым (1914).

Европейская л.-л.-с. область — территория с высоким процентом земледельческого использования — 60—80%. Большая часть почв области, особенно в подзоне типичных черноземов, обладает высоким уровнем плодородия. Коэффициент увлажнения в северной части области в летнее время — 1,0—1,2 свидетельствует о достаточной степени увлажненности территории. Однако в подзоне типичных черноземов, где в летнее время коэффициент увлажнения уменьшается до 0,6—1,0, в некоторые годы проявляется недостаток влаги, особенно в Заволжье, получающем наименьшее количество осадков.

Наиболее отзывчивы на внесение удобрений серые лесные почвы, однако внесение удобрений, особенно фосфора, и в типичные черноземы увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур.

Западно-Сибирская лесо-лугово-степная почвенная область

Эта область в своей большей части находится в пределах Западно-Сибирской низменности и лишь частично захватывает денудационные равнины Зауралья.

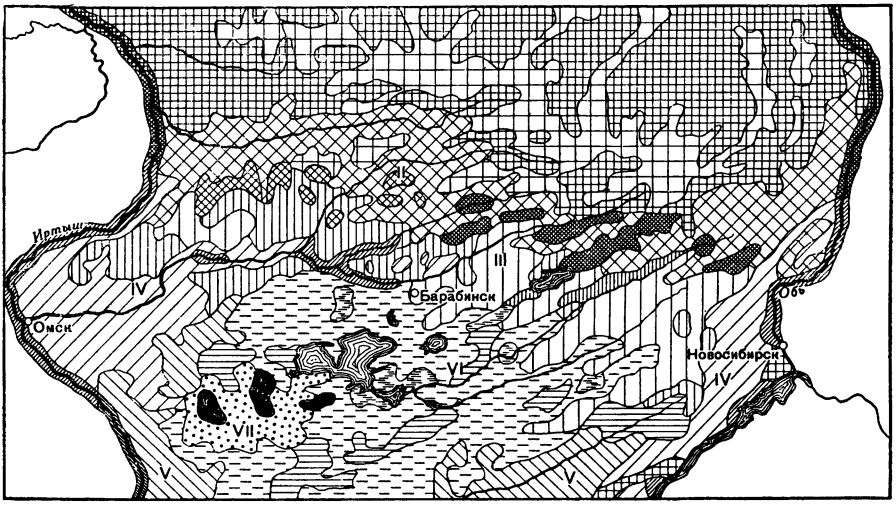
Западно-Сибирская низменность — плоская древнеаллювиальная равнина, с абс. выс. 100—150 *м*. Она сложена третичными соленосными глинами, перекрытыми озерно-аллювиальными четвертичными лёссовидными суглинками и глинами. Речные долины врезаны слабо, водораздельные поверхности слабо дренированы, изобилуют замкнутыми понижениями, занятыми озерами и болотами.

Западно-Сибирская л.-л.-с. область занимает более северное положение, чем Европейская л.-л.-с. Климат в Западно-Сибирской л.-л.-с. обл. более континентальный. Осадки составляют 380—420 *мм* в год. Лето короткое, умеренно теплое, продолжительность вегетационного периода 110—114 дней. За лето выпадает в 2,0—2,5 раза больше осадков, чем зимой, коэффициент увлажнения летом составляет около 1,0.

Выявляющаяся в пределах области широтная зональность почв существенно осложнена распространением почв, прошедших в прошлом супераквальную стадию развития, при воздействии солоноватых, часто щелочных, содержащих соду, грунтовых вод. Реликтовые признаки прежнего лугового режима сохранились не только в почвах лесо-лугово-степной области, но и в южной части лесной зоны Западной Сибири, где распространены дерново-подзолистые почвы, с остатками некогда более мощного гумусового горизонта под подзолистым. Значительное участие в почвенном покрове лугово-черноземных почв, почв различных степеней солонцеватости, осолодения и мощных лесных и луговых солодей и солон-

цов, комплексность почвенного покрова, обилие болотных почв — все это наиболее типичные черты Западно-Сибирской л.-л.-с. области.

Однако при всей пестроте и сложности почвенного покрова в



№ ландшафта	Автономные или относительно автономные	Подчиненные	
	элювиальные	супераквальные	суперсубаквальные
I			
II			
III			
IV			
V			
VI			
VII			

Рис. 45. Схема биогеохимических ландшафтов Барабы (по Н. И. Базилевич)

пределах области обособляются две широтные почвенные зоны, отличающиеся также и характером растительного покрова (рис. 45).

В северной зоне распространены березовые и осиновые травянистые леса, с примесью сосны, с разнообразным травянистым покровом и кустарниковым ярусом. Они приурочены к слабодренированным междуречьям, имеют парковый характер и перемежаются с влажными высокотравными лугами. Здесь распространены лугово-черноземные и серые глееватые осолоделые почвы, с близким залеганием к поверхности солоноватых почвенно-грунтовых вод. Приречные, несколько лучше дренированные полосы заняты серыми и светло-серыми лесными и дерново-подзолистыми почвами со вторым гумусовым, более темным, горизонтом. По древним речным террасам на лёссовидных и карбонатных суглинках распространены темно-серые лесные почвы или оподзоленные черноземы. Несколько южнее в этой же зоне на водораздельных равнинах появляются комплексы и сочетания из лугово-черноземных солонцеватых почв, лугово-степных содовых солонцов и серых осолоделых почв. Последние приурочены к небольшим замкнутым понижениям, занятым березовыми колками, часто с лугово-болотными почвами, занимающими центральную часть западин. Вдоль речных долин по боровым террасам протягиваются полосы песчаных дерново-подзолистых почв. Большие площади в сочетаниях почв занимают болотные почвы, от торфяно-болотных до лугово-болотных, часто солончаковатых, а местами осолоделых.

В этой зоне распахано от 20 до 40% площади. Более широкому освоению препятствуют слабая дренированность территории и значительное распространение болотных, солонцовых и осолоделых почв.

Южную часть области можно выделить в особую южную зону лугово-черноземных почв, луговых и лугово-степных содовых солонцов и солодей, с массивами выщелоченных черноземов.

Территория представляет собой низменную недренированную равнину, с хорошо развитым гривисто-лощинным рельефом. Гривы, их отн. высота 5—20 *м,* ориентированы с с.-з. на ю.-в. и разделены плоскими ложбинами с четковидными системами болот и озер.

Наиболее высокие гривы, под которыми воды залегают на глубине 5—6 *м*, заняты остепненными лугами (или луговыми степями) на выщелоченных черноземах. Менее высокие гривы и плоские поверхности межгривных понижений заняты вейниково-лабазниковыми остепненными лугами. Воды находятся на глубине 3—5 *м.* Почвы — лугово-черноземные, часто солонцеватые и солончаковатые, на севере — осолоделые, образуют основной фон почвенного покрова гривисто-лощинных равнин. Как гривы, так и межгривные понижения испещрены небольшими западинами, занятыми березовыми колками на солодях. Вокруг западины обычно имеется кольцо луговых и лугово-степных содовых солонцов. Колки на гривах среди выщелоченных черноземов окружены кольцом солонцеватых почв. Там, где гривистые равнины сменяются еще менее дренированными, плоскими и грунтовые засоленные воды

стоят на глубине 2,5 *м*, господствуют луговые и лугово-степные содовые и содово-сульфатные солонцы в комплексе с луговыми содовыми солончаками и торфянисто-болотными солончаковатыми почвами (рис. 46).

Приречные дренированные полосы заняты выщелоченными среднегумусными и многогумусными черноземами. Здесь также распространены солоди под березовыми колками. Приречные, менее комплексные, лучше дренированные территории почти сплошь распаханы. На гривисто-лощинных равнинах в первую очередь используются в земледелии почвы повышенных элементов рельефа, лучше дренируемые и менее солонцеватые. Солонцово-солончаковые заболоченные комплексные равнины используются преимущественно как пастбища и сенокосы.

Существенно ограничивает земледельческое освоение территорий Западно-Сибирской л.-л.-с. области господствующий здесь тип засоления, в котором основную роль играет сода. Детальный анализ геохимии содового засоления в Западной Сибири, вопросы происхождения соды в почвах и грунтовых водах, закономерности ее миграции в системе грунтовые воды — грунты — почвы и роль в почвообразовании, детально рассмотрены в фундаментальной по охвату и глубине рассмотрения проблемы в целом монографии Н. И. Базилевич (1965).

Амуро-Маньчжурская лугово-степная почвенная область

Третья равнинная область лесо-лугово-степного сектора Евразии охватывает его крайнюю восточную часть и расположена в более южных широтах, чем Западно-Сибирская. В пределах области в соответствие с зонами увлажнения выявляются элементы меридиональной биоклиматической зональности, существенно осложненной палеогидрогенными макроструктурами.

Область занимает аллювиальные равнины, лежащие в бассейнах рек Нонни, Сунгари и Ляохе. Она вытянута в меридиональном направлении и обрамлена на востоке Восточно-Маньчжурскими горами, на севере — Мал. Хинганом, а на западе — Бол. Хинганом.

Обширные пространства аллювиальных равнин, в настоящее время сильно распаханных, в прошлом представляли собой луговые степи, перемежающиеся с сосновыми и березовыми лесами и кустарниками. В результате вырубания лесов и их последующего медленного возобновления господство приобрели высокотравные луговые степи.

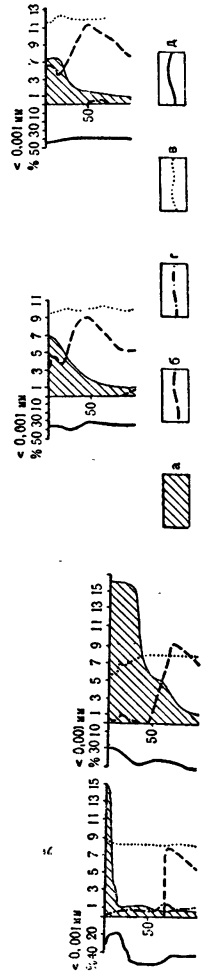
Климатические условия Восточно-Азиатской области прерий своеобразны и существенно отличаются от условий зоны высокотравных луговых прерий Северной Америки (рис. 47).

В восточноазиатских прериях выпадает в год 400—800 *мм* осадков; максимум их приурочен к позднелетнему и раннеосенне-

му периодам, когда выпадает 75—80% годовой нормы. Все плоские поверхности покрываются водой, реки выходят из берегов и заливают не только поймы, но часто и первую надпойменную террасу.

Летнее переувлажнение, подъем на больших пространствах уровня грунтовых вод способствует широкому развитию луговых, а на пониженных элементах рельефа — и болотных почв.

В зимнее время здесь резко проявляется влияние азиатского антициклона. Зима малоснежная с температурами — 20—30°. Исследования, проведенные на территории Северо-Восточного Китая советскими и китайскими почвоведами (Ковда, Ливеровский, Сун-Да-Чен, 1957), показали, что вследствие глубокого зимнего промерзания почв (до глубины 2,5—3 *м*) мерзлота сохраняется в течение всей весны и исчезает полностью лишь в июле. Длительносезонная мерзлота вызывает застой влаги в почвах и обусловливает периодически-гидроморфный режим в почвах даже на относительно повышенных элементах рельефа. Почти повсеместно на глубине 1,5—3,0 *м* присутствует малодебитный горизонт почвенно-грунтовых вод.



Общий поток почвенно-грунтовых вод, направляющийся от подножий горных массивов к центральным частям равнины, обусловил перераспределение легкоподвижных продуктов выветривания и почвообразования в последовательности, указанной на рис. 48. В результате на равнинах Северо-Восточного Китая сформировались несколько зон с различными типами транзитно-аккумулятивной и аккумулятивной коры выветривания; в пределах аккумулятивных равнин на более высоких уровнях карбонаты кальция отсутствуют, несколько ниже по рельефу наносы обогащены карбонатами кальция, на еще более низких уровнях наряду с карбонатами кальция в водах и в почвах появляется сода, а самые низкие террасы и озерные депрессии представляют области накопления хлоридов и сульфатов натрия.

Почвы высоких уровней аккумулятивных равнин заняты темноцветными луговыми почвами прерий («хэту»). Гумусовый горизонт в этих почвах составляет 100—200 *см*, при содержании его в верхней части 10—15%. Они богаты азотом, фосфором, калием и отличаются высоким плодородием.

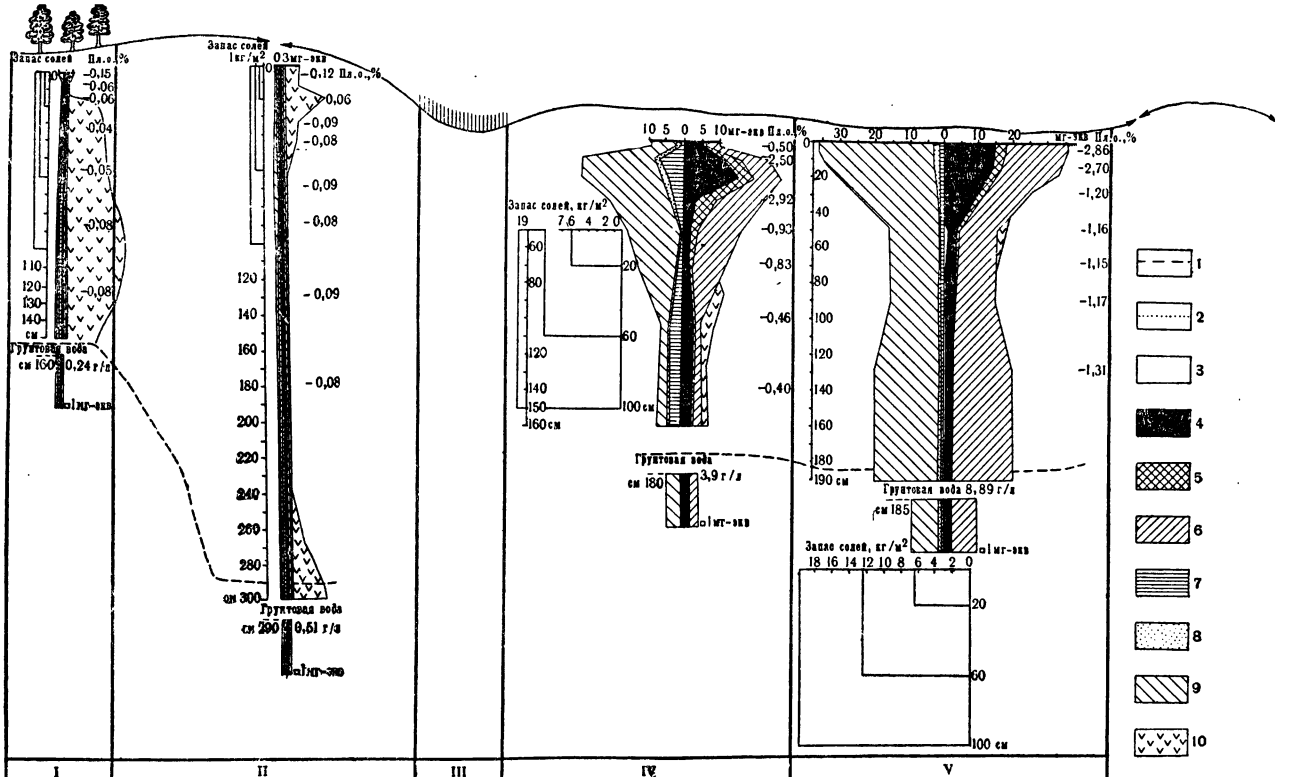


Рис. 46. Схема распространения почв на междуречье Омь — Карашук (по Н. И. Базилевич)

I — березовый колок, солодь луговая; II — пашня, лугово-черноземная слабо солонцеватая почва; III — западина, торфяно-болотная почва; IV — корково-столбчатый луговой солончаковатый солонец; V — луговой солончак; а — гумус %; б — Co_2 %; в — $CaSO_4$ %; г — pH; д — частицы < 0,001 *мм* %; 1 — уровень верховодки; 2 — глубина вскипания почвы с HCl; 3 — CO_3; 4 — HCO_3; 5 — Cl; 6 — SO_4; 7 — Ca; 8 — Mg; 9 — Na; 10 — SO_4 гипса

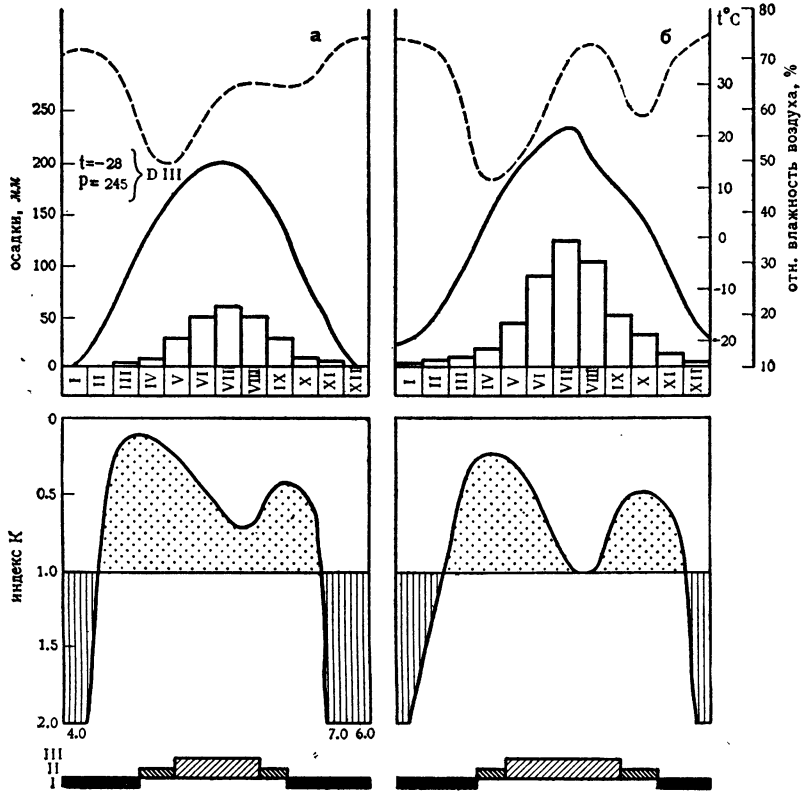


Рис. 47. Гидротермические условия в районах распространения: а — черноземов в Монголии; б — черноземовидных почв прерий в Маньчжурии. Усл. знаки см. рис. 36

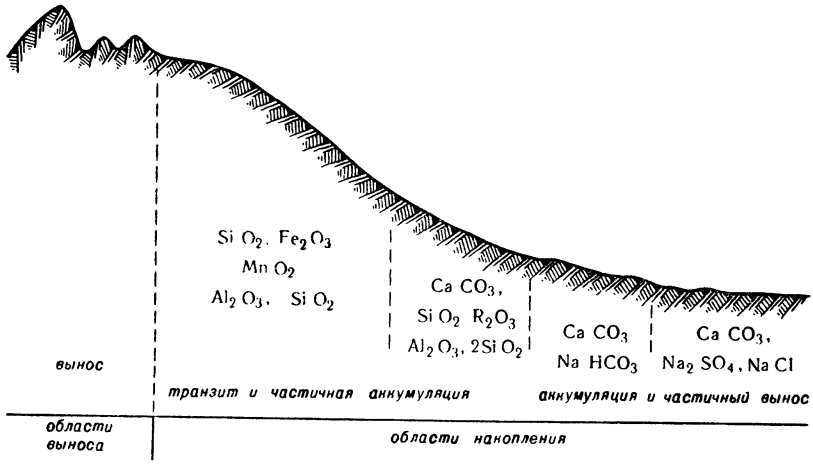


Рис. 48. Схема распространения продуктов выветривания и почвообразования в Маньчжурии и Монголии (по В. А. Ковде, 1959)

В восточной и северной наиболее увлажненных частях равнины эти почвы бескарбонатны, имеют слабокислую реакцию; в западной части, ближе к Хингану, в почвах появляется карбонатный горизонт и они по структуре профиля аналогичны выщелоченным черноземам.

На более низких уровнях аллювиальной равнины, периодически подвергающихся затоплению, распространены темноцветные луговые оглеенные, засоленные и осолоделые почвы. Они образуют комплексы и сочетания с луговыми содовыми солончаками и солонцами и лугово-болотными почвами, занимающими депрессии рельефа и окружающими многочисленные озера.

На темноцветных луговых почвах выращивают рис, пшеницу, ячмень, сою, гречиху, гаолян, кукурузу, овощи и бахчевые культуры.

Для успешного ведения земледелия и расширения посевных площадей требуется регулирование стока, устройство мелкой дренажной сети и сбросных каналов.

Почвенные области лесо-лугово-степного сектора Евразии с горнозональными макроструктурами, сочетающимися с литогенными и биоклиматогенными структурами межгорных и подгорных равнин

В пределах Евразиатского лесо-лугово-степного сектора имеются две большие и сложные по структуре почвенного покрова и разнообразию типов почв горные области: Карпатско-Северокавказская лесо-луговая степная и Южно-Сибирско-Монгольская лесо-лугово-степная.

Карпатско-Северо-Кавказская почвенная лесо-лугово-степная область

Область располагается в юго-западной причерноморской части сектора и характеризуется сочетанием различных подтипов черноземов на подгорных и межгорных равнинах с горными серыми лесными, бурыми лесными, кислыми темно-бурыми лесными и субальпийскими и альпийскими горно-луговыми почвами. Область охватывает две самостоятельные горные системы и естественным образом делится на две подобласти: Карпатско-Дунайскую и Северокавказскую.

Карпатско-Дунайская подобласть

Территории, лежащие к востоку от Альп и замкнутые с севера и северо-запада дугой Карпат, — Венгрия, северная Болгария, Румыния — лежат в дождевой тени, они несколько защищены горными массивами от влияния влажных западных ветров и поэтому значительно отличаются по характеру почвенного покрова от остальной территории Западной Европы.

Среднедунайская низменность, заключенная между северо-восточными отрогами Альп и дугой Карпат, получает 670—540 *мм* осадков в год, их распределение по сезонам равномерно. В настоящее время это безлесные или почти безлесные пространства, хотя в докультурный период территория была покрыта, за исключением центральной части низменности, дубовыми лесами.

Центральная часть Среднедунайской низменности — это аккумулятивная равнина, сложенная четвертичными аллювиальными и лёссовыми отложениями — область соленакопления, что проявляется в широком распространении по долинам рек, в депрессиях рельефа, в старых озерных котловинах, сейчас уже сухих или усыхающих, засоленных почв — солончаков, солонцов, местами солодей, луговых солончаковатых и лугово-болотных почв. Солончаковые и солонцовые почвы Венгрии были впервые описаны Трейтцем и Зигмондом и названы ими «Szikböden».

Солончаки Венгерской низменности по химическому составу типичны для лесостепной зоны. Здесь преобладает содовое засоление. Рассоление содовых солончаков сопровождается образованием солонцов с очень высокой щелочностью. Присутствие солонцовых пятен в почвенном покрове значительно снижает ценность черноземных равнин. В настоящее время в Венгрии развернуты работы по мелиорации солончаков и особенно солонцовых почв, которые встречаются пятнами среди земледельческих территорий.

Несколько лучше дренированные повышенные элементы рельефа — лёссовые увалы заняты черноземами малогумусными, с невысоким содержанием карбонатов, в той или иной мере выщелоченными, местами солонцеватыми. Широко распространены почвы легкого механического состава.

Окраинные части Среднедунайской низменности у подножия Карпат и северо-восточных Альп имеют несколько иной почвенный покров. Здесь почти не сохранилась древесная растительность, но когда-то эти территории были покрыты лесом. В почвенном покрове здесь преобладают выщелоченные, местами и оподзоленные черноземы, бурые лесные выщелоченные (лёссивированные) почвы, поднимающиеся до высоты 1000 *м*. Выше они сменяются кислыми темно-бурыми горно-лесными почвами под хвойно-широколиственными и хвойными лесами. В верхней части лесного пояса появляются грубогумусовые иллювиально-железистые подзолистые почвы. На подгорных хорошо увлажняемых плоских равнинах у подножий Восточных и Динарских Альп господствуют поверхностно-глеево-элювиальные почвы. Подобные же почвы с резко дифференцированным по механическому составу профилем, отбеленным верхним горизонтом и признаками периодически-восстановительного режима занимают обширные пространства Венециано-Паданской равнины в Северной Италии.

На равнинах Румынии и северной Болгарии в пределах Нижнедунайской низменности развиты карбонатные, обыкновенные и

выщелоченные черноземы, близкие к черноземам Украины и Приазовья.

Черноземы Нижнедунайской равнины обладают специфическими свойствами, обусловленными климатическими условиями этой крайней юго-западной наиболее влажной и теплой части черноземной зоны.

Для них характерны низкие содержания гумуса, оглинение средней части профиля, мицеллярные формы выделения карбонатов кальция и отсутствие гипсового горизонта, свойственного южным черноземам. Эти черноземы были выделены в особую Придунайскую фацию мицеллярных черноземов. На древних террасах различного уровня последовательно сменяются, с увеличением возраста и высоты террас, карбонатные, типичные, выщелоченные и оподзоленные черноземы. Возвышенности и нижние части склонов Карпат и северные склоны Балкан покрыты дубовыми лесами на серых и бурых лесных почвах, сменяющихся в более высоких частях гор кислыми бурыми и темно-бурыми горно-лесными почвами и субальпийскими горно-луговыми.

Среднедунайская и Нижнедунайская низменности почти сплошь распаханы и почвы используются для земледелия, садоводства и виноградарства.

На степных равнинах юга Молдавии, Северного Крыма и Предкавказья широко распространены малогумусные высококарбонатные или карбонатные, с самой поверхности мицеллярные, черноземы, которые И. А. Крупенников (1967) относит к одной Дунайско-Понтийской почвенной фации. В северной Молдавии карбонатные черноземы сменяются типичными и выщелоченными, очень мощными и малогумусными (3,8—4,3% гумуса в верхней части профиля). Дунайско-Понтийская фация черноземов объединяет почвы теплого климата, с невысокой степенью континентальности.

Северо-Кавказская подобласть

Наиболее детальные исследования почв и почвенного покрова северных склонов Большого Кавказа принадлежат С. В. Зонну (1950) и Е. В. Рубилину (1956). С. В. Зонн рассмотрел почвы горных лесов северного склона Кавказа, Е. В. Рубилин дал подробный анализ истории формирования почвенного покрова и генетических особенностей почв предгорий и подгорных равнин северной Осетии.

Предгорные равнины и межгорные котловины в предгорной куэстовой зоне заняты ковыльно-бородачевыми степями (*Stipa capillata, Andropodon ishaemum*) на предкавказских карбонатных черноземах. Это среднегумусные черноземы, с глубоким проникновением гумуса по профилю, карбонатны с самой поверхности, содержат в гумусовом горизонте 6—8% $CaCO_3$. Максимальное содержание карбонатов и видимые их новообразования начинаются с глубины 40—50 *см,* где количество их составляет 15—20%; столь высокое содержание карбонатов прослеживается до глубины

150—200 *см*. Высокая карбонатность предкавказских черноземов обусловлена, во-первых, широким распространением известняков, на продуктах выветривания которых — карбонатных суглинках и глинах — образовались черноземы. Во-вторых, особенности их обусловлены генезисом этих почв, прошедших в прошлом луговую стадию развития в условиях близкого залегания к поверхности жестких грунтовых вод. Их положение на подгорных и межгорных аллювиальных равнинах и сочетание по рельефу с луговыми и луговыми остепненными высококарбонатными почвами подтверждает все вышесказанное.

На высотах от 200—300 до 900—1000 *м* находится лесостепная горная зона, где сочетаются дубовые леса на серых лесных почвах и пырейно-разнотравно-луговые степи на выщелоченных и оподзоленных черноземах и лугово-черноземных почвах. Многие серые и темно-серые почвы дубовых лесов имеют очень тяжелый механический состав и плотный слитой горизонт в средней части профиля; в составе глинных минералов преобладает монтмориллонит. Химический состав илистой фракции слабо изменяется по профилю почв, даже в случаях, если в профиле почв хорошо выражен белесый элювиальный обедненный илистой фракцией горизонт. Как показали минералогические анализы, белесые горизонты серых лесных почв обогащены не столько остаточным кварцем, сколько устойчивыми полевыми шпатами и новообразованным аморфным кремнеземом биогенного происхождения (кремневыми фитолитариями). В некоторых серых лесных почвах имеется второй гумусовый горизонт, который рассматривается как реликт более мощного гумусового горизонта, связанного с луговой стадией развития этих почв. С другой стороны, уничтожение лесной растительности и замещение ее луговыми степями привело к проградации ранее существовавших серых лесных почв в выщелоченные черноземы с реликтовыми иллювиальными оглиненными горизонтами. В межгорных долинах значительные площади занимают в верхней части зоны кислые дерново-глеевые почвы.

На высотах от 1000 до 1300 *м* располагаются дубово-буковые и буковые леса на бурых лесных, часто оподзоленных, почвах.

Верхнюю часть лесной зоны на абс. выс. 1100—2200 *м* образуют хвойные пихтовые и еловые, а местами сосновые леса с темно-бурыми горно-лесными и горно-подзолистыми почвами.

В зоне березового криволесья и зарослей рододендрона на высотах 2000—2200 *м* распространены темноцветные многогумусные кислые торфянисто-дерновые почвы с натечным гумусом (горные подбуры).

От 2200 до 2800 *м* располагается зона субальпийских и альпийских лугов с горно-луговыми почвами.

Во всех высотных зонах встречаются значительные массивы дерново-карбонатных почв на известняках.

С запада на восток в связи с увеличением сухости климата границы зон смещаются кверху.

Существенное изменение границ между зоной черноземов и серых лесных почв внесла деятельность человека: вырубка лесов, а следовательно, замещение их лугово-степной растительностью, и земледельческая культура привели к остепнению и проградации почв, бывших ранее под лесом.

Южно-Сибирская лесо-лугово-степная область

Южно-Сибирская почвенная лесо-лугово-степная область — одна из самых сложных по разнообразию и структуре почвенного покрова. Она охватывает ряд крупных горных систем и обширных межгорных котловин. В нее входят Алтай, Салаир и Кузнецкий Алатау, Западный и Восточный Саян, хр. Западный Танну-Ола, Восточно-Тувинское нагорье и горы Южного Забайкалья. В пределы области входят большие межгорные котловины и подгорные равнины Кузнецкая, Минусинская, Центрально-Тувинская и ряд др.

Положение области в центре Евразии на стыке бореально-таежных областей Сибири и сухих степей и пустынь Центральной Азии наряду со сложным орографическим устройством территории обусловливают контрастность климатических условий: северные и западные склоны хребтов получают значительно большее количество осадков, чем южные и юго-восточные склоны, межгорные, лежащие в дождевой тени, котловины и изолированные нагорья.

Резкая контрастность ландшафтов и почвенного покрова нагорий, горных склонов различной экспозиции и межгорных впадин — отличительная черта этой области, которая с некоторой долей условности отнесена к лесо-лугово-степному сектору Евразии. По совокупности почв высокогорий и среднегорий она ближе стоит к бореально-таежному сектору, а по характеру почв межгорных впадин — к степному сектору Евразии. Однако предгорья и низкогорья, открытые западным воздушным массам, а в восточной части области — восточному муссону, представляют собой зону лесостепи с сочетаниями серых лесных почв, выщелоченных, оподзоленных черноземов и лугово-черноземных почв. Они отсутствуют как в более северных горных областях Сибири, так и в горах Северной Монголии. Именно этот признак позволил рассматривать горно-котловинную область Южной Сибири в лесолугово-степном поясе. Специфика Южно-Сибирской лесо-лугово-степной области проявляется еще и в том, что здесь местами, даже в лесостепной зоне, имеется островная вечная мерзлота.

Вершины гор и высокие нагорья, поднимающиеся выше 2000—2200 *м*, лежат в зоне горных тундр и гольцов с горно-тундровыми перегнойными и торфянисто-перегнойными почвами. Зона горно-тундровых почв выражена на Алтае в Восточном и Западном Саянах, в Восточном Танну-Ола и на Восточно-Тувинском нагорье. На южном Алтае и в Восточном Танну-Ола, по южным, наиболее

хорошо обогреваемым, склонам появляются фрагменты горных субальпийских лугов на горно-луговых почвах, на высотах 1900—2000 *м* (рис. 49). Ниже располагается присутствующая во всех горных массивах, поднимающихся выше 1000—1200 *м,* зона горных хвойных лесов, представленных в верхней части кедрово-лиственничными и кедровыми лесами, а в нижней части — пихтово-лиственничными лесами, с кустарничково-моховым напочвенным покровом. Это зона преобладания горно-таежных перегнойных и перегнойно-торфянистых кислых неоподзоленных почв (горно-таежных подбуров), широко распространенных и в более северных горных областях Сибири. На затененных склонах, и особенно в верхней части зоны, распространены почвы с постоянномерзлым слоем и признаками надмерзлотного оглеения. Иллювиально-железисто-гумусовые и иллювиально-железистые подзолы встречаются здесь спорадически. Нижняя граница зоны проходит на южных склонах на высоте 1500—1700 *м,* а на северных опускается до 1300—1200 *м.* Нижнюю часть горно-лесного пояса образуют черне-

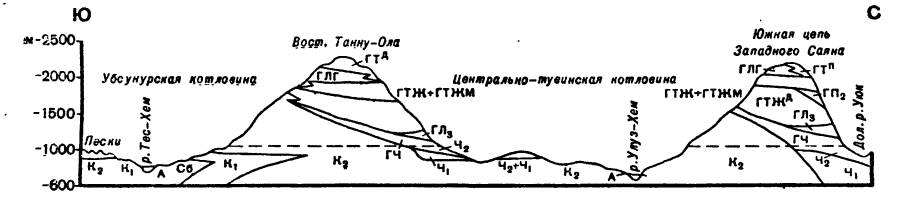


Рис. 49. Структура почвенного покрова в связи с рельефом по основным природным частям Тувы (по В. А. Носику):

ГТп — горно-тундровые перегнойные почвы; $ГТ^{д}$ — горно-тундровые дерновые; ГЛГ — горно-луговые; ГТмж — горно-таежные мерзлотные торфянисто-перегнойные глееватые; ГТж — горно-таежные перегнойные кислые неоподзоленные (длительно-сезонномерзлотные); $ГТ^{жд}$ — горно-таежные дерновые неоподзоленные и слабооподзоленные; $ГП_2$ — горные среднеподзолистые перегнойные; $ГЛ_3$ — горно-лесные темно-серые; ГК — горные каштановые; $Ч_2$ — черноземы обыкновенные среднегумусные; $Ч_1$ — черноземы южные малогумусные; $К_2$ — каштановые и темно-каштановые; $К_1$ — светло-каштановые; Сб — бурые пустынно-степные; А — аллювиальные почвы

вые хвойно-мелколиственные леса пихтовые, осиново-пихтовые, осиново-березово-пихтовые, сменяющиеся по склонам к сухим внутригорным котловинам и южным склонам гор разреженными лиственничными травяными лесами. Почвы черневой тайги образуются в условиях очень влажного климата, сильно выщелочены, зимой почти не промерзают, так как скрыты под мощным снеговым покровом. На основании исследований, проведенных в Алтайской черневой тайге (Р. В. Ковалев и др.), установлена их принадлежность к бурым лесным почвам. Многие из них имеют признаки оглеения как глубоких горизонтов, так и поверхностного. В последнем случае они имеют отбеленный поверхностно-глеево-элювиальный горизонт, что придает им внешнее сходство с оподзоленными почвами.

К массивам лиственничных травяных лесов и редколесий приурочены особые черноземовидные (или темноцветные дерновые) горно-лесные почвы. Таким образом, уже в нижней части горно-лесного пояса начинает существенно проявляться влияние экспозиции склонов и степени изолированности внутригорных и межгорных котловин: кислые бурые горно-лесные почвы черневой тайги хорошо увлажненных склонов замещаются черноземовидными горно-лесными более засушливых территорий. Экспозиционные различия в растительном и почвенном покрове проявляются еще более резко по мере снижения абсолютной высоты.

Предгорья и низкогорья, а в северной части области — подгорные равнины, открытые на север, северо-запад и запад, образуют хорошо выраженную лесо-лугово-степную зону, в которой сочетаются: мелколиственные березовые и березово-осиновые (преимущественно вторичные) леса на светло-серых, серых и темно-серых лесных почвах и высокотравные луговые степи на оподзоленных и выщелоченных черноземах и лугово-черноземных почвах. Особенно хорошо выражена лесо-лугово-степная зона в северо-западном Алтае, Салаире, Кузнецком Алатау и Кузнецкой котловине, в северной части Минусинской котловины (Чулымская лесостепь) и в западном Прибайкалье (Ангарская лесостепь). Далее к востоку лесо-лугово-степная зона сужается и делается прерывистой. Границы лесо-лугово-степной зоны значительно варьируют: верхняя обычно не поднимается выше 1200 *м*, нижняя проходит на высоте 500—600 *м*, где начинается расположенная ниже предгорная зона разнотравно-злаковых степей на выщелоченных и типичных черноземах.

Почвы лесо-лугово-степной и степной зон в предгорьях и на подгорных равнинах в значительной мере распаханы. К ним приурочены районы зернового хозяйства Южной Сибири.

Низкогорья и предгорья на южных склонах гор и склоны к сухим внутригорным котловинам имеют существенно иной почвенный покров. Зона серых лесных почв и оподзоленных черноземов сильно суживается или выпадает. Горные черноземы, а в наиболее сухих котловинах — горно-каштановые почвы поднимаются высоко в горы и непосредственно граничат с черноземовидными или дерновыми горно-лесными почвами лиственничных лесов. В низкогорьях Тувы и Южного Забайкалья значительные пространства занимают таежно-степные ландшафты с сочетанием по элементам мезо- и макрорельефа горной лиственничной тайги на черноземовидных горно-лесных почвах на северных склонах, разнотравно-злаковых или сухих степей на горных черноземах или горно-каштановых почвах на склонах южных экспозиций.

В Забайкальской лесостепи по северным склонам и днищам падей широко распространена вечная мерзлота. Если вечная мерзлота залегает на глубине, меньшей, чем 3—4 *м*, она влияет на характер лесных почв лесостепной зоны. В них проявляются признаки мерзлотного растрескивания, пучения, под гумусовым го-

ризонтом, обычно языковатым, с резкой нижней границей, наблюдаются признаки сезонного переувлажнения и оглеения в виде грязно-серых и охристых пятен и мелких железистых дробовин. На поверхности почвы имеют грубогумусовый горизонт: гумусовый горизонт интенсивно-черного или черно-серого цвета содержит 5—7% гумуса, в составе которого преобладает группа связанных с кальцием гуминовых кислот. Почвы эти имеют слабокислую реакцию в верхней части профиля и нейтральную или слабощелочную — в нижней. Они были выделены Н. А. Ногиной в особую группу мерзлотных лугово-лесных почв.

Черноземы и каштановые почвы сильнокаменистых горных склонов часто полностью выщелочены от карбонатов. Карбонатные горизонты появляются лишь в почвах нижних частей склонов и на пологих шлейфах, где достигают значительной мощности.

В межгорных степных котловинах распространены злаково-разнотравные и полынно-злаковые степи на черноземах и каштановых почвах. Обыкновенные и южные черноземы занимают бóльшую часть (юго-западную) Минусинской котловины. Каштановые почвы появляются здесь лишь в наиболее низкой центральной части котловины, на террасах Енисея. Каштановые почвы распространены в котловинах Центральной и Южной Тувы и в юго-восточном Забайкалье. Черноземы и каштановые почвы межгорных котловин Южной Сибири и Тувы имеют ряд особенностей, связанных как с механическим составом почвообразующих пород, преимущественно легких, часто хрящевато-щебневатых суглинков, супесей и песков, так и с особенностями климатических условий, при которых максимум осадков падает на вторую половину лета и совпадает с самым теплым биологически активным периодом в годовом режиме почв. Легкий механический состав и большая плотность осадков обусловливают глубокое промачивание почв и, хотя и кратковременный, но периодически промывной режим, не только в черноземах, но даже и в каштановых почвах. Обилие углекислоты в этот биологически активный период, при промывном режиме, обусловливает растворение и вынос на большую глубину или за пределы профиля карбонатов кальция и переотложение их в почвах более пониженных элементов рельефа.

Формы выделения карбонатов в черноземах и каштановых почвах также специфичны: они сплошь пропитывают почвенную толщу, образуя иллювиальные мучнисто-карбонатные горизонты.

Черноземы и каштановые почвы межгорных котловин не содержат в нижних горизонтах гипса и не солонцеваты.

Солонцеватые и засоленные почвы: содовые, сульфатно-содовые и хлоридно-сульфатные луговые солончаки, солонцы и солонцеватые почвы приурочены лишь к низким террасам рек и к замкнутым озерным или сухим впадинам, где образуют последовательно сменяющие друг друга концентрические зоны.

Черноземы и большая часть каштановых почв степных котловин распаханы, это лучшие сельскохозяйственные земли области.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЕВРАЗИАТСКОГО СЕКТОРА КАЛЬЦИЙ-ГУМУСОВЫХ СТЕПНЫХ ПОЧВ

Сектор располагается к югу от лесо-лугово-степного и образует внутреннюю дугу, обрамляющую с северо-запада, севера и востока обширный монолитный сектор пустынь и полупустынь Евразии. В степной сектор входят: южная часть Русской равнины, южная часть Западно-Сибирской низменности и Казахская складчатая страна, предгорные равнины Алтая, степная зона Северной и Внутренней Монголии и Лёссового плато Китая.

Сектор характеризуется континентальным климатом с недостаточным увлажнением, со среднегодовыми коэффициентами увлажнения, лежащими в пределах 0,6—0,3. Максимум осадков выпадает летом, но вследствие высоких летних температур (22—24°) коэффициент увлажнения в этот период минимальный. Почвы испытывают периоды иссушения и из-за неравномерности выпадения осадков. В зимний период на большей части территории, за исключением южной части Ордоса и Лёссового плато в Китае, почвы покрываются снегом и промерзают. Особенно сильно и глубоко промерзают почвы северо-восточной монгольской части сектора, где зимы малоснежны, а зимние температуры наиболее низки.

С меньшей степенью увлажнения связано менее глубокое промачивание почв и соответственно более близкое, чем в лесо-лугово-степном секторе, положение в почвенном профиле иллювиально-карбонатного горизонта. Во многих почвах степного сектора в почвенном профиле присутствует не только карбонатный, но и горизонт накопления гипса, располагающийся ниже карбонатного. Длительный период зимнего ослабления течения почвенных процессов и летний период относительной почвенной сухости не способствует глубокому преобразованию алюмосиликатной части почв — внутрипочвенному оглиниванию, столь характерному для переменно влажных субтропических областей, и в частности, для почв Средиземноморского ксерофитно-лесо-кустарникового сектора. В случае развития почв на соленосных почвообразующих породах, например на соленосных третичных глинах, в почвах в большей или меньшей степени проявляется солонцеватость, а местами появляются степные солонцы.

Однако, как и говорит название сектора, в почвенном покрове преобладают кальций-гумусовые степные почвы, формирование которых связано со степной растительностью и содержащими карбонаты кальция почвообразующими породами — лёссами, лёссовидными суглинками, карбонатными глинами, обызвесткованным элювио-делювием разнообразных изверженных и осадочных пород.

В пределах сектора распространены два типа степей и соответственно два типа кальций-гумусовых степных почв: северная наиболее увлажненная часть сектора занята разнотравно-типчаково-ковыльными степями на обыкновенных и южных черноземах. Более засушливые части сектора заняты типчаково-ковыльными, на

востоке — типчаковыми, а местами на солонцеватых почвах — полынно-типчаково-ковыльными степями на темно-каштановых и каштановых почвах.

Структура генетического профиля семейства кальций-гумусовых почв проста: они имеют гумусово-аккумулятивный гор. Ah_{Ca}, мощность которого уменьшается от обыкновенных черноземов к темно-каштановым и каштановым почвам, содержание гумуса уменьшается в этом же ряду от 8—7 до 3—2,5%; в составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием. Непосредственно ниже гумусового горизонта находится иллювиальный карбонатный гор. — B_{CaCO_3} с хорошо выраженными новообразованиями карбонатов в форме белоглазки, а в восточной части сектора — в виде обильных мучнистых крупных стяжений и прослоев. Это самый уплотненный горизонт в пределах профиля; ниже карбонатного горизонта в южных черноземах и во всех подтипах каштановых почв западной европейско-казахстанской части сектора имеется иллювиальный гипсовый гор. B_{CaSO_4}; в черноземах новообразования гипса появляются с глубины более одного метра, а в каштановых почвах на глубине 50—100 *см*. В восточной части сектора на равнинах и в горах северной Монголии и Ордоса и черноземы, и каштановые почвы не содержат гипса. Эти различия, по-видимому, связаны с составом почвообразующих пород и некоторыми особенностями климата восточной части сектора, а именно более резко выраженным максимумом осадков в позднелетний и осенний периоды, и вследствие этого более глубоким промыванием почв.

По типу макроструктуры почвенного покрова и названным выше некоторым особенностям почв различных частей сектора он разделяется на две почвенные области: Европейско-Казахстанскую, с широтной зональностью почвенного покрова, и Монголо-Китайскую, с широтно-долготной зональностью, осложненной локальными горнозональными макроструктурами.

Европейско-Казахстанская почвенная степная область. Черноземная зона

В пределах области выражены две почвенные зоны, каждая из которых включает ряд подзон. Зона черноземов, вытянутая в направлении с ю.-з. на с.-в., состоит из подзоны обыкновенных черноземов, более гумусных и обеспеченных влагой, и подзоны южных черноземов, с меньшим содержанием гумуса и меньшей мощностью гумусового горизонта, менее обеспеченных влагой.

Изменения мощности и гумусности черноземов наблюдаются не только с севера на юг, но и с запада на восток, в связи с увеличением степени континентальности климата (табл. 13).

Максимальные запасы гумуса, как в обыкновенных, так и в южных черноземах, обнаруживаются в центральной фации, в пределах Русской равнины. На запад увеличивается мощность черноземов, но уменьшается их гумусность, в связи с более мягким

Таблица 13

Некоторые данные о климатических условиях и свойствах черноземов в различных климатических фациях степной зоны

Показатель	Фация		
	юго-западная	центральная	западно- и средне-сибирская
Средняя t° самого холодного месяца . .	—2 —4	—5 —9	—18 —20
Средняя t° самого теплого месяца . . .	+20 +24	+19 +23	+17 +20
Сумма температур теплого периода, °С .	3100—3600	2200—3400	2000—2400
Число дней со средней температурой выше 0 °С	160—200	140—180	120—150
Глубина промерзания, *см*	0—40	60—100	150—170
Среднегодовые осадки, *мм*	390—600	350—570	250—450
Осадки теплого периода, *мм*	250—350	200—250	200—300
Коэффициент увлажнения	0,6—1,3	0,5—1,0	0,7—1,0
Запасы гумуса, *т/га*;			
в обыкновенных черноземах	350—400	500—600	400—420
в южных черноземах	270—300	300—500	250—400

влажным климатом, что приводит к общему снижению запасов гумуса в почвах. К востоку в западносибирской фации, в условиях более континентального климата, количество гумуса в верхнем горизонте черноземов увеличивается, но мощность гумусового горизонта в условиях более засушливых — уменьшается, что приводит к общему уменьшению запасов гумуса в почвах.

Наряду с подзональными и фациальными, биоклиматически обусловленными различиями, в пределах черноземной зоны границы подзон связаны с литолого-геоморфологическими факторами и историей формирования ландшафтов. В пределах европейской части СССР в подзоне обыкновенных черноземов, развитых на мощных лёссовых отложениях, преобладают несолонцеватые и несодержащие гипса почвы; подзона обыкновенных черноземов в этой части области достигает наибольшей ширины и далеко выдвигается к югу в пределах Донецкого кряжа. Подзона южных черноземов здесь ограничена причерноморской низменностью, где в почвенном покрове появляются солонцеватые почвы, солонцы, а по замкнутым депрессиям рельефа (подам) — оглеенные солоди. В восточной части Русской равнины и в Западной Сибири подзона обыкновенных черноземов так же, как и подзона южных черноземов, сильно сужается, появляется много солонцеватых почв и комплексов солонцеватых обыкновенных и южных черноземов, с степными и луговыми солонцами. Особенно развиты черноземно-солонцовые комплексы и комплексы солонцеватых черноземов, лугово-черноземных солонцеватых почв, луговых солонцов и солодей в южной части Западно-Сибирской низменности (рис. 50). Следствием палеогидроморфизма в черноземах Западной Сибири являются не только солонцеватые почвы, но и резко выраженная языковатость гумусового горизонта и неровная линия вскипания.

Языковатость профиля западносибирских черноземов связана с континентальностью климата — сильным вымораживанием почв в зимний период и образованием морозобойных трещин, ледяных клиньев, что могло происходить при переувлажнении в предшествующую луговую стадию развития черноземов Западной Сибири.

Большие площади среди обыкновенных и южных черноземов занимают карбонатные, с самой поверхности. Зоне обыкновенных и южных черноземов посвящены многочисленные исследования. Эти почвы рассматриваются и в больших монографических работах: И. А. Крупенникова по Молдавии (1967), К. П. Горшенина (1955), Н. И. Базилевич по Западной Сибири (1966), И. И. Карманова (1965) по Алтайскому краю, А. М. Дурасова (1958) по Северному Казахстану и ряд др.

Обыкновенные и южные черноземы обладают высоким плодородием и интенсивно используются в сельском хозяйстве, более 70% площади земель распахано. Повышение эффективного плодородия этих почв требует прежде всего сохранения и увеличения запасов влаги. Это достигается соответствующей системой обработки, кулисными посевами, полезащитным лесоразведением для удержания и накопления снега, особенно орошением.

Зона каштановых почв сухих степей

Зона начинается на Волго-Донском междуречье, где имеет долготное направление в соответствии с направлением зон увлажнения. К востоку от Волги зона каштановых почв приобретает широтное направление и тянется в виде широкой полосы через южную часть Общего Сырта и северную часть Прикаспийской низменности, северные части Подуральского и Тургайского плато и Казахскую складчатую страну до подножий Южного Алтая, Тарбогатая и Саура, где смыкается с зоной каштановых почв Монголо-Китайской степной области.

Зона каштановых почв занимает значительную часть Казахской ССР. Почвенный покров, характер почв и система их сельскохозяйственного использования освещены в серии монографий «Почвы Казахской ССР» — трудах Института почвоведения АН КазССР. Описание почв дано по административным областям. В исследовании и описании почв каштановой зоны большая часть работ выполнена У. У. Успановым, Д. М. Стороженко, А. А. Соколовым, К. Ш. Фаизовым.

Каштановая зона делится на две подзоны: темно-каштановых почв типчаково-ковыльных степей и каштановых почв полынно-типчаково-ковыльных степей. Сумма годовых осадков в зоне сухих степей составляет 220—300 *мм* в год, а за вегетационный период 120—180 *мм*; испаряемость за летний период намного превышает количество выпадающих осадков и составляет 700—850 *мм*; продолжительность безморозного периода — 120—140 дней, а сумма положительных температур за вегетационный период 2300—3000°. Темно-каштановые почвы содержат 4,0—4,5%

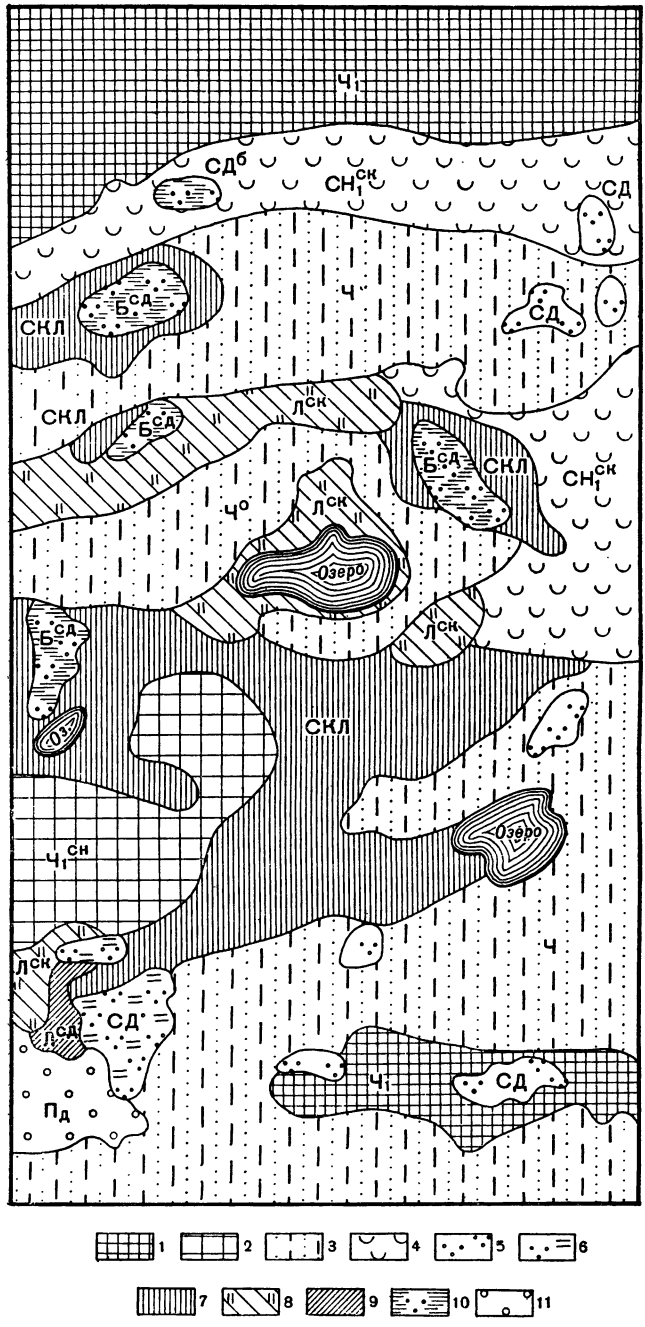


Рис. 50. Сочетания и комплексы почв в черноземной зоне Алтайского края («Почвы Алтайского края», 1959):

1 — черноземы южные малогумусные маломощные; 2 — черноземы южные солонцеватые; 3 — черноземные супеси; 4 — солонцы высокостолбчатые луговые солончаковатые; 5 — солоди; 6 — солоди заболоченные; 7 — солончаки луговые; 8 — луговые солончаковатые почвы; 9 — луговые осолоделые почвы; 10 — болотно-осолоделые почвы; 11 — дерново-подзолистые почвы боров на песках

гумуса, при мощности гумусового горизонта 35—45 *см*; каштановые — 3,0—3,5%, при мощности гумусового горизонта 25—30 *см*. Соответственно приближаются к поверхности карбонатный и гипсовый горизонты. Очень многие почвы каштановой зоны карбонатны с самой поверхности, особенно большие площади занимают карбонатные темно-каштановые почвы на равнинах, сложенных тяжелыми третичными карбонатными глинами в Кустанайской, Целиноградской, Карагандинской областях. Карбонатные каштановые почвы склонны к трещиноватости и сильно языковаты.

Большие пространства в обеих подзонах занимают солонцеватые почвы, что связано с широким распространением засоленных третичных отложений, а в пределах денудационных равнин Центрального Казахстана — древней каолинит-серицитовой мезозойской коры выветривания, подвергшейся в периоды аридизации климата интенсивному засолению. На денудационных равнинах Подуральского плато и особенно в Центральном Казахстане значительные площади занимают маломощные, щебенистые темно-каштановые и каштановые почвы, образующиеся на склонах сопок на элювио-делювии плотных пород. На равнинах, сложенных засоленными породами, и в депрессиях рельефа в пределах денудационных равнин, по террасам рек и озер широко распространены комплексы солонцеватых каштановых почв и солонцов. На низких надпойменных террасах и в замкнутых бессточных впадинах распространены луговые солончаковатые почвы и луговые хлоридно-сульфатные солончаки.

В подзоне темно-каштановых почв развито бесполивное земледелие, хотя посевы периодически страдают от засухи, а местами, на легких по механическому составу почвах, и от ветровой эрозии. Но особенно неустойчиво бесполивное земледелие в подзоне каштановых почв, где годы с засухами составляют 50% общего числа лет. В обеих подзонах главным фактором повышения эффективного плодородия является орошение. С переброской части вод сибирских рек в бассейн Аральского моря предполагается разрешить проблему орошения значительной площади сухих степей.

Монголо-Китайская степная почвенная область

В отличие от Европейско-Казахстанской степной области в Монголо-Китайской области не выражена равнинная зона черноземов. Черноземы образуют лишь горные почвенные зоны в Монгольском Алтае, Хэнтэе, Хангае и в Большом и Малом Хингане.

В равнинной части области выделяются: зона каштановых почв и провинция почв «хейлуту».

Зона каштановых почв

Зона занимает северную часть территории Монгольской Народной Республики и большую часть равнин Внутренней Монголии.

В восточной части области широтное направление зоны изменяется на меридиональное.

В зоне господствуют типчаковые низкотравные степи, а на щебенистых и легких по механическому составу почвах — степи с кустарниками, представленными несколькими видами караганы. Годовое количество осадков — 220—400 *мм*. Средние температуры января —24 — 23°, среднеиюльские температуры —20 — 24°, с максимумами — до 40—48°.

В зависимости от степени увлажнения, изменяющегося в области распространения каштановых почв, с севера на юг и с востока на запад изменяется и характер почв. Здесь можно выделить две почвенные подзоны: подзону темно-каштановых почв, лежащую севернее и восточнее, и подзону светло-каштановых почв, занимающую более южные и западные части зоны.

Типичные темно-каштановые почвы встречаются главным образом во Внутренней Монголии и в районах Монгольского Алтая и Джунгарии. Темно-каштановые почвы имеют гумусовый горизонт, варьирующий от 20 до 50 *см*. Во Внутренней Монголии на песчаных каштановых почвах верхние 15—30 *см* гумусового горизонта выщелочены от карбонатов, но в более глубоких частях профиля обнаруживается вскипание от соляной кислоты и горизонт этот обычно несколько более темно окрашен, чем верхний.

Под гумусовым горизонтом располагается горизонт аккумуляции карбонатов; обычно это рыхлые стяжения и реже — твердые конкреции. В большинстве случаев карбонатный горизонт кончается на глубине 1,0—1,5 *м*, где содержание $CaCO_3$ снижается.

В районе распространения темно-каштановых почв часто встречаются почвы светлоокрашенные, приуроченные к южным крутым склонам и вершинам холмов. В долинах распространены более гумусные и темные лугово-каштановые почвы.

Светло-каштановые почвы преобладают на равнинах МНР. Они распространены также в Цайдамской впадине и Цинхае в Китае. Большинство почв этой группы имеет легкий механический состав. В песчаных разностях светло-каштановых почв вскипание начинается с 10—20 *см*. Верхняя часть гор. А окрашена светлее, чем нижняя. Содержание гумуса — очень низкое — 1—2%. Мощность гумусового горизонта 30—40 *см*; цвет — буровато-серый; механический состав — опесчаненный суглинок или средний суглинок; структура комковатая. Карбонатный гор. B_{CaCO_3} светло-желтый, с рыхлыми стяжениями извести. Часты кротовины. Скопления извести наблюдаются часто с самой поверхности до глубины 1—2 *м*. Близ речных долин мощность карбонатного слоя достигает нескольких метров. Часто он сцементирован. Подобные образования часто встречаются в Северной и во Внутренней Монголии. Там, где поверхностные слои унесены ветром или водой, образуется род «пустынной известковой коры».

Так как большинство светло-каштановых почв имеет очень

легкий механический состав, они малогумусны и легко подвергаются развеванию. Они не солонцеваты и не содержат гипса.

Темно-каштановые почвы по своим химическим и физическим свойствам имеют высокое плодородие. Однако их использование из-за недостатка естественной влаги и местами легкого механического состава почв (последнее обусловливает дефляцию почв при распахивании, особенно зимой, когда ветры достигают большой силы), ограничено.

В годы с обильными осадками на каштановых почвах Восточной Суйани и Ордоса получают высокие урожаи. Здесь возделывают по преимуществу яровую пшеницу, бобы, гаолян, кукурузу, картофель и чумизу.

Светло-каштановые почвы для земледелия в настоящее время почти не используются.

В Монголии шире используются лугово-каштановые почвы, связанные с террасами рек и подгорными шлейфами, где возможно орошение.

Провинция почв «хейлуту» Лёссового плато

Лёссовое плато, занимающее северо-западные провинции Китая, Шенси, Шаньси и Ганьсу, располагается в пределах 400—2000 *м*. Наиболее мощные толщи лёссов характерны для высот 400—1200 *м*. Окружающие Лёссовое плато горы: Циньлин на юге, Нанышань — на западе, Арабуе-Ула и Юньшань — на севере и Тотханьшань на востоке на высоте 2000 *м* и выше покрыты лесами дубовыми и сосновыми, а на юге — лесами из туи.

Высокие плато представляют собой южные лесостепные ландшафты, на более низких ступенях (от 1000 *м* и ниже) господствуют кустарничковые степи с *Stipa bungeana, Andropogon ishaemum, Arundinella anomala, Lespedeza, Sophora, Ostryopsis, Spirea.* На преобладающей части территории естественная растительность уничтожена и земли распаханы. Земледелие на Лёссовом плато существует уже более 4000 лет. Почвы не только сильно изменены длительной земледельческой культурой, но на значительных площадях весь почвенный слой создан заново: древние почвы погребены, а в современное почвообразование вовлечен культурный слой. Он образовался за счет внесения на поля в течение тысячелетий землистых удобрений — карбонатного пылеватого лёссового материала, собираемого на дорогах, в руслах рек и оврагов.

На большей части распаханных территорий культурный слой 40—50 *см*, но часто доходит до 100 и даже до 200 *см*.

Большие площади в пределах Лёссового плато террасированы для предотвращения и ослабления эрозии почв. При создании террас девственные почвы также были уничтожены и почвообразование началось на свежем лёссе. Исключительная податливость лёссов и лёссовидных пород эрозии при длительном земледельческом использовании, особенно при орошении, привела к смыву на больших площадях верхних горизонтов почв; на склонах обнажились

или глубокие горизонты почв, или при полном их смыве горизонты лёссовых отложений.

Современный климат Лёссового плато умеренно засушливый. Годовая сумма осадков 300—600 *мм,* средняя годовая температура в пределах +6 — 13°. Зима здесь суровая и малоснежная; на высотах более 1000 *м* почва промерзает до глубины 70—100 *см* и мерзлота держится всю весну. Максимум осадков приурочен к летнему жаркому периоду.

Природа естественных почв Лёссового плато до настоящего времени недостаточно ясна, на почвенной карте Физико-географического атласа Мира они показаны как серо-коричневые почвы субтропических кустарниковых степей; однако от последних почвы Лёссового плато существенно отличаются динамикой в годовых циклах. Серо-коричневые почвы западных, средиземноморских областей не промерзают и максимум увлажнения в них падает на зимний период.

Почвы Лёссового плато в условиях континентального климата Центральной Азии, несмотря на положение территории в субтропическом поясе, имеют гидротермический режим, схожий с режимом почв степей умеренных широт — каштановых почв и черноземов. В. А. Ковда (1959) предварительно назвал эти почвы «каштановыми черноземами», найдя в них черты сходства с каштановыми почвами Северного Кавказа.

Однако имеющиеся в литературе описания и анализы касаются в большинстве своем почв с более или менее мощным слоем культурного наноса, которые китайские почвоведы, следуя народным терминам, называют почвами «хейлуту» — черная земля, или для смытых, малогумусных разностей «хуан-чжан» — желтая земля.

Культурный насыпной слой мощностью 25—50 *см* (местами 100 *см*) имеет буровато-серую окраску, комковато-глыбистую структуру, включения костей, углей, черепков; с поверхности слоеват и часто на пашнях образуется корочка. Этот горизонт светлее нижележащего гумусового горизонта погребенной почвы; последний имеет темно-бурый или коричневатый цвет, призмовидно-комковатую структуру, распадающуюся на зернистые отдельности. Здесь много карбонатного псевдомицелия. Мощность погребенного гумусового горизонта 50—60 *см* и более. Книзу окраска ослабевает, часто выделяется сильно перерытый землероями слой, переходный к карбонатному горизонту, с новообразованиями извести в форме псевдомицелия и конкреции. Весь почвенный профиль от поверхности до 200—250 *см* сильно переработан землероями и насекомыми.

Имеется два максимума карбонатов кальция: в поверхностном насыпном слое и в карбонатном горизонте погребенной почвы. Местами гумусовый горизонт погребенной степной почвы не содержит карбонатов. Количество гумуса в хэйлуту очень низкое — в пределах 1,3—0,7%, постепенно уменьшается с глубиной (на

150 *см* содержание гумуса — 0,5—0,6%). Эти почвы не засолены, не гипсоносны, имеют невысокую емкость поглощения (10—12 *мг·экв* на 100 *г*), по механическому составу — пылеватые суглинки. Почвы содержат большое количество подвижного калия, но не обеспечены подвижным азотом и фосфором.

Почвы Лёссового плато интенсивно используются в земледелии. Все относительно плоские участки распаханы, а склоны на значительной части территории террасированы. В наиболее влажных районах Лёссового плато главная культура — яровая пшеница. Кроме того, сеют просо, бобовые. В наиболее теплых районах главные культуры — озимая пшеница, просо, гаолян, хлопчатник. Повсеместно сеют кукурузу. Главный фактор, ограничивающий постоянство урожаев, — засушливость климата. Во влажные годы здесь получают очень высокие урожаи. Другой неблагоприятный для земледелия фактор — исключительно сильно развитая эрозия почв. Большие пространства плодородных пашен превратились в результате эрозии в бросовые земли. Общая площадь эродированных земель в пределах Лёссового плато достигает почти 370 000 *км*^{2}.

АЗИАТСКИЙ СЕКТОР ПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ И ПУСТЫНЬ, С КСЕРО-КАРБОНАТНЫМИ, КСЕРО-СОЛОНЦОВЫМИ И СОЛОНЧАКОВЫМИ ПОЧВАМИ

Рассматриваемый сектор — один из самых обширных на континенте, включает пустынные степи и пустыни Передней, Средней и Центральной Азии. Он захватывает два термических пояса: суббореальный и субтропический; в его пределы входят высочайшие в мире горы и нагорья, низменные равнины и бессточные впадины, лежащие ниже уровня океана; среди обширных пространств пустынь, лишенных постоянного населения, со скотоводческими формами хозяйства, выделяются густонаселенные оазисы — очаги древнейшего земледелия, где весь ландшафт, в том числе почвы, создан руками человека. На фоне общей крайней аридности климата все эти факторы обусловливают многообразную и сложную макроструктуру почвенного покрова этого сектора. В первом приближении он может быть подразделен на пять крупных почвенных областей: Центрально-Азиатскую, Памиро-Тибетскую, Среднеазиатскую, Среднеазиатско-Гиндукуш-Парапамизскую и Переднеазиатскую.

Центрально-Азиатская почвенная область

В область входит северная часть Центральной Азии, лежащая между 50—37° с. ш., представляющая чередование высоких, лежащих на высоте 1000—1500 *м* нагорий, замкнутых бессточных впадин (наиболее крупные Джунгарская, Таримская, Турфанская, Цайдамская, котловина Больших озер и др.) и высочайших горных хребтов, поднимающихся до 4000—6000 *м*. Это Хангай и Хэнтэй на севере, Монгольский Алтай, восточный Тянь-Шань, Ал-

тынтаг, Наньшань и Куньлунь. Горные хребты имеют форму дуг, вытянутых в широтном направлении и разделяющих нагорья и впадины Центральной Азии на ряд изолированных бассейнов.

Наиболее глубокая Турфанская впадина лежит на 154 *м* ниже ур. м., озеро Лобнор в Таримской впадине — выше ур. м. на 780 *м*, Цайдамская впадина — на высоте около 2000 *м*, а котловина оз. Кукунор — на высоте около 3200 *м*.

Менее высокие горные поднятия и небольшие мелкосопочные массивы, поднимающиеся над поверхностью плато, разделяют территорию на ряд более малых бассейнов.

Южная часть Центральной Азии включает высокие нагорья Западного Тибета, лежащие на 4000—4500 *м* и обрамленные с запада высочайшими в Азии горными поднятиями хр. Каракорум, на юге — Гималаями, на севере — хребтами Кукунор и Пржевальского, а на востоке — горными вершинами Восточного Тибета. Над поверхностью нагорья окружающие его горные хребты поднимаются на 2000—3000 *м*.

Зимой над Центральной Азией устанавливается мощный антициклон, с ним связаны малоснежность и низкие температуры зимнего периода. Около 40° с. ш., на границе с субтропическим поясом средняя температура января — 15° С.

Летом воздух сильно прогревается, и температура июля на плато и в котловинах в среднем 22—25°, а в Турфанской котловине — свыше 30°.

Весна и первая половина лета очень сухи и лишь в июле, августе и сентябре выпадает некоторое количество осадков. Несколько лучше увлажнены северо-восточная и восточная части рассматриваемой территории. К югу и юго-западу сухость климата увеличивается: в южной Гоби выпадает 120—125 *мм* осадков, а на западе и юго-западе, в Турфане, Кашгаре, Дуньхуане — количество осадков уменьшается до 50—20 *мм* в год. Столь же мало осадков получают высокие нагорья Западного Тибета.

Продолжительность зимы и промерзание почв, сухость весны и начала лета и сильное иссушение их, а также общая аридность климата ограничивают продолжительность активного выветривания и почвообразования, особенно глинообразования.

На пролювиальных подгорных равнинах преобладают хрящевато-щебенистые супесчаные отложения, в более низких частях подгорных шлейфов, на аллювиальных конусах сухих дельт, вдоль русел современных и исчезнувших рек распространены мощные толщи галечников. Бессточные впадины исчезнувших озер, спущенных или засыпанных песками, выполнены супесчаными и песчаными наносами, подвергшимися на значительных пространствах эоловой переработке. Таковы почти лишенные растительности песчаные пустыни Такла-Макан и Алашань.

Развевание поверхности почв, покрытых скудной растительностью, привело к формированию на обширных пространствах подгорных аккумулятивных равнин и на поверхности денудационных

плато, с маломощным грубым элювием, обширных пространств каменистых пустынь, или гамад. Здесь поверхность почвы сплошь покрыта остроугольным щебнем или галечником, оставшимися на поверхности по мере выдувания более мелкоземистых пылеватых и песчаных частиц. Сила ветра настолько велика, что пески местами навеваются на близлежащие горные склоны. Более тонкие пылеватые частицы поднимаются и переносятся на большие пространства и оседают на поверхности снега и льда горных вершин и склонов гор, покрытых растительностью. С накоплением эоловой пыли связывают формирование мощных толщ лёссов во Внутренней Монголии и в Ордосе, эоловое происхождение которых защищал В. А. Обручев (Избр. работы по географии Азии, 1951).

Аридный климат, бессточность замкнутых бассейнов Центральной Азии и длительный цикл континентального развития территории обусловили в совокупности формирование серии геохимически связанных типов остаточной и аккумулятивной коры выветривания, обрамляющих межгорные впадины большие и малые.

На основании исследований, проведенных в северной Гоби, в Тухумской впадине, Б. Б. Полынов писал: «Для нас не остается сомнений в том, что водосборная площадь этих озер и этих впадин является одновременно солесборной по отношению к хлоридам и сульфатам и что между остаточным элювием водоразделов, окружающих впадины возвышенных массивов, и рыхлых покровов склонов и впадин существуют известные закономерные отношения... элювий водоразделов теряет в процессе выветривания легкорастворимые хлориды и сульфаты и переходит в фазу остаточного карбонатного элювия, а вынесенные из него хлориды и сульфаты аккумулируются в отложениях, генетически связанных с этими же водоразделами и покрывающих склоны и впадины» (Полынов, 1934, стр. 204).

Исследования, проведенные в различных частях Центральной Азии, впоследствии показали, что степень дифференциации легкоподвижных продуктов выветривания уменьшается с увеличением степени аридности климата. На более хорошо увлажняемых территориях сухих степей и полупустынь на севере и востоке почвы и наносы водораздельных поверхностей и склонов лишены гипса и легкорастворимых солей; последние концентрируются лишь на террасах рек и в озерных впадинах. Среди прочих растворимых солей накапливается и сода. На юге и на западе, где аридность климата увеличивается, в депрессии рельефа выносятся лишь самые легкорастворимые хлориды и сульфаты натрия; менее растворимый гипс задерживается по пути и остается в наносах и почвах подгорных шлейфов, образуя наряду с карбонатами кальция мощные гипсовые и известковые горизонты в почвах каменистых пустынь.

На высоких равнинах и в котловинах Центральной Азии наблюдается зональная смена растительности и почв, связанная с изменением степени аридности климата. Выделяются две почвен-

ные зоны, вытянутые в широтном направлении: 1) бурых пустынно-степных почв, 2) примитивных почв и солевых кор каменистых и песчаных пустынь.

Зона бурых пустынно-степных почв

Бурые пустынно-степные почвы распространены на крайнем северо-западе на подгорных равнинах Джунгарии, Монгольского Алтая и Тянь-Шаня. Здесь они приурочены к области распространения полынно-солянковых полупустынь. Большинство почв северо-западной Джунгарии солонцеваты и щебневаты, особенно с поверхности.

В местах выходов грунтовых вод, на подгорных равнинах появляются значительные участки лугово-бурых почв, различной степени солончаковатости и заболоченности.

Наиболее обширные пространства бурые пустынно-степные почвы занимают в Гоби.

По характеру рельефа территория Гоби — возвышенные мелкосопочные равнины, лежащие на 900—1500 *м* над ур. м. Более 20% поверхности занимают выходы горных пород и маломощные каменистые почвы. Около 30% площади занимают грубощебенистые почвы склонов. Исследователи растительности и почв Гоби (Полынов, Крашенинников, 1926; Цаценкин и Юннатов, 1951) отмечают почти повсеместную защебненность поверхности почв Гоби — образование панциря, покрытого темно-коричневым или иссиня-черным пустынным загаром.

Растительный покров гобийских полупустынь представлен низкорослыми ковылковыми, змеевково- и пижмово-ковылковыми и лугово-ковылковыми формациями с *Stipa glareosa, S. gobica, S. orientalis, Cleistogenes sinensis, Allium polyrrhizum, Artemisia frigida* и др. Проективное покрытие очень мало, составляет 10—15%.

Для гобийских бурых пустынно-степных почв характерны легкий механический состав, очень низкое содержание гумуса (0,5—0,6%), слоеватость верхней части гумусового горизонта и слабое уплотнение в нижней, несколько более темной части, на глубине 10—25 *см*, где содержание гумуса на 0,1—0,2% выше, чем в верхней части. С глубиной гумус убывает постепенно (на глубине 50 *см* его около 0,5%). По-видимому, уменьшение содержания гумуса на поверхности связано с выдуванием тонкого гумусированного материала.

Бурые пустынно-степные почвы вскипают с поверхности или на глубине 5—10 *см*; новообразования карбонатов появляются с глубины 20—30 *см*.

Содержание карбонатов сильно варьирует и зависит от механического состава почв и положения их в рельефе. В нижних частях делювиальных шлейфов формируются мощные известковые горизонты.

Гипс встречается лишь в лугово-бурых почвах депрессий рель-

ефа. В котловинах и долинах с приближением грунтовых вод к поверхности связано появление более гумусных лугово-бурых почв, а местами такыровидных почв и такыров. По берегам озер и на месте высохших и спущенных озер значительные площади заняты солонцеватыми бурыми пустынно-степными почвами и солонцами.

Зона бурых пустынно-степных почв Центральной Азии представлена преимущественно пастбищными территориями. Около 20% почв этой зоны при орошении могли бы быть использованы для земледелия.

Зона примитивных почв и солевых кор каменистых и песчаных пустынь

Вторая, пустынная, зона равнин Центральной Азии охватывает Джунгарскую, Турфанскую и Таримскую впадины на западе, южную часть Гоби, плоскогорье Бейшань и пустыню Алашань. Это наиболее аридные области Центральной Азии, где количество осадков составляет всего лишь несколько десятков миллиметров в год, а выпадение их в самые жаркие месяцы — во вторую половину лета — делает осадки малоэффективными.

Большие пространства заняты движущимися барханными и грядовыми песками, полностью лишенными растительности и каких-либо признаков почвообразования.

Широко распространены гамады, занимающие наклонные пролювиальные подгорные равнины. На обширных пространствах отсутствует высшая растительность. По описаниям В. В. Егорова (1962), под слоем покрытого пустынным загаром щебня находится мелкоземистый рыхлый пластинчатый слой мощностью до 10 *см* красновато-бурого цвета, содержащий карбонаты, под которым располагается мощный гипсовый горизонт с игольчатым и крупнокристаллическим гипсом, переполняющим гравийно-галечниковую или гравийно-щебенистую толщу наноса. На относительно пониженных участках подгорных равнин в почвах гамад обнаруживаются в гипсовом горизонте линзы с галитом (NaCl), свидетельствующие о предшествующей гидроморфной стадии аккумуляции солей, сменившейся в связи с новейшими поднятиями субаэральной.

На самых молодых подгорных делювиальных равнинах, на которые с окрестных возвышенностей продолжает при периодическом стоке поступать мелкоземистый материал, гамада не успевает сформироваться. На подобных мелкоземистых поверхностях растительный покров крайне скуден, расстояние между отдельными экземплярами растений составляет десятки метров. Это главным образом ксерофитные кустарнички: *Ephedra przewalskii, Iljinia Regelii* и некоторые другие. Профиль почв не сформирован. У подножия холмов, там, где застаиваются ненадолго лужи воды, появляются участки, несколько напоминающие такыры. Слабое почвообразование в этих экстрааридных условиях идет лишь там,

где близко к поверхности подходят грунтовые воды, в нижних частях конусов выноса и на аллювиальных равнинах. Однако даже гидроморфные почвы в этой зоне малогумусны, обладают очень низкой обменной способностью (вследствие низкого содержания глинных минералов и органического вещества) и в той или иной степени засолены.

В бессточных впадинах и в области слепых устий рек поверхность почв покрыта сплошной коркой солей, мощность которой варьирует от 10 до 40 *см*; со временем солевая корка уплотняется настолько, что выдерживает всадника.

Солевые корки поддерживаются и сохраняются лишь при условии близкого залегания грунтовых вод. Если уровень вод понижается, то под действием ветра корка начинает разрушаться, крошиться. Местами образуются небольшие соляные дюны. При дальнейшем измельчении материала и действии ветра корка полностью исчезает.

Солончаковатые луговые и лугово-пустынные почвы подгорных шлейфов и аллювиальных равнин местами орошаются и используются в земледелии.

Памиро-Тибетская горная пустынная область

Область холодных пустынь занимает высочайшие в мире нагорья Западного Тибета и Восточного Памира, лежащие на высоте 4000—4500 *м* и обрамленные еще более высокими, поднимающимися до 6000 *м* и более хребтами: Гималаями — с юго-запада, Сычуаньскими Альпами — с востока, Каракорумом и Куньлунем — с севера и хребтами Памиро-Алая — с запада. Близость ледников, холод и крайняя сухость климата определяют характер почвенного покрова высокогорных пустынь. Поверхность равнин покрыта маломощными моренно-ледниковыми отложениями, широко распространены полигональные мерзлотные формы рельефа, растительный покров очень скуден, поверхность мелкоземистых почв имеет такыровидный характер. Почвы карбонатны, малогумусны, в замкнутых депрессиях рельефа много солоноватых и соленых озер, окруженных солончаками. Столь же пустынны горные цепи Куньлуня и особенно его склоны, обращенные к Таримской и Цайдамской впадинам. Наньшань, находящийся ближе к восточным побережьям континента и получающий большее количество осадков, имеет две горные почвенные зоны: горно-каштановых и горно-луговых почв.

Среднеазиатская почвенная область

Это преимущественно равнинная область. Включает пустынные комплексные солонцовые степи и пустыни Прикаспийской низменности, южные части Подуральского и Тургайского плато, плато Бетпак-Дала, плато Усть-Урт, п-ов Мангышлак, останцовые возвышенности центральных Кызылкумов и обширные низменные аллювиальные равнины рек Сырдарьи и Амударьи, Чу, Или и др.

В пределах области выражена широтная зональность почв, существенно осложненная неупорядоченными и слабоупорядоченными литогенными, палеогидрогенными и палеоклиматогенными макроструктурами.

Подзона светло-каштановых почв и солонцовых комплексов

В северной части области протягивается узкая подзона злаково-полынных и полынно-типчаково-ковыльных пустынных степей и полупустынь на светло-каштановых, преимущественно солонцеватых, почвах в комплексе с солонцами. Особенно сильно развита комплексность почвенного покрова на низменных, слабодренированных равнинах, сложенных засоленными морскими или древнеаллювиальными суглинистыми отложениями, в частности в Прикаспийской низменности, где они впервые были описаны Н. А. Димо и Б. А. Келлером (1911), а позднее изучались многими почвоведами (В. А. Ковдой, Е. Н. Ивановой, В. М. Фридландом, И. Н. Антиповым-Каратаевым и многими др.). Особенно детальные исследования современной динамики в почвах солонцовых комплексов Прикаспия проводятся в течение многих лет на междуречье Волги и Урала, на Дженыбекском стационаре, под руководством А. А. Роде.

Резко выраженный микрорельеф, дифференциация растительности и почв, а также минерализации и солевого состава грунтовых вод характерны для прикаспийских равнин, сложенных морскими четвертичными отложениями. Кроме остаточных морских солей и солей, поступающих в грунтовые воды от многочисленных соляных куполов, соли приносятся в пределы низменности с поверхностным стоком реками, заканчивающимися слепыми устьями и образующими обширные разливы (Узенские, Чижинские), где засоленные и заболоченные луговые почвы и солончаки окружают периодически пересыхающие соленые озера, превращающиеся в соленые грязи — хаки или покрытые коркой солей — соры.

Наиболее широко распространен в полупустынях Прикаспия следующий тип комплекса. Микроповышения с плоской поверхностью имеют скудный растительный покров, представленный преимущественно черной полынью (*Artemisia pauciflora*), и заняты корковыми солончаковатыми солонцами. На пологих склонах от микроповышений к микрозападинам растительный покров менее разрежен и представлен серой полынью (*Artemisia sublessingiana*) на солонцах, с более глубоко расположенным солонцовым горизонтом, или на сильносолонцеватых светло-каштановых почвах. Днища микропонижений, относительно углубленных по сравнению с микроповышениями на 30—50 *см*, но значительно лучше увлажненных за счет стекания поверхностных вод и зимнего переноса снега, заняты разнотравно-типчаково-ковыльными группировками, часто с кустарниками (*Spirea hypericitolia*) на почвах, которые по своему облику и свойствам похожи на каштановые или темно-каш-

тановые, в современной классификации эти почвы выделяются в особый тип лугово-каштановых почв (рис. 51).

Состав комплексов и соотношение между его членами существенно варьируют в зависимости от возраста поверхности и истории ее развития, механического состава и степени засоленности почвообразующих пород, глубины залегания грунтовых вод и степени их воздействия на современные почвы.

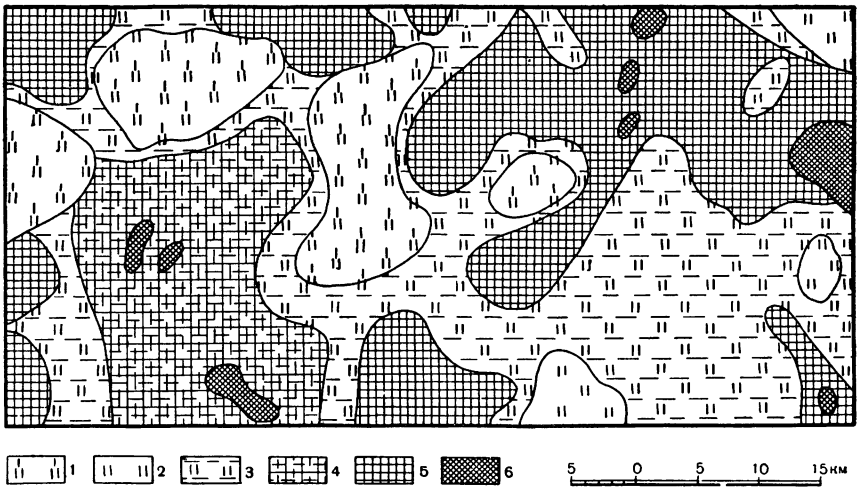


Рис. 51. План лугово-степного комплекса с суффозионным микрорельефом в Прикаспии (по Е. Н. Ивановой и др.):

1 — лугово-каштановые сильно выщелоченные почвы под ковылем, житняком, острецом, зопником и таволгой; 2 — лугово-каштановые выщелоченные почвы под ковылем, полынком, житняком и острецом; 3 — лугово-каштановые слабо выщелоченные и солонцеватые почвы под ромашником, полынком, житняком и острецом; 4 — солонец солончаковатый, рассолонцовывающийся и рассоляющийся под прутняком; 5 — солонец солончаковый под черной полынью и прутняком; 6 — сусликовины с солянками

Выделяются комплексы степные, лугово-степные, луговые или лугово-солончаковые. На хорошо дренированных поверхностях и на почвообразующих породах легкого механического состава комплексность почвенного покрова исчезает, степень солонцеватости почв уменьшается, появляются значительные массивы несолонцеватых малогумусных светло-каштановых почв. Эта закономерность проявляется на всем протяжении пустынно-степной подзоны.

На денудационных мелкосопочных равнинах Центрального Казахстана распространены маломощные щебенистые светло-каштановые почвы на выходах плотных пород, сменяющиеся на шлейфах и в межсопочных понижениях степными и лугово-степными комплексами, с солонцеватыми почвами и солонцами.

Комплексные полупустыни весьма ограниченно используются: земледелие здесь имеет очаговый характер и возможно лишь при орошении. Это преимущественно пастбищные территории.

Зона бурых, серо-бурых, такыровидных и песчаных почв пустынь

Зона занимает большую часть Среднеазиатской почвенной области и разделяется на две подзоны: северную — бурых пустынно-степных почв полынных пустынь и южную — серо-бурых почв полынно-солянковых и солянковых пустынь, последние занимают пластовые равнины, сложенные соленосными и гипсоносными третичными отложениями. Они чередуются с массивами такыровидных почв и такыров и песчаных почв древнеаллювиальных равнин.

Высокая степень аридности климата характеризует эту зону: количество годовых осадков составляет 90—180 *мм*, за вегетационный период 30—80 *мм*, при величине испаряемости за этот же период — более 1000 *мм*. Сумма положительных температур за вегетационный период — 3400—4600°, продолжительность безморозного периода — 160—190 дней. Зимой почвы промерзают, а летом находятся в крайне иссушенном состоянии. Лишь в короткие периоды весны и поздней осени почвы увлажнены выше влажности завядания растений. Поэтому в этой зоне в растительном покрове глинистых и суглинистых пустынь господствуют полукустарнички — полыни и ксерофитные солянки, с глубокой корневой системой. Растительность не образует сомкнутого покрова, более 50% поверхности почвы обнажено и занято ассоциациями напочвенных водорослей и лишайников. Поверхность такыров почти лишена высшей растительности и несет лишь водорослевую флору, вегетирующую периодически, когда дождевые воды, стекающие с окружающих такыр повышенных элементов рельефа, заливают его поверхность.

Бурые и серо-бурые почвы глинистых пустынь имеют много общего в строении профиля. Их профиль четко дифференцирован, включает: гор. А, светло-серый, с тонкой хрупкой корочкой на поверхности, ниже — пористый, слоеватый, очень рыхлый, с содержанием гумуса 1,0—1,5% в бурых и 0,7—1,2% в серо-бурых почвах, в составе гумуса преобладают светлоокрашенные, слабополимеризованные фульвокислоты. На глубине от 10—12 до 25 *см* выделяется гор. B_{t_m} — бурый в той или иной степени уплотненный, несколько обогащенный илистой фракцией и соответственно обладающий большей емкостью поглощения. В бурых пустынно-степных почвах часто к нему приурочен максимум содержания гумуса. В серо-бурых пустынных почвах в гор. B_{t_m} появляются новообразования карбонатов в виде белоглазки; в бурых пустынно-степных почвах карбонатный горизонт с белоглазкой смещен несколько ниже и образует самостоятельный иллювиальный горизонт на глубине 30—70 *см*. Все бурые и серо-бурые почвы Средней Азии в большей или меньшей степени гипсоносны. В бурых пустынно-степных почвах гипс появляется с глубины 60—70 *см*, в серо-бурых — 40—50 *см*. С глубины около 50 *см* и глубже в почвах появляются легкорастворимые соли, часто в количестве более 1,0%.

Характер распределения карбонатов в бурых пустынно-степных и в серо-бурых пустынных почвах различен. В бурых пустынно-степных почвах в гор. А и в верхней части гор. В карбонаты отсутствуют, в серо-бурых пустынных приуроченных к наиболее аридным условиям рассматриваемой зоны, максимум карбонатов часто приурочен к гор. А или наблюдаются два максимума: у поверхности и на глубине 30—50 *см*. Как среди бурых пустынно-степных, так и среди серо-бурых пустынных почв имеются солонцеватые и несолонцеватые почвы. В зоне бурых пустынно-степных почв солонцеватые почвы преобладают на суглинистых равнинах, где образуют комплексы, с солонцами; в растительном покрове на солонцеватых почвах преобладает биюргун. Несолонцеватые почвы занимают денудационные равнины, сложенные хорошо водопроницаемыми щебенчатыми отложениями, или аккумулятивные галечниковые и песчаные равнины. В растительном покрове преобладают полыни. По площади в пределах зоны несолонцеватые почвы занимают подчиненное положение.

Среди серо-бурых почв также встречаются несолонцеватые, связанные с наносами легкого механического состава — песками и супесями, щебневатыми легкими суглинками — приурочены к высоким равнинам и плато. На древних засоленных и гипсоносных породах и на более низких уровнях аккумулятивных равнин преобладают солонцеватые, сильно загипсованные и солончаковатые серо-бурые почвы. Ряд исследователей (Перельман, 1959; Лобова, 1960; В. В. Добровольский, 1966) связывают образование мощных горизонтов шестоватого гипса в серо-бурых пустынных почвах с предшествующей стадией гидрогенной аккумуляции в

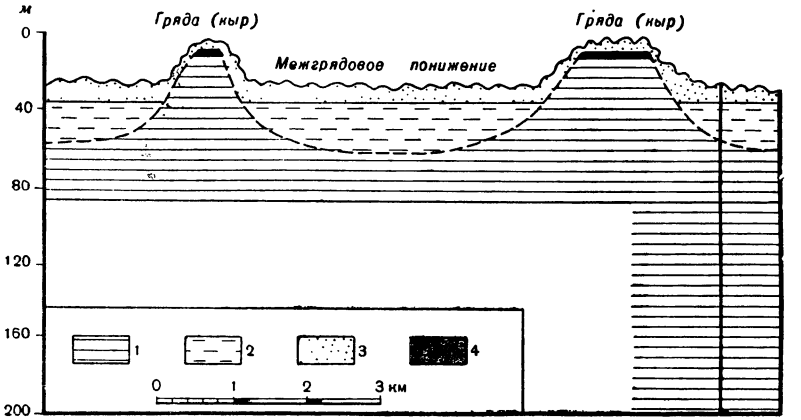


Рис. 52. Условия залегания ископаемых почв на останцах (кырах) плиоценовой аллювиальной равнины (Юго-Восточные Каракумы): 1 — заунгузская свита, 2 — древний аллювий Пра-Амударьи; 3 — эоловые пески; 4 — ископаемая почва

условиях слаборасчлененного рельефа и близкого залегания к поверхности засоленных грунтовых вод (рис. 52).

В ряде работ отмечается не только наличие палеогидрогенных, но и палеоклиматогенных реликтов в почвенном покрове пустынь Средней Азии, свидетельствующих о существовании в четвертичном периоде более влажных, плювиальных эпох (Герасимов, 1937; Розанов, 1951; Гаель, 1969; Степанов, 1970) конца плейстоцена — середины голоцена. На поверхности возвышенных равнин эти древние почвы выходят на поверхность, и в них продолжается современное почвообразование. Возможно, что серо-бурые почвы, с выраженным иллювиальным карбонатным горизонтом на глубине 40—50 *см* и одновременно вторым максимумом карбонатов кальция в поверхностном горизонте, отражают в профиле эти две фазы почвообразования: выщелачивание карбонатов в предшествующую стадию, с более влажным климатом, сопровождавшуюся образованием бурых пустынно-степных почв, с иллювиальными солонцеватым и карбонатным горизонтами, и последующую аридную; с последней связаны почти полная минерализация органических остатков, накопление вместо гумуса в верхней части профиля карбоната кальция и вытеснения из поглощающего комплекса ранее солонцеватых почв поглощенного натрия. Во многих почвах в нижней части профиля — засоленной и гипсоносной — сохраняются еще и следы палеогидрогенной стадии. Таким образом, профиль многих почв имеет сложный гетерогенный характер. При анализе подобных профилей нельзя исключать, кроме того, поступление солей с осадками и эоловым путем и накопление их в почвах в условиях крайней аридности климата, с чем могут быть связаны повторное осолонцевание и засоление почв при активном биогенном накоплении солей галофитами, образующими основную долю в общей биомассе пустынных растительных группировок.

На песчаных равнинах древние почвы часто оказываются погребенными, а при последующем развевании песков вновь выходят на поверхность и часто бронируют ее от дальнейшей дефляции, так как образуют в песчаной рыхлой толще относительно уплотненные, более устойчивые горизонты.

Растительность на песках гораздо более богата, чем на почвах суглинистых равнин. Здесь растут деревья и кустарники: саксаул, песчаная акация, эфедра, каллигонум и др.; травяной покров образован песчаной осокой; глубина промачивания песков составляет 1,0—1,5 *м*, запасы влаги пополняются путем конденсации во время суточных колебаний температур. Тем не менее профиль почв слабо дифференцирован: под рыхлым поверхностным горизонтом мощностью 5—7 *см* находится горизонт, скрепленный корневищами злаков и осоки, с глубины 15—20 *см* количество мелких корешков убывает, песок становится менее связным; глубже 50—60 *см* идут лишь крупные корни деревьев и кустарников, углубляющиеся и расходящиеся в стороны на несколько метров. Е. В. Лобова отмечает некоторое слабое ожелезнение верхней

части песчаной толщи, связанное с сильным прогреванием и дегидратацией окислов железа. В субтропических и особенно в тропических песчаных пустынях, как будет показано далее, явление покраснения, или «рубификации», песков развито весьма сильно.

Значительные площади в пустынях Средней Азии занимают древние суглинистые аллювиальные равнины, обширные древние обсохшие дельты Сырдарьи, Амударьи, Мургаба, Теджена, Чу, Или и др. На них распространены такыровидные пустынные почвы. Это бывшие луговые, лугово-болотные и лугово-солончаковые почвы, утратившие связь с грунтовыми водами и незаливаемые в периоды наводнений. Они существуют в настоящее время в условиях лишь атмосферного увлажнения. Пустынный режим привел к минерализации значительной части гумуса, содержание которого в верхней части профиля составляет около 1,0%, а в наиболее опустыненных — 0,2—0,5%. Профиль почв слабо дифференцирован. Под светло-серой пористой корочкой мощностью 2—5 *см*, растрескавшейся на полигональные отдельности диаметром 5—10 см, располагается слоевато-чешуйчатый, более светлый или буроватый рыхловатый горизонт мощностью 5—12 *см*. Под ним находится несколько уплотненный бесструктурный горизонт мощностью 15—20 *см*, часто со значительным содержанием легкорастворимых солей; почвы карбонатны с самой поверхности, но не имеют выраженного иллювиального карбонатного горизонта. Емкость поглощения так же, как и в серо-бурых почвах, невысокая, 7—12 *мг·экв* на 100 *г*. На разных стадиях обсыхания и опустынивания аллювиальных равнин изменяется растительный покров: на первых стадиях обсыхания, когда почвы еще не утратили связи с грунтовыми водами, они весьма часто засолоняются и покрываются галофитными полукустарничками и кустарниками, среди последних обычны черный саксаул (*Haloxylon aphyllum*) и гребенщик, по мере опустынивания появляется полынно-солянковая растительность с эфемерами; на наиболее древних осушенных поверхностях господствует биюргун (*Anabasis salsa*).

Такыровидные почвы аллювиальных равнин изучались издавна многими почвоведами (Герасимов, 1937; Лобова, 1940; Розанов, 1951; Боровский и др., 1958; Кимберг, 1939; Горбунов, 1951; и многие др.). Интерес к этим почвам обусловлен тем, что они — главный фонд орошаемых земель на равнинах Средней Азии. С ними связаны древние оазисы орошаемого земледелия, многие из которых имеют возраст несколько тысячелетий. Здесь мощность ирригационного наноса составляет 1—2 *м*, в толще которого сформировалась новая культурно-поливная почва. Многие оазисы, существовавшие в период Древнего Хорезма (VII—III в. до н. э.), раннего средневековья (XII—XIII вв.), в послемонгольский период (XIV в.), оказались заброшенными или в силу изменения направления речных русел и обсыхания старых, или в результате разрушения ирригационной сети войсками Чингисхана, а позднее Тамерлана. Поэтому на аллювиальных равнинах Средней Азии

можно наблюдать все стадии опустынивания древнеорошаемых почв, выделяемых среди такыровидных пустынных почв в качестве «старозалежных». Эти почвы содержат несколько больше гумуса, в них выражен иллювиальный карбонатный горизонт, отсутствует максимум карбонатов в верхней части профиля, что связано с предшествующим оазисным периодом существования этих почв, когда они промывались ирригационными водами.

Небольшими участками на равнинах Средней Азии среди других почв встречаются такыры, приуроченные к неглубоким плоским замкнутым понижениям, сложенным с поверхности глинистыми или суглинистыми наносами, на поверхности которых периодически застаиваются воды поверхностного стока весенних и осенне-зимних осадков. На поверхности такыров формируется плотная, мощностью 2—8 *см*, глинистая корка, разбитая трещинами на многоугольники. Образование этой корки одни почвоведы объясняют формированием поверхностного солонцового горизонта (Прасолов, Иванова, Герасимов, Лобова), другие считают ее результатом заиления поверхности, приносимым с поверхностными водами материалом (Успанов), а образование трещиноватой корки связывают с процессами усадки глинистого материала при высыхании (Розанов). Н. Н. Болышев (1952) установил, что существенное значение в образовании такырной корки имеют водоросли: сине-зеленые, зеленые и диатомовые, которые являются источником богатого азотом органического вещества и способствуют распаду алюмосиликатов и поверхностному осолодению такырных поверхностей. Кроме того, в условиях переувлажнения в щелочной среде может идти образование монтмориллонита.

Трещины, проникающие до глубины 10—15 *см*, разделяют корковый горизонт на многогранные плитки. Подкорковый горизонт состоит из твердых слоеватых структурных отдельностей. Этот горизонт обычно уже значительно засолен, в нем преобладают сульфаты и хлориды натрия.

Подробные исследования такыров Туркмении, произведенные Н. И. Базилевич, В. А. Ковдой, Л. Е. Родиным и др. (1956), показали, что морфология такыров, степень их солончаковатости и осолодения зависят от их геоморфологического положения: в нижних частях подгорных равнин, где преобладает аккумуляция механических и химических продуктов выветривания, среди солончаков распространены водорослевые солончаковые такыры и такыровидные солончаки, с гладкой блестящей полигональной поверхностью; в средней части подгорных равнин, с начальными стадиями вертикального и горизонтального выноса солей, распространены водорослево-лишайниковые солончаковатые, солонцеватые, слабоосолоделые такыры; в верхней части подгорных равнин, представляющих пояс мелкопятнистых такыров и такыровидных пустынных почв, распространены лишайниковые, зарастающие эфемерами слабосолончаковатые слабосолонцеватые и слабоосолоделые такыры.

Для сельскохозяйственного освоения такыры мало пригодны вследствие значительной солончаковатости, водонепроницаемости, склонности к образованию плотной корки.

Среднеазиатско-Гиндукуш-Парапамизская почвенная область сероземов, серо-коричневых, коричневых, высокогорных лугово-степных и луговых почв

Область включает горные системы Западного Тянь-Шаня, Памиро-Алая, Гиндукуша, Сулеймановых гор и Парапамиза. Макроструктура почвенного покрова обусловлена горной зональностью и положением этой области в пустынном секторе субтропического пояса Азии. Наибольшее количество осадков получают западные и юго-западные склоны гор. Подножия гор лежат в зоне пустынь и пустынных степей. На подгорных равнинах и в предгорьях, где широко распространены лёссы и лёссовидные породы, почвенный покров представлен сероземами — почвами, принадлежащими семейству ксеро-карбонатных, незасоленных и несолонцеватых. Сероземы подгорных равнин Средней Азии были впервые выделены как особый тип почв С. С. Неуструевым (1910). Они изучались многими почвоведами, особенно подробно А. Н. Розановым (1959).

Сероземы развиваются в условиях контрастного климатического режима сухих субтропиков, с теплой влажной весной и жарким сухим летом, при годовом количестве осадков от 150 до 250 *мм*, под эфемеровыми пустынными степями, где весенний покров образован мятликом (*Poa bulbosa*), осочкой (*Carex pachystylis*), луковичным ячменем, а летний — полынью, на юге области — фисташкой; в более высоких частях предгорий появляются пырейные и ячменные степи с кустарниками.

Профиль типичных сероземов включает горизонты: A_{CaCO_3} — гумусовый мощностью 12—15 *см*, серый или светло-серый, вскипающий с поверхности, рыхлый, слоеватый или мелкокомковатый; AB_{CaCO_3} — 15—25 *см*, серо-палевый, непрочнокомковатый, дырчатый из-за большого количества ходов и камер насекомых и червей, с новообразованиями карбонатов по пустотам в форме псевдомицелия; B_{CaCO_3} — 25—80 *см*, палевый или буровато-палевый, уплотненный, часто крупнокапролитовой структуры, с новообразованиями карбонатов в виде белесых пятен и конкреций. Глубже идет палевый, карбонатный пылеватый суглинок; с глубины 1,5—2,0 *м* появляется гипс. Содержание гумуса в сероземах колеблется в пределах 1,0—3,5%, отношение Сг/Сф составляет 0,7—0,9. При общем пылеватом механическом составе содержание илистой фракции в толще почвы обычно несколько выше, чем в почвообразующей породе, что может свидетельствовать о слабом процессе оглинивания; в составе глинных минералов преобладает иллит. Малое содержание гумуса, пылеватый механический состав, преобладание иллита обусловливают низкую емкость поглощения

сероземов (10—12 *мг·экв* на 100 *г*); в сероземах мало азота и подвижных форм фосфора. Эти почвы весьма широко используются в земледелии во всех случаях, если имеются источники орошения и позволяет рельеф.

Сероземы делятся на светлые, типичные (обыкновенные) и темные. Светлые сероземы самые малогумусные, приурочены к наиболее аридным частям подгорных равнин; типичные сероземы несколько более гумусные, занимают более высокие части равнин и предгорья; темные сероземы распространены преимущественно в высоких предгорьях и низкогорьях под эфемерово-пырейными степями. Наиболее высоко сероземы поднимаются по склонам южной и юго-восточной экспозиций, особенно в южной части области. Например, на южных сухих склонах Парапамиза маломощные каменистые горные сероземы поднимаются до 3000 *м*, где переходят в высокогорные лугово-степные почвы. На лучше увлажняемых склонах западных и северных экспозиций появляются горные серо-коричневые (темные сероземы) и горные коричневые почвы преимущественно под кустарниковой растительностью (шиповник, боярышник, жимолость), с крупнотравьем в травянистом покрове. По наиболее затененным северным склонам появляются участки ореховых лесов и заросли плодовых деревьев и кустарников на горных темно-бурых лесных почвах. В наиболее высоких частях этой зоны в Западном Тянь-Шане встречаются острова ели на темноцветных горно-лесных почвах. В высокогорьях распространены горные лугово-степные и горно-луговые почвы.

В изолированных внутригорных долинах и котловинах, например в Алайской долине, появляются высокогорные сухие степи на горно-каштановых почвах.

Переднеазиатская область пустынных и пустынно-степных почв

Эта область находится в субтропическом поясе. Она включает Иранское нагорье, с системой хребтов и замкнутых межгорных впадин и низменные аллювиальные равнины Инда. Макроструктура почвенного покрова области обусловлена горной и предгорной зональностью, существенно осложненной ландшафтно-геохимическими палеогидрогенными макроструктурами. По преобладанию тех или иных макроструктур делится на две подобласти: Иранского нагорья и аллювиальных равнин Инда.

Подобласть Иранского нагорья

Большая часть поверхности Ирана представляет собой плато, лежащее на высоте 1000—2000 *м*, над плато поднимаются до высоты 3000—4500 *м* горные цепи и нагорья, разделяющие территорию на ряд замкнутых бессточных пустынных впадин: Деште-Кевир, Деште-Лут, Хамун и др.

Горно-котловинный характер рельефа, аридность климата и

широко распространенные третичные соленосные отложения определяют характер почвенного покрова этой территории.

На относительно пониженных поверхностях на высоте 1000—1500 *м* преобладают каменистые полынно-солянковые пустыни, с крайне редким растительным покровом — гамады. Почвы подобных пустынь, по описаниям Девана (1965), занимают в стране около 9 млн. *га*. С поверхности они покрыты сцементированной корочкой, с большим количеством щебня. Содержание гумуса в корочке — 0,1—0,2%. В почвах много карбонатов, местами они засолены, весьма часто имеют красноватый цвет.

На более высоких поверхностях, в местах распространения лёссовидных суглинков, с очень высоким содержанием карбонатов кальция, под скудной растительностью, развиты малогумусные (около 0,5% гумуса), многокарбонатные сероземы. Для них характерны маломощный гумусовый горизонт (5—10 *см*), под которым находится мощный карбонатный гор. B_{CaCO_3}, постепенно переходящий в рыхлую почвообразующую породу. Верхняя часть гумусового горизонта пылевата, иногда имеет листоватую структуру; ее образование связывают с привносом эолового карбонатного материала; она обычно светлее и содержит меньше гумуса, чем нижняя часть горизонта.

В полупустынных областях, на более высоких плато, в северо-западной части нагорья распространены под травянистой растительностью почвы, которые иранские почвоведы называют «бурыми степными», на Почвенной карте Физико-географического атласа они объединены с сероземами и горными сероземами. Это почвы бурой или светло-бурой окраски, имеют хорошо выраженный карбонатный горизонт на глубине 15—30 *см*. Гумусовый горизонт комковато-зернистой структуры содержит гумуса около 1%, оглиненного горизонта, свойственного серо-коричневым почвам, нет.

Эти почвы похожи на бурые пустынно-степные почвы, распространенные в наиболее аридных областях, в бассейнах рек Куры и Аракса в Закавказье.

Наиболее низкие уровни межгорных впадин заняты солончаковыми пустынями. Солончаки занимают пространства высохших озер и окружают современные соленые озера. Преобладают сульфатно-натриевые солончаки, но встречаются и хлоридно-кальциево-магниево-натриевые. Местами в ежегодно затопляемых областях слепых дельт распространены солончаковые болотные почвы.

Значительная часть территории Ирана занята горными почвами, маломощными и каменистыми, представляющими или темные сероземы, или серо-коричневые почвы.

Подобласть аллювиальных равнин р. Инда

Западная часть Индостана в бассейне р. Инд представляет собой обширную аккумулятивную равнину. На западе и на севе-

ре в части, примыкающей к подножиям Сулеймановых гор и Гималаев она сложена пролювиально-аллювиальными конусами выноса, несколько приподнята и слабо расчленена. На остальной, преобладающей части — это совершенно плоская аллювиальная равнина. Здесь разница высот современных пойм и междуречий от 1,5 до 7—8 *м*. Рельеф междуречий лишь несколько разнообразится наличием остатков древних протоков, а в восточной части равнины — эоловыми формами рельефа песчаного массива Тар, представляющего сухую, песчаную саванну.

Исследования, проведенные в Западном Пакистане В. М. Фридландом (1968), позволяют судить о характере рыхлых отложений и почв этой территории. Аллювиальные отложения на равнине достигают большой мощности (до 500 *м*) и представлены пылевато-песчанистым и пылевато-суглинистым материалом, содержащим от 3 до 21% $CaCO_3$ и некоторое количество 0,04—0,9% легкорастворимых солей. Местами скопления карбонатов кальция настолько обильны, что образуют в толще наносов сплошные горизонты плотных крупных конкреций — канкар, формирование которых связано с испарением относительно пресных гидрокарбонатно-кальциевых вод.

На преобладающей части равнины выпадает 90—120 *мм* осадков в год, при годовой норме испаряемости — 1300—2500 *мм*. Июльские температуры составляют 29—30°, а температуры января — 18—20° — на юге и 9—11° — на севере.

На поверхностях равнины с относительно пониженным уровнем грунтовых вод развиты малогумусные (0,3—0,4% гумуса) сероземы, вскипающие с поверхности, с хорошо выраженным иллювиально-карбонатным горизонтом. В местах приближения к поверхности уровня грунтовых вод они сменяются лугово-сероземными и луговыми почвами, в той или иной степени засоленными и солонцеватыми. Состав солей в почвах преимущественно хлоридно-сульфатно-натриевый.

На приморской низменности и в дельте Инда господствуют солончаки, луговые солончаковые и солончаково-солонцовые почвы. На подгорных равнинах, у Сулеймановых гор, в пустыне Бат обширные пространства заняты такыровидными пустынными почвами и такырами. Последние образуются в областях слепых устьев — временных потоков, в нижней части подгорных шлейфов, где откладывается наиболее тонкий материал. Такыры пустыни Бат не засолены, но имеют высокую щелочность (pH 9,1), в верхней корочке содержат до 1,8% гумуса.

На более приподнятых и лучше увлажняемых равнинах у подножий Гималаев появляются под ксерофильными саваннами карбонатные коричневые почвы. Поверхности предгорных плато сильно эродированы.

Большая часть почв подгорных и аллювиальных равнин распахана, орошается и существенно изменена культурой. За последнее столетие в результате постройки обширной ирригационной

сети и орошения на значительных площадях поднялись грунтовые воды, увеличились луговость и засоленность, а на площадях рисосеяния — заболоченность почв. Все эти неблагоприятные явления вызывают необходимость мелиорации: сооружения дренажных систем, скважин вертикального дренажа и др. Малые уклоны поверхности равнины затрудняют горизонтальный дренаж и поэтому необходима машинная откачка дренажных вод.

Аравийская пустынная почвенная область (Сахаро-Аравийский пустынный сектор)

Аравийская почвенная область — составная часть Сахаро-Аравийского пустынного сектора. На Почвенной карте Мира ФГАМ на Аравийском полуострове показаны три почвенные зоны: сероземов на крайнем севере, пустынных субтропических почв в средней части полуострова и пустынных тропических в его южной половине. Значительные площади как в субтропической, так и особенно в тропической части полуострова занимают пески и гамады. Пустынный облик северного Ирака и Сирии усиливается вследствие очень широкого распространения миоценовых и плиоценовых соленосных отложений, с которыми связаны обширные пространства солончаковых и гипсовых пустынь, с выходами гипсовой коры на поверхность, и гипсоносные почвы — аналог серо-бурых гипсоносных почв пустынь бореального пояса.

Накоплению солей в почвах пустынь Аравийского полуострова способствует также их эоловая аккумуляция. Так, по данным Яаалона (1964), в южном Негеве наблюдается хорошая корреляция между возрастом почв пустыни и степенью их засоленности, а также между степенью аридности климата и глубиной промывания эоловых солей: в пустынях соли почти не вымываются и концентрируются у поверхности на глубине 5—7 *см* под щебенистым панцирем пустыни; в семиаридных областях соли вымываются до глубины ежегодного проникновения осадков, что приводит к формированию иллювиального солевого горизонта и появлению признаков солонцеватости. Эти почвы образуются в зоне, где количество осадков 200—300 *мм*; они показаны на Почвенной карте Физико-географического атласа Мира как горные серо-коричневые.

В зоне эфемерово-полынных пустынь северной Сирии и Ирана, получающих 150—225 *мм* осадков в год (с максимумом зимой), показаны сероземы. Однако Ван-Лиир (1965) считает, что по характеру профиля они ближе стоят к серо-бурым пустынным почвам. В них очень мало гумуса — менее 1% и много карбонатов (до 25% CO_2 в иллювиальном горизонте, т. е. до 50—60% $CaCO_3$).

По данным Л. Е. Родина и Н. И. Базилевич (1965), эти почвы, подобно сероземам, не засолены, но гипсовый горизонт в них начинается с 50—60 *см*. Гумус преимущественно фульватного состава.

В составе глинных минералов преобладают гидрослюды, есть примесь каолинита и атапульгита. От сероземов Средней Азии они отличаются розовой или красноватой окраской, связанной с маловодными гидратами окислов железа. Накопление подвижных форм железа в профиле этих почв названные авторы объясняют значительным биологическим поглощением железа растениями субтропических пустынь: по отношению к железу Кб равен 6—6,5, в то время как в золе растений суббореальных пустынь этот коэффициент равен 0,6. Почвы лишайниково-полукустарничковых, солянковых каменистых пустынь, господствующих в западной и южной частях полуострова также высококарбонатны, ожелезнены и гипсоносны. В западной части эти почвы приурочены к базальтовому плато, а восточнее — к высокому (до 900 *м*) известковому плато. В понижениях рельефа распространены такыровидные почвы и такыры.

В особый округ выделяются аллювиальные равнины Тигра и Евфрата с разнообразным комплексом луговых, лугово-солончаковых и болотно-солончаковых почв. Это область древнейшего земледелия, почвы здесь сильно изменены длительной поливной культурой. В районах старого орошения, вокруг городов и поселений, земли используются под сады, овощное и молочное хозяйство, в районах нового орошения выращивают зерновые культуры и хлопчатник.

В южной части Аравийского полуострова на Почвенной карте ФГАМ показаны в отличие от его северной части — почвы тропических пустынь. На юго-востоке полуострова простираются обширные песчаные пустыни.

Юго-западная часть полуострова, вдоль побережий Красного моря и Аденского залива представляет собой приподнятую часть Аравийской платформы, сложенной кристаллическими породами: гранитами, гнейсами и базальтами, с востока эти кристаллические плато обрамлены полосой куэстового рельефа, выработанного в осадочных палеозойских и мезозойских породах. На поверхности плато и в области развития куэстового рельефа господствуют каменистые пустыни — гамады. Наиболее приподнятая часть Аравийской платформы — горстовые поднятия Йемена, где на юго-западных склонах выпадает 750—1000 *мм* осадков в год. На склонах нагорья, до 1200 *м*, располагаются изреженные опустыненные саванны на красновато-бурых почвах. В более высоких частях нагорья появляются кустарниково-древесные ксерофильные сообщества на горных красно-бурых почвах саванн.

Небольшой массив красно-бурых горных почв саванн имеется также в крайней юго-восточной части, в горах Хаджар, поднимающихся наиболее высокими вершинами до 3352 *м*. В отличие от северной части Аравии максимум осадков здесь связан с летними дождями. Температуры по сравнению с пустынями несколько уменьшаются (до 21—22° в июне), зимы теплые (в январе +14°), но изредка на высотах более 2000 *м* бывают заморозки.

Земледелие в горных районах южной части Аравии весьма ограничено и представлено на небольших участках в пределах плоских межгорных котловин и приподнятых равнин, где имеются посевы кукурузы, виноградники и плодовые культуры.

ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЗИАТСКИЙ ВЛАЖНОЛЕСНОЙ СЕКТОР ФУЛЬВОФЕРРАЛЛИТНЫХ И ФЕРСИАЛЛИТНЫХ ПОЧВ

Сектор охватывает муссонные влажные территории Юго-Восточной Азии и включает две почвенные области с преобладанием горнозональных макроструктур: Юго-Восточную Азиатскую и Гималайско-Восточно-Тибетскую.

Юго-Восточная Азиатская почвенная область красноземов, желтоземов, красно-желтых и красных ферраллитных почв

Сюда входят острова Юго-Восточной Азии: южная часть Хонсю, Сикоку, Кюсю, Рюкю, Тайвань, Хайнань, а на континенте — Южно-Китайские горы с Сычуаньской котловиной, Юньнань-Гуйчжоуское нагорье, Аннамские горы, прилегающие к горам береговые низменности, межгорные котловины.

Высота гор, как правило, не превышает 2000—2500 *м*.

Длительная денудация, продолжающаяся с мезозоя, существенно сгладила палеозойские складчатые горы, привела к формированию выровненных поверхностей, на которых сохранились древние продукты выветривания — мощные ферраллитные, местами сильно латеритизованные (ожелезненные) коры. В предгорных холмистых районах на крутых склонах гор древняя кора выветривания не сохранилась, а более молодые элювиально-делювиальные склоновые образования, как правило, менее ферраллитизированы, если только они не являются продуктами переотложения древних кор. На молодых приморских аллювиально-дельтовых равнинах, на молодых террасах рек наносы и продукты выветривания имеют сиаллитный или фersиаллитный характер. Однако древний галечниковый аллювий на террасах, возраст которых, по свидетельству Торпа, превышает 20 тыс. лет, ферраллитизирован.

Напомним, что в ферраллитных корах выветривания, весьма характерных для влажных субтропических и влажных тропических областей, все первичные минералы (за исключением части кварца) разрушены, основания и большая часть кремнезема вынесены. Новообразованные минералы представлены каолинитом (или галлуазитом), гидратами окислов железа (гематитом, гетитом, лимонитом), сообщающих коре выветривания красный, оранжевый или желтый цвет, и гидратами окислов алюминия (гиббситом, гидраргиллитом). Отношение SiO_2/Al_2O_3 в илистой фракции меньше 2.

На ферраллитных корах выветривания кислых и средних пород как в субтропическом, так и в тропическом поясе формируются сходные почвы; на Почвенной карте ФГАМ они показаны как два

различных почвенных типа. Это красноземы (в субтропиках) и красно-желтые ферраллитные почвы (в тропиках).

Исследования, проведенные в Японии, Китае, во Вьетнаме, показывают, что общими признаками этих почв являются: красно-бурая или красновато-желтая окраска верхней гумусовой части профиля и более яркая красная — нижней части; бедность основаниями, богатство гидроокислами железа, кислая реакция всего профиля, маломощный гумусовый горизонт, с резким преобладанием фульвокислот. Для них характерна очень низкая емкость поглощения (2—5 *мг·экв* на 100 *г*), при сильной ненасыщенности основаниями, некоторое обеднение верхней части профиля илистыми частицами и окислами железа и накопление их в средней части профиля — в иллювиально-метаморфическом горизонте, исключительная бедность элементами питания, особенно фосфором.

Ферраллитные коры выветривания основных пород (андезитов, базальтов) (например, во Вьетнаме и на о. Хайнань) или на продуктах выветривания известняков (например, в Юньнани) содержат больше свободных гидратов окислов железа, более глинисты и оструктурены. С ними связано формирование более плодородных темно-красных ферраллитных почв, с темным гумусовым гор. A_f мощностью 35—40 *см*, содержащим 3—4,5% гумуса; в переходном гор. A_tB мощностью также 30—40 *см* содержание гумуса около 1,5—2,0%; емкость поглощения в темно-красных ферраллитных почвах несколько большая (8—10 *мг·экв* на 100 *г*), чем в красно-желтых ферраллитных. Эти почвы хорошо аггрегированы и обладают хорошими водно-физическими свойствами. Они значительно более плодородны, чем почвы на ферраллитной коре выветривания кислых пород.

На более молодых элементах рельефа, на крутых склонах, кора выветривания имеет ферсиаллитно-аллитный характер: здесь присутствуют устойчивые первичные алюмосиликаты; среди вторичных минералов нет свободных гидратов окислов алюминия, наряду с каолинитом имеются вермикулит гидрослюды. Отношение SiO_2/Al_2O_3 в илистой фракции — 2—3.

Продукты выветривания подобного состава характерны для расчлененного горного рельефа. С ними связаны красноземы и красно-желтые почвы ферсиаллитно-аллитного состава, менее бедные основаниями и с несколько более высокой емкостью поглощения, чем почвы на ферраллитных корах. Они распространены до 400—500 *м* абс. высоты.

По мере увеличения абсолютной высоты климат менее жаркий, скорость минерализации органических остатков и гумуса уменьшаются, почвы становятся более гумусными, чем ферраллитные почвы предгорий и прилегающих равнин. Более длительное сохранение в почвах кислого фульватного гумуса в свою очередь обусловливает растворение в верхней части профиля полуторных окислов и при вымывании последних дифференциацию профиля и оподзоливание почв. Подобные оподзоленные, более гумусные красно-

земы широко распространены в горных районах Южного Китая, на абс. высоте до 900—1000 *м*.

Смешанные вечнозеленые субтропические и вечнозеленые и полулистопадные тропические леса, некогда покрывавшие склоны гор, в значительной мере вырублены и заместились вторичной травянисто-кустарниковой растительностью. На значительных пространствах в предгорьях и низкогорьях склоны террасированы и используются под различные сельскохозяйственные культуры.

Более высокий пояс гор в Южном Китае образован желтоземами — почвами, весьма сходными по совокупности признаков с фersиаллитными и фersиаллитно-аллитными почвами, но отличающимися меньшим содержанием и большей степенью гидратации окислов железа, поэтому их цвет желтый, а не красный. Главный район распространения желтоземов в Китае — Сычуанский бассейн и Гуйчжоуское плато. Массивы желтоземов протягиваются на запад до провинции Юньнань, а на восток до горных районов западной части провинции Хунань. Желтоземы развиваются также в наиболее влажных и прохладных субтропиках Китая.

Здесь среднегодовая температура около 15°; годовое количество осадков около 1200 *мм*. Но главная особенность климата — очень высокая относительная влажность воздуха, часто составляющая 90%.

Желтоземы развиваются под смешанными лесами из листопадных и хвойных пород с примесью вечнозеленых форм. На месте вырубленных лесов растут высокие травы. Среди древесных пород наиболее обычны: земляничное дерево, японская береза, черная японская ольха, горное гинкго, клен, дуб, каштаны, ликвидамбра, грецкий орех и др.; из хвойных деревьев — юньнаньская сосна, горная китайская сосна, ель, криптомерия.

Желтоземы образуются на самых разнообразных горных породах, включая фиолетовые сланцы и песчаники и даже известняки.

Большинство горных желтоземов оподзолено. Степень оподзоленности желтоземов и красноземов уменьшается лишь на территориях, обезлесенных и подвергающихся сильной эрозии, где профили почв периодически обновляются.

Если желтоземы встречаются на равнинах среди красноземных почв, они обычно приурочены к относительно плоским местам, где сток затруднен, обязательно под лесной растительностью, что увеличивает увлажнение почв и предотвращает переход окислов железа в яркоокрашенные маловодные гидраты.

Среди красноземов и красножелтых ферраллитных почв широко распространены почвы, в той или иной степени латеритизованные. Их образование связано с тем, что под воздействием грунтовых вод в нижних горизонтах ферраллитных кор выветривания происходит восстановление железа: закисное железо переходит в раствор и выносится в местные депрессии, где при выклинивании грунтового потока или приближении его к поверхности оно вновь окисляется и выпадает из раствора в форме гидратов окислов; в

рыхлых наносах и в почвах образуются горизонты ожелезнения или латеритизации.

Подобно аналогичным по природным условиям районам земного шара, в Юго-Восточной Азии распространены две главные формы латеритов: альвеолярные и конкреционные (Фридланд, 1964).

Альвеолярные латериты — это ячеистая масса, в которой стенки ячеек представляют собой ожелезненный каркас, а внутренность ячеек выполнена глинистым материалом. Внутри почвенного профиля и в толще породы альвеолярный латерит мягкий, но, когда он в результате эрозии выходит на поверхность, стенки ячеек затвердевают и весь латеритный слой превращается в плотную устойчивую броню, одевающую поверхность почв.

Конкреционные латериты — это скопления шарообразных или овальных конкреций диаметром от 10 до 1 *мм*. Они очень прочные, с поверхности черные или иссиня-черные, внутри темно-бурые. Конкреции часто скреплены железистым цементом и в этом случае образуют плотные непроницаемые горизонты мощностью до 50—70 *см*.

Образование современных латеритов идет в депрессиях рельефа при близком уровне грунтовых вод или резком изменении уровня их по сезонам года (рис. 53).

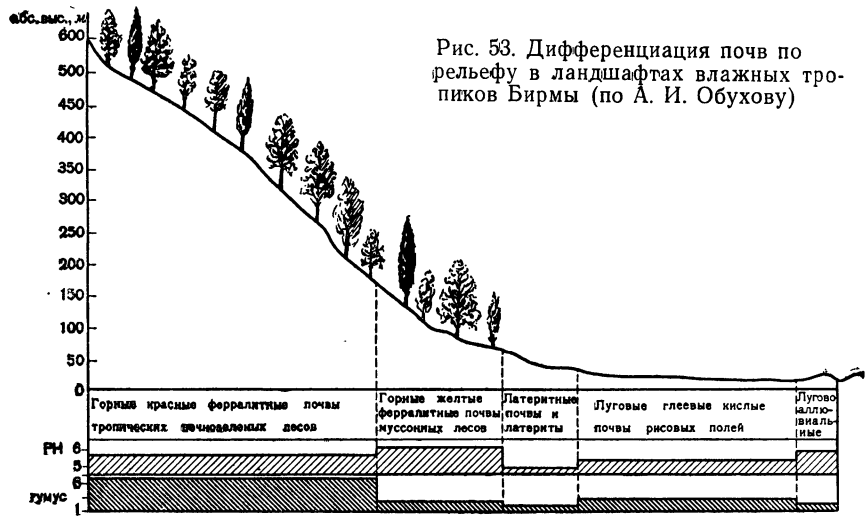


Рис. 53. Дифференциация почв по рельефу в ландшафтах влажных тропиков Бирмы (по А. И. Обухову)

Развитие рельефа, изменение уровня грунтовых вод, последующие размыв и переотложения латеритного материала привели к весьма широкому распространению в почвах повышенных элементов рельефа древних латеритных горизонтов или продуктов их разрушения: отдельных конкреций и обломков латеритных панцирей, сохранивших альвеолярную или конкреционную структуру.

Почвы, в которых в том или ином виде присутствует латерит-

ный материал, получили название «латеритизованных» или «латеритных» (латеритизованные красноземы, желтоземы и т. д.).

Все эти почвы имеют невысокое природное плодородие. Они бедны важными для растений макроэлементами: кальцием, магнием, серой, фосфором, калием, азотом и многими микроэлементами и нуждаются в удобрениях, особенно органических. За исключением темно-красных ферраллитных, хорошо оструктуренных почв, остальные почвы сильно подвержены эрозии, а в сухие периоды, особенно осенью, благодаря низкой влагоемкости пересыхают и часто нуждаются в орошении.

Большие площади в субтропической и тропической муссонной Азии заняты рисовыми полями. Рисовые плантации не только покрывают все приморские, дельтовые и аллювиальные равнины, но и по терасированным склонам поднимаются в область предгорий и низкогорий. В результате систематического переувлажнения почв все почвы рисовых полей существенно преобразованы и отличаются от исходных.

Надо иметь в виду, что при постройке террас, чеков, верхние горизонты ранее существовавших почв часто снимаются, перемешиваются и почвообразование начинается заново, причем в условиях, когда значительную часть года почва находится под водой.

В зависимости от длительности залива и условий дренажа в почвах рисовников развивается в большей или меньшей степени оглеение. Если дренаж хороший, то оглеены преимущественно верхние горизонты, дренаж затруднен — оглеение захватывает весь профиль. Если под рисовые поля используются красноземы или красные ферраллитные почвы, то они прежде всего утрачивают красный цвет (соединения железа гидратируются), и почвы становятся блекло-желтыми с сизыми пятнами восстановленного железа.

При сбросе поливных вод с поверхности почвы и пахотного горизонта выносятся тонкие илистые частицы, поэтому на старых плантациях можно видеть почвы с сильноопесчаненными отбеленными верхними горизонтами, часто представляющими отмытый кварцевый песок и поэтому очень бедными. Под опесчаненным слоем располагается уплотненный, благодаря образованию плужной подошвы, в той или иной степени оглеенный горизонт.

Если под рисовые поля используются почвы аллювиальных равнин, то различия между исходными и рисовыми почвами менее значительны; с поливными водами откладываются новые ирригационные наносы и продолжается развитие лугового или лугово-болотного процесса.

Широко используются под рисовые плантации тяжелоглинистые болотные почвы аллювиальных и приморских равнин. В области приморских дельт эти почвы несколько засолены. Внесение удобрений, устройство дренажных систем, перепашка и просушивание почв после уборки урожаев повышают плодородие оглеенных рисовых почв.

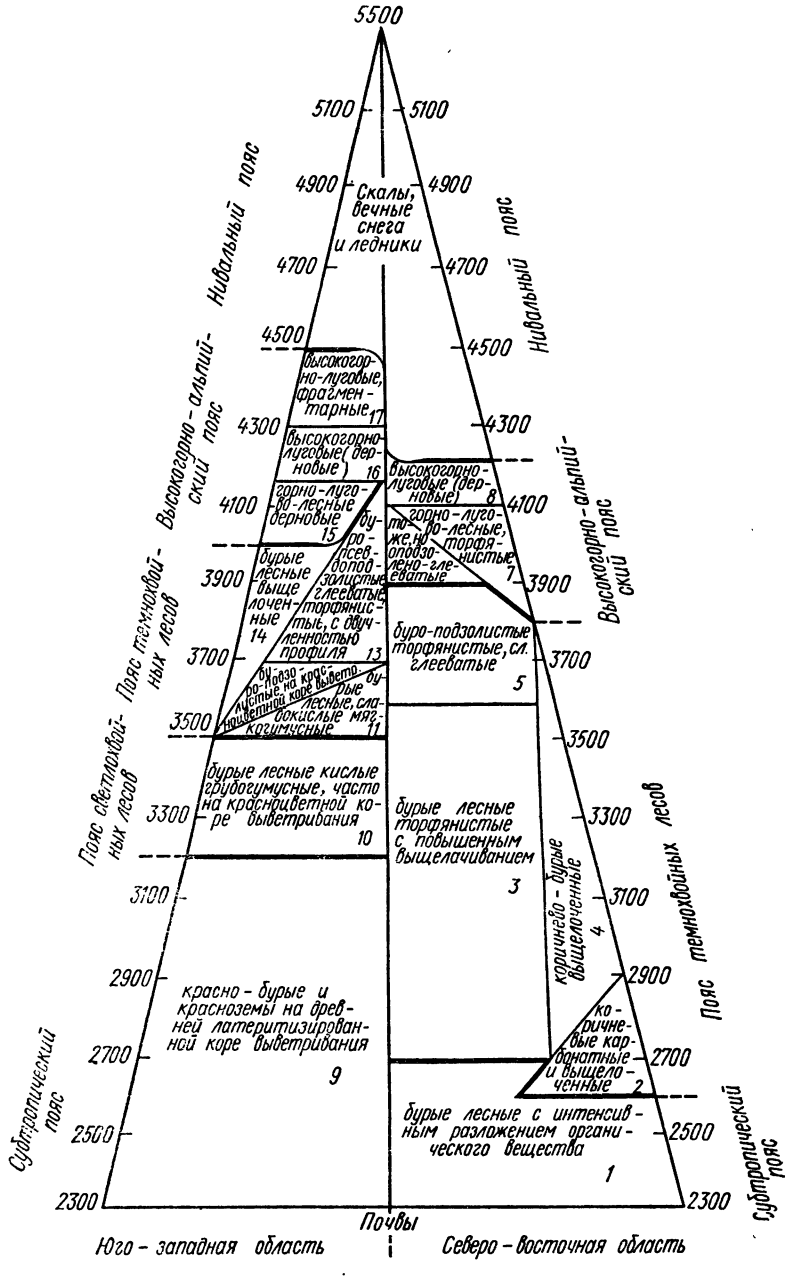


Рис. 54. Схема вертикально-поясного распределения растительности и почв в Восточном Тибете (по С. В. Зонну, 1964)

Гималайско-Восточно-Тибетская область горно-лесных и горно-луговых почв

Почвы восточной части Тибета и Сино-Тибетских альп были исследованы С. В. Зонном в 1958—1959 гг. (рис. 54). Рельеф этого района ступенчатый. Древние поверхности выравнивания образуют ряд грандиозных ступеней на 4200—4300 *м*, 3300—3600 *м*, 2200—2300 *м*, самая низкая ступень — Юнаньское плато, лежит на высоте 1800—2000 *м*. Отдельные ступени разделены участками крутосклонного горного рельефа; над поверхностями плато поднимаются горные хребты, вытянутые преимущественно с севера на юг, превышающие плато на 500—1000 *м* и более. Горы, поднимающиеся над самыми высокими денудационными поверхностями, достигают 7600 *м*. Снеговая граница здесь проходит на 4800—5000 *м*. На выравненных поверхностях долины рек расширяются и сопровождаются аккумулятивными террасами, сложенными речными и озерными отложениями. На значительных высотах встречаются фрагменты древней ферраллитной коры выветривания или продукты ее размыва и переотложения, особенно часто распространение подобной коры связано с кристаллическими известняками.

Продукты выветривания коренных пород на горных склонах, формирующиеся в условиях климата высокогорий, сильно оглинены и несколько аллитизированы.

Имеющиеся данные о климатических условиях показывают, что количество осадков колеблется в пределах 500—1000 *мм* (для большей части пунктов 700—900 *мм*), максимум летний. Средние температуры (летние) слабо изменяются по высотам: для июня — около 18°. Температуры января на высоте 2000—2700 *м* — около 4—5°, а на высоте 3300 *м* — 3°. Склоны гор, обращенные на восток, к Сычуанской впадине, получают наибольшее количество осадков (1500—2000 *мм*). Для них характерна следующая система высотных зон:

1) 1400—2000 *м* — вечнозеленые широколиственные леса на горных желтоземах;

2) 2000—2700 — вечнозеленые и листопадные леса на переходных к бурым — желто-бурых или буро-желтоземных почвах;

3) 2500—2800 — хвойно-лиственные леса на бурых лесных почвах;

4) 2700—3000 — темнохвойные травяно-моховые леса на торфянисто-буроземных, бурых оподзоленных и глееватых почвах;

5) 3000—3200 — горные луга на горно-луговых почвах.

Во внутренних районах восточной части Тибета границы растительных и почвенных зон смещаются кверху, существенное значение приобретает экспозиция склонов. Зона горно-луговых почв здесь находится на высотах 3900—4500 *м*. Южные склоны заняты черноземовидными почвами. Зона торфянисто-буроземных, местами оподзоленных почв, приуроченных к склонам северных и западных экспозиций, располагается в пределах 2700—4000 *м*; юж-

ные и восточные склоны на этих же высотах заняты хвойно-широколиственными лесами (пихтово и елово-дубовыми) на коричнево-бурых горно-лесных почвах, насыщенных, часто с горизонтом карбонатов. Зона хвойно-лиственных лесов на бурых лесных, а на южных склонах на коричнево-бурых почвах лежит ниже 2700 *м*.

Юго-западная часть Восточного Тибета в бассейнах Меконга, Салуина, Иравади и южные склоны Гималаев в бассейнах рек Брахмапутры и Ганга имеют сходный характер высотных почвенных зон. Горные склоны здесь обильно увлажнены (3000—5000 *мм* осадков в год). Зона горно-луговых почв, так же как и в восточном Тибете, лежит выше 4000—4100 *м*. Пихтовые леса с торфянисто-буроземными почвами, местами глееватыми и оподзоленными — 3600—4000 *м*. На высотах 2500—3600 *м* лежит зона бурых лесных почв, под еловыми, пихтовыми или сосновыми лесами, местами замещенными кустарниковым дубом. В этой зоне кое-где сохранилась красноцветная кора выветривания.

На высотах 1500—2500 *м* располагается зона широколиственных листопадно-вечнозеленых лесов, дубовых, с каштанами, кленом, магнолией, лавром на горных желтоземах.

На высотах ниже 1500—1200 *м* идет зона вечнозеленых лесов на горных красноземах и желтоземах.

На продуктах выветривания известняков, например в пределах Шанского плато в Бирме, на высотах 1200—1500 *м* распространены гумусные темно-красные ферраллитные почвы, с мощным профилем и хорошо выраженной структурой.

В северо-западной части Гималаев, подножия которых лежат в зоне коричневых почв, структура горной зональности несколько иная. Согласно исследованиям Р. П. Дхира (1965), нижний горный пояс (500—1100 *м*) представлен вторичной ксерофильной кустарниковой растительностью на коричневых выщелоченных почвах. Горно-лесной пояс представлен в нижней части (1100—1700 *м*) сосновыми лесами (*Pinus excelsa*) на бурых горно-лесных насыщенных почвах; в средней (1700—2500 *м*) — смешанными хвойно-широколиственными лесами (*Pinus excelsa, Cedrus deodara, Quercus incana*) на бурых слабоненасыщенных почвах; в верхней (2500—3350 *м*) — елово-пихтово-дубовыми лесами (*Abies pindrow, Picea morinda, Q. semicarpifolia*) на кислых потечно-гумусовых бурых лесных почвах. Зона горно-луговых почв лежит выше линии 3350 *м*. Верхняя граница земледелия в восточном Тибете проходит на высотах 3600—3700 *м*, в Гималаях — около 2750 *м*.

ЮЖНО-АЗИАТСКИЙ КСЕРОФИТНО-САВАННО-ЛЕСНОЙ СЕКТОР ФЕРРОЗЕМОВ, СЛИТОЗЕМОВ, ЛАТЕРИТНЫХ И ГОРНЫХ ФУЛЬВОФЕРРАЛЛИТНЫХ ПОЧВ

Сектор представлен лишь одной Южно-Азиатской почвенной областью, охватывающей полуострова Индостан и Индокитай, Струк-

тура почвенного покрова сложна. Область характеризуется сочетанием тропических муссонных лесов, занимающих влажные наветренные склоны горных возвышенностей, и саванн и сухих саванн, формирующихся на внутренних плато и в межгорных котловинах и долинах, защищенных в той или иной мере от зимнего восточного и летнего индийских муссонов.

Почвенный покров этой части Азии слагается соответственно из сочетания почв. Горные красно-желтые ферраллитные почвы занимают вершины Западных Гхатов в Индостане и меридионально вытянутые хребты Аракан-Иома, Таней-Тауньджи и Аннамские горы в Индокитае. Красно-желтые ферраллитные почвы, часто с латеритными горизонтами, занимают также предгорья и подгорные равнины, обращенные к приносящим влагу ветрам. Однако большая часть площади внутренних плато и аккумулятивных равнин занята красными ферраллитными, красно-бурыми и черными слитыми почвами саванн.

Обширные аккумулятивные аллювиальные равнины Ганга и Брахмапутры, Иравади и Меконга характеризуются преобладанием аллювиальных луговых почв и элювиально-глеевых, существенно измененных длительной культурой риса. Если исключить перечисленные выше горные территории, то на равнинах и плато Индокитая и Индостана можно выделить почвенные подобласти: 1 — Меконг-Менамскую, 2 — Иравадскую, 3 — Брахмапутра-Гангскую, 4 — Индостанско-Цейлонскую.

Меконг-Менамская почвенная подобласть занимает плато и низменности Таиланда и Камбоджи в бассейнах рек Меконга и Менама. На большей части территории выпадает 1200—1300 *мм* осадков, при продолжительности сухого зимнего периода 5—6 месяцев. Естественная растительность представлена сухими листопадными смешанными лесами и кустарниками, с господством *Acacia, Terminalia, Albizzia,* бамбуков.

В восточной части области у подножий Аннамских гор широко распространены четвертичные лавы и туфы основного состава, с продуктами выветривания которых связаны темно-красные альферритные и ферраллитные почвы. Подобные же почвы встречаются на основных породах в Северном Вьетнаме; они были описаны В. М. Фридландом (1964) под названием «ферраллитно-маргалитных» почв. Эти почвы содержат значительное количество гумуса — до 4,5% — с преобладанием гуминовых кислот и имеют высокую емкость поглощения (25—38 *мг·экв* на 100 *г*), слабокислую реакцию и почти полностью насыщены основаниями, механический состав их тяжелосуглинистый и глинистый, структура хорошая, водопрочная. Это наиболее плодородные почвы в зоне саванн.

С продуктами выветривания мезозойских континентальных отложений связаны более бедные красные почвы саванн. На поверхности равнин плато Кора и на аккумулятивных низменных равнинах широко распространены латеритные глеевые почвы с ожелезненными плотными латеритными горизонтами. Значительные по-

верхности в низовьях Меконга и Менана подвергаются затоплению во время летних наводнений и заняты аллювиальными луговыми глеевыми и болотными почвами. Низменные морские побережья заняты солончаковыми мангровыми болотами на кислых «квасцовых» почвах, содержащих сульфаты алюминия и железа. Почти вся площадь равнин (на 85—90%) используется под сельскохозяйственные культуры, преимущественно рис.

Иравадская подобласть охватывает равнины Бирмы в бассейне Иравади. Почвенные исследования были проведены в Бирме Б. Г. Розановым (1963) и П. И. Кармановым (1964). Красно-желтые ферраллитные почвы муссонных тропических лесов распространены в холмистых и низкогорных районах Бирмы. Эти почвы содержат 2—4% гумуса, имеют слабокислую реакцию (pH — 5—6), суглинистый, а в нижней части профиля тяжелосуглинистый механический состав: слабоненасыщены, при емкости поглощения 8—15 *мг·экв* на 100 *г*. В илистой фракции преобладает каолинит. Обеспечены калием, но содержат мало азота и фосфора. С увеличением абсолютной высоты и влажности климата содержание гумуса в них увеличивается. Значительная часть почв не распахана и занята вторичными саваннами.

Красно-бурые почвы сухих саванн занимают холмистые районы во внутренней сухой части подобласти. Они имеют четко выраженный двучленный профиль. Верхний гор. (А) имеет более легкий механический состав, более беден основаниями и полуторными окислами, чем нижележащий гор. (B_m, в котором часто встречаются железисто-марганцовые конкреции. В наиболее сухих районах в них имеется мощный иллювиальный карбонатный горизонт. Большая часть этих почв обрабатывается. Содержание гумуса в них 0,5—1,5%, емкость поглощения варьирует в пределах 5—25 *мг·экв* на 100 *г*, в зависимости от механического состава. Подвижными формами азота и фосфора не обеспечены, но так же, как и красные почвы саванн, относительно обеспечены калием.

Большие площади внутренних равнин на междуречье Иравади и Чиндуина заняты темными монтмориллонитовыми слитыми почвами, малогумусными (1—2% гумуса), но с темным мощным гумусовым горизонтом, часто карбонатными с самой поверхности, тяжелого механического состава, с высокой емкостью поглощения. Эти почвы аналогичны индийским регурам, которые будут описаны ниже. Используются частично под культуру риса, на остальных площадях — земледелие неполивное.

Долины рек и низменные равнины заняты светлыми и темными луговыми почвами, бескарбонатными в более влажных районах и карбонатными — в сухих. В них, как и в других почвах области, мало фосфора и азота. Луговые почвы почти сплошь распаханы и заняты главным образом культурой риса. Посевы риса занимают 60% всех обрабатываемых площадей в Бирме. Земледелие сосредоточено в сухой центральной части Бирмы и в долинах рек Иравади и Ситтанга, в их низовьях.

Брахмапутра-Гангская подобласть— это обширные аллювиальные низменные равнины в области Предгималайского прогиба. Малые уклоны поверхности, при многоводности рек, дренирующих южные склоны Гималаев, обусловливают блуждание русел и накопление на значительных площадях свежего аллювия, с которым связаны почвы со слабодифференцированным профилем. Однако большая часть площади аллювиальных равнин покрыта древним аллювием, представленным пылеватыми и тяжелыми суглинками, местами, например на левобережных равнинах Ганга — в Ассаме и Бенгалии, карбонатными. Почвы на древнем аллювии, развивавшиеся в докультурный период под листопадно-вечнозелеными муссонными лесами, имеют хорошо сформированный профиль: светло-палевый или палево-бурый верхний гор. (А), бесструктурный и относительно легкого механического состава сменяется более тяжелым, оструктуренным гор. B_{tm} заметной красновато-бурой окраски в случае, если почва хорошо дренируется, или пестрым, оглеенным, если дренаж плохой и грунтовые воды стоят близко к поверхности. Эти почвы нейтральны, местами сильно карбонатны и имеют в пределах первых двух метров плотные обызвесткованные горизонты — канкар. Их называют почвами «тераи».

В области дельты распространены почвы с особенно резко дифференцированным профилем, местами слегка засоленные, что позволяет предполагать наличие солонцеватых и осолоделых древнеаллювиальных почв, относимых по номенклатуре, принятой для Почвенной карты Мира ФАО — Юнеско, к планосолям.

Наибольшее количество осадков получает восточная часть аллювиальных равнин провинции Ассам и Бенгалия, где выпадает в год 2000—2500 *мм* осадков. К западу на равнинах среднего Ганга количество осадков уменьшается до 700—1000 *мм*, при продолжительности сухого периода 4—6 месяцев; ландшафты муссонных тропических лесов сменяются ландшафтами саванн и сухих саванн; степень карбонатности почв увеличивается.

Аллювиальные равнины Ганга и Брахмапутры — это центры очень древнего земледелия и культуры. Естественные ландшафты здесь почти не сохранились, леса вырублены, их заменила антропогенная саванна, все пригодные для земледелия территории распаханы и используются под различные культуры, особенно рис (75% площади). В Ассаме и Бенгалии относительно повышенные участки древнеаллювиальных равнин и прилегающие возвышенности с кислыми почвами типа красноземов широко используются под культуру чая. На равнинах среднего Ганга, где климат суше, все земли орошаются.

Длительный полив, накопление ирригационных наносов, а местами вынос тонких илистых частиц с поверхности полей, при сбросе оросительных вод, существенно изменили первоначальный характер почв. Большинство почв аллювиальной равнины представляют те или иные разновидности культурно-поливных и оглеенных рисовых почв.

Индостанская подобласть, охватывающая плоскогорье Декан и береговую низменность восточной части полуострова, характеризуется господством красно-бурых и черных слитых почв сухих саванн, занимающих большую центральную часть подобласти. Лишь в хорошо увлажненных западных Гхатах и в северо-восточной части восточных Гхат, обрамляющих внутренние части плоскогорья, климат влажнее, появляются массивы красных ферраллитных и латеритных почв. Красные ферраллитные, местами сильно латеритизованные почвы распространены на плато Чхота-Нагпур в западной Бенгалии.

Внутренние части нагорья, несколько защищенные от влажных муссонов западными и восточными Гхатами, заняты красно-бурыми и черными слитыми почвами сухих саванн и ксерофильных редколесий.

Распределение почв в этой внутренней более сухой части полуострова, получающей 700—800 *мм* осадков в год, при продолжительности сухого периода 4—5 месяцев, связано с характером почвообразующих пород и рельефом. Южная часть полуострова — Майсорское плоскогорье — сложена гранитами и гнейсами, на продуктах выветривания которых на повышенных элементах рельефа распространены красно-бурые почвы саванн. Красно-бурые почвы распространены также в северо-западной части полуострова, на плато Малва, где также на поверхность выходят гранито-гнейсы.

Эти почвы имеют профиль A, B_m, C. Гор. A — от легкосуглинистого до суглинистого имеет красный или темно-красный цвет, зернистую или комковатую структуру, содержит мало органического вещества. Гор. B_m — плотный, но водопроницаемый, более тяжелого механического состава, красновато-коричневого цвета; по граням структурных отдельностей имеются коллоидные пленки. Содержит в илистой фракции каолинит и смешаннослоистые минералы, с чем связана более высокая, чем в ферраллитных почвах, емкость поглощения (8—11 *мг·экв* на 100 *г*). Реакция почв близка к нейтральной, они насыщены основаниями. В некоторых профилях, в нижней части, имеются железистые конкреции. Общая мощность профиля на выравненных поверхностях составляет 1,5—2,0 *м*. В понижениях рельефа, в области распространения красно-бурых почв появляются темноцветные (черные) слитые монтмориллонитовые почвы. Особенно широко распространены подобные сочетания в южной части плоскогорья Декан.

Северо-западная часть плоскогорья Декан, так называемая трапповая область, сложена комплексом основных эффузивов — главным образом базальтов, частично андезитов и долеритов. С продуктами выветривания основных пород связан обширный ареал черных слитых монтмориллонитовых почв, называемых в Индии «регурами».

По условиям рельефа регуры тяготеют преимущественно к относительно равнинным поверхностям лавовых плато или к днищам

широких, расчленяющих плато долин. В условиях расчлененного рельефа, в краевых частях плато, например, в трапповой части Западных Гхат, черные монтмориллонитовые почвы уступают место темно-красным ферраллитным почвам. Подобно средиземноморским смолницам, регуры имеют мощный темноокрашенный в серый, черный и серовато-коричневый цвета горизонт, мощность которого часто более 100 *см*. Верхняя часть этого горизонта рыхлая, комковато-зернистая, но с глубины 20—30 *см* он становится плотным, крупнопризматическим или глыбистым. На глубине 100—120 *см* он сменяется серовато-бурым или белесо-серым горизонтом с плотными карбонатными конкрециями. С глубины 150 *см* и больше наряду с известковыми часто имеются и гипсовые конкреции.

Так же, как и смолницы, регуры имеют очень тяжелый механический состав, илистых частиц содержится до 60—80%, в составе глинных минералов преобладает монтмориллонит, с чем связана высокая емкость поглощения — 40—60 *мг·экв* на 100 *г* почвы. Несмотря на темный цвет, содержание гумуса колеблется около 1% и почти не изменяется на всем протяжении темноокрашенной части профиля. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, реакция почв щелочная. В периоды зимней засухи, продолжающейся 7—8 месяцев, поверхность почв покрывается широкими трещинами, уходящими вглубь на 100—150 *см*.

Во влажный период почвенная масса сильно набухает и в средней части профиля наблюдаются характерные для монтмориллонитовых почв зеркала скольжения. Несмотря на малое количество гумуса, регуры обладают высокой микробиологической активностью, в них быстро идут процессы аммонификации и нитрификации. Они обладают большой влагоемкостью и поэтому во влажные периоды запасают большое количество влаги.

Некоторые регуры, главным образом по депрессиям рельефа, в долинах рек солонцеваты, кроме извести и гипса содержат в нижних горизонтах легкорастворимые соли — хлориды и сульфаты натрия. Подобные солонцеватые почвы в Индии называют «чопан».

Регуры издавна и успешно используются в сельском хозяйстве: летом, во влажный период — под культуры хлопчатника и джовара; в сухой, зимний период — под пшеницу, ячмень, местами кукурузу. Регуры достаточно обеспечены калием, но нуждаются в азоте, фосфоре и органических удобрениях.

ГЛАВА 10

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБЩУЮ СТРУКТУРУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОНТИНЕНТА

Сложный характер почвенного покрова и разнообразие почв континента обусловлены взаимодействием ряда факторов. Главные из них:

1) значительная протяженность континента с севера на юг;

2) наличие вдоль западного побережья горного барьера;

3) четвертичные оледенения и широкое распространение комплекса гляциальных и перигляциальных моренных, водно-ледниковых и лёссовых отложений.

Северную Америку пересекают пять широтных термических поясов: арктический, субарктический, умеренный, субтропический и тропический.

На севере в арктическом и субарктическом поясах годовой радиационный баланс составляет 0—10 *ккал/см*^{2}, в умеренном поясе он увеличивается до 40—50 *ккал/см*^{2}, а в субтропическом и тропическом — до 60—70 *ккал/см*^{2} в год. Особенно отчетливо широтная термическая поясность проявляется на равнинах восточной и центральной частей континента. На западе она нарушается горными поднятиями Кордильер, в которых на первом плане выступает высотная поясность.

Наличие на западе континента Кордильер, протягивающихся через все термические пояса, определяет в значительной мере распределение осадков на внутренних равнинах и нагорьях, лежащих в «дождевой тени».

В распределении осадков и зон увлажнения на большей части равнин континента наблюдается не широтная, а меридиональная зональность. В умеренном поясе, где господствуют западные ветры, максимальное количество осадков — 1000—2000 *мм* и более выпадает на обращенных к Тихому океану западных склонах Кордильер, с максимумом зимой и осенью. К востоку от горного барьера, в пределах Великих и Цетральных равнин, количество осадков падает до 300—500 *мм*. С приближением к Атлантическому побережью, в области Великих озер и Аппалачей количество осадков вновь увеличивается до 1000—2000 *мм*.

В субтропическом и тропическом поясах максимальное количество осадков, связанное с пассатами, выпадает в юго-восточной приатлантической части континента (1000—2000 *мм* и более). К западу количество осадков резко уменьшается: Мексиканское нагорье, Большой бассейн и омываемый холодным течением Калифорнийский полуостров получают от 300 до 100 *мм* и менее годовых осадков.

Сочетание на равнинах широтных термических поясов и долготных зон увлажнения создает разнообразие гидротермических условий и соответственно процессов выветривания и почвообразования.

В пределах одной и той же зоны увлажнения наблюдаются закономерные изменения растительности и почв с севера на юг в соответствии с изменением термических условий, в пределах же одного и того же термического пояса видны не менее, а часто более, резкие изменения почв и растительности в направлении от прибрежных к внутренним частям континента, согласно распределению зон увлажнения.

Эта двойная закономерность особенно четко проявляется в субтропическом и умеренном поясах и сглаживается в субарктическом и арктическом, где направление термических поясов и зон увлажнения в общих чертах совпадает.

Весьма существенное значение в формировании различных комплексов почвообразующих пород и форм рельефа имело четвертичное материковое оледенение Северной Америки и литология ложа ледника. Так же, как и в Европе, здесь было несколько оледенений, но границы распространения древних оледенений почти совпадают. Ледники покрывали большую площадь континента и спускались до 40° с. ш. В области центральных равнин ледниковые моренные отложения достигают 38° с. ш., т. е. проникают в субтропический пояс.

Северая часть континента находится в области современного подземного оледенения, с чем связано появление зоны таежно-мерзлотных почв.

В пределах Канадского щита, сложенного архейскими и протерозойскими гнейсами и гранитами, ледниковые наносы сильно каменисты, морены — бескарбонатны, за исключением центрального прогиба у Гудзонова залива, где выходят известняки силлура и девона и проявляются карбонатные морены.

В области Великих равнин — обширного предгорного плато Кордильер, сложенного меловыми, палеогеновыми и неогеновыми песчаниками и известняками, широко распространены карбонатные морены, с покровом лёссовидных карбонатных суглинков и карбонатные озерно-ледниковые отложения.

С распространением карбонатных морен и покровных суглинков связаны в экстраконтинентальных районах северо-восточной Канады «серые облесенные почвы», сходные с дерново-таежными осолоделыми почвами Якутии.

На Центральных равнинах, сложенных палеозойскими известняками, кварцитами, конгломератами, глинистыми сланцами, весьма широко распространены карбонатные морены и покровные лёссовидные карбонатные суглинки, с ними связаны большие ареалы дерново-карбонатных почв.

К озерно-ледниковым и флювиогляциальным карбонатным отложениям приурочены лугово-черноземные и черноземовидные почвы прерий.

Лёссовые отложения по сравнению с собственно ледниковыми наносами распространены меньше, лишь на крайнем северо-западе между Каскадными и Скалистыми горами и на Великих и Центральных равнинах.

С южной границей распространения лёссовых и флювиогляциальных отложений совмещается граница преимущественного распространения сиаллитных продуктов выветривания и связанных с ними почв.

Южнее и юго-восточнее, на территориях, не подвергавшихся оледенению и погребению четвертичными ледниковыми и перегляциальными отложениями, сохранились древние ферсиаллитные и ферраллитные коры выветривания и связанные с ними почвы.

На территории Северной Америки выделяется 10 почвенных секторов. Они располагаются в сответствии с зонами увлажнения и термическими поясами континента. Ряд почвенных секторов в северной части континента не замыкается пределами Северной Америки, а имеет продолжение в Евразии. Это Арктический пустынный, Субарктический тундровый и Бореальный таежно-лесной секторы, а также приокеанические лесные секторы: Американо-Европейский и Северный притихоокеанский.

Ряд почвенных секторов, расположенных внутри континента, имеет замкнутый характер. Это Северо-Американский лесо-луговостепной и Северо-Американский степной секторы. Секторы, располагающиеся в южной части континента: Приатлантический североамериканский влажнолесной и Западно-Американский пустынно-ксерофитно-лесной, также ограничены пределами Северной Америки. В зависимости от характера макроструктуры почвенного покрова большинство почвенных секторов подразделяется на большее или меньшее количество почвенных областей (см. рис. 18).

СЕВЕРО-АМЕРИКАНСКАЯ ЧАСТЬ ТУНДРОВОГО СЕКТОРА

Северо-Американская тундровая область

Эта часть сектора охватывает северные побережья континента и южную часть Северо-Американского архипелага. На севере граничит с Арктическим пустынным, на юге с Бореальным таежно-лесным секторами.

Южная граница тундрового сектора в пределах Северной Америки, так же как и в Евразии, существенно отклоняется от

строго широтного направления: на Лабрадоре, охлаждаемом холодным течением, и на побережьях холодного Гудзонова залива тундры проникают на юг до 54° с. ш. К западу от Гудзонова залива, по мере нарастания степени континентальности климата, граница между Тундровым и Бореальным таежным секторами смещается к северу: на меридиане оз. Большого Медвежьего она проходит несколько севернее Полярного круга, близ устья р. Мекензи она находится на 68,5° с. ш. и занимает наиболее северное положение. Северная половина Аляски входит в тундровый сектор, вдоль побережий Чукотского моря граница тундры вновь смещается к югу.

В Северной Америке почвы тундр стали систематически изучаться с 50-х годов на Аляске. За последние два десятилетия появилось значительное количество работ, касающихся выветривания, почвообразования, возраста, комплексности почвенного покрова и общей географии почв севера Аляски (Tedrow, Drew, Hill, Brown и др.) и северо-восточной Гренландии (Ugolini, 1966).

Почвы тундр канадского севера изучены в значительно меньшей степени. Макроструктура почвенного покрова Северо-Американской тундровой области — широтно-зональная. Так же, как и в Евразии, здесь имеются две почвенные зоны: северная арктотундровых почв и южная тундрово-глеевых почв.

Зона аркто-тундровых почв

В ландшафтном отношении зона арктотундровых почв совпадает в своих границах с зоной арктических мохово-лишайниковых и лишайниково-моховых тундр.

Для этой зоны характерны два зональных типа почв: повышенные элементы рельефа, сложенные хрящеватыми, песчаными или щебневатыми молодыми ледниковыми и элювиально-делювиальными наносами, заняты дерновыми арктотундровыми почвами, на наносах более тяжелого механического состава, с горизонтом льдистой мерзлоты располагаются тундрово-глеевые почвы.

В направлении с севера на юг, по мере увеличения количества осадков, доля тундрово-глеевых почв в сложении почвенного покрова увеличивается, но абсолютное преобладание последние имеют в более южной особой зоне тундрово-глеевых почв.

Наиболее широко распространенные, не оглеенные почвы арктической тундры, дерновые арктотундровые хр. Брукса были подробно изучены и описаны Тедроу и Хиллом (Tedrow, Hill, 1955, 1961) и названы ими «бурыми арктическими почвами» (brown arctic soils). Подобные же почвы на земле Баффина были описаны Ланзеро (Lansero, 1963) на северо-восточном побережье Гренландии — Уголини (Ugolini, 1966) (рис. 55, 56). Эти почвы распространены на хорошо дренированных элементах рельефа: на приподнятых предгорных равнинах, вершинах холмов и гряд, в краевых

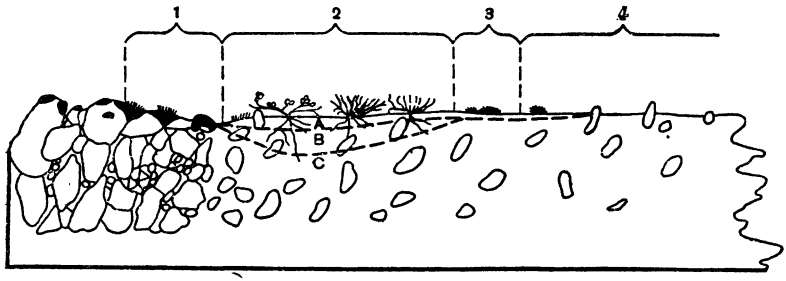


Рис. 55. Полигональная каменистая арктическая тундра. Гренландия (по Уголини, 1966):
1 — неразвитая почва каменного бордюра; 2 — маломощная арктотундровая; 3 — арктотундровая под лишайниками; 4 — голое пятно с неразвитыми почвами

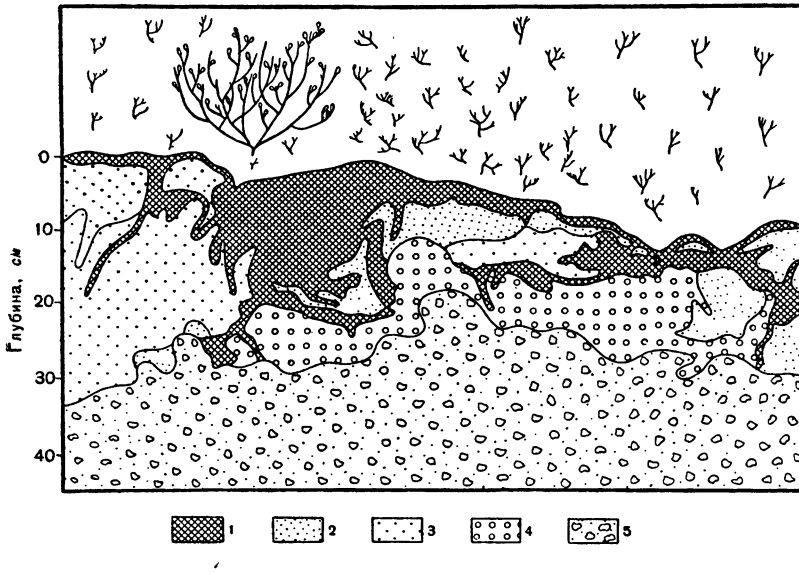


Рис. 56. Криотурбация в арктотундровых почвах. Гренландия (по Уголини, 1966):
1 — органическое вещество; 2 — темно-коричневый песчаный суглинок; 3 — серовато-коричневый песок; 4 — светлый, серовато-коричневый песок; 5 — светлый оливково-серый опесчаненный суглинок

прибровочных частях террас. Они приурочены обычно к породам легкого механического состава: пескам, супесям или грубообломочным хрящевато-щебенистым продуктам выветривания коренных пород, обладающих хорошей водопроницаемостью и слабой водоудерживающей способностью. Горизонт с постоянными температурами ниже 0° находится здесь на глубине 90—150 *см*, но благодаря малой влагоемкости грунтов, так же как и в арктических пустынных почвах, не образуется сплошного водонепроницаемого слоя льдистой мерзлоты. Весь профиль почв хорошо дренирован и аэрирован.

Осадки составляют 100—200 *мм* в год. В летние месяцы выпадает около 40—50 *мм* осадков в месяц, но по годам их количество значительно варьирует, средняя температура июня 9,8°, в июле — 10°, августе — 8,2°. Во все месяцы летнего периода температуры могут опускаться до 0° и значительно ниже. Часть летних осадков выпадает в виде снега.

Растительность сухих, хорошо дренированных элементов рельефа представляет собой то совершенно сомкнутые, то разорванные ковры низкорослых арктических ксерофитных кустарничков и злаков.

Профиль бурых арктических (арктотундровых) почв состоит из горизонтов: A_0 — поверхность почвы покрыта маломощным слоем полуразложившихся органических остатков; мощность 2—3 *см*;

Ag_{uf} — очень темный красновато-коричневый или почти черный, богатый гумусом, с обильными корнями, рыхлый с зернистой структурой; мощность 3—10 *см*, изменяется в зависимости от микрорельефа; pH 3,5 и выше;

A_{fu} — опесчаненный, с окраской, варьирующей от ярко-коричневой до желтовато-коричневой; pH варьирует от 3,6 до 5,5 (на кислых породах); мощность 10—25 *см*;

AB — опесчаненный, коричневый или желтовато-коричневый; pH — 5,0—6,0; на породах, богатых кальцием, на нижней поверхности щебня часто присутствуют белые или прокрашенные органическим веществом карбонатные натеки, в случае кислых пород — глинистые пленки; мощность 25—45 *см*;

C — 45 *см* и ниже щебневатые или опесчаненные суглинки или супеси от светло-коричневого до желтовато-коричневого цвета. С приближением к вечномерзлому горизонту яркая коричневая окраска почв исчезает.

В верхней части профиля количество гумуса составляет 8—10%, но быстро уменьшается с глубиной. По сравнению с почвами полярных пустынь арктические бурые почвы значительно выщелочены, в них не наблюдается новообразований карбонатов кальция, хотя степень насыщенности их довольно высокая. Максимум илистой фракции (до 9—12%) обнаруживается в гумусовом горизонте; к этому же горизонту приурочен и максимум окислов железа в органо-минеральных комплексах и в форме гетита и гидрогетита.

В илистой фракции этих почв был обнаружен преимущественно иллит и небольшое количество каолинита. Выветривание идет слабо, однако содержание биотита в верхних горизонтах убывает по сравнению с породой в 3 раза. Доломит, присутствующий в породе, растворяется полностью.

Таким образом, арктические бурые почвы существенно отличаются от почв полярных пустынь по комплексу признаков и аналогичны скрыто-глеевым арктотундровым почвам или тундровым подбурам.

Зона тундровых глеевых почв

Зона тундровых глеевых почв располагается к югу от зоны арктотундровых почв и протягивается вдоль всего северного побережья континента. Во внутренних, наиболее сухих частях континента в северо-западной части Канады южная граница зоны тундрово-глеевых почв проходит около 67—68° с. ш. У более влажных и в то же время холодных побережий Атлантического океана граница зоны проходит южнее, на Лабрадоре на 58—60° с. ш. На востоке зона охватывает северную Аляску и спускается вдоль побережий Чукотского моря до Полярного круга. Южнее безлесные приокеанические области Аляски, покрытые злаковыми субарктическими вейниковыми лугами в бассейне нижнего Юкона, Кускоквима, а также на Аляскинском п-ове и Алеутских островах, образуют в рассматриваемой зоне особую область дерново-торфянистых субполярных почв.

На преобладающей части территории зона представляет собой типичную кустарничковую тундру из *Empetrum nigrum, Vaccinium uliginosum, V. vitis-idaea, Dryas integrifolia* и др. Более открытые участки, повышенные элементы рельефа часто голы или имеют скудный покров из лишайников и мхов, аналогичный таковому арктотундровой зоны.

В понижениях рельефа появляются значительные участки тундровых моховых пушициево-осоковых болот.

Повсеместно развитая мерзлота при более влажном, чем в арктотундровой зоне, климате обусловливает широкое развитие различных типов полигональных тундр, с пестрым сочетанием различных почв по мезо- и микроэлементам рельефа. Большая часть зоны тундрово-глеевых почв лежит в пределах Лаврентийского плоскогорья, с широко распространенными формами ледниковых грубообломочных моренных отложений. Маломощные накопления грубообломочного моренного материала чередуются с голыми, сглаженными в результате деятельности ледников, плитами гранитов и гнейсов, лишенными растительного и почвенного покрова. Подобные ландшафты получили название «голых земель». На них преобладают каменистые и мохово-лишайниковые тундры, с маломощными бурыми арктическими почвами (арктотундровые

типичные), но в депрессиях рельефа появляются тундровые болотные почвы, с горизонтами торфа 30—40 *см* и более.

На более пониженных приморских равнинах, по побережьям Гудзонова залива, в низовьях р. Макензи и на равнинах северной части Аляски, сложенных толщами морских четвертичных отложений, перемежающихся и перекрытых ледниковыми моренными, флювиогляциальными и эоловыми наносами, господствуют полигональные тундры с комплексом тундровых скрытоглеевых, тундровых глеевых, торфяно-глеевых и торфяных болотных почв. Бурые арктические (арктотундровые) почвы здесь занимают подчиненное место, локализуясь по песчаным грядам, бровкам террас или озам. Наиболее хорошо изучены комплексы почв этой зоны на равнинах северной части Аляски.

Определения абсолютного возраста гумуса из поверхностного горизонта современных почв радиокарбоновым методом (Тедроу и Дуглас, 1960; Броун, 1965) показали следующее. Возраст наименее затрагиваемых мерзлотными процессами бурых арктических почв составляет около 3000 лет. В гумусовом горизонте содержится около 12% гумуса. В понижениях рельефа и на склонах почвы значительно моложе. Так, возраст торфянистого горизонта почв полигональной тундры северной Аляски составляет всего лишь около 200 лет, по данным Брауна (Brown, 1967, 1969).

Выпуклые части полигонов (диаметр которых составляет 10—15 *м*) заняты типичными тундрово-глеевыми почвами. Они имеют поверхностный торфянистый горизонт мощностью 2—5 *см*; глубже располагается слегка пятнистый буроватый горизонт, резко переходящий на глубине 30—40 *см* в черный погребенный органический горизонт, находящийся уже в горизонте многолетней мерзлоты. Пониженные поверхности, разделяющие полигоны, заняты торфянистыми тундрово-глеевыми почвами, где мощность торфа составляет 10—15 *см*, он пропитан влагой и подстилается пестроокрашенным буровато-серым суглинком, также переходящим в погребенный органический горизонт, разорванный местами ледяными жилами, уходящими вглубь (до 3 *м* и более).

Кроме того, на поверхности тундры встречается большое количество настоящих болот, приуроченных к термокарстовым воронкам, часто занятым водой. Средняя глубина деятельного слоя здесь около 50 *см*. Все почвы кислые, сильно ненасыщенные (степень насыщенности 13—18%).

На глубине около 40—70 *см* от поверхности находится повсеместно погребенная полуболотная почва, с ледяными жилами. Возраст этой почвы, а также заключенных в ледяных жилах органических остатков по определению радиоактивного углерода составляет 8000—10 000 лет.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКОЙ ЧАСТИ БОРЕАЛЬНОГО ТАЕЖНОГО СЕКТОРА АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ И ПОДЗОЛОВ

Географическое положение, разделение на почвенные области

Вытянутый в широтном направлении, в пределах Северной Америки бореальный таежный сектор протягивается от побережий Атлантического до побережий Тихого океана. На востоке в бореальный таежный сектор входит о. Ньюфаундленд и п-ов Лабрадор. Здесь южная граница сектора проходит на 48—50° с. ш., что связано с выхолаживающим влиянием на восточную часть Северной Америки холодного Лабрадорского течения и Гудзонова залива. В центральной части Канады в бассейне р. Макензи и оз. Невольничего южная граница сектора смещается более чем на 10° к северу и проходит на широте около 61°. В западной части сектора, включающей ряд высоких горных массивов и межгорных плато, южная граница сектора близ тихоокеанского побережья вновь смещается к югу до 50° с. ш. Таким образом, в Северной Америке, так же как и в Евразии, наиболее северное положение бореальный сектор занимает во внутренних частях континентов, где континентальность климата обеспечивает более теплое лето, чем на подобных же широтах в приокеанических областях.

По типу макроструктуры почвенного покрова североамериканская часть бореального таежного сектора подразделяется на две большие почвенные области: 1) Лаврентийская область, с горизонтальной широтной зональностью, осложненной неупорядоченными литогенными макроструктурами, связанными с комплексами ледниковых отложений; 2) Аляскинско-Кордильерская область, с горной зональностью в сочетании со слабоупорядоченными литогенными и вулканогенными макроструктурами.

Лаврентийская почвенная область

Область охватывает равнинную часть бореального таежно-лесного сектора Северной Америки. Она располагается в пределах крупной структурной единицы — Канадского щита, сложенного докембрийскими массивнокристаллическими породами, преимущественно гранито-гнейсами и гранитами. Лишь в синеклизе Гудзонова залива, на его южном побережье, а также в низменности р. Макензи распространены осадочные отложения силурийского и девонского возрастов — доломиты, известняки и песчаники.

Поверхность коренных пород, как в пределах собственно Лаврентийского плоскогорья (абс. выс. 200—600 *м*), так и в пределах названных низменностей (абс. выс. до 200 *м*), скрыта под ледниковыми отложениями различной мощности. На наиболее высоких поверхностях плоскогорья на Лабрадоре и в Киватине (к западу

от Гудзонова залива) граниты и гранито-гнейсы часто выходят на поверхность, а плащ каменистой морены очень маломощен. Это — области экзарации последнего висконсинского оледенения; здесь располагались центры ледников. На более низких поверхностях плато и особенно в области низменностей мощность каменистой супесчаной морены, сложенной обломками гранитов и гранито-гнейсов, увеличивается, появляются участки зандровых песчаных равнин и озерно-ледниковых равнин, с отложениями более тяжелого механического состава, последние, однако, в этой области не имеют широкого распространения. Преобладание легких пород, обогащенных обломочным материалом, определяет господство в почвенном покрове подбуров, кислых буротаежных почв и иллювиально-железистых подзолов. Различия биоклиматических условий северо-восточной и юго-западной частей области обусловливают дифференциацию почвенного покрова и растительности.

В пределах области имеются две зоны, вытянутые с с.-в. на ю.-з.: 1 — более северная зона мерзлотных таежных подбуров (на Почвенной карте ФГАМ она показана как область мерзлотно-таежных почв) с участием железисто-гумусовых подзолов и торфяно-глеевых почв верховых болот; 2 — более южная зона железисто-гумусовых подзолов и кислых буротаежных почв.

Первая северная зона располагается в пределах предтундровых еловых, лиственнично-еловых и местами лиственничных редколесий и темнохвойных северотаежных лесов, в которых господствуют черная *(Picea mariana)* и белая *(P. canadensis)* ели, к ним примешиваются бальзамическая пихта *(Abies balsamea)*, лиственница *(Larix laricina)*, встречаются береза и осина.

Вся зона лежит в пределах распространения вечной мерзлоты. Почвенный покров этой зоны в пределах Лаврентийской почвенной области изучен очень слабо, имеется лишь схематическая почвенная карта.

Наиболее высокие части Лаврентийского плоскогорья на Лабрадоре и в Канаде, с маломощным плащом каменистой морены и частыми выходами пород на поверхность характеризуются сочетаниями каменистых маломощных почв под тундровыми редколесными лишайниковыми группировками, в которых весь почвенный профиль представлен лишь одним перегнойным горизонтом, подстилаемым непосредственно массивной породой. Подушка живых лишайников и полуразложившихся растительных остатков разбита трещинами на небольшие полигоны диаметром 40—50 *см*. Это пятна маломощных торфянисто-перегнойных очень сухих примитивных почв, аналогичных почвам горных каменистых тундр. При некотором увеличении мощности рыхлых наносов появляется древесная растительность, почвы имеют большую мощность (50—70 *см*). Ниже перегнойного горизонта выделяется яркоокрашенный коричневый горизонт, свойственный подбурам. Вследствие легкого механического состава и хорошей дренированности почв наличие постоянно-мерзлого горизонта не создает водоупора.

Наряду с подбурами, господствующими в почвенном покрове, в подобных же условиях рельефа и почвообразующих пород встречаются поверхностные, или карликовые, подзолы. Площади подзолов в зоне мерзлотных таежных подбуров увеличиваются на Лабрадоре, где климат более влажный, чем во внутренних районах северной Канады.

Понижения рельефа заняты заболоченными лесами и сфагновыми болотами на торфяно-глеевых и торфяных болотных почвах. Особенно увеличиваются площади болот на низменных равнинах к югу от Гудзонова залива; здесь мощность рыхлых наносов, представленных как ледниковыми, так и морскими отложениями, увеличивается, а механический состав отложений делается более тяжелым. Господствующим типом почв на приморских низменностях являются мерзлотные торфяно-глеевые. Несколько лучше дренированные, повышенные элементы рельефа заняты таежными мерзлотными подбурами.

Вторая, более южная зона Лаврентийской почвенной области иллювиально-железистых и иллювиально-гумусовых подзолов и кислых буротаежных почв приурочена к среднетаежным темнохвойным лесам из *Picea mariana, P. glauca, Abies balsamea.* К ним примешиваются лиственница и береза. В пределах зоны распространены сосновые леса из *Pinus Banksiana*, сфагновые и низинные болота.

Эта зона лежит вне пределов распространения вечной мерзлоты. Она охватывает о. Ньюфаундленд и острова в зал. Св. Лаврентия, протягивается вдоль южного побережья залива, занимает южную половину Лабрадора и южную сниженную часть Лаврентийского плоскогорья в штатах Манитоба, Онтарио и Саскачеван.

Здесь преобладают отложения и формы рельефа, связанные с ледниковой и водно-ледниковой аккумуляцией. Наряду с грубохрящеватой, супесчаной или песчаной мореной, слабосортированными отложениями озов и камов здесь широко распространены песчаные зандровые равнины и озерно-ледниковые равнины, сложенные суглинистыми и глинистыми отложениями. К югу от Гудзонова залива и в приатлантической части зоны, там же, где ледниковые отложения обогащены обломочным материалом карбонатных палеозойских пород, появляются участки карбонатной морены. Однако в условиях очень влажного климата приатлантической части этой зоны, где количество осадков 1400—1000 *мм* в год, карбонаты из верхней части моренных и иных отложений выщелочены и в почвенном покрове господствуют железистые и железисто-гумусовые подзолы. Железистые подзолы широко распространены в более континентальных частях зоны, где господствуют ледниковые и водно-ледниковые наносы, сложенные продуктами разрушения гранитов и гранито-гнейсов и имеющие легкий механический состав. Подзолы образуют сочетания с кислыми неоподзоленными буротаежными почвами, или «кислыми бурыми об-

лесенными почвами», как их называют канадские почвоведы (Leahey, 1966).

Кислые буротаежные почвы встречаются в пределах всей зоны, но наиболее широко распространены в штатах Квебек и Онтарио. На карбонатной морене буротаежные почвы менее кислы и местами сходны с дерново-карбонатными почвами. На суглинистой бескарбонатной морене распространены подзолистые почвы, в иллювиальном горизонте которых накапливаются наряду с окислами железа илистые частицы, вымываемые из подзолистого горизонта. Заиление иллювиального горизонта часто вызывает вторичное поверхностное оглеение.

Депрессии рельефа, с покровом озерно-ледниковых отложений, заняты болотами с торфяно-глеевыми почвами. Окраины болот обрамлены мощными торфяно-подзолистыми иллювиально-железистыми или иллювиально-железисто-гумусовыми почвами.

Лаврентийская почвенная область — это преимущественно лесная территория. Прохладное лето и краткость безморозного периода сдерживают распространение земледелия. Площади, используемые в земледелии, сосредоточены в крайней юго-восточной части подзолистой зоны, лежащей южнее 50° с. ш. Здесь наиболее мягкий морской климат, с безморозным периодом, продолжающимся более 90 дней.

Аляскинско-Кордильерская почвенная область

Область охватывает хребты Северных Кордильер и разделяющие их плато и плоскогорья. В эту область входят южные склоны хр. Брукса, плоскогорье Юкон и его восточное продолжение — плоскогорье Фрейзер, горы Макензи и Аляскинский хребет. Наиболее высокие вершины, поднимающиеся свыше 4000 *м* (гора Хейс) и 6000 *м* (гора Мак-Кинли), имеет хр. Аляскинский. Горы Брукса и Макензи поднимаются до высот 2500—2700 *м*.

Поскогорья Юкон и Фрайзер — это чередование плосковершинных глыбовых массивов, сложенных, как и хребты, палеозойскими породами, но лежащими на высотах около 1000 *м* и ниже, и аккумулятивных низменных равнин, сопровождающих течение всех крупных рек: Юкона, Тананы, Кускоквима и их притоков. Равнины сложены древними аллювиальными, флювиогляциальными и озерными отложениями. Флювиогляциальные наносы представлены валунниками и галечниками, лежащими в основании рыхлых толщ. Аллювиальные и озерные отложения более тонкозернисты — это супеси и пылеватые лёссовидные суглинки.

Долины рек сопровождаются серией террас, лежащих на относительной высоте от 10—15 до 150—200 *м*. Наиболее высокие террасы — структурные покрыты валунно-галечниковым материалом небольшой мощности; более низкие террасы — аккумулятивные, сложены мощными отложениями пылеватых лёссовидных суглинков и супесей, часто карбонатных, скованных вечной

мерзлотой, с многочисленными линзами и штоками погребенного льда.

Долины рек и низкие части гор заняты хвойными субарктическими лесами и редколесьями. Граница леса и тундры на Аляске довольно четко следует июльской изотерме 13°. В прибрежных районах юго-западной части Аляски граница между горными лесами и горными тундрами располагается ниже, чем в более внутренних сухих и более континентальных районах, где лето более теплое (хотя зима значительно холоднее и по суровости приближается к зимам Северо-Сибирской почвенной области). Так, в хр. Аляскинском в районе горы Мак-Кинли на 62° с. ш. лесная граница проходит на 700 *м*; в хр. Брукса, во внутренней Аляске на 68° с. ш. граница леса лежит на высоте 900—1000 *м*.

Густые леса тянутся лишь вдоль крупных речных долин, занимая хорошо дренированные места на террасах, склонах и низких холмах, лежащих на высоте не более 700—750 *м*. Обычными деревьями этих лесов являются белая ель (*Picea Canadensis*), бальзамический тополь, осина, местами белая береза; реже встречаются черная ель, пихта и лиственница. Последняя тяготеет к заболоченным участкам. На плоских, менее дренированных поверхностях леса сменяются обширными пространствами сфагновых, а по депрессиям рельефа осоково-пушициевых болот.

На более высоких террасах и склонах гор леса сменяются предтундровыми еловыми или лиственнично-еловыми редколесьями.

Почвенный покров лесной и редколесной зоны Аляски слагается из мерзлотно-таежных поверхностно-глееватых и торфянистых глеемерзлотных почв — аналогов глеемерзлотно-таежных почв Северной Сибири. По описаниям Р. Д. Аллана (Allan, 1969), эти почвы имеют грубогумусовый или торфянистый горизонт мощностью от 5 до 15 *см*, ниже лежит минеральный оглеенный горизонт, с содержанием органического вещества — 2,5—4,5%. С глубиной интенсивность оглеения уменьшается. За лето почвы оттаивают на 70—80 *см*. Иногда над горизонтом вечной мерзлоты наблюдается небольшое увеличение содержания гумуса (явление ретинизации). Часто профиль нарушен мерзлотными процессами, имеются линзы погребенного грубогумусового или торфянистого горизонта. В верхних горизонтах почвы имеют слабокислую, а в нижних, над мерзлотой, нейтральную, а местами — щелочную реакцию. Степень насыщенности увеличивается вниз по профилю от 50—60 до 85—90%. Емкость поглощения колеблется в пределах 15—20 *мг-экв* на 100 *г*; она увеличивается в соответствии с содержанием органического вещества и ила. Содержание ила колеблется в пределах 9—14%, достигая максимума в горизонтах максимального оглеения. Проведенное Алланом изучение минералогического состава илистой фракции мерзлотно-глеевых и торфяно-глее-мерзлотных почв внутренней Аляски показало, что в деятельном слое почвы над постоянной мерзлотой наиболее интенсивное

изменение глинных минералов происходит в максимально оглеенных горизонтах.

Здесь присутствуют каолинит и монтмориллонит, а также хлоритизированный монмориллонит. Почти во всех почвах присутствуют лепидокрокит (моногидрат окиси железа) и большое количество аморфных гидратов окислов кремнезема, алюминия и железа. Отношение кремнезема к алюминию в илистой фракции низкое и местами опускается ниже 1,0.

Каолинит присутствует в больших количествах в почвах, располагающихся на более повышенных элементах рельефа. В почвах нижних частей склонов, менее кислых, куда могут поступать со склонов растворы, содержащие кремнезем, магний и железо, увеличивается количество монтмориллонита, в особенности хлоритизированного монтмориллонита и хлорита.

На выположенных частях склонов и плоских поверхностях почвы сильно переувлажнены, мощность торфянистого горизонта в них 20—30 *см* и более, постоянномерзлый слой находится на глубине 30—50 *см*.

Наряду с глеемерзлотными почвами, в пределах горно-лесной и горно-тундровой зоны Аляскинско-Кордильерской области распространены мерзлотные таежные и тундровые подбуры. На Аляске они были впервые изучены Келлогом и Найгардом (Kellog, Nygard, 1951), которые назвали их «субарктическими бурыми лесными почвами» (subarctic brown forest soils) — аналоги подбуров. Наличие грубогумусового горизонта, слабая дифференциация профиля, яркая коричневая окраска его верхней части, умеренно кислая реакция, при степени насыщенности от 60 до 90%, характерны для этих почв. Подобно подбурам, эти почвы образуются на хорошо водопроницаемых породах, богатых первичными железосодержащими минералами, в условиях хорошего дренажа. Постоянномерзлый слой в этих почвах лежит глубже, чем в глеемерзлотных, и не образует водонепроницаемого горизонта, так как мерзлота здесь благодаря сухости почв малольдистая. Наиболее часто эти почвы распространены на элювии и элювио-делювии массивных кристаллических и осадочных пород, тогда как мерзлотные поверхностно-глеевые почвы приурочены к более мелкоземистым пылеватым суглинкам.

На бедных породах легкого механического состава, при условии хорошего дренажа, например вблизи бровок песчаных террас, появляются гумусово-железистые поверхностные (карликовые) подзолы.

Большие площади в пределах суглинистых равнин заняты болотами верховыми, сфагновыми и низинными осоково-травяными, окружающими термокарстовые озера и тянущимися вдоль речных долин. Здесь развиты торфяно-глеевые почвы с торфяным горизонтом 50—60 *см* и более.

Структура горной зональности Аляскинско-Кордильерской области аналогична Северо-Сибирской. Зона горных лесов и редко-

лесий с горно-таежно-мерзлотными подбурами и таежными мерзлотными глеевыми почвами сменяется зоной горной лишайниково-кустарничковой тундры на горно-тундровых, местами оглеенных почвах. Верхнюю зону образуют арктические каменистые тундры, где широко распространены каменные многоугольники, лишенные растительности и почв скальные поверхности.

Сельскохозяйственное использование земель в Аляскинско-Кордильерской области крайне ограничено. В районе Фербенкса по долине р. Тананы имеется ряд сельскохозяйственных ферм преимущественно молочно-скотоводческого направления. Огородничество и полеводство весьма ограничены. Посевы овса, ячменя и бобовых обычно скашивают еще зелеными на корм скоту.

Центрально-Канадская лесо-лугово-степная почвенная область

Во внутренней Канаде выделяется особая почвенная область, занимающая по характеру ландшафтов и почвенного покрова промежуточное положение между бореальными таежным и лесо-лугово-степным секторами Северной Америки. На схеме почвенного районирования континентов (рис. 18) эта область объединена с лесо-лугово-степным сектором. Однако географическое положение и характер почвенного покрова сближают эту область с таежно-лугово-степной областью Центральной Якутии, локализованной внутри евразиатской части бореального таежного сектора. Это позволяет рассматривать почвенный покров Центрально-Канадской области вслед за таковым бореально-таежных областей.

Центрально-Канадская почвенная область расположена в северо-западной части Великих равнин центральной Канады, в бассейнах рек Макензи и Пис-Ривер, в пределах штатов Атабаска и северной части Саскачевана. Годовое количество осадков не превышает здесь 300—400 *мм*. Средние температуры января — 27—30°, а средние температуры июля — около 15°. В северной части области имеются острова вечной мерзлоты.

Почвообразующие породы — преимущественно карбонатные морены, часто перекрытые покровными карбонатными лёссовидными суглинками. Местами распространены озерные карбонатные и засоленные отложения.

Здесь распространены южнотаежные широколиственно-хвойные леса с *Fraxinus Pennsylvanica, Ulmus Americana, Acer Negundo, Picea mariana, P. glauca, Populus balsamifera* и др.

Почвы этой провинции своеобразны и выделены канадскими почвоведами в особый почвенный тип серых, облесенных почв (grey wooded soils). На Почвенной карте Физико-географического атласа Мира они объединены с дерново-подзолистыми, на почвенных картах Канады показаны в виде особого контура.

Серые облесенные почвы в отличие от дерново-подзолистых не имеют гумусового гор. (A_1). Их профиль резко дифференцирован

и состоит из следующих горизонтов: A_0 — горизонт подстилки и грубого гумуса мощностью 5—7 *см*; E — элювиальный горизонт белесого или палевого цвета плитчатый или слоеватый мощностью 15—20 *см*; $B_{t_{Fe}}$ — иллювиальный горизонт, бурый или темно-бурый, оструктуренный, плотный, сменяется гор. B_{CaCO_3} — иллювиальным карбонатным горизонтом, располагающимся на различной глубине от поверхности. В северной части провинции нижняя часть профиля постоянно-мерзлая. В верхней части профиля эти почвы слабо или умеренно кислые, а ниже — слабощелочные.

С. Павлюк (Pavluk, 1960), изучавший эти почвы, показал, что в них идет интенсивное выветривание первичных и синтез вторичных глинных минералов. На плоских заболоченных озерных равнинах распространены осолоделые почвы и солоди. Особенно их много в бассейне р. Пис-Ривер.

Область серых облесенных и осолоделых почв можно рассматривать как аналог внутриконтинентальной холодной Центрально-Якутской области мерзлотно-таежных осолоделых почв. Но во внутренней Канаде климатические условия менее суровы, чем в Якутии, и постоянномерзлый горизонт в почвах отсутствует.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СУББОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСНЫХ СЕКТОРОВ БУРОЗЕМОВ И ЭЛЮВИЗЕМНО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ

В Северной Америке имеются две разобщенные суббореальные лесные области, принадлежащие секторам: Американо-Европейскому, представленному Приатлантической Северо-Американской почвенной областью, и Северному притихоокеанскому, представленному узкой Береговой притихоокеанской областью. Обе названные краевые области лежат между 50—38° с. ш. Их внутренние границы примыкают к бореальному таежно-лесному и внутриконтинентальному лесо-лугово-степному секторам континента.

Приатлантическая Северо-Американская почвенная область

Область характеризуется сочетанием биоклиматогенных меридионально-зональных структур почвенного покрова с горнозональными и неупорядоченными литогенными. В пределах области имеются три крупные морфоструктурные единицы: на востоке полоса береговых низменностей, в центральной части — меридионально вытянутые средневысотные Аппалачские горы (абс. выс. 1000—2000 *м*), с системой широких тектонических долин, и на западе — северная часть Центральных равнин.

Равнинная часть области подвергалась неоднократным оледенениям, в том числе и последнему — висконсинскому. Ледник не захватывал береговые низменности и южную часть Аппалачей.

Среди слагающих Аппалачи, а на равнинах подстилающих ледниковые отложения, палеозойских пород значительное место занимают известняки и доломиты, продукты разрушения которых участвуют в сложении четвертичных отложений и обусловливают карбонатность последних. Южные границы области на Центральных равнинах совпадают с границами распространения карбонатных и лёссовидных флювиогляциальных и ледниковых отложений.

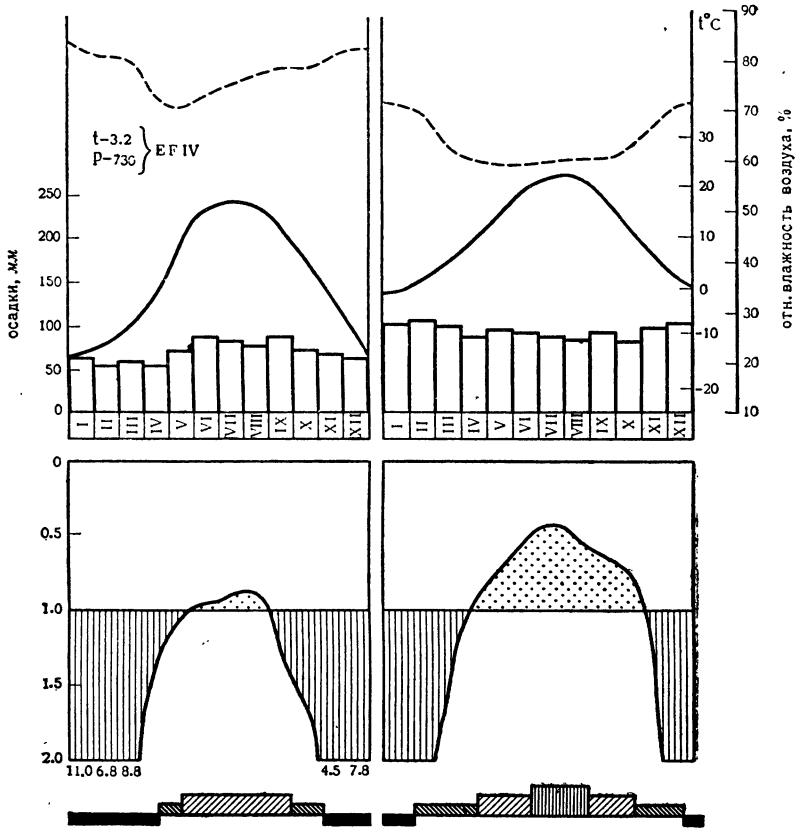


Рис. 57. Гидротермические условия в районах распространения дерново-подзолистых и бурых лесных почв Северной Америки. Усл. знаки см. рис. 36

Рельеф этой части Центральных равнин представляет чередование конечноморенных гряд и холмов и плоских флювиогляциальных и озерных равнин. К востоку, с приближением к Аппалачам, вне областей древнего оледенения мощность четвертичного покрова уменьшается, а на приподнятых, расчлененных эрозией подгорных равнинах почвообразующими породами служит элювио-делю-

вий разнообразных массивных осадочных пород как карбонатных, так и бескарбонатных.

Однако несмотря на широкое распространение карбонатных ледниковых, водных и делювиальных отложений, большинство почв области не содержит в пределах почвенного профиля карбонатов. Исключение представляют дерново-карбонатные почвы на обогащенных обломками известняков моренах и непосредственно на элювии известняков, распространенные в приозерной северной части области.

Глубокое выщелачивание карбонатов связано с интенсивным промыванием почв, отсутствием периодов иссушения и промерзания. Годовое количество осадков во внутренних частях области — 750—850 *мм* в год, а в приатлантической части увеличивается до 1000 *мм*. По временам года осадки распределяются равномерно. Зимы мягкие, среднеянварская температура —7 —5° и выше. Средние температуры июля 20—23°. Зимой часты резкие колебания температур. С периодическим вторжением арктических воздушных масс связаны снижение температур и обильные снегопады; вторжение воздушных масс со стороны зал. Мексиканского вызывает повышение температур и оттепели (рис. 57).

Северная часть области занята южноканадскими березово-буково-кленовыми лесами, в настоящее время значительно вырубленными. В большей степени сохранились массивы южнотаежных сосновых лесов с примесью широколиственных пород. К этой наиболее холодной части области приурочены массивы дерново-подзолистых почв, чередующиеся с участками дерново-карбонатных, на карбонатных моренах и выходах известняков.

На низменных приозерных равнинах распространены лугово-болотные почвы, также часто карбонатные.

К востоку и к югу от Великих озер, в условиях более мягкого климата господствуют дубовые и дубово-гиккориевые леса (*Quercus macrocarpa, Q. rubra, Q. velutina, Carya glabra, C. alba, C. ovata*), также в значительной степени замещенные культурными ландшафтами. В предгорьях и низкогорьях Аппалачей появляются дубово-буковые леса, лишь в наиболее высоких частях гор сменяющиеся хвойно-широколиственными лесами, с разнообразным видовым составом древесных пород (*Q. alba, Q. borealis, Tilia heterophylla, Fagus grandiflora, Acer saccharum, Castanea clertata* и др.).

Под широколиственными лесами как на равнинах, так и в низком поясе гор, наиболее широко распространены два типа почв: 1) буроземно-подзолистые, или «серо-бурые оподзоленные» почвы (grey brown podzolic), как их называют канадские почвоведы и почвоведы США, и 2) бурые лесные почвы, представленные двумя подтипами: насыщенными бурыми лесными и кислыми бурыми лесными.

Серо-бурые оподзоленные почвы располагаются на хорошо дренированных поверхностях и связаны преимущественно с карбонатными наносами суглинистого или пылевато-суглинистого меха-

нического состава. Они распространены как под широколиственными, так и под смешанными лесами. Северным пределом их распространения канадские почвоведы считают среднегодовую изотерму 5,5°.

В условиях мягкого влажного климата, при высокой биохимической активности почв органические остатки быстро гумифицируются. Профиль почв резко дифференцирован. Он включает три основных горизонта.

A_{fu} — гумусовый, серовато-бурый, пылеватый, с угловато-зернистой или мелкокомковатой структурой мощностью 20—30 *см*; A_{el} — гумусовый, элювиальный (лёссированный), серовато-палевого или серовато-желтого цвета, с плитчатой структурой мощностью 15—20 *см*; B_t — иллювиальный, темно-бурой или желто-бурой окраски, более тяжелого механического состава, чем горизонты A_{fu} и A_{el}. В иллювиальном горизонте хорошо выражена крупноореховатая или призматическая структура; грани структурных отдельностей покрыты глянцеватыми коллоидными пленками, свидетельствующими о вмывании в этот горизонт ила. Мощность горизонта B_t — 40—60 *см* и более. В большинстве почв карбонатный горизонт отсутствует или обнаруживается на глубине 150 *см* и ниже.

Химические свойства этих почв: содержание гумуса в гор. A_1 — 5—6%, убывание книзу — постепенное; в верхней части профиля почвы слабокислые, в нижней — нейтральные. Степень насыщенности около 50%. Горизонты A_{fu} и особенно A_{el} обогащены кремнеземом и обеднены илистой фракцией, окислами железа и алюминия. Содержание илистой фракции в иллювиальном горизонте увеличивается по сравнению с элювиальным и с породой в 1,5—2,0 раза.

В составе илистой фракции в иллювиальном горизонте содержится от 2 до 3,7% гумуса, отношение SiO_2/Al_2O_3 — по профилю почвы в илистой фракции — постоянно.

Наряду с серо-бурыми оподзоленными почвами в этой же провинции на сильнокарбонатных породах встречаются бурые лесные почвы с недифференцированным по содержанию ила и других компонентов профилем. Они имеют хорошо выраженный гумусовый оструктуренный гор. А серовато-бурого цвета мощностью около 15—20 *см*, под которым располагается метаморфический гор. B_{msial} бурый, с хорошо выраженной структурой мощностью 50—80 *см*; ниже идет карбонатная почвообразующая порода. Эти почвы нейтральные, а в нижних горизонтах — слабощелочные, полностью насыщены основаниями и обладают более высоким плодородием, чем серо-бурые оподзоленные. Бурые лесные и серо-бурые оподзоленные почвы широко используются в сельском хозяйстве.

Кислые бурые лесные почвы распространены преимущественно в горной Аппалачской провинции под хвойно-широколиственными лесами на элювии бескарбонатных коренных пород; по облику и свойствам схожи с кислыми бурыми лесными подзолистой зоны. Среди них часто встречаются оподзоленные почвы с иллювиально-

железисто-гумусовыми горизонтами. Подобные почвы чаще встречаются в предгорных и горных районах в северо-восточной приатлантической части области.

По соотношению рассмотренных выше типов субаэральных зональных почв и степени участия почв супераквальных и аквальных рассматриваемая часть области делится на две подзоны: 1) северо-западная равнинная серо-бурых лесных оподзоленных почв, в сочетаниях с чернозёмовидными луговыми, лугово-болотными и торфяно-болотными почвами; 2) Аппалачская предгорная бурых лесных и кислых бурых лесных, с меньшим участием серо-бурых оподзоленных почв.

Аппалачи, с системой вертикальных почвенных зон, представленных на севере горно-подзолистыми почвами, а южнее горными кислыми бурыми лесными и бурыми оподзоленными, выделяются в особую горную провинцию.

Бурые и серо-бурые лесные почвы на равнинах широко используются как пахотные земли и существенно изменены в результате длительной земледельческой культуры. В предгорных районах, с расчлененным рельефом, сильно развита эрозия почв.

Береговая тихоокеанская почвенная область

Область локализована у западного побережья Северной Америки в пределах 45—55° с. ш. Она охватывает Островной хребет, включающий архипелаг Александра, острова Королевы Шарлотты и о. Ванкувер. Горы поднимаются здесь до высоты около 2000 *м*. В континентальной части область включает Каскадные горы, имеющие абс. выс. 1500—2000 *м*, и Береговой хребет, поднимающийся до 4000 *м*, вершинная поверхность которого выровнена и покрыта снежниками и ледниками, западные склоны очень круты, а восточные более пологи.

В Островном хребте выходят палеозойские осадочные породы, а Береговой хребет представляет собой гранитный массив. Вдоль подножий Берегового хребта тянутся прибрежные холмистые и волнистые равнины, расширяющиеся в области Вилламетской равнины и у зал. Пьюджет-саунд. Здесь на значительных пространствах рыхлые отложения представлены продуктами выветривания базальтов, богатыми окислами железа. Широко распространены аллювиальные и озерные отложения, значительные площади заняты мореной.

Область лежит на пути западных циклонов. Высоко поднимающиеся горные хребты преграждают путь влажным воздушным массам, приносящим осадки. Среднее количество осадков 2500 *мм* в год; на Береговом хребте — до 4000 *мм* и местами даже до 660 *мм* в год, с некоторым максимумом в зимний период. Зима здесь мягкая, у подножий гор среднемесячные температуры положительные (1—4°), лето дождливое и прохладное, температура июля 12—15°.

Подгорные равнины и горные склоны до высоты 1200—1500 *м* покрыты густыми лесами с богатым подлеском и травяным покровом. На островах и в прибрежной части Берегового хребта распространены еловые леса с елью ситха (*Picea sitchensis*) и западным хемлоком (*Tsuga heterophylla*), дугласовой пихтой (*Abies lasiocarpa*) и туей и густым напочвенным покровом из мхов и папоротников. Здесь распространены кислые бурые лесные почвы, бурые лесные оподзоленные, а на породах более тяжелого механического состава и в местах, где возможен застой влаги, бурые оглеенные и болотные почвы.

В более высокой части горно-лесного пояса распространены еловые и елово-пихтовые и псевдотсуговые леса. Здесь распространены кислые буротаежные почвы, с мощным торфянистым и грубогумусовым гор. A_0 и красновато-коричневым потечно-гумусово-железистым гор. $B_{h_{Fe}}$.

Местами, в горных долинах, на террасах рек, а в северной части области на приморских равнинах, в гор. В буротаежных почв имеется много железистых конкреций размерами от 0,5 до 3—4 *мм*. Канадские почвоведы выделяют подобные почвы в особую группу конкреционных кислых бурых лесных почв. Особенно сильно ожелезнены почвы, образующиеся на продуктах выветривания базальтов. Часто весь профиль этих почв имеет красноватый цвет.

Выше лесного пояса в наиболее высоких частях Берегового хребта выделяется зона горных тундр, с перегнойно-торфянистыми горно-тундровыми почвами. На хорошо дренированных поверхностях появляются альпийские луга на кислых торфянисто-дерновых горно-луговых почвах.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО-АМЕРИКАНСКОГО ЛЕСО-ЛУГОВО-СТЕПНОГО СЕКТОРА

Географическое положение, разделение на почвенные области

Лесо-лугово-степной сектор располагается внутри континента. Он имеет форму открытой к югу дуги, северные части которой находятся на 50—58° с. ш., а южные части западной, наиболее длинной ветви дуги доходят до 38° с. ш. Внешняя граница дуги лесо-лугово-степного сектора совпадает с границами бореальных таежных и суббореальных лесных областей; внутренний край дуги граничит с замкнутым степным сектором континента.

Западная ветвь сектора охватывает горные территории центральной части Кордильер, включающие систему меридионально вытянутых хребтов и разделяющих их сухих межгорных плато и котловин. Эта часть сектора выделяется в особую Центрально-Кордильерскую лесо-лугово-степную область, в пределах которой горнозональные типы макроструктур почвенного покрова сочетаются с неупорядоченными и слабоупорядоченными литогенными. По

сложности устройства почвенного покрова и составу участвующих почв эта область представляет собой аналог Южно-Сибирско-Монгольской горно-котловинной области Евразии.

К востоку от Кордильер лесо-лугово-степной сектор лежит в пределах Великих и Центральных равнин, сложенных ледниковыми, флювиогляциальными и аллювиальными отложениями. В пределах равнинной части сектора выделяются три почвенные области: 1) Центрально-Канадская таежно-лугово-степная с литогенными и палеогидрогенными макроструктурами, обусловленными комплексами ледниковых отложений; 2) Южно-Канадская лесолугово-степная, с широтно-зональной структурой почвенного покрова, существенно осложненной палеогидрогенными макроструктурами; 3) Центрально-равнинная лугово-степная, с преобладанием палеогидрогенных макроструктур.

Центрально-Канадская таежно-лугово-степная область, переходящая к таежной бореальной, охарактеризована выше при описании последней. Ниже приводятся описания Центрально-Кордильерской, Южно-Канадской и Центрально-равнинной областей.

Центрально-Кордильерская лесо-лугово-степная почвенная область

В пределы области входят высокие горные хребты: Передовой и Скалистый, горы Кассиар-Оминек, Колумбийские горы и внутренние плоскогорья и впадины: Стикин, Фрейзер, Оканаган, Селкерк, Перселл и др. В восточной части области, представляющей собой систему высоких хребтов, на наветренных склонах выпадает 1500—2000 *мм* осадков, на восточных, более сухих — 600—1000 *мм*. До 1600—1800 *м* горы покрыты густыми еловыми и елово-пихтовыми лесами, сменяющимися на более сухих склонах сосновыми.

На хорошо увлажненных склонах гор распространены кислые бурые лесные (буротаежные) и кислые бурые лесные оподзоленные почвы. На менее увлажненных склонах, также под темнохвойными лесами, распространены темноцветные бурые лесные почвы, нейтральные или слабощелочные, с карбонатным горизонтом в нижней части профиля. В Евразии аналоги подобных почв распространены в Тянь-Шане, Джунгарии, Тану-Ола и др. Канадские почвоведы называют их «бурыми облесенными» (brown wooded), подчеркивая, что в штате Колумбия — это зональный тип горных бурых почв. Под травянистыми сосновыми лесами появляются в нижнем поясе гор и в межгорных котловинах серые лесные почвы.

Западная внутригорная часть области, защищенная с запада Береговым хребтом и лежащая в дождевой тени, представляет собой ряд плато на 700—1800 *м* абс. выс., расчлененных глубокими долинами на плосковершинные ступенчатые поверхности. Количество осадков здесь 600—300 и даже 200 *мм* в год. В межгорных котловинах, расширениях речных долин, наиболее сухих

в бассейне р. Колумбии, появляются злаковые и злаково-полынные степи на черноземах, каштановых и бурых пустынно-степных почвах. Черноземы и каштановые почвы поднимаются на горные склоны, покрытые парковыми травяными сосняками.

Южно-Канадская лесо-лугово-степная область

Область имеет в западной части широтное, а в восточной близкое к меридиональному направления. Она захватывает южную часть штатов Альберта, Саскачеван и Манитоба в Канаде.

Эта зона аллювиально-озерных слабодренированных равнин, где четко выражены черты континентального соленакопления. Парковые леса и луговые степи на серых лесных, лугово-серых, лугово-черноземных почвах в сочетаниях с лугово-болотными почвами и солодями характерны для зоны. Участники международного почвенного конгресса в Вашингтоне в 1927 г. И. В. Тюрин и Д. Г. Виленский писали: «Пространство между Регина́й, Саскачуаном и Эдмонтоном представляет сплошные почвенные комплексы с солончаками, солонцами и болотными почвами, что в достаточной степени напоминало описание наших Барабинских степей Сибири, а также северную полосу комплексов черниговских черноземов. В окрестностях Эдмонтона мы, по-видимому, уже находились в области лугово-лесной и также сильно комплексной. Все осмотренные здесь почвы принадлежали к типу луговых, но с явными признаками деградации и оглеения. По понижениям рельефа располагались сочлены лугового же ряда почв: влажно-луговые и лугово-болотные, а в некоторых случаях (по западинам) — подзолисто-болотные почвы...».

«В Канаде мы наблюдали различные переходы избыточно увлажняемых черноземов с солевыми горизонтами, а около города Виннипега как крайние члены этого ряда уже влажные, гумусные луговые почвы с карбонатным горизонтом, обязанным подпору близкой грунтовой воды» (Тюрин, Виленский, 1927).

Согласно исследованиям и классификации почв этой зоны канадских почвоведов (Williams, Bowser, 1952; Stobbe, 1960 и др.), почвы элювиального ряда (с наименее заметными чертами современного супераквального режима) здесь представлены двумя типами: темно-серых почв (dark grey soils) и темно-серых облесенных (dark grey wooded soils). Первые весьма близки к деградированным (или оподзоленным) черноземам, вторые — к темно-серым лесным почвам.

В девственном состоянии эти оба типа приурочены к осиновым разреженным лесам с обильным травяным покровом. Древесный ярус образован *Populus tremuloides* с примесью *Populus balsamifera, Ulmus Americana, Fraxinus nigra, Acer Negundo* и др.

Темно-серые облесенные почвы имеют небольшой горизонт подстилки, темный (черноземовидный) гумусовый гор. A_h мощностью 20—30 *см,* ниже которого располагается белесый оподзоленный

гор. A_e, светло-серого цвета, мощностью до 5 *см* и более; он сменяется более глинистым, темно-бурым иллювиальным глинистым гор. B_t, переходящим на глубине около 100—150 *см* в иллювиальный карбонатный гор. B_{CaCO_3}.

Вильямс и Боузер (Williams, Bowser, 1952) отмечают, что в некоторых случаях иллювиальный горизонт обогащен гумусом и имеет очень темный цвет. Возможно, подобные почвы — аналоги серых лесных почв со вторым гумусовым горизонтом широко распространенных на равнинах Западной Сибири. Не исключено, что темная окраска гор. B_t обязана иллювиальным гумусово-глинистым пленкам, покрывающим поверхность структурных отдельностей — явление, также весьма широко распространенное в лесостепных почвах равнин европейской части СССР и Западной Сибири.

Темно-серые лесные почвы в отличие от темно-серых облесенных менее деградированы, их профиль состоит из горизонтов: A_h, A_{he}, B_t, B_{CaCO_3}, С. Гумусовый гор. A_h темный, комковато-зернистый; гумусово-элювиальный гор. A_{he} имеет светло-серые пятна и полосы, поверхность структурных отдельностей более темная, чем их внутренняя часть; иллювиальный гор. B_t выражен столь же хорошо, как и в серых облесенных почвах, но карбонатный горизонт находится несколько ближе к поверхности (на глубине около 100 *см*). Почвы слабокислые в верхней части и нейтральные и щелочные — в нижней.

Темно-серые лесные почвы на больших площадях распаханы и широко используются в земледелии.

Весьма широко в этой зоне распространены полугидроморфные и гидроморфные почвы, имеющие признаки солонцеватости и осолодения. Большие пространства покрыты остепненными лугами на черноземно-луговых карбонатных, а местами и гипсоносных солончаковатых почвах. Плоские озерные равнины, сложенные тяжелыми глинами, заняты комплексами болотных, луговых почв и луговых солодей. Последние на аналогичных территориях, но уже не в Канаде, а в США, были известны под названием «планосолей»— почв с резко дифференцированным профилем и хорошо выраженными эллювиальным — белесым и иллювиальным темно-бурым пестроокрашенным горизонтами, с неглубоким залеганием (в пределах 3 *м*) уровня грунтовых вод. Эти почвы в отличие от оподзоленных почв имеют нейтральную реакцию, насыщены основаниями, в гор. B_t присутствует поглощенный натрий — признак остаточной солонцеватости.

Центрально-равнинная почвенная область бурозёмов и черноземно-луговых почв

Область образует южную часть лесо-лугово-степного сектора и находится целиком в суббореальном термическом поясе. Она лежит к югу от Великих озер и охватывает междуречья рек Мис-

сисипи, Миссури, Миннесота, Висконсин и Огайо в пределах штатов Айова и Миссури. Господствующий тип почв в пределах области — бруниземы. На востоке бруниземы граничат с серо-бурыми оподзоленными почвами, здесь имеется довольно широкая переходная полоса, где сочетаются по рельефу и по породам бруниземы и серо-бурые оподзоленные почвы. В более внутренних, западных сухих областях бруниземы граничат с черноземами. Здесь также имеется полоса переходных почв от бруниземов к черноземам. Н. Н. Розов, Е. В. Рубилин и Е. Н. Руднева (1961) выделяют в пределах этой провинции, или зоны, три меридиональные подзоны: западную — черноземовидных почв; центральную — типичных бруниземов; восточную — оподзоленных бруниземов (переходных к серо-бурым оподзоленным почвам).

Бруниземы связаны с влажным умеренно теплым климатом. Осадки — 800—900 *мм* в год — равномерно распределены по сезонам. Средние температуры июля колеблются около 25°, а января — около 0°. Почвы не замерзают. Е. В. Рубилин (1957) назвал район распространения бруниземов зоной «климатической луговости». Средний годовой коэффициент увлажнения здесь больше 1,0 и даже в летние, наиболее теплые месяцы не опускается ниже 0,7—0,6.

Границы провинции бруниземов на юге проходят около 38° с. ш. и совмещаются с границей древних оледенений (канзасского и иллинойского).

Бруниземы или черноземовидные почвы прерий образуются на различных материнских породах, однако типичные лёссы, по свидетельству Е. В. Рубилина (1962), здесь не встречаются.

Лёссовидные суглинки различного генезиса (делювиальные, флювиогляциальные, аллювиальные), подстилаемые на небольшой глубине мореной или часто коренными породами (на значительных пространствах доломитами и доломитизированными известняками),— господствующая почвообразующая порода.

В областях развития типичных бруниземов содержание ила в почвообразующих породах составляет около 30%, а общее содержание физической глины — около 55%. Следовательно, почвообразование шло в условиях значительной оглиненности минерального субстрата. Оглиненность почвообразующих пород уменьшается с востока на запад — от наиболее влажных, к более сухим районам.

Естественной растительностью, под которой образовались бруниземы, были высокотравные прерии, сложенные многолетними злаками, с глубокой корневой системой, преимущественно из рода бородачей *(Andropogon furcatus, A. scoparius, A. Gerardi)* с большим участием пышного разнотравья, образующего густой сомкнутый покров, местами почти в рост человека.

Обильная травянистая растительность с мощной корневой системой, господствовавшая ранее на восточных равнинах, была той растительной формацией, под которой сформировались бруниземы.

Профиль наиболее типичного бруниземa, не подвергавшегося

распахиванию и эрозии, представляет собой следующее: под слоем дернины (A_0) располагается очень темно-бурый, почти черный, но с ясным буроватым оттенком, гумусовый гор. A_h мощностью около 30—40 *см*. Он имеет пороховидную или мелкозернистую структуру, несколько укрупняющуюся с глубиной. Ниже идет обычно темно-бурый, несколько уплотненный иллювиальный горизонт B_t, имеющий хорошо выраженную комковатую структуру, с глубиной структурные отдельности укрупняются; по граням структурных отдельностей окраска в некоторых разрезах значительно темнее, чем внутри них, что говорит о передвижении в этот горизонт растворимых гумусовых веществ из более верхнего слоя. Этот бурый, уплотненный, лишенный карбонатов горизонт доходит до глубины 150—160 *см*. В пределах горизонтов A_h и B_t весьма обильны ходы червей. Некоторые почвы сплошь сложены капролитами червей, особенно в гумусовом и верхней части иллювиального горизонта.

На глубине 150—180 *см* в некоторых почвах прерий наблюдаются выделения карбонатов, но весьма часто карбонатный горизонт отсутствует и вскипание начинается лишь в материнской породе. Реакция слабокислая в верхних горизонтах, приближается к нейтральной (pH 6,6) в нижней части профиля. Распределение по профилю илистой фракции подвижного железа, а также железа и алюминия в валовом анализе указывает на некоторое слабое вымывание этих компонентов. Кальций и в меньшей степени магний также вымываются из верхних горизонтов. Это обнаруживается в валовых анализах и особенно в анализах поглощенных оснований. В верхней части профиля значительную долю в поглощающем комплексе (свыше 30% от суммы поглощенных катионов) составляет водород. Книзу степень ненасыщенности падает. Однако сколько-нибудь заметного разрушения поглощающего комплекса в бурозёмах не обнаруживается, так как по всему профилю сумма поглощенных катионов остается почти постоянной и высокой. Содержание гумуса в верхнем горизонте бурозёмов колеблется в широких пределах. В наиболее многогумусных почвах штатов Висконсин и Айова содержание гумуса 9—10%. Но в этих же штатах встречаются почвы, где 3,5—5,0% гумуса в верхней части профиля. В юго-западной части зоны бурозёмов в штате Миссури преобладают малогумусные бурозёмы, хотя и с глубоким проникновением гумуса по профилю.

Так, по данным И. В. Тюрина (1928), к югу от Канзас-Сити бурозём серии «маршалл» имел такое распределение гумуса по профилю: на глубине 5—15 *см* — 3,05%; 40—45 — 3,15; 70—80 — 2,19 и на 120—130 *см* — 0,63%.

Возможно, что обеднение некоторых бурозёмов гумусом связано с длительным земледельческим использованием и смывом поверхностного горизонта почв.

Данные о фракционном составе гумуса бурозёмов (Е. В. Рубилин, 1962) показали, что в верхних горизонтах отношение фуль-

вокислот к гуминовым кислотам близко к единице. В иллювиальном горизонте относительное содержание гуминовых кислот резко уменьшается, а содержание фульвокислот существенно увеличивается: особенно фракции агрессивных кислот и фульвокислот, связанных с R_2O_3 и глинными минералами. Отношение Сф/Сг здесь — 4,2. Преобладает фракция, связанная с полуторными окислами. В этом же направлении сверху вниз по профилю уменьшается относительное содержание негидролизуемого остатка. В малогумусных, длительно распахиваемых бурозёмах, в штате Канзас, даже в верхних горизонтах заметно преобладают фульвокислоты (Сф/Сг 1,5—1,4).

Наряду с типичными бурозёмами в зоне высокотравных прерий широко распространены почвы с признаками современного или бывшего лугового процесса, которые в зависимости от степени проявления последнего могут быть отнесены к черноземовидным луговым или лугово-черноземным почвам. Американские почвоведы называют наиболее оглеенные из них «гумусовыми глеевыми почвами» (humic gley soils). Эти почвы широко распространены по плоским слабодренированным равнинам, сложенным карбонатными ледниковыми отложениями висконского оледенения в штатах Висконсин, Айова, Миннесотта.

Уровень грунтовых вод в местах распространения лугово-черноземных почв находится на глубине 1,5—3,0 *м* от поверхности.

В гумусовом горизонте, обычно более темном, чем в типичных бурозёмах, обнаруживаются мелкие плотные железомарганцовые конкреции. Иллювиальный горизонт увлажнен и пестро окрашен от гумусовых затеков, ржавых и сизо-ржавых пятен; он также содержит мелкие плотные железистомарганцовые конкреции. Еще более интенсивную сизую окраску, свидетельствующую о более сильном оглеении, имеет почвообразующая порода.

Местами наряду с чертами оглеения в черноземовидных луговых почвах обнаруживаются признаки бывшего засоления и осолонцевания, что проявляется в наличии уплотненного солонцового горизонта, появлении небольшого количества поглощенного натрия. Однако, как правило, черноземовидные луговые почвы не засолены и даже не содержат карбонатов. По наблюдениям Н. Н. Розова, Е. В. Рубилина и Е. Н. Рудневой (1961), в этих почвах имеются кремнеземистые выделения, по форме напоминающие карбонатные трубочки и даже псевдомицелий.

Широкое распространение луговых черноземовидных почв в зоне бурозёмов позволяет предполагать, что на слабодренированных низменных равнинах большинство бурозёмов прошло луговую стадию развития.

Бурозёмы обладают высоким естественным плодородием и широко используются в сельском хозяйстве. Целинных земель здесь мало. Так называемый «кукурузный пояс» приурочен главным образом к области распространения бурозёмов, а на осушенных территориях и черноземовидных луговых почв.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО-АМЕРИКАНСКОГО СТЕПНОГО СЕКТОРА КАЛЬЦИЙ-ГУМУСОВЫХ СИАЛЛИТНЫХ ПОЧВ

Обширные пространства Великих равнин южной Канады и США, лежащие внутри континента и защищенные с запада Кордильерами, представляют собой обширный степной сектор кальций-гумусовых, сиаллитных почв. Он включает одну почвенную область, в пределах которой сухость климата возрастает в направлении с севера на юг и с запада на восток. Соответственно зонам увлажнения располагаются растительные и почвенные зоны. Внешняя, несколько лучше увлажняемая зона представляет типчаково-пырейные и ковыльные степи на черноземах.

Более западная сухая зона — это низкотравные степные формации плато Великих равнин — дерновинно-злаковые и плотнодерновинно-злаковые степи на каштановых почвах.

Зона черноземов

Внешняя узкая дугообразная зона черноземов на большей своей части вытянута в меридиональном направлении. Широтный короткий отрезок зоны находится на 52—53° с. ш., в южной части штатов Альберта и Саскачеван (Канада). Меридиональный отрезок зоны протягивается несколько восточнее меридиана 100°, по границе с провинцией бруниземов, и достигает на юге 37° с. ш., т. е. находится уже в северной части субтропического пояса. Среднегодовое количество осадков в пределах этой зоны увеличивается с севера на юг от 350—400 до 750—790 *мм*. Однако увеличение в этом же направлении среднегодовых и летних температур (средняя температура июля на севере около 20°, а на юге около 26°) обусловливает одинаковую степень увлажненности почв. Среднегодовой коэффициент увлажнения здесь ниже 1,0, а 3—6 месяцев в году опускается ниже 0,6.

На большей части территории преобладают злаковые ковыльные и ковыльно-пырейные степи. В составе злаков преобладают: *Stipa spartea, St. commata, Agropyrum dasystachium;* на юге — *Festuca scabrella.* Травостой достигает 50 *см* высоты.

Различия в характере почвенного покрова, связанные с климатическими и геоморфологическими особенностями отдельных частей зоны, позволяют разделить ее на две провинции: северную — Канадскую и южную — Центрально-равнинную.

Канадская черноземная провинция находится в пределах древнеледникового сильно размытого моренного рельефа и обширных озерно-ледниковых равнин, расположенных к югу от аналогичной по геоморфологическим условиям провинции серых лесных и черноземно-луговых почв. Эти же черты — широкое распространение луговых солонцеватых, солончаковатых почв и лугово-черноземных почв — свойственны и черноземной зоне Канады.

Черноземы Канады также на значительных пространствах сохранили признаки некоторой луговости. Многие из них солонцеваты или образуют комплексы с луговыми почвами и солонцами. По

характеру ландшафтов черноземная зона Канады сходна с черноземной зоной Западной Сибири.

Южная, Центрально-равнинная область черноземов лежит вне границ оледенений, на значительной части территории покрыта лёссами или лёссовидными суглинками. Равнины здесь более расчленены, хорошо дренированы, местами почвы сильно эродированы. В самой южной части области имеются выходы на поверхность коренных массивных пород: известняков, доломитов, песчаников, с которыми связаны маломощные щебенистые черноземы.

Профиль черноземов включает гумусовый гор. A_{hCa} черного или темно-бурого цвета, структурный, рыхлый, мощностью 20—30 *см*; глубже находится переходный гор. АВ — серовато-бурого цвета, несколько более уплотненный мощностью 20—30 *см*. На глубине около 50 *см* начинается карбонатный гор. B_{CaCO_3}, сменяющийся карбонатной почвообразующей породой.

Черноземы в Северной Америке мало- и среднегумусные (3—5% гумуса), часто гипсоносны. Однако на породах более легкого механического состава (супесях) и на щебенистых элювио-делювиях распространены бескарбонатные черноземы.

Зона черноземов так же, как и зона бруниземов, наиболее интенсивно используется в земледелии — около 90% площади распахано. Здесь сосредоточены посевы пшеницы и кукурузы.

Зона каштановых почв

Зона каштановых почв протягивается в меридиональном направлении от 52 до 37—35° с. ш. и занимает наиболее засушливые области Великих равнин в умеренном поясе. Значительная, западная часть этой зоны лежит в области высоких плато, у подножий Скалистых гор, где абс. выс. от 1000 до 2000 *м*, а в одиночных массивах, например в Блэк-Хилс, поднимаются до 2200 *м*. К востоку, по мере удаления от подножия Кордильер, высоты снижаются до 700—800 *м*. Плато сложено третичными и меловыми породами, среди которых значительное место занимают песчаники, продукты разрушения и перевевания которых образовали местами значительные песчаные массивы. Особенно большие площади покрыты песками в штате Небраска.

Многочисленные, текущие со скалистых гор реки — притоки Миссури, Канзаса и Арканзаса — прорезали на поверхности плато глубокие долины, врезанные на 150—250 *м*. Вдоль долин тянутся полосы бедлендов — территорий, сплошь изрезанных глубокими и разветвленными оврагами, лишенных почвенного и растительного покрова.

В местах, менее затронутых эрозией, коренные породы перекрыты на севере — ледниковыми, а южнее делювиально-пролювиальными отложениями конусов выноса, лёссовидными суглинками и лёссами, образование которых связывают с эоловым фактором. Великие равнины изолированы Кордильерами от западных воздушных масс; они сухи, особенно непосредственно у подножия

Скалистых гор. Здесь проявляется аридный тип предгорной зональности, свойственной подгорным равнинам, лежащим в «дождевой тени». Количество осадков здесь от 300 до 400 *мм*, сильно колеблется по отдельным годам. Максимум осадков выпадает в поздневесеннее — раннелетнее время. Вторая половина лета очень сухая. Зимы — суровы, особенно в северной части зоны. На юге температура января составляет немногим ниже 0° С, температура июля — 22—25°. Наиболее высокая, примыкающия к Кордильерам часть плато покрыта низкотравными плотнодерновиными злаковыми степями, где господствуют трава Грамма *(Bouteloa gracilis)*, бизонова трава (Bulbis dactiloides) и аристида *(Aristida longiseta)*. На более низких ступенях плато, на севере и востоке преобладают граммово-ковыльные степи, с тонконогом и полынями.

По характеру почвенного покрова зона каштановых почв делится на две провинции — северо-восточную и юго-западную.

Северо-восточная провинция располагается к северу и северо-востоку от долины р. Миссури. Территория северной части — плато Миссури покрывалась ледником; здесь перемежаются участки волнисто-моренных и озерных равнин. Так же, как и в зоне черноземов южной Канады, здесь развит западинный рельеф с березовыми и осиновыми колками, перемежающимися с участками сухой степи. Почвенный покров очень комплексный. Канадские почвоведы выделяют два типа зональных почв — «темно-каштановые» (dark brown soils) и «каштановые» (brown soils). Первые ближе стоят к черноземам, но имеют менее мощный гумусовый горизонт, менее высокое содержание гумуса. Карбонаты присутствуют с глубины 30—40 *см*. Содержание гумуса — 3,0—3,5%. Темно-каштановые почвы занимают более северную часть зоны; по понижениям рельефа, окраинам колков распространены солонцы и солончаковатые солонцы, а под древесной растительностью, в колках — лугово-черноземные солонцеватые и осолоделые почвы.

Большинство каштановых почв солонцеваты, поэтому верхняя часть гор. А пылеватая, рыхлая, местами слоеватая, мощностью 10—12 *см*, переходит в более плотный темно-бурый гор. АВ, с крупнокомковатой или призматической структурой. Наряду с карбонатным горизонтом, начинающимся с глубины 25—30 *см*, в почвах часто имеется и гипсовый горизонт. Содержание гумуса около 2,0—2,5%. Среди каштановых солонцеватых почв большие площади заняты солонцами.

В Канаде территории, занятые темно-каштановыми и каштановыми почвами, используются в земледелии. Здесь сооружены ирригационные устройства и развито поливное земледелие. Выращиваются преимущественно яровые культуры.

Юго-западная провинция каштановых почв лежит за пределами границ древнего оледенения. Это — сильнорасчлененная часть плато, Миссури, где плато и высокие равнины, образуют предгорный пояс на абс. высоте более 1000 *м*.

Здесь преобладают каменистые, маломощные, сильно эроди-

рованные каштановые почвы. На возвышенных равнинах каштановые почвы не солонцеваты, мощность гумусового горизонта 30—40 *см*, содержание гумуса от 1,5 до 3%, залегание карбонатов на 50—70 *см* и глубже.

Глубокой промытости почв способствуют легкий механический состав и приуроченность максимума осадков к весенне-раннелетнему периоду, когда температуры воздуха еще невысоки.

Солонцеватые почвы и солонцы приурочены к речным долинам. Реки имеют резко выраженные весенние паводки, а летом почти пересыхают. Весенние воды задерживаются в водохранилищах; земледелие имеет очаговый характер; земли используют как пастбища. Часты суховеи и широко распространена дефляция почв.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ СЕВЕРО-АМЕРИКАНСКОГО СУБТРОПИЧЕСКОГО ВЛАЖНО-ЛЕСНОГО СЕКТОРА ФУЛЬВОФЕРРАЛЛИТНЫХ ПОЧВ

Сектор представлен на континенте лишь одной Юго-Восточной (приатлантической) влажнолесной почвенной областью. В нее входят: низменности п-ова Флорида и побережий Мексиканского залива, береговые низменности, тянущиеся вдоль побережий Атлантического океана, южная часть Аппалачей и примыкающие к ним относительно повышенные предгорные равнины, а также расположенная на северо-западе области возвышенность Озарк.

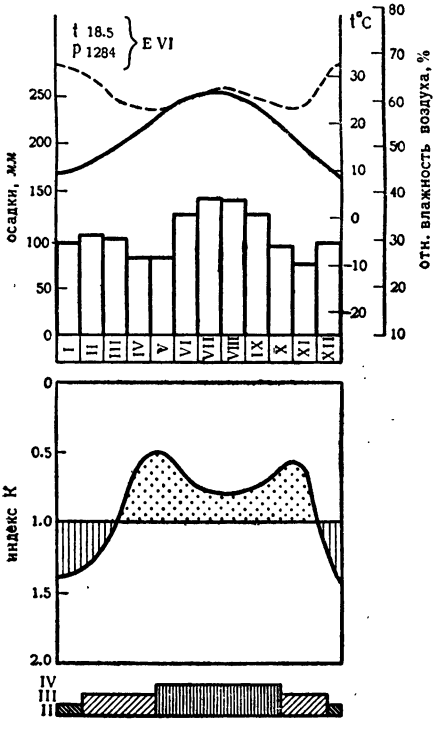


Рис. 58. Гидротермические условия районов распространения желтоземов и красноземов в США. Усл. знаки см. рис. 36

Макроструктура почвенного покрова области определяется наличием невысоких горных возвышенностей, с элементами предгорной и горной зональности, и обширных низменностей, где сочетаются современные гидрогенные, палеогидрогенные и неупорядоченные литогенные структуры.

Климат области — влажный, субтропический, со среднегодовым количеством осадков 1100—1500 *мм*, равномерно распределенных по временам года. Средние температуры января колеблются около 10—15°, а средние июля — около 26—27° (рис. 58).

Растительность представлена тремя типами лесов. В северной части области на подгорных равнинах и прилегающих низменностях распространены дубово-гикориевые и сосново-дубовые леса (*Quercus velutina Q. alba, Q. montana, Carya ovata, C. glabra, C. tomentosa*). На южных прибрежных низменностях, где широко распространены песчаные почвы, преобладают сосновые леса (*Pinus palustris, P. taeda*) с магнолиями и разреженные леса Флориды с карибской сосной. Наиболее низкие прибрежные части равнин заняты приморскими болотами.

На севере красноземы и желтоземы ограничены зоной распространения древней красноцветной фersиаллитной и ферраллитной коры выветривания. В случаях, если красноцветные толщи смыты или перекрыты лёссовидными суглинками и лёссами (что наблюдается в северной части провинции), красноземы и желтоземы замещаются серо-бурыми оподзоленными почвами. На песчаных приморских равнинах появляются песчаные иллювиально-железистые подзолы.

Подобно субтропическим влажным областям Юго-Восточной Азии и Юго-Восточной Австралии, желтоземы и красноземы встречаются на территориях с одними и теми же климатическими условиями, но с несколько различным рельефом и на различных почвообразующих породах.

В Северной Америке желтоземы приурочены к пониженным элементам рельефа, получающим избыточное увлажнение или находившимся в прошлом в супераквальном режиме, красноземы — к лучше дренируемым позициям и связаны с массивными породами основного состава, богатыми железистыми минералами, или древними ферраллитными корами выветривания этих пород.

Американские авторы в старой классификации называли эти почвы «красно-желтыми подзолистыми» (red jellow podzolic). Действительно, большинство из них в девственном состоянии (если нет смыва) имеют дифференцированный профиль, в котором под маломощным гумусовым гор. А (5—7 *см*) выделяется более светлый, желтовато-палевый или палево-серый плитчатый рыхлый элювиальный гор. A_e мощностью 20—25 *см*, он резко переходит в тяжелоглинистый иллювиально-метаморфический гор. B_{t_m} — ярко-коричневого или коричнево-красного цвета, с хорошо выраженной призматической или глыбистой структурой мощностью 30—40 *см*. На глубине около 120—150 *см* начинается, сохранившая структуру исходной породы, кора выветривания или более молодая обломочная кора выветривания. Это кислые почвы (pH 4,5—5,5), с очень низкими емкостью поглощения (7—10 *мг·экв* на 100 *г*) и степенью насыщенности (8—15%). В составе поглощенных оснований преобладают водород и алюминий. Содержание гумуса в гор. A_1 6—8%, но с глубиной оно быстро падает. Илистая фракция этих почв состоит из каолинита, вермикулита и хлорита; красный цвет почв обусловлен присутствием гематита, желтый — более многоводными гидратами окислов железа. Желтоземы и красноземы

равнин и предгорных районов используются в земледелии, однако нуждаются в удобрениях. В холмистых районах они сильно подвержены смыву. На низменных, слабодренированных равнинах, с глеево-элювиальными желтоземами и песчаными подзолами, сохранились леса.

Горные почвенные зоны в южных Аппалачах представлены желтоземами и красноземами, горными желто-бурыми лесными почвами и, в наиболее высоких частях гор, горными кислыми бурыми лесными почвами.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЗАПАДНО-АМЕРИКАНСКОГО ПУСТЫННО-КСЕРОФИТНО-ЛЕСНОГО СЕКТОРА

Географическое положение, разделение на почвенные области

Западно-Американский пустынно-ксерофитно-лесной сектор, охватывает разнообразные по характеру рельефа территории. Бо́льшая западная часть его представлена высокими нагорьями и хребтами центральной и южной части Кордильер. На севере — это Большой бассейн, с обрамляющими его Береговым и Скалистым хребтами, южнее — плато Колорадо, еще южнее — Мексиканское нагорье, с обрамляющими его Западной и Восточной Сьерра-Мадре.

Различия в абсолютных высотах, степень изолированности от приносящих влагу воздушных масс наряду с разнообразием почвообразующих пород — все это создает пестроту и сложный характер почвенного покрова. Восточная часть сектора захватывает юг Великих равнин, в пределах плато Льяно-Эстокадо и Эдуардс, а на крайнем востоке — часть Центральных равнин и Примексиканской береговой низменности. Здесь хорошо выражена меридиональная зональность почвенного покрова, обусловленная соответствующим расположением зон увлажнения.

Большая часть сектора располагается в пределах субтропического термического пояса. Увлажнение в течение года крайне неравномерное. В западной, притихоокеанской части сектора климат типичный средиземноморский: влажная зима и жаркое сухое лето; на внутренних пустынных плоскогорьях, получающих 100—200 *мм* осадков, при общей засушливости климата, максимум увлажнения падает также на зимний период; в восточной части сектора, также засушливой, зимний и летний минимумы осадков выражены менее резко.

Наиболее широко распространены в пределах сектора почвы, принадлежащие семействам: кальций-гумусовых сиаллитных оглиненных, представленных коричневыми и серо-коричневыми почвами, и ксеро-карбонатных, представленных бурыми пустынными, сероземами и красновато-бурыми. В наиболее высоких и хорошо увлажняемых горных массивах появляются буроземы, представленные бурыми и кислыми бурыми лесными почвами, и наиболь-

шие массивы кислых дерновых почв (субальпийских и альпийских горно-луговых).

По общей структуре почвенного покрова и разнообразию семейств почв Западно-Американский пустынно-ксерофитно-лесной сектор — аналог Средиземноморского ксерофитно-лесного, но степень аридности в первом значительно больше.

Различия в макроструктуре почвенного покрова позволяют выделить в пределах Западно-Американского сектора три большие почвенные области: 1) Западную Американскую (или область Большого бассейна), с сочетанием макроструктур горнозональных и упорядоченных литогенных, обусловленных перераспределением подвижных продуктов выветривания, в частности легкорастворимых солей во внутренние бессточные бассейны; 2) Мексикано-Калифорнийскую, с преобладанием макроструктур горной зональности; 3) Техасскую, с горизонтальной меридиональной зональностью почвенного покрова, осложненной палеоклиматогенными факторами.

Западная Американская почвенная область (область Большого бассейна)

Область расположена в северной части рассматриваемого сектора, на границе умеренного и субтропического поясов. Она охватывает самую широкую часть Кордильер, включающую на западе Каскадные горы и хр. Сьерра-Невада, обширные плоскогорья и системы гор Большого бассейна и южную часть Скалистых гор. Ширина горных хребтов и нагорий здесь 2500 *км,* значительная часть приходится на пустынные территории Большого бассейна. В этой части выделяются две почвенные подобласти: Береговая — Невадийская и Большого бассейна — Скалистых гор.

Береговая — Невадийская подобласть на западных, обращенных к океану склонах получает от 1000 до 500 *мм* осадков, с минимумом в летний период. Средние температуры января положительные — около 8—10°, а июля — около 12—15°.

Нижние части горных склонов покрыты лесами мамонтова дерева *(Sequoia semperviverens)* на кислых буротаежных почвах; выше в более сухих районах в северной части области господствуют сосновые леса *(Pinus Ponderosa)* на бурых лесных, насыщенных почвах, а в южной части области, с ясно выраженными средиземноморскими чертами климата, под жестколистными дубовыми лесами и кустарниками (формацией чаппорелей) повсеместно распространены коричневые почвы (non calcic brown soils, по определению американских почвоведов).

Подобласть Большого бассейна — Скалистых гор изолирована от влияния Тихого океана береговыми хребтами, получает всего лишь 350—200 *мм* осадков в год, а местами и меньше. Рельеф представлен небольшими горными массивами высотой до 3000—4000 *м,* разделенными обширными денудационно-аккумулятивными

поверхностями на абс. выс. 1000—2000 *м*. Это бессточные области — замкнутые ландшафтно-геохимические арены, в которых накопились не только продукты физического выветривания — пролювиальные, древнеозерные и аллювиальные отложения, но и легкорастворимые соли.

Масса соленых озер и окружающие их пространства солончаковых пустынь характерны для Большого бассейна. Основной фон на равнинах образуют полынные пустыни на бурых песчаных почвах — аналогах почв полупустынь Казахстана и северной Монголии. Склоны гор покрыты разреженными сосновыми и сосново-можжевеловыми лесами, с примесью кустарникового дуба на сильнощебенистых серо-коричневых и коричневых почвах. В Скалистых горах, выше пояса коричневых почв, имеются пояса бурых горно-лесных и горно-луговых почв.

Калифорнийско-Мексиканская почвенная область

Область лежит в субтропическом и северной части тропического пояса, где ярко выражены аридность климата и неравномерное распределение осадков в течение года. Мягкие влажные зимы и засушливый летний период особенно контрастны в западной приокеанической части области. Большая часть территории области получает очень мало осадков и представлена пустынями.

Хр. Береговой в западной приокеанической части, южная часть плато Колорадо и хр. Сьерра-Мадре, обрамляющий с запада Мексиканское нагорье, увлажнены несколько лучше. Склоны гор покрыты жестколистными и хвойно-жестколистными лесами на серо-коричневых и коричневых горно-лесных почвах. Лежащая к востоку от Сьерра-Мадре на высоте 1500—2000 *м* Северная Меса Мексиканского нагорья получает около 100 *мм* осадков, выпадающих преимущественно зимой. Это — высокогорная суккулентная пустыня, где разреженная растительность представлена кактусами, юкками, опунцией, а на более низких ступенях креозотовым кустом (*Larrea tridentata*). Большая часть поверхности камениста или имеет очень маломощные пустынные почвы. Вдоль сухих русел рек, на террасах, сложенных галечниками, песками и супесями, появляются почвы с мощными известковыми горизонтами («каличе») — свидетелями интенсивного гидрогенного обызвествования почв.

Каменистые, пустынные почвы господствуют и в южной части Калифорнийского полуострова.

На севере полуострова, в низменной, лежащей в дождевой тени, Калифорнийской долине преобладают почвы, образовавшиеся на аллювиальных наносах. На Почвенной карте Мира они отнесены к сероземам. Это пылевато-суглинистые или пылевато-супесчаные, по механическому составу, почвы, с очень низким содержанием гумуса, вскипающие с поверхности, с горизонтом новообразований карбонатов кальция, начинающимся с глубины

25—30 *см*. По понижениям рельефа, где близко к поверхности подходят грунтовые воды, появляются лугово-сероземные почвы и луговые солончаки. Местами имеются почвы с хорошо выраженными уплотненными солонцовыми горизонтами.

В Калифорнийской долине развито орошаемое земледелие, значительные площади используются под плодовые культуры.

Техасская почвенная область (кальций-гумусовых сиаллитных оглиненных почв)

Область расположена в южной субтропической части Великих равнин, к югу от 37—38° с. ш., и простирается до побережий Мексиканского залива.

Общие признаки почв этой области, отличающие их от почв степной области (кальций-гумусовых сиаллитных), следующие: 1 — красноватая окраска почвообразующих пород и почв; 2 — наличие в средней части почвенного профиля оглиненного метаморфического горизонта (B_m), свойственного почвам сухих субтропиков.

На обзорных почвенных картах США почвы рассматриваемой области показаны как красновато-черные почвы прерий и красновато-каштановые почвы. На Почвенной карте Физико-географического атласа Мира здесь выделены три, последовательно сменяющие друг друга с востока на запад, меридиональные, короткие почвенные зоны: красновато-черных почв субтропических прерий; коричневых почв ксерофитных субтропических лесов и кустарников, серо-коричневых почв кустарниковых степей.

Красноватый оттенок этих почв, возможно, как уже говорилось ранее, унаследован от красноцветных палеозойских пород и древней мезозойско-третичной коры выветривания, на продуктах размыва и переотложения которых образовались современные почвы.

Зона красновато-черных и коричневых выщелоченных почв

Зона располагается в восточной части пояса на границе с провинцией оподзоленных красноземов и желтоземов и занимает значительную часть штата Оклахома. Рельеф этой территории — пластовые равнины, значительно расчлененные эрозией. Здесь отсутствуют лёссовые покровы, и почвы образуются на элювио-делювиях палеозойских осадочных пород, каменноугольных известняков, красноцветных сланцев, а в западной части — пермских красноцветных песчаников.

Среднегодовое количество осадков здесь около 800—850 *мм*, с неясным летним максимумом, смещающимся к поздневесеннему периоду в западной части зоны; средние температуры июля около 26—27°, средние температуры января — около +3°.

Коэффициент увлажнения в течение трех месяцев ниже 0,6, в остальные — между 0,6—1,0.

Растительность и почвы зоны тесно связаны с элементами рельефа; плоские пониженные равнины покрыты субтропическими вы-

сокотравными прериями, где преобладает бородач (*Andropodon fructatus*), на красновато-черных почвах. По характеру профиля и свойствам эти почвы сходны с бруниземами, но имеют красноватый цвет. Мощность гумусового горизонта около 15—20 *см*, содержание гумуса в нем не превышает 4%, с глубиной гумус убывает постепенно. Метаморфический оглиненный гор. B_m красновато-бурого цвета, тяжелого механического состава достигает значительной мощности и доходит до глубины 80—100 *см*. Глубже лежит иллювиальный карбонатный горизонт (но в ряде профилей карбонаты не обнаруживаются).

Среди красновато-черных почв прерий по понижениям рельефа распространены субтропические черные слитые почвы на монтмориллонитовых глинах (слитоземы), которые в ранних работах американских почвоведов назывались «грумосолями», а позднее — «вертисолями». Это почвы очень тяжелого механического состава, с преобладанием среди глинных минералов монтмориллонита. Подобно смолницам южной средиземноморской Европы, они сильно трещиноваты в сухое время года и набухают и заплывают во влажные периоды; часто в глубоких горизонтах оглеены.

В местах неглубокого стояния грунтовых вод появляются слитые луговые почвы, сильно оглеены, так называемые «планосоли». Многие из них имеют резко дифференцированный по механическому составу и цвету профиль. Они имеют небольшой гумусовый горизонт (5—6 *см*), под ним находится белесый пылеватый горизонт с железистыми мелкими конкрециями, резко сменяющийся очень плотным, тяжело-глинистым, оглееным, иллювиально-метаморфическим горизонтом. Планосоли принадлежат к семейству элювиально-глеевых почв; некоторые из них, особенно в южной части зоны, в области береговых низменностей, связаны с засоленными породами, содержат в глубоких горизонтах поглощенный натрий. Это субтропические слитоземные солоди.

Почвы равнин широко используются под посевы хлопчатника.

Относительно повышенные поверхности, с близким залеганием коренных пород, заняты разреженными дубовыми низкорослыми лесами (*Quercus stellata, Q. marilandica*), с богатым злаковым покровом из бородачей. Здесь развиты коричневые выщелоченные почвы сухих субтропических лесов, часто также имеющие красноватый цвет, унаследованный от почвообразующей породы. Профиль состоит из гумусового и метаморфического горизонтов; в некоторых случаях (на карбонатных породах) в нижней части профиля имеются карбонаты. Почвы нейтральны, насыщены основаниями.

Сельскохозяйственное использование этих почв, приуроченных к холмистым расчлененным территориям, привело к исключительно сильному развитию эрозии. Районы их распространения, так же как и холмистые территории, в провинции красноземов и желтоземов — это наиболее сильно эродированные земли юга Северной Америки.

Зона красновато-коричневых почв (на Почвенной карте ФГАМ зона серо-коричневых почв)

Зона занимает западную, наиболее сухую часть области сиаллитных оглиненных почв. На севере она граничит с зоной каштановых почв, на юге — достигает побережий Мексиканского залива. Она вытянута меридионально, приурочена в южной части Великих равнин и занимает плато Льяно-Эстакадо, Эдуарда и прилегающие с юга части береговых низменностей.

Количество осадков 550—650 *мм* в год, с максимумом в мае—июне, когда влага приносится со стороны Мексиканского залива.

Плато Льяно-Эстакадо и Эдуарда сложены миоценовыми известняками с очень маломощным слоем красноцветного элювио-делювия, с частыми выходами пород на поверхность, многочисленными карстовыми формами рельефа.

Здесь распространены злаковые низкотравные сухие саванны, травяной покров которых слагается травой Грамма и аристидой, а кустарники представлены низкорослым вечнозеленым дубом (*Q. emoryi*) и юккой. Они перемежаются, а на юге замещаются мескитовыми сухими колючекустарниковыми саваннами, в которых кустарниково-древесный ярус образован колючим деревом — мескитой (*Prosopis juliflora*), опунциями и юкками. Это территория штатов южный Канзас, южный Техас и западная Оклахома.

Профиль почв на рыхлых отложениях состоит из горизонтов: A_h — гумусового, B_m — метаморфического оглиненного, B_{CaCO_3} — иллювиального карбонатного, C_{CaCO_3} — карбонатной почвообразующей породы. Горизонт A_h — коричневого цвета, среднесуглинистого или легкосуглинистого механического состава, слабокислой или нейтральной реакции, содержание гумуса 1,5—3,0%. Горизонт B_m — красно-коричневый или красный, глинистый, хорошо оструктуренный, мощностью 45—50 *см*, не вскипает. Горизонт B_{CaCO_3} — красно-коричневый или желто-коричневый, со стяжениями плотными и рыхлыми карбонатов кальция, постепенно переходит в менее карбонатную, красноцветную почвообразующую породу.

Сравнение американских и австралийских красновато-коричневых почв сухих саванн, проведенное Р. Смитом (Smith, 1949), показало, что по своему профилю и свойствам они идентичны, весьма схожи и условия их образования.

Эти почвы достаточно плодородны, но использование их затруднено из-за сухости климата. Главные возделываемые культуры — хлопчатник, сорго и пшеница.

В особый район в пределах этой зоны выделяются низменные равнины вдоль побережий Мексиканского залива, занятые прибрежными болотными и луговыми почвами, а на более осушенных участках — темноцветными слитыми почвами (слитоземами).

ГЛАВА 11

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ЮЖНОЙ АМЕРИКИ

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБЩУЮ СТРУКТУРУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОНТИНЕНТА

Общий характер почвенного покрова Южной Америки определяется: значительной протяженностью континента в меридиональном направлении; наличием вдоль западных побережий горного барьера; преобладанием в экваториальном, тропических и субтропическом поясах восточного переноса влаги со стороны Атлантического океана, наличием вдоль Тихоокеанского побережья холодного Перуанского течения; преобладанием в умеренном поясе Южной Америки западного переноса влаги и наличием вдоль побережий Патагонии холодного Фольклендского течения; распространением в экваториальном и тропических поясах древних поверхностей выравнивания с мощной ферраллитной, часто сильно латеритизованной корой выветривания; распространением в субтропической части континента аллювиальных равнин; наличием в северных и южных Андах действующих вулканов и связанных с ними вулканогенных осадков.

Южная Америка — единственный континент южного полушария, простирающийся в пределы умеренного и умеренно холодного поясов. Пять географических поясов пересекают его: северный тропический, экваториальный, южный тропический, субтропический и умеренный. Большая и наиболее широкая часть континента лежит в экваториально-тропических широтах.

Континент защищен с запада высоким барьером Анд, что наряду с направлением влажных воздушных масс обусловливает характер увлажнения прилегающих равнин. Последнее особенно ярко проявляется на юге континента, где преобладает западный перенос воздушных масс. Западные склоны Анд в южном Чили получают 2000—5000 *мм* осадков, а лежащая в дождевой тени Патагония — 150—250 *мм*. Засушливость климата Патагонии усугубляется наличием вдоль Атлантического побережья холодного Фольклендского течения. Поэтому на равнинах умеренного пояса Южной Америки независимо от того, что они лежат в восточном

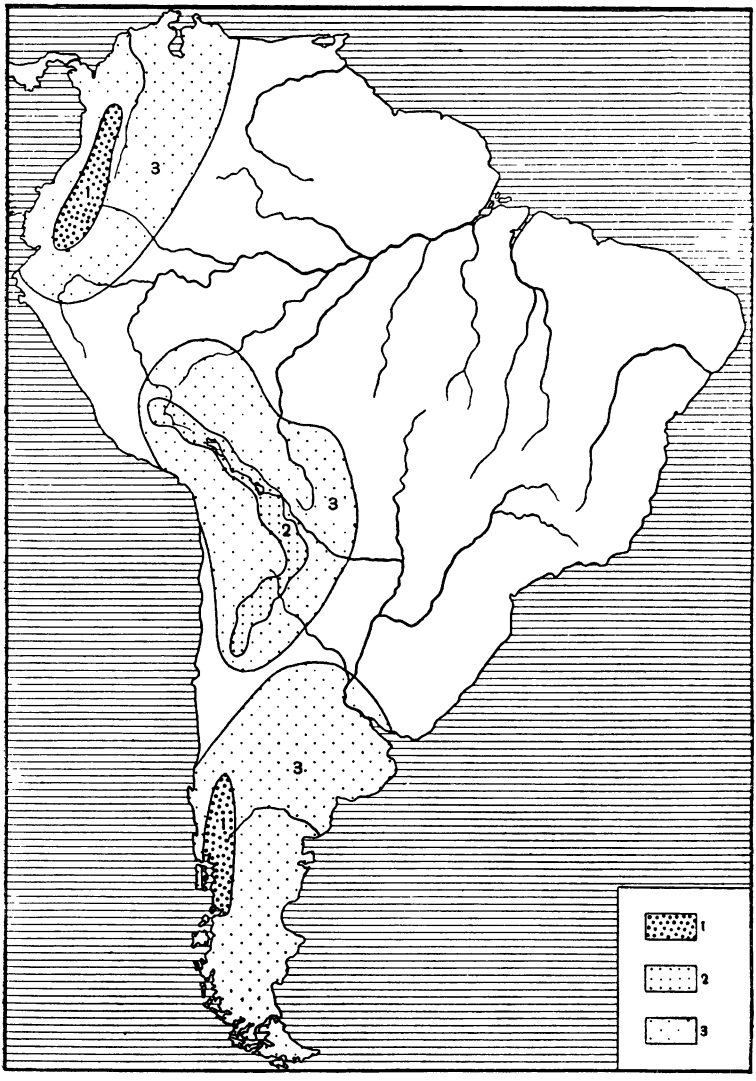


Рис. 59. Распространение вулканических пеплов в Южной Америке: 1 — ландшафты с выветрелым вулканическим пеплом; 2 — ландшафты с невыветрелым пеплом; 3 — ландшафты со слабыми пеплопадами

приокеаническом секторе, господствуют ландшафты и почвы пустынных степей и пустынь.

В субтропическом поясе, наоборот, преобладает восточный перенос влаги со стороны Атлантического океана и максимальное количество осадков (1000—2000 *мм*) выпадает на восточном побережье; внутрь континента, по мере трансформации морских воздушных масс, количество осадков уменьшается до 300—400 *мм*. Это засушливые районы внутренней Пампы и провинции Гран-Чако. Меридиональное простирание зон увлажнения обусловливает такое же направление ландшафтных и почвенных зон: на севере восточной наиболее влажной части располагаются субтропические влажные леса на красноземах и высокотравные прерии — на черноземновидных почвах; в более внутренних районах сухой пампы— субтропические черноземы, а в приандийской части, в Гран-Чако,— субтропические сухие и пустынные степи на серо-коричневых почвах в сочетании с солонцами и солончаками.

Тихоокеанское побережье и западные склоны Анд в субтропическом и тропическом поясах получают минимальное количество осадков, так как находятся под воздействием холодных юго-восточных и южных воздушных масс, поступающих с восточной периферии тихоокеанского антициклона. Сухость усиливается из-за холодного Перуанского течения, идущего вдоль западных берегов континента. Здесь господствуют пустынные ландшафты и почвы с ярко выраженными явлениями соленакопления как на низменных побережьях, так и на высоких нагорьях. Лишь к северу от экватора западные склоны Анд увлажнены более, чем восточные, за счет приноса влаги с Тихого океана юго-западными ветрами.

В экваториальном поясе, на равнинах в бассейне р. Амазонки, лежащих к востоку от Анд и получающих влагу с Атлантического океана, климат наиболее влажный, осадков от 2000 до 5000 *мм*, без существенного сухого периода. Преобладают влажные экваториальные тропические леса на желтых ферраллитных почвах. К северу и к югу, несколько асимметрично по отношению к экватору, располагаются тропические области, где 2000—1000 *мм* осадков и выражен сухой период, продолжающийся от 3 до 5 месяцев. Это зоны сезонновлажных тропических лесов и саванн на красных ферраллитных и альферритных почвах, не менее бедных, чем почвы постоянно влажных лесов; они связаны в своем распространении с древней ферраллитной корой выветривания, покрывающей большую часть поверхности Бразильского и Гвианского нагорий.

На внутренних, засушливых, несколько изолированных от Атлантического океана плато, в северо-восточной части Бразильского нагорья климат более сухой, с чем связано появление ксерофитных кустарников и редколесий на красно-бурых и красно-коричневых почвах.

В целом в экваториальном и тропических поясах зоны увлажнения совпадают с направлением термических поясов, поэтому в

этой части континента выражена широтная зональность ландшафтов и почв.

С обширными аллювиальными равнинами бассейнов рек Амазонки и Параны связано распространение современных супераквальных и палеогидрогенных ландшафтов и почв.

С горными цепями и нагорьями Анд связаны серии горных почвенных зон, существенно различных в северных, центральных и южных Андах.

Почвенно-географическое районирование Южной и Центральной Америки

На рассматриваемой территории семь почвенных секторов: Приэкваториальный тихоокеанский влажнолесной, Приэкваториальный американо-африканский влажнолесной, Южный приатлантический влажнолесной, Американо-Африканский саванно-ксерофитно-лесной, Южно-Американский лугово-степной, Андийско-Патагонский пустынный и Южный притихоокеанский суббореальный лесной (см. рис. 18). Часть секторов, как видно из схемы районирования, замыкается внутри континента, имеет небольшую протяженность.

Часть секторов имеет продолжение в Африке и образует «мосты» между двумя континентами. Горные вулканические области Центральной Америки и северных Анд входят в Приэкваториальный тихоокеанский влажнолесной сектор, включающий Малайзию и Новую Гвинею. Южный притихоокеанский лесной сектор объединяет южное Чили с Новой Зеландией.

По характеру макроструктуры почвенного покрова выделяется ряд почвенных областей (см. рис. 18):

1) горные области Андийского пояса, с сочетанием горнозональных биоклиматогенных и вулканогенных макроструктур: Центрально-Американская, Экваториальная Андийская, Центральная Андийская, Чилийско-Огнеземельская;

2) области, где наблюдается сочетание элементов равнинно- и горнозональных биоклиматогенных структур с палеоклиматогенными и неупорядоченными литогенными: Прикарибская, Центрально-Бразильская, Восточно-Бразильская, Приатлантическая;

3) области, где равниннозональные биоклиматогенные макроструктуры сочетаются с палеогидрогенными и современными гидрогенными: Амазонская, Область восточной Пампы;

4) области преобладания биоклиматогенных равниннозональных структур: Парагвайско-Прендандийская, Южно-Аргентинско-Патагонская.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПРИЭКВАТОРИАЛЬНЫХ И ТРОПИЧЕСКИХ ВЛАЖНОЛЕСНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В пределы Южной Америки входят частично или полностью три влажнолесных сектора: Приэкваториальный Тихоокеанский, При-

экваториальный Американо-Африканский и Южный приатлантический. Приэкваториальный Тихоокеанский сектор представлен двумя горными областями: Центрально-Американской и Экваториальной Андийской; Приэкваториальный Американо-Африканский сектор — одной большой Амазонской областью, включающей несколько почвенных округов; Южный приатлантический сектор — Приатлантической.

Центрально-Американская почвенная область

Узкая полоса суши Центральной Америки характеризуется значительным разнообразием биоклиматических и литолого-геоморфологических условий и, соответственно, почв.

По характеру рельефа эта территория делится на восточную низменно-равнинную часть и западную — горную. Наиболее высокие горные хребты Южная Сьерра-Мадре и Восточная (вулканическая) Сьерра-Мадре, протягивающиеся вдоль побережий Тихого океана, поднимаются до абс. выс. 3700—3800 *м*, а в наивысших точках превышают 4200—4500 *м*.

Горные массивы Центральной Америки сложены комплексом разнообразных меловых и палеоген-неогеновых осадочных пород, среди которых значительное место занимают известняки. Неогеновыми известняками сложен п-ов Юкатан. С многочисленными молодыми и ныне действующими вулканами связано распространение лав и туфов основного состава. По характеру и структуре почвенного покрова Центрально-Американская область делится на две подобласти: западную горную и восточную горно-равнинную.

Западная горная подобласть включает названные выше горные хребты и высокие плоскогорья мексиканской Центральной Месы, лежащие на 2000—2500 *м*.

Состав и структура почвенного покрова этой территории существенно различны на наветренных, влажных и подветренных более сухих горных склонах и на межгорных высоких плато.

Наиболее увлажнены юго-западные склоны Южной Сьерра-Мадре и восточные склоны Восточной Сьерра-Мадре, покрытые листопадными тропическими лесами, влажными смешанными лесами и занятые красными ферраллитными тропическими почвами, а на породах основного состава темно-красными ферраллитными почвами.

Восточная (Вулканическая) Сьерра-Мадре — это страна современных грандиозных действующих вулканов; наиболее крупные из них — Колима, Попокатепетль, Орисаба. Вулканические пеплы покрывают склоны гор и нагорья, потоки базальтовых лав и вулканические грязекаменные потоки заполняют межгорные понижения. Водно-растворимые продукты вулканических извержений, хлориды, сульфаты выносятся и накапливаются в местных понижениях рельефа — котловинах, заполненных озерными отложениями. Снеговая линия в Восточной (Вулканической) Сьерра-Мад-

ре находится на высоте 4500 *м*. Верхнюю вертикальную зону образуют субальпийские и альпийские горно-луговые почвы. На высотах от 2000 до 4000 *м* горы покрыты сосново-пихтовыми лесами и горными смешанными, хвойно-жестколистными лесами. Нагорья покрыты травянисто-акациевыми саваннами с агавами и юкками. Осадки во внутренней части провинции в пределах Центральной Месы составляют 600—800 *мм*, на склонах гор увеличивается до 1500—2000 *мм*. Максимум осадков выпадает летом. Зима сухая и ясная, температура января +8, +14°; температура мая — самого теплого месяца — +20°.

На лучшеувлажняемых склонах гор под лесной растительностью почвы сходны с красноземами и желтоземами. В пределах Центральной Месы и на нагорьях в бассейне р. Бальсак широко распространены темноцветные почвы на вулканическом пепле и на продуктах выветривания основных лав. Эти почвы содержат около 5% гумуса, слабокислые, в верхней части — нейтральные или слабощелочные, в нижней части профиля слабооглиненные, местами с горизонтом накопления карбонатов. В местных депрессиях рельефа появляются солончаковатые темноцветные луговые почвы и солончаки, сульфатно-хлоридно-содового и содового состава (Герасимов, 1968). Естественная растительность нагорий представлена травянистой саванной с господством травы Грамма и аристиды с акациями, кактусами и агавами в древесном ярусе.

Центральная Меса — наиболее населенный и используемый сельскохозяйственный район Мексики.

Восточная горно-равнинная подобласть Центрально-Американской почвенной области имеет более влажный климат. На равнинах здесь выпадает 2500 *мм* осадков в год и более, а на восточных склонах гор — до 5000—6000 *мм*. Сухие периоды здесь не выражены, повсеместно господствует лесная растительность: на равнинах — влажные тропические леса, на горных склонах — смешанные, с древовидными папоротниками. Как на равнинах, так и в горах повсеместно развиты мощные ферраллитные коры выветривания с красно-желтыми и желтыми ферраллитными почвами. В более высоком поясе гор появляются многогумусные горные ферраллитные и аллитные почвы. Выше 3800 *м* — зона кислых торфянистых горно-луговых почв.

На п-ове Юкатан, сложенном известняками, распространены более насыщенные и более богатые гумусом, чем остальные почвы подгорных равнин, темно-красные ферраллитные почвы. При близком залегании известняков на его элювии образуются насыщенные основаниями красно-коричневые почвы. Здесь склоны местами терасированы — это следы древней земледельческой культуры индейского племени майя.

Приморские низменности заняты грунтово-водными песчаными латеритными и болотными почвами, перемещающимися с песчаными иллювиально-железисто-гумусовыми подзолами.

Очень низкий экономический уровень развития стран Центральной Америки не позволяет использовать даже лучшие земли этой обширной территории.

Экваториальная Андийская почвенная область

Эта, преимущественно горная, область включает систему горных хребтов, сближающихся близ экватора и веерообразно расходящихся к северу. Горы поднимаются выше 5000 *м;* наиболее высокие вершины — вулканы. Местами, например, в Восточной Кордильере, имеются обширные выровненные поверхности, лежащие на абс. выс. 2500—3000 *м*. Большинство выровненных поверхностей покрыто мощными толщами вулканического пепла. Имеется ряд действующих или недавно потухших вулканов. В Эквадоре большинство почв, даже на крутых склонах, развиты на вулканических пеплах. Они получили название «андосолей». Эти почвы имеют мощный гумусовый темный горизонт, с прослоями пепла, переходящий глубже в коричневато- или красновато-желтый.

Для андосолей характерны: аллофановый состав илистой фракции, высокая емкость поглощения, способность к поглощению не только катионов, но и анионов, в частности PO_4, большое количество подвижного Al, очень малый объемный вес благодаря пористости вулканического стекла. В условиях влажного климата андосоли — устойчивый тип, особенно при периодическом поступлении нового вулканического материала. В периодически влажном жарком климате наблюдается более быстрая кристаллизация аллофанов в метагаллуазит или каолинит и поэтому андосоли превращаются быстрее в ферраллитные почвы.

На плоскогорьях Восточной Кордильеры, на высотах 2200—3200 *м* близ столицы Колумбии — Боготы, в условиях умеренно теплого климата, со среднемесячными температурами около 14—16° С, на андосолях выращивают кукурузу, пшеницу, бобы, картофель.

Выше 3200—3500 и до абс. выс. 4000 *м* располагается пояс «парамо» высокогорной субальпийской и альпийской кустарниково-травянистой растительности. Здесь распространены темноцветные, с грубогумусовым и мощным гумусовым горизонтом горнолуговые почвы. Более холодный климат, а главное резкие колебания суточных температур препятствуют возделыванию сельскохозяйственных культур, территории эти используются как пастбища. На плоских поверхностях плато значительные пространства заболочены.

На склонах гор, где нет существенного накопления вулканического пепла и выпадает от 3000 до 1000 *мм* осадков, наблюдается ряд высотных зон.

Верхний лесной пояс (тьерра-фриа), располагающийся в пределах 3000—2000 *м,* представлен лесами туманов (нефелогилея). К этому поясу приурочены горные бурые и кислые многогумусные бурые лесные почвы, местами оподзоленные. Средний лесной по

яс (тьерра-темплада) — от 1000—1500 до 2000—2800 *м* — это горная гилея, где господствуют горные гумусовые аллитные и горные гумусовые ферраллитные почвы.

Более низкий пояс гор и подгорные равнины (тьерра-кальенте) — особая почвенная область, простирающаяся от Гваяквила в Эквадоре до Панамского перешейка у западного склона Анд. По рельефу — это чередование низких береговых гряд и низких предгорий Анд, аллювиальных равнин речных и морских террас, эстуариев и дельт с аллювиальными наносами и местами прибрежными песчаными дюнами.

Климат преимущественно влажный, но в некоторых районах есть один или два коротких сухих периода (обычно в совокупности протяженностью менее трех месяцев). Естественная растительность — тропические леса, сменяющиеся в низких прибрежных частях заболоченными лесами и манграми.

В северной части этого пояса преобладают красно-желтые ферраллитные и красно-желтые подзолистые почвы, а на хорошо дренированных песчаных террасах появляются подзолы. На прибрежной равнине распространены гидроморфные, аллювиальные и засоленные почвы. В центральной и южной частях территории протянулись узкой полосой у подножий Анд андосоли и сопутствующие им аллювиальные и гидроморфные почвы, содержащие вулканический пепел. В южной части почвенный покров еще более разнообразен: здесь в условиях холмистого рельефа распространены несколько более плодородные почвы, переходные между насыщенными бурыми лесными и красно-коричневыми средиземноморскими. Здесь распространены также темно-красные ферраллитные почвы, развивающиеся на древнем аллювии на террасах, с большим содержанием вулканического пепла основного состава. Уровень плодородия и потребность в удобрениях здесь весьма различны, весьма разнообразно и хозяйственное использование. На наиболее плодородных и хорошо дренированных почвах на аллювии и на пеплово-вулканических почвах (андосолях) выращивают бананы и какао, на менее плодородных почвах — масличную пальму и волокнистые культуры, на бедных почвах тяжелого механического состава с плохим дренажем — рис. Местами в условиях холмистого рельефа еще сохранилась переложная культура земледелия, но она постепенно вытесняется плантациями какао или кофе, хотя кое-где это небезопасно из-за крутых склонов, маломощности почв и возможного развития эрозии. Участки гидроморфных почв и черных слитых используются под пастбища. Значительные участки плодородных почв речных эстуариев используются не полностью из-за засоления, близкого горизонта солоноватых вод и отсутствия капитальной защиты от наводнений.

Амазонская почвенная область

Эта область — самая обширная в Южной Америке, охватывает одну равнинную приэкваториальную почвенную зону желтых и

красно-желтых ферраллитных почв влажных экваториальных и тропических лесов. Она протягивается через весь континент — от восточных предгорий Анд до атлантического побережья. В пределы области входят вся Амазонская низменность, Гвианское нагорье и обрамляющая низменность с юга северная часть Бразильского нагорья. На всем протяжении области климат влажный, годовое увлажнение равномерное, иногда с одним коротким несколько более сухим периодом. Наиболее сильно увлажнена западная, предандийская, часть области и ее крайняя восточная приатлантическая часть, где годовая сумма осадков колеблется от 2000 до 5000 *мм* в год. В средней части бассейна Амазонки выпадает несколько меньше осадков — 1000—2000 *мм* в год. Господствующая растительность в Амазонской почвенной области — влажные экваториальные и субэкваториальные леса. В основной фон — сельвы — вкраплены небольшие острова травянистых саванн, приуроченных к плоским поверхностям, испытывающим сезонное затопление атмосферными водами.

Центральная часть области — собственно Амазонская низменность, наиболее широка в западной части и сужается к востоку. В пределах низменности выделяется несколько уровней: плато, сложенное третичными отложениями, образует наиболее высокий и хорошо дренированный уровень в периферической части низменности. Далее следует серия широких древних, также хорошо дренированных террас. Все эти поверхности сплошь облесены. Низкие террасы рек и предгорные котловины в предандийской части области в Колумбии и Венесуэле значительно менее дренированы, подвергаются периодическому затоплению. Они покрыты скудной травянистой растительностью с галерейными лесами вдоль речных долин. Обширные пространства низменных равнин затопляются речными водами в периоды разливов рек.

С севера и юга низменность обрамлена древними щитами: Гвианским и Бразильским нагорьями. Гвианское нагорье и северная часть Бразильского входят в рассматриваемую область. Краевые части нагорий расчленены и имеют горный характер; во внутренних частях, особенно на Бразильском нагорье, сохранились остатки древних денудационных поверхностей с волнистым или пологохолмистым рельефом, где сохранилась древняя ферраллитная кора выветривания, частично размытая и переотложенная, местами с большим количеством железистых конкреций и целых латеритных плит. На значительных пространствах приподнятых равнин поверхностный плащ представлен кварцевыми песками; наряду с белыми кварцевыми песками распространены розовые и красные, с железистыми пленками на поверхности кварцевых зерен, часто с железистыми конкрециями. Эти пески — продукты размыва древней коры выветривания кислых кварцсодержащих пород.

Продукты размыва и переотложения древней коры выветривания, в том числе и кварцевые пески, покрывают большие пространства и в пределах Амазонской низменности.

Лишь в условиях сильнорасчлененного рельефа, на обновляемых эрозией поверхностях продукты выветривания менее бедны и имеют фersиаллитный или фersиаллитно-аллитный характер.

В Амазонской почвенной области господствуют желтые и красно-желтые ферраллитные почвы. Они различаются главным образом по количеству и степени гидратации гидратов окислов железа: желтые ферраллитные содержат меньше окислов железа и оно более гидратировано, чем в красно-желтых ферраллитных. В остальном они имеют сходные свойства.

Эти почвы образуются на ферраллитной коре выветривания или продуктах ее размыва и переотложения, не содержащих каких-либо первичных минералов, кроме кварца. Вторичные минералы представлены каолинитом (или галлуазитом) и гидратами окислов железа — гематитом, гетитом, гидрогетитом. В ряде случаев присутствуют и свободные гидраты окислов алюминия — гиббсит и гидраргиллит. В илистой фракции ферраллитных почв отношение SiO_2/Al_2O_3 меньше 2. Каолинитовый состав илистой фракции обусловливает очень низкую емкость поглощения почв — обычно от 6 до 13,0 *мг·экв* на 100 *г*.

Содержание гумуса в верхних горизонтах почв около 3,0%, гумус проникает глубоко по профилю; на глубине 100 *см* содержание его около 2%. Гумус очень светлый и, как показали исследования И. П. Герасимова и О. А. Чичаговой (1964), имеет резко выраженный фульватный состав с отношением Сг/Сф — 0,5—0,4 в верхнем горизонте и 0,1—0,07 в нижнем. В составе гумуса преобладают фракции, связанные с полуторными окислами, фульвокислоты и бурые гуминовые кислоты. Это почвы кислые, pH от 3,5 до 5,5, сильно ненасыщенные (степень насыщенности в пределах 10—25%). Профиль морфологически слабо дифференцирован и включает горизонты: гумусовый (A_f) — коричневато- или желтовато-черный, рыхлый, мощностью 5—10 *см*. Под ним находится мощный метаморфический гор. B_m — желто-бурого или красно-бурого цвета, рыхлый, хорошо агрегированный, пронизанный ходами термитов, хорошо воздухо- и водопроницаемый, без заметных признаков вмывания в него илистых частиц. На глубине 100—150 *см* окраска становится ярче — красной или оранжевой. Переход от гор. B_m к почвообразующей породе хорошо заметен по изменению структуры и появлению зоны «литомаржа» — коры выветривания, сохранившей структуру исходной породы. Особенно хорошо видна эта граница в почвах, образовавшихся на коре выветривания, лежащей in situ.

Низкое содержание гумуса, малая емкость поглощения, отсутствие первичных минералов — источника оснований, низкое содержание фосфора, азота и микроэлементов обусловливают очень низкое плодородие этих почв и ограничивают их использование в сельском хозяйстве.

Наряду с желтыми и красно-желтыми ферраллитными почвами в этой зоне распространены и другие зональные типы, характер

которых тесно связан с составом почвообразующих пород и со стадией развития рельефа.

Там, где древние поверхности выравнивания подверглись сильному расчленению, например на Гвианском нагорье, и древняя кора выветривания смыта, на продуктах выветривания массивных пород появляются несколько более плодородные по сравнению с красно-желтыми ферраллитными почвы. На основных извереженных породах, особенно на норитах, формируются темно-красные, ферраллитные почвы, с более высоким содержанием гумуса, хорошо выраженной структурой, большим содержанием окислов железа, менее кислые; почвоведы Бразилии относят подобные почвы к особым эутрофным красновато-коричневым латеритным; однако на сланцах или на песчаниках образуются даже при неглубоком залегании коренной породы бедные (дистрофные) ферраллитные почвы.

В понижениях рельефа при близком залегании грунтовых вод распространены грунтово-водные латериты — почвы с горизонтами железистых конкреций, образующих сплошные железистые плиты. На древних поверхностях выравнивания распространены реликтовые латеритные почвы и плиты, не связанные с современным уровнем грутовых вод, но свидетельствующие о его прежнем более высоком стоянии.

Различия рельефа и почвообразующих пород приводят к дифференциации почвенного покрова внутри области и позволяют выделить ряд почвенных округов: Амазонский низменный, Гвианский, Бразильский и Приатлантический.

Амазонский низменный почвенный округ желтых ферраллитных, грунтово-водных латеритных, болотных почв и песчаных подзолов. Эта территория лежит на абс. высоте ниже 200 *м* и представляет собой аллювиальную равнину с широкими террасами и широкими речными долинами. Степень расчлененности рельефа мала, за исключением территорий, примыкающих к Бразильскому нагорью. Климат влажный, без резко выраженного сухого сезона. Большая часть территории покрыта тропическим влажным лесом, с небольшими участками травянистых саванн, приуроченных к плоским, слабодренированным поверхностям.

Почвы этого округа преимущественно желтые ферраллитные, с низким содержанием окислов железа и гиббсита, очень кислые, сильно ненасыщенные, часто легкого механического состава. Широко распространены бедные грунтово-водные латеритные почвы с сопутствующими гидроморфными. Эти почвы низкого естественного плодородия. Несколько более плодородные почвы встречаются небольшими массивами в местах, где рыхлые отложения содержат продукты выветривания основных пород и известняков.

Значительная часть территории занята почвами на молодом аллювии. Это торфянисто-болотные и перегнойно-болотные почвы. Низкие террасы, сложенные кварцевым песчаным материалом, заняты очень бедными, кислыми песчаными почвами.

Большое количество поступающих органических остатков и большая подвижность гумуса (преимущественно его фульватный состав) обусловливают формирование на песчаных террасах мощных иллювиально-гумусовых подзолов, часто с признаками грунтового увлажнения. Воды многих рек и ручьев бассейна Амазонки настолько богаты органическим веществом, что имеют темный цвет. Местами на высоких террасах встречаются в виде маленьких, слегка повышенных участков пятна черных, относительно плодородных почв. Это «terra preta» — культурные почвы, созданные в течение длительной земледельческой обработки индейскими племенами и в настоящее время оставленные, но не утратившие созданного трудом плодородия. Их темная окраска обусловлена большим количеством включений древесного угля.

Пришлое население менее успешно осваивает и преобразует землю. Подобно индейцам, многие селятся близ рек — главных путей сообщения страны, но большинство ведет переложную систему земледелия для получения кормовых злаков и лишь немногие пытаются использовать земли под постоянные культуры.

Самой примитивной земледельческой практикой в этом районе является выжигание леса, этим путем в течение нескольких сезонов получают урожай, затем покидают использованную территорию. Несколько лучше система «севооборота» леса и земледельческих участков, практикуемая близ г. Браганка. Здесь на аллювиальных гидроморфных почвах выращивают рис, сахарный тростник, джут, а на песчаных почвах — черный перец, идущие в продажу.

Большие пространства на желтых ферраллитных и железистоконкреционных (латеритизованных) ферраллитных почвах и хорошо дренированных аллювиальных почвах заняты каучуковыми плантациями; табак и некоторые волокнистые культуры также приурочены к песчаным ферраллитным почвам.

Гвианский возвышенный почвенный округ красно-желтых ферраллитных и красно-желтых ферсиаллитных оподзоленных почв, латеритов и маломощных каменистых почв горных склонов.

Территория — изолированный северный участок Бразильского щита, имеет холмистый и горный рельеф, с несколькими уровнями хорошо сохранившихся от эрозии древних денудационных поверхностей и с несколькими более молодыми поверхностями, образующими более низкие ступени. Абсолютные высоты в этом районе колеблются от 0 до 1500 *м*, а отдельные столовые возвышенности достигают 2000 *м*. Наиболее высокая точка Гвианского нагорья гора Рораира превышает 3000 *м*. Климат на большей части территории округа находится на грани гумидного и субгумидного с двумя короткими, но четко выраженными сухими периодами. Естественная растительность — тропические влажные леса, а на молодых денудационных поверхностях (район Руппини) — травянистые саванны. Небольшие острова травянистой растительности вкрапле-

ны в лесные массивы, большинство из них антропогенного происхождения.

Красно-желтые ферраллитные, феррсиаллитные и подзолистые почвы района развиты на покатых и крутых склонах, соответственно на аргиллитах, алевролитах и кварцевых песчаниках. На основных изверженных породах и их делювии встречаются темно-красные (красновато-коричневые) ферраллитные почвы. Эти почвы высоко ценятся индейскими фермерами.

В горах встречаются небольшие участки с относительно выровненным рельефом, где распространены ферраллитные почвы с большим содержанием железистых конкреций. Бедные грунтово-водные латериты, кварцево-песчаные кислые почвы на розовых и белых песках распространены на древних денудационных поверхностях, часть которых (особенно наиболее высоких) имеет мощные древние горизонты настоящих латеритов. Довольно широко в этом районе распространены маломощные каменистые почвы.

На неулучшенных пастбищах в районах травянистых саванн развито скотоводство, а на склонах горных долин есть маленькие участки переложного земледелия.

Бразильский возвышенный почвенный округ красно-желтых и темно-красных ферраллитных почв и кварцево-песчаных почв.

Эта территория преимущественно влажного климата, с коротким сухим сезоном; густо облесена. Абсолютные высоты колеблются в пределах от 200 до 1000 *м*. Рельеф — преимущественно холмистые плоскогорья, с широкими вершинными поверхностями, наклоненными на север. Почвы округа слабо изучены. По немногочисленным наблюдениям здесь встречаются красно-желтые и темно-красные ферраллитные почвы на продуктах выветривания сланцев и филлитов. На слабоволнистых поверхностях возвышенностей, сложенных песчаниками, распространены кварцево-песчаные кислые почвы (кварцевые регосоли). В холмистых районах формируются красно-желтые подзолистые почвы. В депрессиях, на рыхлых наносах возможно образование желтых ферраллитных почв.

Земледельческое освоение этой территории очень слабое; она пересечена лишь одной дорогой. Некоторые реки судоходны. Способ передвижения — пешеходный или воздушный. Коренное население очень редкое, занимается преимущественно сбором естественных плодов и растений и охотой и лишь местами ведет переложное земледелие для получения основной пищевой культуры — маниоки.

Почвы имеют очень низкий уровень плодородия; в случае их использования на значительных площадях возникает опасность эрозии, особенно красно-желтых подзолистых почв на склонах. Почвы нуждаются в регулярном удобрении, если их использовать постоянно.

Приатлантический почвенный округ приморских кислых солончаковых, болотных и песчаных почв.

Большая часть Приморской низменности лежит на высотах ме-

нее 50 *м* над ур. моря; уровень грунтовых вод высокий, воды часто засолены; берег очень пологий, во многих местах с полосой маршей и мангровых лесов. Береговая зона наращивается за счет наносов, выносимых реками, особенно Амазонкой и Ориноко. Климат тропический, с двумя короткими и неясно выраженными сухими периодами. Естественная растительность тесно связана с характером почв. Здесь распространены мангровые болотные леса с *Avicenna* и *Rhizophora*, тростниковые (камышовые) болота, тропические леса и саванны с редкими ксерофитными кустарниками.

Преобладают гидроморфные почвы, развивающиеся на голоценовых отложениях эстуариев и морских наносах: иловато-глеевые, минеральные глеевые и приморские засоленные. В этих почвах присутствуют минералы иллит-монтмориллонитовой группы, что существенно отличает их от большинства других почв Амазонского округа, имеющих каолинитовый состав.

Кислые сульфатные почвы с очень низкими значениями pH — отличительная черта округа. Они приурочены к элементам рельефа, где уровень вод периодически опускается и происходит окисление сульфидов, обычно присутствующих в восстановленных недренированных почвах побережий. Кислые сульфатные почвы часто содержат много подвижного алюминия, что так же, как и большая кислотность почв, обусловливает их бесплодие в течение ряда лет после осушения. Большинство болотных почв в нижних горизонтах засолены.

В Гвиане и на о. Маражо, в удаленных от побережья частях равнины, сложенных более древними наносами, встречаются бедные грунтово-водные латериты, с умеренным накоплением конкреций железа и с незатвердевшим плинтитом (ожелезненным горизонтом).

Еще более отдаленные от моря части равнины сложены ожелезненными и белыми (отбеленными) кварцевыми песками, с участками грунтово-водных, богатых конкрециями латеритов. Местами латеритный панцирь появляется на поверхности. На песках большинство почв имеет профиль иллювиально-гумусового подзола, где хорошо выражен гумусово-иллювиальный гор. B_h.

Сельскохозяйственное освоение этой территории началось с осушения гидроморфных почв на молодых отложениях. В Гвиане они были освоены с помощью дешевого рабского труда: были осушены (превращены в польдеры) и дренированы эти наиболее плодородные участки «переднего края» земель. Осушенные почвы — основная база под плантации сахарного тростника в Британской Гвиане, они используются также под культуру риса, либерийского кофе, бананов и какао. Там, где обвалование и дренаж устроены достаточно хорошо и уровень грунтовых вод контролируется, продуктивность земель достаточно высокая. Почвы имеют тяжелый механический состав, часто даже слишком тяжелый для интенсивной механической обработки. Уход за культурными почвами

стóит довольно дорого: ежегодно нужно ремонтировать насыпи и исправлять дренажную сеть; существенные осложнения вносят колебания уровня засоленных грунтовых вод.

Пояс торфянистых болотных почв в настоящее время не используется, их освоение возможно лишь в условиях дренажа. Белые и ожелезненные песчаные почвы внутренних частей низменности — это грубые пастбища и лесные территории. Иловато-глеевые, минеральные глеевые почвы и приморские солончаки о. Маражо заняты хорошими естественными пастбищами, но они непригодны для возделывания зерновых культур, кроме некоторых сортов риса.

Большинство бедных грунтово-водных латеритов неплодородны, многие участки заболочены или подвергаются периодическому затоплению. Скот, выпасающийся на пастбищах с латеритными почвами, часто страдает от недостатка минеральных веществ в кормах.

Приатлантическая влажнолесная почвенная область

Область располагается между 5 и 23° ю. ш. Она охватывает восточную наиболее приподнятую, до абс. выс. 800—2000 *м,* сильнорасчлененную часть Бразильского нагорья и его восточные склоны, обращенные к Атлантическому океану. Эта область хорошо увлажнена. Восточные склоны береговых Сьерр получают 1500—2200 *мм,* а на юге — до 4500 *мм* осадков в год, при равномерном в течение года увлажнении или коротком сухом периоде. Очень велика относительная влажность воздуха. Здесь выделяются два почвенных округа: Северо-Восточный Бразильский и Юго-Западный Парано-Уругвайский.

Северо-Восточный Бразильский почвенный округ. В почвенном покрове преобладают очень бедные красно-желтые, ферраллитные и красно-желтые подзолистые ферраллитные почвы под влажнотропическими лесами. На высоте около 2000 *м* появляются листопадные леса на гумусных ферраллитных кислых почвах, а там, где вершины достигают 2100—2200 *м,* леса исчезают и сменяются горными торфяниками.

В нижнем поясе влажнотропических лесов среди красно-желтых ферраллитных почв нередки несколько более плодородные темно-красные ферраллитные, связанные или с элюво-делювием менее кислых пород, или с относительно сухими районами, где уменьшается степень выщелачивания почв.

Как правило, ферраллитные почвы приурочены к высоким поверхностям, особенно в южной части округа, и к древним денудационным уровням. Большинство молодых эрозионных поверхностей на низких уровнях в долинах заняты красно-желтыми оподзоленными ферсиаллитными почвами, степень плодородия которых варьирует от низкой до средней. По долинам рек распространены аллювиальные и гидроморфные почвы.

В производстве сельскохозяйственных культур этот округ занимает особое место, так как он располагается между двумя большими городами: Рио-де-Жанейро и Сан-Паулу. Леса до абс. высоты 500—700 *м* вырублены. Здесь выращивают различные культуры, а внесение удобрений повышает плодородие почв. Отдаленность затрудняет сельскохозяйственное использование отдельных частей округа, и они заняты естественными лесами. В ряде районов округа пашни заброшены из-за падения плодородия и развития эрозии почв. Почвенная эрозия, особенно красно-желтых подзолистых почв, — фактор, ограничивающий развитие земледелия. Эти почвы имеют уплотненный горизонт плохой водопроницаемости и менее прочную структуру.

Почвы речных долин ранее слабо осваивались из-за затопления и отсутствия дренажных систем. В связи с развивающейся агротехникой их значение возрастает и в настоящее время они используются в земледелии и садоводстве.

В штате Минас-Жерайс и близ Сан-Паулу красно-желтые оподзоленные почвы часто каменисты, что еще более осложняет их использование.

У подножий гор тянется узкая полоса Приатлантической береговой низменности, местами она расширяется до 50 *км*. Абсолютные высоты лежат в пределах от 0 до 350 *м*. Здесь выделяется несколько геоморфологических уровней и связанных с ними сочетаний почв:

1) низменные аккумулятивные поверхности с близким уровнем грунтовых вод заняты дерново- и перегнойно-глеевыми малогумусными глеевыми и аллювиальными почвами, которые часто сочетаются с хорошо дренированными почвами низких холмов;

2) древние приподнятые морские террасы, местами значительно расчлененные, в северной части приморской низменности штата Рио-де-Жанейро, Эспириту-Санту, Южной Бахии и местами в Пернамбуку заняты каолинитовыми желтыми ферраллитными почвами, весьма напоминающими почвы бассейна Амазонки. В северной части района на террасах расположены также бедные красно-желтые подзолистые почвы, сильно ненасыщенные, представляющие собой переходные образования к грунтово-водным латеритным почвам и местами к подзолам;

3) низкохолмистый рельеф, выработанный в изверженных породах и реже в глинистых сланцах, характеризуется бедными красно-желтыми подзолистыми почвами, местами несколько более насыщенными основаниями. Последние широко используются под разнообразные тропические культуры.

Юго-Западный Парано-Уругвайский почвенный округ располагается в пределах базальтового плато, наиболее высокие части которого лежат на высоте 1500 *м*. В рельефе выражен ряд поверхностей, известных под названием «планальто» («planaltos»), уровень которых повышается от бассейна Параны на восток. Низкие планальто, тянущиеся вдоль долины Параны, имеют характер вол-

нистых или холмистых поверхностей, по мере поднятия планальто долины рек — притоков Параны — врезаны более глубоко и образуют узкие ущелья, расчленяющие плато на изолированные ступенчатые поверхности. Некоторые из них сложены траппами и базальтами, другие метаморфическими глинистыми сланцами и песчаниками. Климат округа — субтропический влажный (без сухого периода). Зимой температура понижается до 4°, и почти каждый год бывают морозы. Среднегодовые температуры +12—13°. Тропические леса проникают в этот округ лишь по долинам рек.

Низкие плато заняты хвойно-лиственными субтропическими лесами; на высоких плато господствуют хвойные араукариевые леса *(Araucaria angustifolia);* с участками высокотравных прерий. Под хвойными лесами располагаются темно-бурые ферраллитные и фersиаллитные почвы, кислые, сильно ненасыщенные, с высоким содержанием поглощенного алюминия, мощным гумусовым горизонтом. Под травянистой растительностью развиты красновато-черные почвы субтропических прерий «руброземы», как их назвали Саймонсон и Бромао (Simonson, Bromao).

На высотах между 400—800 *м* под хвойными и смешанными лесами и участками прерий распространены темно-красные ферраллитные и фersиаллитные почвы на продуктах выветривания базальтов. Они имеют менее кислую реакцию и более высокую емкость поглощения, чем типичные темно-красные ферраллитные почвы.

В относительно более сухих долинах, открытых на запад, появляются почвы сиаллитного состава, сходные с красно-коричневыми «средиземноморскими»; они более насыщенные, имеют оглиненный метаморфический и хорошо развитый гумусовый горизонты. Это придает им сходство также и с красновато-черными почвами прерий.

На кислых породах, особенно на песчаниках, появляются бедные оподзоленные красноземы и желтоземы.

Земледельческое использование почв осложняется очень сильным проявлением эрозионных процессов; и большая часть территории занята пастбищными и лесными угодьями. В более сухих долинах имеются виноградники, табачные плантации и посевы сои.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ САВАННО-КСЕРОФИТНО-ЛЕСНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В пределы Южной Америки входят северная и южная ветви подковообразного Американо-Африканского саванно-ксерофитно-лесного сектора. Северная ветвь включает одну Прикарибскую почвенную область, южная, охватывающая Бразильское нагорье и Предандийские равнины в субтропическом поясе континента, — три почвенные области: Центрально-Бразильскую, Восточно-Бразильскую и Парагвайско-Предандийскую.

Прикарибская почвенная область

Область занимает северную субэкваториальную часть континента — равнины Льянос-Ориноко, горные цепи Северо-Восточных Анд (Сьерра-де-Мерида, Сьерра-де-Периха, Карибские Анды и низменности северного побережья Маракаибо, Магдалена-Каука) и Большие и Малые Антильские острова. Наиболее хорошо изучен почвенный покров северной островной области, а именно о. Куба. Первое описание почв о. Куба было дано Беннетом и Алисоном (Bennet, Allison, 1928), а в последние годы советскими почвоведами И. С. Степановым (1964) и С. В. Зонном (1968). Ряд почвенных исследований был проведен на Ямайке (Hardy, Croucher, 1933). Общее описание почв бассейна Ориноко сделано Райтом и Беннема (Wright, Bennema, 1965).

Положение в субэкваториальных и тропических широтах обусловливает сезонный ритм увлажнения в Прикарибской почвенной области. Особенно контрастны по увлажнению в зимний сухой и летний влажный периоды равнинные территории. На равнинах господствует саванновый и ксерофитно-лесной тип растительности, сменяющийся безлесными травянистыми группировками на низменностях, испытывающих периодическое затопление.

В континентальной части области выделяются три почвенных округа: Льянос-Ориноко, Северо-Восточных и Карибских Анд и Прикарибской низменности.

Округ Льянос-Ориноко представляет собой обширную безлесную область, покрытую травянистыми и пальмовыми саваннами, располагающуюся между Гвианским нагорьем и Карибскими Андами и охватывающую бассейн Ориноко. Для этой территории характерна длительная сухая зима, продолжающаяся с октября по март, и влажное лето при общем количестве годовых осадков 750—1000 *мм*. По характеру рельефа и почвенному покрову округ делится на две части: западную низменную и восточную возвышенную. Западные Льянос — плоская аллювиальная равнина с абс. выс. около 50 *м*. В дождливый период, при подъеме уровня воды в реках равнина заливается водой и превращается в обширное озеро. С началом сухого периода эти пространства освобождаются от воды и покрываются травянистой растительностью. Здесь преобладают болотные и различной степени заболоченные почвы, широко распространены грунтово-водные латериты. Наиболее повышенные и относительно сухие участки заняты очень бедными красно-желтыми ферраллитными, часто сильно латеритизованными почвами. Земледелие не развито, территория используется как пастбища.

Восточные Льянос — повышенные равнины, лежащие на абс. выс. 200—300 *м*, расчленены эрозией на отдельные столовые останцы — мезас, на поверхности которых сохранилась лежащая in situ ферраллитная кора выветривания. Восточные Льянос менее увлажнены, чем западные; сухой период здесь более продолжите-

лен. Растительность представлена низкотравными саваннами с ксерофитными кустарниками. На поверхности останцовых возвышенностей на древней ферраллитной коре выветривания располагаются очень бедные красные ферраллитные почвы. На выходах карбонатных пород появляются менее кислые, часто насыщенные кальцием красно-коричневые фersиаллитные почвы. Местами распространены бедные кварцевые песчаные почвы. Территория используется в качестве пастбищ. Местами сильно развита ветровая эрозия почв.

Горный округ Северо-Восточных и Карибских Анд получает большое количество осадков и покрыт лесами; нижний горный пояс до высоты 1000—1500 *м* занят горными ксерофитными лесами на красных фersиаллитных и красно-коричневых почвах. Более высокий пояс образуют мезофитные леса и тропические горные леса на горных красно-желтых и красных фersиаллитных и ферраллитных гумусных почвах. На высотах 2500 *м* и выше располагаются горные влажные леса холодного пояса на кислых горных многогумусных бурых лесных почвах. В сухих межгорных долинах распространены почвы, напоминающие коричневые средиземноморские и бруниземы. Почвы горных склонов и долин используются преимущественно в поясе мезофитных лесов под плантации кофе. На более низких уровнях по террасам рек располагаются плантации какао.

Округ Прикарибской низменности северной части Венесуэлы и Колумбии занят красными ферраллитными и ферритными почвами сезонновлажных тропических лесов и саванн и красно-коричневыми почвами сухих редколесий. Большие пространства во впадине Маракаибо и на аллювиальных равнинах р. Магдален занимают болотные почвы. Во многих почвах округа имеется значительная примесь вулканического пепла. Эти почвы выделяются более высоким уровнем плодородия.

Столь же сложный и пестрый почвенный покров имеют острова Вест-Индии, что обусловлено устройством рельефа (многие острова гористы) и разнообразием почвообразующих пород.

Влияние пород на характер почв Кубы подробно изучен С. В. Зонном. На острове распространены преимущественно осадочные породы: меловые и юрские известняки, песчаники, сланцы, третичные известняки и мергеля, местами ультраосновные изверженные породы — серпентиниты. Древняя кора выветривания на большей части территории смыта. Продукты ее размыва, смешанные с менее выветрелым делювием различных по составу пород, слагают плащ делювиальных и аллювиальных четвертичных отложений на подгорных шлейфах и приморских равнинах. Среди последних распространены двучленные наносы, верхняя часть которых образована слоем кварцевых песков, подстилаемых глинисто-супесчаными отложениями. Местами на равнинах распространены монтмориллонитовые глины, местами карбонатные и содержащие сульфаты. Среднее годовое количество осадков на

равнинах острова колеблется от 765 до 1795 *мм*, а в горных районах составляет 2200 *мм* и более. Увлажнение в течение года неравномерное, засушливый период длится 5—6 месяцев. Температура января более 20°, а средняя температура июля достигает 29°. Предполагается, что в прошлом здесь господствовала лесная растительность, представленная влажнотропическими и сухими сосновыми лесами (*Pinus caribea, P. tropicalis*). В настоящее время леса исчезли и замещены антропогенной саванной с суккулентными кустарниками (чапараль), а на большей части равнин — плантациями.

Травянистые безлесные саванны, так же, как и в Льянос-Ориноко, приурочены к пониженным поверхностям равнин, во влажное время года затопляемым. Застою вод способствует плохая водопроницаемость почв, близко подстилаемых плотными породами или имеющих в пределах профиля сцементированные латеритные панцири. Широкое развитие известняков и серпентинитов существенно влияет на характер почвенного покрова. С продуктами выветривания этих пород связаны глинистые красные ферраллитные почвы слабокислые или нейтральные, насыщенные основаниями емкостью поглощения 15—26 *мг·экв* на 100 *г*, содержанием гумуса в верхнем горизонте 3—4%. Отношение SiO_2/Al_2O_3 в илистой фракции этих почв колеблется в широких пределах, но в нижних горизонтах обычно меньше 2. С. В. Зонн обогащение почв кальцием связывает с боковым поверхностным притоком вод, стекающих с известковых массивов, и называет подобные почвы красными ферраллитно-кальциевыми. Эти наиболее плодородные почвы широко используются в земледелии, особенно под культуру сахарного тростника.

Красные ферраллитные кислые почвы связаны с гнейсами, железистыми песчаниками и мраморизованными, содержащими кварц, известняками.

На продуктах выветривания серпентинитов образуются особые ферритные почвы, в которых содержание Fe_2O_3 составляет от 40 до 70%, значительная часть его находится в окристаллизованной форме. Реакция этих почв близка к нейтральной, содержание гумуса в верхних горизонтах — около 4%, почвы насыщены основаниями, наряду с поглощенным кальцием очень много поглощенного магния (до 60—70% от суммы поглощенных оснований). Ферритные почвы слабо оструктурены и подвержены эрозии, что затрудняет их сельскохозяйственное использование.

С продуктами выветривания мергелей связаны темноцветные гумусные карбонатные почвы, вскипающие с поверхности, — аналог перегнойно-карбонатных почв, или «рендзин». Эти почвы сильно оглинены. Местами они приобретают черты коричневых почв сухих лесов и кустарников, свойственных сухим субтропикам.

На равнинах почвенный покров также весьма разнообразен. С монтмориллонитовыми глинами связаны темноцветные слитые почвы (слитоземы). Значительная часть их находится или находи-

лась в недавнем прошлом под воздействием грунтовых вод. На приморских равнинах распространены глеевые слитоземы, с некоторым накоплением в верхних горизонтах хлоридов натрия, а в глубоких горизонтах — соды. На древнеаллювиальных равнинах, например в западной части провинции Ориенте, слитые почвы не оглеены и незасолены, карбонаты выщелочены с поверхности до глубины 35—40 *см*.

Содержание гумуса несмотря на интенсивно черный цвет слитоземов в верхней 40-сантиметровой толще 2,5—3,0%. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, отношение Сг/Сф — 2,2. Процессам монтмориллонитизации этих почв способствует широкое распространение в солесборных бассейнах магнийсодержащих пород: доломитов и серпентинитов. На сиаллитный состав глинистых отложений и слитых почв указывает высокое отношение SiO_2/Al_2O_3 в илистой фракции, составляющее 3,3—4,3. Обилие монтмориллонита обусловливает высокую емкость поглощения — от 37 до 62 *мг·экв* на 100 *г*.

Слитоземы относятся к наиболее плодородным почвам равнин и широко используются в земледелии, преимущественно под культуру сахарного тростника.

Глинистые равнины перемежаются с песчаными, сложенными с поверхности кварцевыми песками, подстилаемыми на небольшой глубине более тяжелыми отложениями, а местами плотными породами. Их образование связано с продуктами выветривания кислых кварцсодержащих пород: гнейсов, песчаников. Значительные пространства песчаных равнин — это широкие речные и морские террасы и древние дельты. К песчаным равнинам приурочены наиболее бедные почвы, часто с глеево-элювиальными отбеленными поверхностными горизонтами и накоплениями железистых конкреций в нижней части профиля. Плодородие их низкое; используется под посевы трав и древесные посадки.

Центрально-Бразильская почвенная область

Область охватывает внутреннюю часть Бразильского нагорья. Почвенный покров этой территории изучен слабо. Растительность представлена чередующимися двумя типами группировок: древесно-кустарниковой растительностью кампос-серрадос и открытых саванн — кампос-лимпос. В пределах области есть участки тропического леса, приуроченные к речным долинам и некоторым изолированным, часто каменистым, возвышенностям.

Господствует на Бразильском нагорье кампос-серрадос — ксерофитная кустарниковая саванна, с разреженным травянистым покровом из жестких дерновинных злаков и невысокими деревцами и кустарниками (*Curatella americana, Qualea grandiflora, Platimeria reticulata* и др.).

Климат нагорья — переменно-влажный; общее количество осадков 1500—2000 *мм*, но в зимний период выпадает лишь 75—

100 *мм*. Во время летних ливней в условиях расчлененного рельефа идет интенсивный смыв почв и рыхлых горизонтов коры выветривания. Значительные площади здесь покрыты перемытыми, очень бедными кварцевыми песками.

Большая часть почвенной области — древняя денудационная поверхность, лежащая на высотах 300—500 *м*, с отдельными приподнятыми участками абс. выс. 700—800 *м*, имеющими черты более молодого рельефа. Денудационные поверхности покрыты древней ферраллитной корой выветривания.

Почвы области представлены так называемой «фазой серрадо» — красных и темно-красных ферраллитных почв как легкого, так и тяжелого механического состава. Другую широко распространенную группу образуют красные и желтые кислые песчаные почвы (кварцевые регосоли).

Красные ферраллитные почвы саванн Бразильского нагорья весьма схожи с красно-желтыми почвами тропических лесов. Это обусловлено специфическим составом почвообразующих пород — ферраллитных кор выветривания, а также, возможно, реликтовыми чертами самого профиля почв, переживших в четвертичное время фазы большего увлажнения. Отличия от лесных почв состоят: в более яркой красной окраске из-за дегидратации в сухие периоды гидратов окислов железа, меньшем содержании гумуса, сходным по составу с гумусом лесных почв (преобладают фульвокислоты); несколько большей емкости поглощения (около 10 *мг·экв* на 100 *г*).

В северной части области широко распространены красные ферраллитные почвы с железистыми конкрециями. Во многих долинах, особенно в районе Бананаль, встречаются луговые глеевые почвы, торфянистые болотные и грунтово-водные латериты. В восточной части имеются на выходах кварцитов маломощные каменистые почвы.

Характерная для Бразильского нагорья растительность «серрадо», возможно, обусловлена не только летней засухой, но также и очень низким содержанием доступных растениям питательных веществ: небольшие массивы почв с более высоким естественным плодородием, часто связанные с известняками, подобно красно-коричневым средиземноморским почвам близ г. Бразилиа, покрыты лесной растительностью, несмотря на летнюю засуху.

Низкое плодородие ограничивает сельскохозяйственное использование почв. Земледелие в основном примитивное: при малоэффективном внесении лишь органических остатков от растительности «серрадо». Для повышения плодородия почв требуется не только внесение удобрений, но также и микроэлементов, так как растения здесь нуждаются в цинке, боре, сере.

Очень бедны и малоплодородны почвы северо-восточной части области — района, называемого «Meio Norte». Абсолютные высоты здесь около 300 *м*, лишь в области водоразделов до 500 *м*. Характер рельефа разнообразен. В краевой части это волнистые и

холмистые равнины с отдельными останцами «мезасами», имеющими плоские вершины. Во внутренних частях плато более приподняты, а пространства между ними более расчленены. Большая часть территории низменного района покрыта лесами, которые вдоль рек и ручьев в виде галерейных лесов проникают в глубь территории. Наиболее высокие поверхности покрыты растительностью «серрадо», переходящей в тропический лес. В этой переходной зоне обычны пальмы (*Babucu palm*). Климат субгумидный, в некоторые годы сухой период продолжается до 7 месяцев.

Наиболее широко распространены здесь латериты и ферраллитные почвы с большим количеством железистых конкреций. Часть этих конкреционных ферраллитов и конкреционных красно-желтых подзолистых почв приурочена к древним денудационным поверхностям, на которых весьма обычны также красные и желтые кислые пески (кварцевые регосоли). Местами встречаются красно-желтые ферраллитные почвы без железистых конкреций.

За исключением некоторых гидроморфных почв, приуроченных к низменностям, все остальные почвы исключительно малоплодородны. Кроме того, эти территории подвержены засухам. Местные ирригационные устройства возможны на низменностях, орошаемых реками с постоянным течением. Орошение почв плато возможно лишь за счет ресурсов подземных вод, но осложняется широким распространением почв песчаных и с обильными конкрециями, сильноводопроницаемых. На почвах низменностей на небольших освоенных участках выращиваются рис, хлопчатник и ведется скотоводческое хозяйство.

Несколько более плодородны почвы южной части Центрально-Бразильской почвенной области. Абсолютные высоты колеблются от 200 до 800 *м*. В дотретичное время это была депрессия в пределах Бразильского щита в бассейне Параны, она выполнена осадочными и вулканическими основными породами. Сейчас это — волнистая или холмистая равнина с остатками третичной эрозионной поверхности. Она слегка расчленена рядом рек и потоков, принадлежащих бассейну современной Параны. Раньше эта территория была покрыта лесом с включениями участков «серрадо», часто приуроченных к бедным песчаным почвам на древней денудационной поверхности.

Климат этой части тропический, но с довольно низкими зимними температурами и даже сильными морозами. Годовая сумма осадков около 1500 *мм*.

Наиболее распространены почвы, связанные с продуктами выветривания базальтов, песчаников и сланцев. Преобладают темно-красные ферраллитные почвы (terra roxa legitima) в местах выхода базальтов. Не менее распространены почвы такого же цвета, но с глинистым иллювиально-метаморфическим горизонтом — terra roxa estructurada, или красновато-коричневые ферраллитные почвы высокой степени насыщенности. Они развиваются на более молодых поверхностях, на траппах. Встречаются ферраллитные

почвы среднего механического состава на продуктах выветривания песчаников. Более бедные красно-желтые ферраллитные почвы образуются на гнейсах, а красно-желтые подзолистые почвы — на сланцах и песчаниках. Большинство красно-желтых оподзоленных почв бедны, содержат мало оснований, но на гнейсах и песчаниках с карбонатным цементом они более богаты основаниями и, подобно terra roxa estructurada, наиболее плодородные почвы области. Имеются массивы кислых желтых и белых песчаных почв, приуроченных к древним денудационным поверхностям с выходами песчаников.

Участки, освоенные под земледелие, непостоянны. Многие из них, когда-то расчищенные из-под леса, использовались под кофейные плантации, а затем по мере понижения плодородия почв и из-за отсутствия удобрений были заброшены. Лишь на темно-красных ферраллитных почвах и на некоторых наименее бедных красно-желтых подзолистых почвах удается получать более устойчивые урожаи древесных культур, например кофе. Западная часть штата Сан-Пауло и северной Параны — главный район возделывания кофе, хлопчатника, сахарного тростника, сои и цитрусовых в Бразилии.

Восточно-Бразильская почвенная область

Область занимает обширное понижение в бассейне р. Сан-Франсиску в северо-восточной части Бразильского нагорья, находится вне влияния влажных экваториальных воздушных масс и защищена от влажных масс Южной Атлантики береговым поднятием. Большая часть территории лежит в пределах 500 *м* над ур. моря. Климат района сухой тропический. Центральная часть области особенно суха (количество осадков — 300—400 *мм*); для всей области характерны длительный сухой зимний период и большая изменчивость количества выпадающих осадков по годам. Лишь у северной и восточной границ области климатические условия приближаются к субгумидным. Естественная растительность района — преимущественно «каатинга» (колюче-леса и кустарники, с многими видами кактусов); она постепенно переходит в растительность «серрадо» близ границ с Мейо-Норте. Местами имеются участки с травянистой растительностью, приуроченные к засоленным почвам. Почвенный покров этой области представлен сочетаниями реликтовых сильновыщелочных бедных ферраллитных почв, занимающих менее затронутые эрозией участки плато, и почв, соответствующих современным аридным условиям. Последние в восточной части области развиты на кристаллических породах и представлены преимущественно красно-коричневыми почвами. Весьма широко распространены почвы легкого механического состава на продуктах выветривания песчаников. Местами появляются песчаные дюны. В депрессиях рельефа встречаются засоленные почвы и темноцветные слитые монтмориллонитовые почвы. Местами на по-

верхности обнажаются древние латеритные коры. В восточной части области на низких речных и морских террасах встречаются грунтововодные латериты.

Недостаток воды — основное препятствие для сельскохозяйственного освоения территории. Редкие дожди имеют ливневый характер, вызывают сильную эрозию почв на склонах, разливы рек и ручьев. Но вслед за этими короткими периодами обводнения реки на долгий период пересыхают.

Парагвайско-Прендандийская почвенная область

Это самая южная область саванно-ксерофитно-лесного сектора располагается между 16 и 38° ю. ш. Она вытянута в меридиональном направлении и занимает внутренние сухие равнины и предгорья восточных склонов Анд. Степень увлажненности территории уменьшается с востока на запад и с севера на юг, что обусловливает различия в характере почвенного покрова. Здесь выделяются две почвенно-биоклиматические провинции: северная — красно-коричневых и коричневых солонцеватых почв и солончаков и южная — коричневых и серо-коричневых почв.

Провинция красно-коричневых, коричневых солонцеватых и солончаковых почв охватывает равнину Гран-Чако и протягивается меридионально у восточных подножий Анд, между 18—30° ю. ш. Эту территорию называют «полюсом жары» континента. Средняя температура января 28—29°С с максимумом 47°С. На большей части равнины выпадает 500—600 *мм* осадков, с максимумом в летний период. Зима очень сухая и прохладная (12—13°С), временами бывают заморозки. Поверхность равнины слабо наклонена от подножий Анд к востоку. Равнина покрыта пролювиально-аллювиальными отложениями рек, сложенными слабовыветрелым материалом. Здесь отсутствуют столь типичные для Бразильского нагорья древние коры выветривания и связанные с ними реликтовые почвы.

Равнины Эль-Чако — область внутриконтинентальной аккумуляции не только продуктов твердого стока, но также и легкорастворимых солей. На подгорных равнинах, в условиях аридного климата соли накапливаются в водах, наносах и почвах. Соленые озера, часто пересыхающие и превращающиеся в обширные солончаковые поверхности, особенно распространены в центре провинции. Сильные ветры, характерные для этой территории, переносят соли с поверхности солончаков на окружающие повышенные элементы рельефа.

Растительность представлена ксерофитными колючими кустарниками, с большим участием кактусов. В менее аридных периферических областях встречаются участки травянистой растительности.

После периода сильных летних дождей большая часть территории равнины заливается; медленное стекание вод по поверхности равнины обусловливает размывание и переотложение верхних го-

ризонтов почв и дифференциацию вновь отложенного материала по механическому составу; поэтому вся поверхность равнины имеет хорошо выраженный микрорельеф, по элементам которого локализуются почвы и растительность.

Уровень грунтовых вод в период дождей существенно не поднимается; столь сильное обводнение территории связано с наличием в почвах очень плотного водонепроницаемого солонцового горизонта, который и служит водоупором для поверхностных дождевых вод.

Всеобщему осолонцеванию почв способствует постоянное эоловое накопление солей натрия на поверхности почв и последующее вымывание коллоидов, насыщенных натрием в момент наступления дождливого периода. Поэтому даже на относительно повышенных элементах рельефа господствуют сильносолонцеватые коричневые почвы.

Большая часть равнины используется как сезонные пастбища. Для земледелия необходимы орошение, планировка рельефа, мероприятия по мелиорации солонцеватых почв.

Провинция коричневых и серо-коричневых почв занимает западную часть внутренних сухих памп с ксерофитными кустарниками. В травяном покрове преобладают злаки из родов: *Stipa, Aristida, Elyomorus, Setaria* и др. Среди кустарников — различные виды рода *Prosopis* и др. Среднегодовое количество осадков 600—400 *мм*; во время жаркого летнего периода почвы иссушаются; зимой температуры держатся около 8—7°, но бывают дни с морозами (от 30 до 60 дней в году).

Здесь преобладают почвы относительно легкого механического состава, сформированные на лёссовидных опесчаненных суглинках, с большой примесью вулканического стекла.

Почвы имеют темно-коричневый гумусовый гор. А, с содержанием гумуса 2—3%, хорошо развитый оглиненный гор. B_m и карбонатный гор. B_{CaCO} на глубине 50—60 *см*. Они насыщены основаниями, имеют нейтральную и щелочную реакцию. Содержание гумуса изменяется в зависимости от механического состава, но в целом почвы восточной части провинции более гумусны и могут рассматриваться как коричневые почвы, а западной части — менее гумусные — как серо-коричневые почвы. Солонцы и солонцеватые почвы распространены в западной части провинции.

Основной недостаток этих почв при сельскохозяйственном использовании — опасность ветровой эрозии и недостаток влаги.

ЮЖНО-АМЕРИКАНСКИЙ ЛУГОВО-СТЕПНОЙ СЕКТОР

Почвенная область Восточной пампы

В Южной Америке луговые степи приурочены к восточной приатлантической части континента и ограничены в своем распространении субтропическим поясом. В лугово-степной сектор входит

лишь одна почвенная область Восточной пампы: бруниземов, гидроморфных черноземовидных почв и луговых слитоземов, охватывающая наиболее хорошо увлажненные восточные области аргентино-уругвайских памп. Область простирается к северу и югу от устья р. Ла-Платы и располагается между 31 и 39° ю. ш. и 57—59° в. д. Это самый крупный массив наиболее плодородных почв Южной Америки. Территория густо населена и значительные ее площади распаханы. Климат здесь влажный субтропический; среднегодовое количество осадков 1400—1600 *мм*, они равномерно выпадают в течение года; лето жаркое (24—27°), зима мягкая (10—16°), но с внезапными похолоданиями; морозы до —5° бывают почти ежегодно.

Почти вся территория покрыта четвертичными отложениями значительной мощности, представленными лёссовидными средними и тяжелыми пылеватыми суглинками мощностью до нескольких сот метров.

Почвообразующие породы — эоловые лёссовидные и аллювиально-озерные отложения. Механический состав отложений — наиболее тяжелый на востоке, к западу более легкий. Как правило, эти наносы карбонатны и богаты легкоразрушаемыми минералами, подобно роговым обманкам, пироксенам, плагиоклазам, и содержат много вулканического стекла; вулканический материал приносится эоловым путем со стороны Анд, где имеется ряд крупных действующих вулканов.

Растительность пампы — это злаковые высокотравные луговые степи, в которых значительное участие принимают различные виды бородачей *(Andropogon)*, ковылей *(Stipa)* и другие злаки из родов: *Aristida, Poa, Briza, Melica, Eragrostis, Hordeum, Sporalobus, Bromus, Panicum, Paspalum,* а также растения из родов *Verbena, Veronica, Aster, Gnaphalium, Salvia, Adesmia, Solanum* и др.

В настоящее время на значительных пространствах естественная растительность уничтожена. Здесь возделываются пшеница, кукуруза, подсолнечник, кормовые культуры: овес, ячмень, рожь, альфа, картофель. Нераспаханные территории используются как высокопродуктивные естественные пастбища.

По характеру рельефа пампа — это волнистые, слабодренированные равнины с замкнутыми блюдцеобразными суффозионными понижениями. Вдоль речных долин, особенно вдоль Парагвая и Ла-Платы, тянутся низменные аллювиальные равнины, периодически затопляемые. Уровень грунтовых вод залегает очень близко. Многие почвы низких аккумулятивных уровней пампы сохранили в профиле признаки предшествующей супераквальной стадии. Один из наиболее ярких реликтов бывшего гидроморфного режима — плотные известковые горизонты или, как их называют аргентинские почвоведы, горизонты «тоска».

Господствующим типом почв на относительно повышенных и

лучше дренируемых элементах во влажной восточной пампе являются черноземовидные почвы прерий, или бруниземы.

Аргентинские бруниземы имеют темно-коричневый (почти черный) гумусовый гор. А мощностью 35—40 *см*, содержание гумуса 3,0—3,4% в верхней и около 2% в нижней части, рыхлый, с зернистой структурой. Ниже идет переходный гор. АВ, темный, серовато-бурый, с хорошо выраженной ореховатой структурой, содержание гумуса около 1,5%, его нижняя граница проходит на 60—70 *см*. На глубине 70—150 *см* располагается метаморфический гор. B_{mt} темного желто-бурого цвета, несколько более плотный и глинистый, с хорошо выраженной ореховато-призматической структурой; он постепенно переходит в менее оструктуренную почвообразующую породу — лёссовидный суглинок.

Карбонатный горизонт до 150—170 *см* отсутствует. Почвы имеют очень слабокислую реакцию (pH 6,1—6,2) в верхней части профиля и нейтральную или слабощелочную (pH 7,2—7,5) в нижней части. Степень насыщенности почв в гор. А около 88—85%, в гор. B_m — 94%; емкость поглощения 18—20 *мг·экв* на 100 *г*; в составе поглощенных оснований 60—70% кальция, около 25% магния и 5—10% калия; поглощенный натрий составляет около 1—2%. Содержание ила в почвенной толще 18—23%, в то время как в почвообразующей породе всего лишь 7—10%. Пылеватые и песчаные фракции на 60—70% состоят из вулканического стекла.

Почвообразование сопровождается интенсивным внутрипочвенным глинообразованием, чему способствует постоянное увлажнение почв, теплый климат, обилие корней. Усиливает биохимическое выветривание и податливость процессам выветривания исходного материала (состоящего в значительной мере из вулканической пыли).

Многие бруниземы, располагающиеся на несколько пониженных поверхностях, имеют сильно оглиненный гор. B_{mt} с содержанием ила до 40% при содержании в породе 10—15%, и в гор. А — 18—25%. Этот горизонт имеет глыбисто-ореховатую структуру, во влажном состоянии пластичен, а в сухом тверд. На поверхности структурных отдельностей наблюдаются глинистые пленки, свидетельствующие о процессе вымывания ила из гор. А. Емкость поглощения в иллювиальном горизонте увеличивается до 30—35 *мг·экв*, что говорит (так же, как и физические свойства) о присутствии монтмориллонита. Эти почвы также слабокислые, слабо ненасыщенные, бескарбонатные, не содержат заметных количеств поглощенного натрия. Можно предполагать, что монтмориллонитизация этих почв связана с выветриванием в условиях более длительного застоя влаги и привноса магния и кремнезема с поверхностными и грунтовыми водами.

В замкнутых депрессиях рельефа, на слабодренированных поверхностях, на террасах рек появляются настоящие тяжелоглинистые, слитые темноцветные монтмориллонитовые почвы (слитоземы), часто оглеенные и содержащие в глубоких горизонтах карбонаты. Здесь же, на участках влажных лугов, подвергающихся

периодическому поверхностному переувлажнению, распространены почвы, относимые к типу «планосолей». По морфологическим и химическим свойствам аргентинские планосоли представляют собой луговые солоди. Они имеют резко дифференцированный по цвету и механическому составу профиль, в котором выделяются: маломощный гумусовый гор. А (5—10 *см*), белесый элювиальный гор. Е, резко переходящий в темно-бурый глинистый гор. B_t, в нижней части которого появляются глеевые пятна. Эти почвы имеют нейтральную, а в гор. B_t — щелочную реакцию и содержат в составе поглощенных оснований от 10 до 20% поглощенного натрия.

Местами встречаются солонцы и осолоделые солонцы, значительные площади заняты луговыми глеевыми и лугово-болотными почвами. К северу в связи с увеличивающейся сухостью климата возрастают площади луговых солонцов и солончаков.

Андийско-Патагонский пустынно-степной сектор

Вытянутый меридионально сектор пересекает южную половину континента от побережий Тихого до побережий Атлантического океана. Он протягивается от тропических до умеренных широт и включает весьма разнообразные по характеру рельефа и структуре почвенного покрова территории. Тропическая часть сектора, выходящая к побережьям Тихого океана, охватывает пустынные и пустынно-степные нагорья центральных Анд и прибрежные тропические пустыни Перу и северной части Чили. В субтропическом поясе в рассматриваемый сектор входят горные ксерофитно-лесные районы центральной части Чили и пустынно-степные и пустынные центральные районы Аргентины, лежащие к востоку от Анд. В умеренном поясе в этот сектор входят пустынные степи и пустыни Патагонии, простирающиеся к востоку от южных Анд до побережья Атлантического океана. Этот сектор делится на две большие области: предгорно-равнинную, Южно-Аргентинско-Патагонскую и горную Центрально-Андийскую.

Центрально-Андийская почвенная область

Область протягивается от 18 до 38° ю. ш. и по типам структуры горной зональности делится на два почвенных округа — Пуно-Атакамский и Субтропический Андийский.

Пуно-Атакамский округ высокогорных и предгорных пустынных, пустынно-степных и солончаковых почв занимает собственно Центральные Анды между 18—30° ю. ш. и представляет одну из величайших горных пустынь мира. Восточная Кордильера (Кордильера Реаль) высотой свыше 6000 *м* защищает территорию от влажных восточных воздушных масс. Осадки выпадают на восточных склонах гор, покрытых лесами и ксерофитными редколесьями. К западу от Восточной Кордильеры простирается обширное

плоскогорье Пуна, лежащее на высоте 3500—3700 *м*. Ширина Пуны — 550 *км*. Западная часть Пуны — это плоская, лишенная стока, древнеаллювиальная равнина Альтиплано. На поверхности ее сохранились реликтовые озера: Титикака, Поопо, Салар-Уюни и другие, соленые и окруженные солончаками. Поверхность западной и южной, наиболее аридной Пуны, получающей 50—150 *мм* осадков в год, почти лишена растительности. Разреженный растительный покров образован *Stipa ichu* и плотными подушками льяретты *(Azorella multifida)*. Сильные ветры перевевают поверхность почв, выдувают тонкие частицы, поэтому на значительных пространствах почвы имеют легкий механический состав и неразвитый профиль. Менее затронутые ветровой эрозией участки заняты красновато-бурыми пустынными почвами, часто солончаковатыми.

В восточной Пуне количество осадков несколько увеличивается, и здесь появляются высокогорные холодные степи (халка) на несколько более гумусированных высокогорных степных почвах, с большим количеством вулканического пепла.

Западное обрамление Пуны — это цепь высоких, действующих и недавно потухших вулканов, поднимающихся до высоты 5800—6800 *м*. Вершины их покрыты снегами, но склоны, сложенные лавами, вулканическими туффами и грязекаменными (селевыми) отложениями, лишены на большей части территории растительности.

На склонах гор на высотах 2500—3500 *м* появляется скудный покров из ксерофитных кустарников и кактусов. Здесь преобладают каменистые, маломощные горные пустынные почвы с несформированным профилем. Однако на менее подвергающихся эрозии и погребению под пеплом участках почвы имеют слегка дифференцированный профиль, в котором выделяется под рыхлой пористой корочкой небольшой, несколько более глинистый горизонт. Все почвы карбонатны, во многих почвах карбонатный горизонт сильно сцементирован и приобретает характер известковой плиты. В долинах рек почвы засолены. Нижняя часть западных склонов гор и подгорные приморские равнины столь же пустынны. Осадки здесь крайне нерегулярны, но некоторое количество влаги почвы получают за счет ночных рос, так как холодное Гумбольдтовское течение вдоль побережий способствует образованию туманов.

На значительных пространствах поверхность совершенно лишена растительности и покрыта мощной коркой солей — сульфатов, хлоридов и нитратов натрия (чилийской селитрой). Интенсивное соленакопление на подгорных равнинах связано с выносом водорастворимых продуктов, выбрасываемых вулканами, и аккумуляцией их в условиях экстрааридного климата. Земледелием занимаются лишь на небольших участках аллювиальных почв по речным террасам. Орошение затруднено из-за недостатка воды и нерегулярного стока.

Субтропический Андийский округ горных коричневых, красно-коричневых и серо-коричневых почв располагается между 30—

38° ю. ш., охватывает Береговую Кордильеру абс. выс. до 2300 *м*, Главную Кордильеру высотой до 6000—6900 *м* и Продольную долину между ними. Количество осадков на севере — 300—400 *мм*, к югу увеличивается до 800—1000 *мм*. Осадки выпадают зимой, лето сухое и жаркое. Сухой период продолжается от 6 до 8 месяцев. Зимой иногда бывают морозы. Естественная растительность представлена ксерофитными кустарниками, с кактусами на севере и сухими саваннами и вечнозелеными ксерофитными лесами на юге. В Продольной долине и на Береговой Кордильере преобладают коричневые почвы сухих лесов и кустарников, местами имеются красновато-коричневые почвы, если они образуются на размытой древней красноцветной коре выветривания. На наиболее хорошо увлажненных склонах гор Главной Кордильеры появляются под горными листопадными лесами горные бурые лесные почвы, сменяющиеся с высотой горно-луговыми. Прибрежные равнины и Продольная долина — это центры земледелия и садоводства. Здесь возделывают кукурузу, пшеницу, волокнистые культуры. Преобладает поливное земледелие.

Южно-Аргентино-Патагонская почвенная область

Область вытянута меридионально и делится на две провинции: Центрально-Аргентинскую почв субтропических пустынь и полупустынь и Патагонскую холодную, бурых пустынных песчаных и каменистых почв.

Южно-Аргентинская провинция почв субтропических пустынь и полупустынь охватывает подгорные равнины и межгорные котловины передовых хребтов Анд (Сальта, Тукуман, Катамарка, Сьерра-де-Кордова). Равнины лежат на абс. выс. 1000—1500 *м*, понижаясь к востоку. Имеется ряд замкнутых бессточных впадин, из них самые крупные Салинас-Грандес и оз. Мар-Чикита. Количество осадков — 300—200 *мм*. Особенно сухи межгорные долины и котловины. Испаряемость превышает количество выпадающих осадков в 5—6 раз. Растительность — невысокие ксерофитные кустарники с очень разреженным травянистым покровом из дерновинных злаков.

По характеру рельефа это волнистые равнины, представляющие слившиеся конусы выноса аллювиального и пролювиального материала, значительно переработанного ветром. Эоловые процессы развиты очень сильно, и у большинства почв слабосформированный профиль. Менее затронутые ветровой эрозией почвы имеют следующий профиль: слаборазвитый сероватый или буроватый гор. А, где хорошо выражена ячеистая структура, переходит в гор. B_m — более тяжелого механического состава, коричневый или красновато-коричневый, без признаков вмывания. Большинство почв карбонатны. В понижениях рельефа появляются солонцеватые почвы; замкнутые бессточные впадины, слепые устья рек заняты солончаками. Земледелие здесь не развито. На небольших

площадях, где ведется поливное земледелие, почвы сильно подвержены вторичному засолению.

Патагонская провинция бурых пустынных, песчаных и каменистых почв охватывает плато Патагонии и лежит между 34—50° ю. ш. Климат здесь прохладнее не только зимой, но и летом. Однако количество осадков здесь также невелико (около 250 *мм*) и аридность климата сохраняется. По рельефу это ступенчатые плато, понижающиеся от подножий Анд к атлантическому побережью. Наибольшая высота 2000 *м*. В поверхность плато врезаны глубокие речные долины с системой террас. Высокие террасы и поверхность плато заняты пустынными кустарниковыми группировками. Кустарнички высотой 0,5—1,0 *м* представлены родами *Mulinium, Berberis, Verblena, Adesmia, Ephedra* и др. Скудный травянистый покров образован злаками из родов: *Stipa, Festuca, Danthonia, Trisetum, Poa* и др.

Господствуют бурые пустынно-степные почвы. На значительных пространствах поверхность почв покрыта пустынным панцирем из щебня или галечника, образовавшимся в результате очень интенсивной дефляции почв. Под каменистой «мостовой» слабо различим светло-серый маломощный гумусовый горизонт различного механического состава, обычно с хорошо выраженной ячеистостью. Это бескарбонатный и незасоленный горизонт. Под ним находится горизонт несколько более тяжелого механического состава, однако без признаков иллювиирования ила. Этот горизонт имеет бурый или красновато-бурый цвет, обычно бескарбонатный или очень малокарбонатный. Карбонаты и легкорастворимые соли обычно присутствуют в почвообразующей породе. В северной части Патагонии в долинах рек встречаются солонцы и солончаки. Менее пустынный облик имеют западные высокие плато, где растительный покров представлен горными сухими кустарниковыми степями на горно-каштановых почвах.

Самая южная часть Патагонии, где более влажный климат, также занята каштановыми почвами со значительным участием в почвенном покрове песчаных почв. Во всех почвах в большом количестве присутствует вулканический пепел.

Почвы речных долин используются под посевы трав и сады, при условии полива. Малое количество воды и сильно развитые явления вторичного засоления почв ограничивают их сельскохозяйственное использование.

ЮЖНЫЙ ПРИТИХООКЕАНСКИЙ СУББОРЕАЛЬНЫЙ ЛЕСНОЙ СЕКТОР

Патагонско-Огнеземельская почвенная область

Крайняя юго-западная часть Андийского горного пояса принадлежит суббореальному лесному сектору южного полушария; в Южной Америке он представлен лишь одной Патагонско-Огнезе-

мельской почвенной областью. Она протягивается от 38 до 56° ю. ш., т. е. до южной оконечности Огненной Земли. В северной части области Кордильеры поднимаются до 4000 *м* и выше, на юге они не превышают 2000 *м*. Снеговая линия к югу понижается и в Патагонских Андах проходит на высотах: в северной части области — 2100 *м*, на широте 46—47° ю. ш.— 1300—1200 *м*, а на Огненной Земле — 500 *м*. По долинам спускаются мощные ледники, которые на юге почти достигают морских побережий, берег очень изрезан, имеет фиордовый характер и изобилует небольшими островами. В северной части провинции много действующих вулканов, что определяет на значительных площадях характер почвообразующих пород. Склоны и подножия гор покрыты мощными толщами вулканического пепла; даже на крутых склонах мощность вулканических пепловых отложений — 3—4 *м*. Большая часть области — южная часть Продольной долины и тихоокеанские склоны гор — очень сильно увлажнена и получает от 2000 до 5000—6000 *мм* осадков в год. Лишь на восточных склонах, обращенных к Патагонии, количество осадков уменьшается до 1000 *мм* и менее. Осадки выпадают равномерно в течение года. На западных склонах и тихоокеанском побережье господствуют вечнозеленые влажные леса (гемигилея), в древостое которых преобладают южные буки (*Notofagus bombey* и *N. nitida*). Южную часть Патагонских Анд и горы Огненной Земли покрывают низкорослые гигрофильные субантарктические леса и кустарники, со значительными участками субантарктических лугов и торфяных болот на солифлюкционных склонах.

В северной части провинции преобладают многогумусные, кислые пеплово-вулканические почвы — «трумао». На древних поверхностях, на красноцветной каолинитовой коре выветривания старых вулканических пепловых отложений появляются красноземы. На кислых осадочных породах — слюдистых сланцах и других — формируются кислые бурые лесные почвы. На террасах рек и конусах выноса, слабо дренированных, располагаются мощные торфянистые почвы с прослоями вулканического пепла, называемые «нади».

В северной части провинции — между Вальдивией, Пуэрто-Монтом и на о. Чилое — значительные площади аллювиальных почв, вулканических почв и красноземов используются в земледелии под культуры пшеницы, овса, картофеля и др. Почвы бедны доступным фосфором, в них имеется подвижный алюминий, увеличивающий кислотность. Во многих почвах депрессий имеются плотные железистые горизонты, что ухудшает их дренаж, а следовательно, затрудняет сельскохозяйственное использование.

В южной части Патагонских Анд и на Огненной Земле под листопадными лесами и кустарниками развиты торфянистые кислые бурые лесные почвы, местами оподзоленные. На склонах гор, обращенных к плато Патагония и получающих 300—250 *мм* осадков, под кустарниковыми злаковыми степями — горно-степные, каштa-

новые почвы. Степи покрывают и крайнюю северо-восточную часть Огненной Земли, однако большая часть восточных равнин острова занята сырыми, криофитными лугами и низинными сфагновыми болотами, с комплексом нейтральных (на карбонатных наносах) и кислых торфянисто-луговых почв, местами оподзоленных; на песчаных наносах их сменяют иллювиально-гумусовые подзолы. В понижениях рельефа большие площади занимают торфяно-глеевые почвы.

Эти территории используются как пастбища для овец.

ГЛАВА 12

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ АФРИКИ

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБЩУЮ СТРУКТУРУ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОНТИНЕНТА

Главные особенности почвенного покрова Африки определяются, в первую очередь, положением континента в системе географических поясов: экватор делит континент почти на две одинаковые по протяженности части. Северные и южные пределы материка находятся в субтропиках. Континент пересекается семью географическими поясами: двумя субтропическими северного и южного полушарий; двумя тропическими северного и южного полушарий; двумя субэкваториальными северного и южного полушарий и экваториальным.

Преобладание на большей западной части континента равнинного рельефа и широтное направление зон увлажнения в этой части континента обусловливают симметричное широтное положение почвенных зон в северном и южном полушариях. Лишь в высокой восточной Африке, где ощущается влияние большого массива азиатской суши, нарушается правильное чередование зон увлажнения от экватора к тропикам; в северной половине континента в зоне субэкваториальных муссонов полупустыни и сухие саванны доходят до экватора.

Восточно-Африканское плоскогорье и лежащие южнее плоскогорье Матабеле и Драконовы горы располагаются в зоне умеренного увлажнения, с одним или двумя сухими периодами. На южном субконтиненте, так же как и на Мадагаскаре, зоны увлажнения, а соответственно зоны растительности и почв, приобретают четко выраженное меридиональное направление: наиболее увлажняемые на востоке, наиболее засушливые — на западе. Почвенный покров Восточной и Юго-Восточной Африки осложняется, кроме того, наличием систем горных почвенных зон и разнообразными формами проявления предгорной зональности на прилегающих равнинах.

Преимущественно платформенный характер остальной части континента, преобладание на его большей части цокольных и пластовых возвышенных равнин и плато, с мощными сформированными в мезозойское и третичное время ферралитными и латеритными

корами, существенно влияет на растительность и почвы, особенно в зонах саванн и опустыненных саванн. С древней корой выветривания связано широкое распространение на континенте латеритных панцирей, не только в тех зонах, где наблюдается их формирование в настоящее время, но и в условиях сухих саванн, где они имеют реликтовый характер и свидетельствуют о большем увлажнении в прошлом.

Аккумулятивные (древнеаллювиальные, древнеозерные) равнины занимают на континенте значительно меньшие площади, однако с ними также связаны некоторые ландшафтно-геохимические реликтовые аккумуляции, проявляющиеся в современных почвах. Таковы известковые, гипсовые и кремневые коры на севере Сахары, обширные пространства, покрытые монтмориллонитовыми глинами, на равнинах бассейна оз. Чад, Белого Нила, а также Сомали и Мозамбика. С ареалами монтмориллонитовых глин связаны гидроморфные и постгидроморфные темноцветные слитые почвы. Местами существенное значение в формировании почвенного покрова имеют коренные породы. Например, с основными эффузивными породами Абиссинии связаны темноцветные черноземовидные степные почвы Абиссинского нагорья; с основными и ультраосновными породами северной части плато Вельда — монтмориллонитовые черные слитые тропические почвы Южной Африки; с континентальными палеогеновыми песчаными отложениями — обширные площади песчаных почв впадины Калахари и плоскогорья Луанда-Катанга.

Совокупное воздействие названных климатических, геологических, палеогеографических и орографических факторов определяет общую картину распределения почв на континенте. На рис. 18 дана схема почвенно-географического районирования Африки. Экваториальная Африка бассейна р. Конго и Гвинейское побережье входят в приэкваториальный Американо-Африканский влажнолесной сектор фульвоферраллитных почв. С севера, востока и юга этот сектор замыкается Американо-Африканским саванно-ксерофитно-лесным сектором, имеющим в пределах континента форму открытой на запад подковы. Это самый обширный в Африке почвенный сектор, в пределах которого выделяется ряд почвенных областей и зон. Северная тропическая часть Африки входит также в весьма протяженный и монолитный Сахаро-Аравийский пустынный сектор. В юго-западной части Южной Африки локализован небольшой Южно-Африканский пустынный сектор. Крайняя северная часть Африки входит в Средиземноморский ксерофитно-лесной сектор, а крайняя юго-восточная часть представлена одной областью Южно-Африканского ксерофитно-саванно-лесного сектора.

В приэкваториальном влажнолесном и саванно-ксерофитно-лесном секторах широко распространена на поверхности денудационных равнин древняя ферраллитная кора выветривания, местами с мощными горизонтами латеритов. Обнажающиеся при эрозии древние латеритные панцири выходят в виде бронирующих рельеф горизонтов на поверхность; латеритный щебень, конкре-

ции, образующиеся при физическом разрушении древних латеритов, местами образуют скопления в современных почвах. Специфический минералогический и химический состав древней ферраллитной каолинит-гиббситовой коры выветривания определяют характер современных почв. Лишь на участках молодого эрозионного рельефа, где обнажаются менее выветрелые породы, формируются почвы, отвечающие в полной мере современным биоклиматическим условиям выветривания и почвообразования.

Древность рельефа, неоднократные смещения границ ландшафтных зон в четвертичное время — причины широкого распространения различного рода реликтовых явлений в почвах, палеоклиматогенных и палеогидрогенных макроструктур, особенно в северной пустынной Африке.

АМЕРИКАНО-АФРИКАНСКИЙ ПРИЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ ВЛАЖНОЛЕСНОЙ СЕКТОР

Конго-Гвинейская почвенная область

В пределах Африки приэкваториальный влажнолесной сектор включает лишь одну большую Конго-Гвинейскую почвенную область. Область занимает впадину Конго и примыкающие с севера части плато Азанде, массив Камерун и побережья Гвинейского залива. Северная и южная границы области проходят почти симметрично по отношению к экватору на 5—8° с. ш. и на 5—8° ю. ш. На востоке она замыкается горными поднятиями Митумба. Конго-Гвинейская почвенная область Экваториальной Африки получает 1200—2500 *мм* осадков; на западных склонах Монс-Либерийского массива до 3000—4000 *мм* и более, а в Камеруне до 10 000 *мм*. Осадки преимущественно конвективные, сухой период или отсутствует или (на границе с саваннами) не превышает двух-трех месяцев. Среднегодовой коэффициент увлажнения на большей части территории не ниже 1,5; в переходных к саваннам областях 1,0—1,5 до 0,7—0,8 — в сухие зимние месяцы. Среднегодовые температуры составляют 25—26°.

Большая часть территории покрыта тропическими дождевыми вечнозелеными лесами с пиптадением *(Piptadenia africana)*, цейбой *(Ceiba pentandra)*, терминалией *(Terminalia superba)* и др. В переменно-влажных областях в южной части котловины Конго и Гвинейско-Суданской зоне их сменяют вечнозеленые парковые леса с примесью листопадных форм. Характерны деревья панданус, фикус.

Зональные почвы представлены двумя типами, близкими по свойствам: 1) красно-желтыми ферраллитными почвами, которые французские почвоведы называют «sols ferrallitiques», и 2) красно-желтыми альферритными почвами, называемыми «ferrisols», или «sols faiblement ferrallitique» (слабоферраллитизированными).

Красно-желтые ферраллитные почвы — наиболее широко рас-

пространенный тип в описываемой зоне, развиваются под густыми дождевыми лесами. По данным Фурньера (Fournier, 1963), Дабена, Ленефа и др. (Dabin, Leneuf, 1960), ферраллитные почвы Африки характеризуются следующими свойствами. Несмотря на значительное поступление в экваториальных лесах органических остатков минерализация их идет быстро, поэтому подстилка почти отсутствует, а содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 1,5—2,5%. Под серовато-палевым гор. А мощностью 5—10 *см* располагается метаморфический гор. B_m серовато-бежевого или коричневато-красного цвета (что зависит от цвета почвообразующей породы), довольно легкого механического состава, часто с включениями железистых конкреций или обломков латеритного щебня (если почва образуется на переотложенной латеритной коре). Мощность этого горизонта около 60—100 *см*; глубже начинается менее измененная воздействием корней и термитов почвообразующая порода.

Однако чаще профиль красно-желтых ферраллитных почв несет ясные признаки вымывания илистых частиц и окислов железа; профиль почв в этом случае дифференцирован на элювиальный светло-палевый или бежевый гор. A_1 и иллювиальный $B_{t_{Fe}}$ более тяжелый по механическому составу и обогащенный железистыми конкрециями. Содержание ила в гор. $B_{t_{Fe}}$ в 1,5—2,0 раза выше, чем в гор. A_1. Эти почвы рассматриваются как лёссивированные ферраллитные. Содержание гумуса в красно-желтых ферраллитных почвах составляет в гор. A_1 — 1,5—2,0%, значения pH 4,5—5,5, емкость поглощения очень низкая и составляет 2—3 *мг·экв* на 100 *г*, степень насыщенности не выше 40%, отношение SiO_2/Al_2O_3 около или меньше 2,0, илистая фракция состоит из каолинита, имеется гиббсит (свободные гидроокислы алюминия). Содержание пылеватой фракции в этих почвах низкое, отношение пыль/глина меньше 0,25.

Несмотря на бедность питательными элементами и особенно фосфором, красно-желтые ферраллитные почвы используются под культуры кофе, какао, бананов, гевеи, но доля культурных земель очень невелика. При освоении новых земель, при вырубке лесов встает проблема защиты верхних горизонтов от непосредственного воздействия солнечных лучей, так как это приводит к быстрому сгоранию органического вещества, дегидратации почвы и цементации их окислами железа.

Красные и красно-желтые альферритные почвы (феррисоли) — это переходные между красно-желтыми ферраллитными и ожелезненными фersиаллитными почвами саванн (ферроземами).

Фурньер, Дабен, Ленеф характеризуют феррисоли как почвы областей с 1200—1500 *мм* осадков, образующиеся преимущественно на выходах или при близком залегании коренных пород: глинистых и слюдистых сланцев, основных пород и гранитов, богатых магнезиально-железистыми минералами. Почвы не имеют горизон-

та выщелачивания. Их профиль состоит из горизонтов A, B_m, C. Гумусовый горизонт мощностью 15—20 *см* содержит 2,5—5,0% гумуса. Горизонт B_m — красный или темно-красный, несколько более глинистый и сильно обогащен конкрециями железа. На глубине 100—120 *см* он сменяется почвообразующей породой — пестроокрашенной корой выветривания тех или иных массивных пород, сохранившей структуру породы. В этом горизонте присутствуют слюды и сильновыветрелые полевые шпаты. Мощность коры выветривания не превышает 2 *м*, в то время как ферраллитные почвы приурочены к обедненным каолинитовым корам мощностью 10—20 *м* и более. Отношение SiO_2/Al_2O_3 в феррисолях около 2,0 или несколько выше. Свободных гидроокислов алюминия мало или нет, отношение пыль/глина — 0,20—0,15, значения pH в верхних горизонтах около 6,5, в нижних — 5,5, степень ненасыщенности около 50%, при емкости поглощения 2—3 *мг·экв* на 100 *г*. По своим агрономическим свойствам эти почвы близки к красно-желтым ферраллитным, но благодаря хорошей водопроницаемости в меньшей степени подвержены эрозии.

На основных породах — амфиболитах, долеритах и на аллювиальных, богатых основаниями отложениях распространены значительно более гумусные, более насыщенные почвы, выделяемые французскими почвоведами в особый тип черных и бурых тропических почв гумидных областей. Они имеют темно-бурый или черный гумусовый горизонт с содержанием гумуса 5—10% мощностью 25—50 *см*. Ниже он сменяется буровато-желтым горизонтом призматической структуры, переходящим на глубине около 100 *см* или более в выветрелую породу.

В составе глинных минералов кроме каолинита (30—50%) имеются иллит и аллофаноиды; емкость поглощения — 20—40 *мг·экв*, степень насыщенности 85% и более, pH 6,0—7,5 (на долеритах до 8,0).

На Почвенной карте ФГАМ эти почвы показаны как темно-красные латеритные. Значительные площади они занимают под влажными тропическими лесами и высокотравными саваннами в зоне с переменно-влажным климатом, в Гвинее, Того, Камеруне и других местах.

Значительные площади в центральной части котловины Конго ежегодно заливаются во время наводнений. В древесном ярусе преобладает митрагина (Mitragina ciliata). Здесь Конго разделяется низкими песчаными островами на ряд рукавов. В почвенном покрове преобладают аллювиальные оглеенные почвы, часто с накоплением торфа, а в краевых частях долины, где возможно поступление грунтовых вод, те же почвы с мощными конкреционными горизонтами, переходящими местами в латеритную плиту. На песчаных отложениях в Анголе были описаны иллювиально-гумусовые подзолы с мощными подзолистыми горизонтами и накоплением фульватов железа и алюминия в иллювиальном горизонте (Franco, 1968).

Вдоль побережий Гвинейского залива тянутся мангры, с кислыми сульфатными болотно-солончаковыми почвами.

По характеру почвенного покрова, в пределах описываемой зоны ферраллитных почв можно выделить следующие округа: Южный, охватывающий плато Кванга и бассейны рек Касаи и Самуру, с преобладанием красно-желтых ферраллитных почв легкого механического состава, связанных с продуктами выветривания триасовых и палеогеновых континентальных отложений; Центральный, с господством аллювиальных заболоченных и болотных почв и грунтововодных латеритов; Восточный, расположенный в бассейне верхнего Конго и Убанги, с преобладанием феррисолей; Северный, захватывающий южную часть плоскогорья Азанде и массив Идэ, с преобладанием красно-желтых и красных ферраллитных почв и отдельными массивами черных тропических почв на основных породах; Гвинейский, с чередованием ферраллитных и альферритных почв с массивами горных гумусных ферраллитных почв, участками черных тропических почв и кислых солончаковых почв морских побережий.

АФРИКАНСКАЯ ЧАСТЬ АМЕРИКАНО-АФРИКАНСКОГО САВАННО-КСЕРОФИТНО-ЛЕСНОГО СЕКТОРА

Саванно-ксерофитно-лесной сектор в Африке занимает более $^1/_3$ территории континента. Он имеет форму подковы, замыкающей с севера, востока и юга Конго-Гвинейскую влажнолесную приэкваториальную область.

Он охватывает переменно-влажные области экваториальных муссонов Экваториальной и Субэкваториальной Африки. Этот сектор несколько асимметричен по отношению к экватору: в южной суженной части континента он простирается до южного тропика. На севере ограничен 18° с. ш. Растительный покров сектора представлен разнообразными формациями тропических саванн, редколесий и кустарников, господствующих на равнинах и в нижних поясах горных массивов. Более высокие горные пояса в Восточной Африке и на Мадагаскаре образованы горными тропическими влажными лесами и формациями парамосов.

Господствующим семейством почв в саванно-ксерофитно-лесном секторе являются ферроземы, представленные в зависимости от степени увлажненности территории и состава почвообразующих пород различными типами. В наиболее влажных частях сектора это красные ферраллитные и альферритные почвы тропических редколесий и высокотравных саванн, а также коричнево-красные альферритные почвы тропических ксерофитных лесов. В более сухих областях это красно-бурые преимущественно ферритизованные почвы сухих саванн, сменяющиеся по мере увеличения продолжительности сухого периода красновато-бурыми почвами опустыненных саванн. Почвам рассматриваемого сектора сопутствуют слитоземы — черные тропические слитые почвы, широко распространенные среди других названных выше типов.

Преобладание тех или иных типов почв и характер макроструктуры почвенного покрова служат основанием для разделения рассматриваемого сектора на ряд почвенных областей, а в пределах последних — почвенных зон:

области преобладания широтнозональной макроструктуры почвенного покрова осложненной палеоклиматогенными макроструктурами: Судано-Гвинейская, Анголо-Замбо-Родезийская;

области сочетания горно- и предгорнозональных макроструктур с палеоклиматогенными, вулканогенными и элементами меридиональнозональных: Абиссино-Сомалийско-Йеменская, Восточно-Африканская, Юго-Восточная Африканская;

область преобладания литогенных макроструктур, связанных с ландшафтно-геохимической дифференциацией: Калахарская.

Судано-Гвинейская почвенная область

Эта вытянутая в широтном направлении область располагается между 8—18° с. ш. и пересекает континент от побережий Атлантического до побережий Индийского океана. К побережьям Индийского океана она выходит в несколько суженной своей части, в южном равнинном Сомали. Условия атмосферного увлажнения изменяются в пределах области в направлении с юга на север, что обусловливает соответствующее изменение в указанном направлении растительности и почвенного покрова. Южная часть области лежит в умеренно влажной зоне со среднегодовым коэффициентом увлажнения, 1,0—0,6. Большая северная часть области находится в зоне недостаточного увлажнения, где значения среднегодовых коэффициентов увлажнения 0,6—0,3 и даже ниже. На всем протяжении области не менее трех месяцев в сухой зимний период коэффициент увлажнения падает ниже 0,3; продолжительность засушливого периода увеличивается с юга на север.

В пределах области имеются две широтно-вытянутые почвенные зоны: южная красных ферсиаллитных и альферритных почв высокотравных саванн; северная красно-бурых феррсиаллитных, ферритизированных почв и темноцветных монтмориллонитовых (черных тропических) почв сухих саванн.

Зона красных ферсиаллитных и альферритных почв высокотравных саванн

Зона протягивается в широтном направлении между 8—10 (12)° с. ш., от побережий Атлантического океана до Абиссинского нагорья. Территория однообразна по рельефу — цокольные равнины, лежащие на абс. выс. 300—500 *м*, с редкими поднимающимися до 1000 *м* и более плато (массивы Джос, Дар-Эль-Кута). Слагающие плато докембрийские породы представлены главным образом метаморфическими сланцами и гранитами. По характеру рельефа — это пенеплен, с отдельными останцовы-

ми возвышенностями. Местами сохранились древняя каолинитовая кора выветривания, но на значительных пространствах верхние горизонты эродированы и на поверхности обнажаются менее выветрелые части, «корни», коры выветривания или коренные породы. Весьма широко распространены в этой зоне обнажившиеся в результате эрозии латеритные панцири, бронирующие рельеф и поэтому часто увенчивающие поверхности плосковершинных остан-

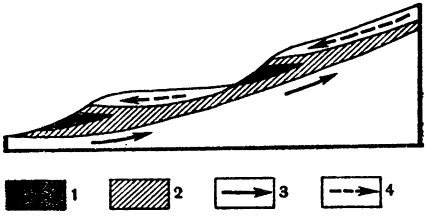


Рис. 60. Схема процесса денудации лесных почв на склонах после порубки лесов (Оберу и Миньену):
1 — латерит; 2 — латеритизованная кора выветривания; направления движения; 3 — восходящих растворов; 4 — поверхностных склоновых вод

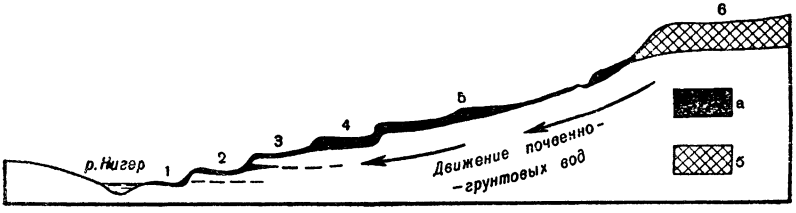


Рис. 61. Латеритные коры на террасах р. Нигер в области Канкан (по Пелисье и Ружери).
1 — пойма; 2 — терраса на высоте 3 *м* с лёссивированными красными почвами; 3 — терраса на высоте 7 *м* с лёссивированными красными латеритизованными почвами; 4 — терраса на высоте 25 *м* с латеритным горизонтом близ поверхности мощностью в 2 *м*; 5 — эродированная поверхность пьедмонта с латеритным панцирем мощностью 1—2 *м* на поверхности; 6 — поверхность третичного пенеплена с мощной ферраллитной корой выветривания; а — гор. латерита; б — ферраллитная кора

цов. Продукты физического разрушения латеритных панцирей — железистый щебень, а в случае обработки текучими водами — железистая галька, которую можно принять за железистые округлые конкреции, часто переполняет рыхлые отложения и присутствует в рассеянном виде или в виде определенных прослоев — линии камней (stone line) в почвах. Эта зона имеет, при среднегодовом количестве осадков 800—1200 *мм* и коэффициенте увлажнения 1,0—0,6, четыре зимних сухих и жарких месяца, когда коэффициент увлажнения опускается ниже 0,3.

По характеру растительного покрова — это саванна гвинейско-суданского типа. Травяной покров образован злаками: *Penisetum Benthami, P. purpureum, Andropogon* и др. Деревья невысокие — различные виды акации, баухиния *(Bauchinia reticulata)*, паркия *(Parkia africana)*. В зависимости от характера почвообразующих пород в пределах зоны развиты различные почвы. В местах, где

сохранилась древняя ферраллитная или альферритная коры выветривания, богатые каолинитом, с наличием гиббсита, отсутствием или малым содержанием минералов группы гидрослюд или хлорита, развиты красные ферраллитные или красные альферритные почвы, сходные с таковыми зоны парковых лесов описанными ранее.

В случае, если древняя кора смыта и почвообразование идет на свежих породах, образуются почвы темного, почти черного цвета, с содержанием гумуса 4—5%, в них много первичных минералов, гидрослюд, иллита, монтмориллонита. Каолинита не больше 20% (Денисов, 1961). Обычно эти почвы маломощны, близко подстилаются массивными породами, располагаются в условиях расчлененного рельефа, что затрудняет их использование. По запасам питательных элементов — это наиболее плодородные почвы в этой зоне.

На равнинах, где значительно смыта древняя кора, но более молодые продукты выветривания сохраняются на месте, распространены господствующие в рассматриваемой зоне красные ферсиаллитные почвы саванн (ферроземы, или «sols ferrugineux tropicaux» — согласно номенклатуре французских почвоведов Maignen, 1964; Leneuf, 1963; и др.). Это почвы с серым или шоколадным гумусовым горизонтом мощностью 10—15 *см* и содержанием гумуса от 2 до 4%; на глубине 15—30 *см* находится переходный гор. АВ, более светлоокрашенный в бежевый или розовато-бежевый цвет, легкого механического состава, с многочисленными мелкими железистыми конкрециями. С глубины 30—40 до 80—100 *см* идет иллювиально-метаморфический гор. B_{mt} более глинистый, несколько более плотный, часто с коллоидальными пленками по граням структурных угловатых отдельностей. Оглинение гор. B_{mt} связано как с более интенсивным выветриванием минералов в глубоких и более длительное время увлажненных частях профиля, так и с некоторым слабым вымыванием ила в периоды дождей из верхних горизонтов. Песчанистость верхних горизонтов обусловлена как вымыванием ила, а в сухие периоды и выдуванием тонких частиц, так и цементацией мелкозема дегидратированными окислами железа и образованием «псевдопеска».

Красные ферсиаллитные почвы, как говорит их название, содержат в илистой фракции кроме каолинита (около 40%) значительное количество гидрослюд, монтмориллонита, смешаннослоистых минералов. Поэтому емкость поглощения этих почв выше, чем альферритных, и колеблется в пределах 10—15 *мг·экв* на 100 *г*; степень насыщенности основаниями 60—80%; pH 6,2—6,7; отношение SiO_2/Al_2O_3 в коллоидной фракции больше 2,0.

Красные ферсиаллитные почвы саванн при сельскохозяйственном освоении очень быстро теряют запасы гумуса, подвержены водной и ветровой эрозии, в результате чего становятся гравелистыми. Применение одних минеральных удобрений не дает должного эффекта, если одновременно не вносятся органические вещества в

форме зеленых удобрений. Последние не только увеличивают запасы гумуса и азота, но и улучшают структуру почвы, и увеличивают их водоудерживающую способность. Сухой период ограничивает разнообразие сельскохозяйственных культур. Здесь выращивают засухоустойчивые культуры с коротким периодом вегетации — сорго, маис, арахис, хлопчатник.

Встречающиеся в этой зоне темноцветные монтмориллонитовые почвы на основных породах имеют более высокий уровень плодородия, чем преобладающие по площади красные ферсиаллитные почвы.

Зона красно-бурых, коричневых и темноцветных монтмориллонитовых почв сухих саванн

С удалением от экватора и ослаблением экваториального муссона типичные саванны сменяются сухими и опустыненными. Уменьшается продолжительность влажного периода, водный режим становится непромывным, уменьшается количество поступающих в почвы органических остатков, замедляются процессы выветривания, часть подвижных продуктов выветривания — кремнезем, карбонаты кальция, а местами хлориды и сульфаты — накапливаются в наносах и почвах местных депрессий. Сиаллитная, или сиаллитно-карбонатная, ферритизированная кора выветривания элювиальных ландшафтов сочетается с аккумулятивной монтмориллонитовой, местами с содовым и хлоридно-сульфатным соленакоплением, в геохимически подчиненных аккумулятивных ландшафтах депрессий.

Несмотря на сиаллитный характер коры выветривания, многие почвы хорошо дренированных элементов рельефа имеют красный цвет, что связано с сильной дегидратацией окислов железа при нагревании почв в жаркие и сухие периоды года. Кубиена назвал это явление рубефикацией. Однако с увеличением сухости климата к северу явления рубефикации ослабевают, в области полупустынь значительные пространства занимают не красноцветные, а бурые пустынно-степные тропические почвы.

Зона красно-бурых почв саванн пересекает континент между 12—18° с. ш. Ее северная граница проходит несколько севернее устья Сенегала, далее на восток по линии, соединяющей Тимбукту-Хартум, и выходит к побережьям Красного моря близ Порт-Судана.

Эта зона пересекает поверхности цокольных и пластовых равнин, а также значительные пространства аккумулятивных равнин в бассейне оз. Чад и Белого Нила. Абсолютные высоты в пределах плато составляют 300—500 *м*, в отдельных местах на плоскогорьях Кардофан, Дарфур — до 1000 *м*.

Эта зона получает 400—800 *мм* осадков в год, при продолжительности сухого периода 5—6 месяцев. Среднемесячные температуры колеблются в пределах 26—30°.

Растительность зоны, в ее южной, несколько лучше увлажненной части, представлена саваннами суданского типа с баобабами *(Adansonia digitata)* и акациями *(Acacia giraffae, A. albida)* в древесном ярусе и с *Andropogon hirtiflorus, Themeda triandra* в травяном покрове. На севере по мере увеличения сухости климата появляются опустыненные саванны сенегало-суданского типа с аристидой и невысокими акациями.

Почвенный покров зоны сухих саванн тесно зависит от возраста поверхностей выравнивания и степени сохранности древней ферраллитной коры выветривания.

Большие пространства, особенно в западной части зоны, заняты реликтовыми красными ферраллитными и альферритными почвами, распространенными на самых древних денудационных поверхностях третичного возраста (Pias, 1968). Весьма типичны для этой зоны останцы, увенчанные латеритными панцирями, а также сильнолатеритизованные почвы, образовавшиеся на продуктах разрушения латеритов. На более молодых денудационных поверхностях, лишенных древней коры, и на продуктах выветривания коренных пород, богатых первичными минералами, развиты почвы, отвечающие современным биоклиматическим условиям данной зоны.

Почвоведы, изучающие почвы Африки, относят их к типу коричневых тропических почв субаридных и аридных областей; на карте ФГАМ они показаны как красно-бурые почвы саванн.

Фурньер (Furnier, 1963) характеризует эти почвы следующим образом. Они имеют профиль, состоящий из гумусового гор. А, оглиненного (метаморфического) гор. B_m, иллювиального карбонатного гор. B_{CaCO_3} и почвообразующей породы сиаллитного характера. Цвет этих почв может быть коричневым или красным (местами темно-красным), степень насыщенности верхних горизонтов превышает 50%, а нижние горизонты полностью насыщены; в них много первичных минералов, оставшихся от почвообразующей породы. Илистая фракция состоит из монтмориллонита, гидрослюд, аллофанов.

На породах, богатых основаниями, эти почвы полностью насыщены и содержат много карбонатов.

Большие пространства заняты легкими почвами, называемыми в Сенегале почвами «дьер» и «дэк». Они связаны с продуктами выветривания третичных песчаников или размыва древней ферраллитной коры выветривания, из которых удалена глинистая масса, а зерна кварца, одетые пленками гематита и заключенные в коре крупные латеритные конкреции слагают основную массу песка. Обычно эти песчаные почвы бескарбонатны, но имеют pH 6—7 и насыщены основаниями. Подобно остальным красным альферритным почвам, они имеют несколько оглиненный и более сильно ожелезненный гор. В.

На выходах коренных пород плоскогорья Дарфур и плато Дамагарон распространены маломощные щебенистые почвы. На выходах известняков появляются гумусные темноокрашенные насы-

щенные и значительно оглиненные почвы черноземовидного облика (дерново-карбонатные тропические почвы).

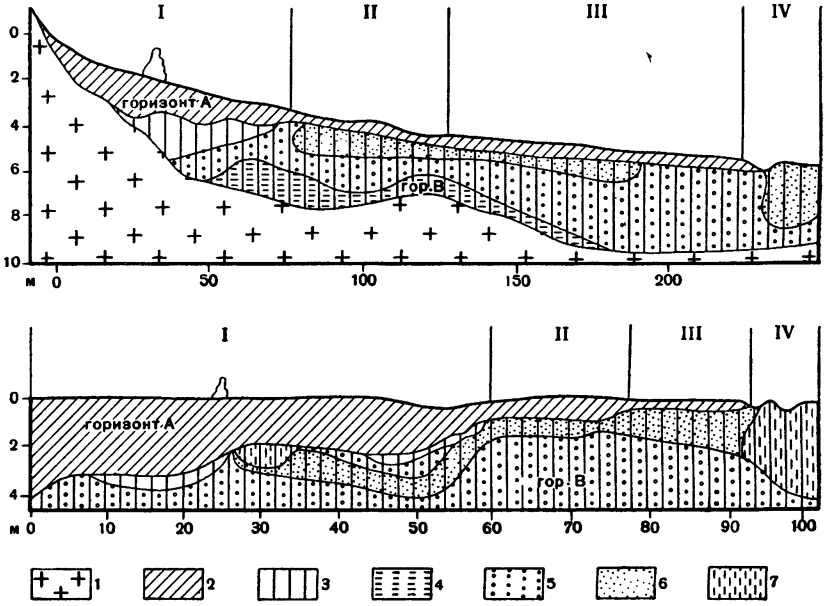


Рис. 62. Почвенно-геохимическая катена в бассейне оз. Чад (по Бокье, 1970).

1 — гранит; почвенные горизонты: 2 — А; 3 — В; содержание монтмориллонита в гор. В в %: 4 — <5; 5 —5—10; 6 — 10 — 15; 7 — >15%

Земледелие в зоне распространения красных ожелезненных почв (красно-бурых почв саванн) очень примитивное. Неглубокая вспашка, выжигание кустарников не способствуют улучшению почв. Возделываются здесь арахис, сорго, просо. Урожайность культур — очень низкая. Для повышения плодородия почв необходимы увеличение запасов гумуса и улучшение структуры и водных свойств почв наряду с внесением минеральных удобрений.

В значительно большей мере используются, при орошении, черные монтмориллонитовые слитые почвы (тропические слитоземы, или вертисоли), приуроченные к аккумулятивным аллювиальным и древнеозерным равнинам в бассейне Белого Нила и в котловине оз. Чад. Эти почвы, используемые под посевы главным образом хлопчатника, имеют ряд местных названий: «бадоб», «кару», «тинсуда».

Д. К. Финдлей и Ф. У. Кольер (Findlay, Collier, 1964), рассматривая черные монтмориллонитовые почвы Центрального Судана,

выделяют здесь несколько различных типов профилей по геоморфологическим условиям и степени проявления процессов оглеения.

На глинистой равнине Кардофана, представляющей сухую саванну с Acacia mellifera, развиваются тяжелоглинистые почвы с очень слабо дифференцированным профилем. Темный, коричневато-серый цвет почвы остается почти без изменения до глубины 170 *см*. Глубже почва более светлого, коричневато-оливкового цвета, слегка пятнистая. Карбонатные конкреции наблюдаются на глубине 180—250 *см*, в горизонте, где наиболее часты ходы термитов. Глины на различной глубине подстилаются коренными породами различного состава (гнейсами, песками и галечниками, ожелезненными породами).

Значительно меньшие площади в пределах равнины занимают почвы депрессий, покрытые более густой растительностью, с участием широкотравья, что говорит о лучшем увлажнении. С глубины 150 *см* в почвах наблюдается пятнистая окраска и многочисленные марганцево-железистые стяжения. Карбонатных конкреций очень мало, часто обнаруживается в этих почвах гипс.

Глинистые черные почвы аллювиальных равнин очень похожи на первые из описанных почв, но имеют более темную окраску почвенного профиля и более глубокое залегание карбонатов (около 2 *м*).

Почвы затопляемых аллювиальных равнин имеют песчано-глинистый механический состав и обильные признаки оглеения в виде ржавых пятен, от самой поверхности.

Почвы «бадоб» с опытной станции Джезира имеют 57—62% глинистых частиц, отношение SiO_2/Al_2O_3 в илистой фракции 3,9—3,6. Крупные фракции: больше 2 *мм* и 2—0,2 *мм*, составляющие в некоторых горизонтах 20—30% от веса почвы, почти целиком состоят из плотных карбонатных конкреций (CaO — 46,3%, CO_2 — 36,3% от веса фракций). Особенно тяжелый механический состав и плохую водопроницаемость обнаруживает, находящийся ниже гумусового, плотный серый горизонт. При обработке щелочью образцов почвы, по данным Джозефа, растворилось некоторое количество органических и минеральных веществ. В составе последних значительную долю составлял аморфный кремнезем. Общее количество органического углерода в «бадоб» очень низкое; содержание гумуса колеблется около 0,5—0,6%.

Многие почвы «бадоб» солонцеваты: Фагелер приводит описания разрезов, в которых содержание натрия в поглощающем комплексе составляет 15—21% от емкости поглощения. В глубоких горизонтах появляются легкорастворимые соли. Эти почвы имеют особенно плотный водонепроницаемый гор. В. В области распространения солонцеватых почв развиты микрорельеф и комплексность почвенного покрова.

На наиболее древних аллювиальных поверхностях с наносами очень тяжелого механического состава развиты почвы «кару», описаны Кенчингтоном (Kenchington). Имеют очень плотный второй

горизонт, начинающийся с глубины 25—45 *см*, с ореховатой прочной структурой и с выцветами солей по граням структурных отдельностей. Содержание легкорастворимых солей в почвах «кару» 0,09% в верхнем горизонте, увеличивается во втором до 0,32, а на глубине 100 *см* — до 0,43%. В засоленных почвах «бадоб» и «кару» много соды, особенно в верхних горизонтах; углекислый натрий — главный компонент растворимых солей; в нижних горизонтах, где засоленность выше, появляются сульфаты, а еще глубже хлориды. В верхних горизонтах (до 5% от суммы растворенных солей) присутствует растворимая в воде кремнекислота. Значительное содержание соды свидетельствует о широком развитии в этой почвенной области солонцовых процессов. Появляющиеся в растворах в результате обменных реакций углекислые соли натрия легко растворимы и, мигрируя в местные понижения рельефа, дают содовое засоление.

Таким образом, ряд признаков свидетельствует о недавней гидроморфности черных почв древнеаллювиальных равнин Судана; особенно яркие из них — наличие плотного реликтового глеевато-го горизонта и явления солончаковатости и солонцеватости. Местами эти почвы связаны переходными образованиями с современными гидроморфными темноцветными и болотными почвами.

Абиссино-Сомалийско-Йеменская горная область красно-бурых и темноцветных почв сухих саванн и ксерофильных лесов

Абиссинское плоскогорье — это серия обширных базальтовых ступенчатых плато, протянувшихся в направлении с ю.-з. на с.-в., преобладают абс. высоты между 1500—3000 *м*, самая высокая вершина Рас-Дажан 4620 *м*. Глубокий грабен отделяет на востоке Абиссинское нагорье от плоскогорий и ступенчатых плато п-ова Сомали, лежащих на абс. высоте 1000—2000 *м* и сложенных в основании докембрийскими кислыми породами, перекрытыми меловыми, юрскими и палеоген-неогеновыми известняками и песчаниками. Плато ступенями спускается к низким прибрежным равнинам южной части полуострова.

На Сомали засушливый климат, несмотря на то, что он лежит на восточном побережье континента в зоне субэкваториальных муссонов. От суданских муссонов и влажных воздушных масс из бассейна Конго Сомали защищен Абиссинским нагорьем, юго-западные склоны которого получают наибольшее количество осадков (до 3000 *мм*).

К северо-востоку и востоку количество осадков на Абиссинском плоскогорье и Сомали уменьшается до 500—250 *мм*. Летний индийский муссон, имеющий направление, параллельное берегу, не приносит осадков, а зимний муссон, приходящий в Абиссинию и на Сомали со стороны Аравийского полуострова, характеризуется еще большей сухостью.

Большая увлажненность юго-западной части Абиссинии и все нарастающая сухость на северо-востоке и востоке обусловливают существенные различия в характере растительного и почвенного покрова и позволяют выделить в пределах рассматриваемой провинции два округа: Абиссинский и Эритрейско-Сомалийский.

В Абиссинском почвенном округе на Западных склонах Абиссинского нагорья наблюдаются вертикальные зоны растительности и почв. Нижняя зона до высоты 1000—1500 *м* представлена ксерофильными редколесьями эфиопского типа, с несколькими видами акаций и баобабами на красно-бурых почвах саванн. На высоте 1500—1800 *м* — редколесья эфиопского типа из листопадных пород на горных темно-красных гумусных ферсиаллитных почвах, чередующихся с черными монтмориллонитовыми почвами. От 1800 до 2000 *м* идет пояс вечнозеленых кустарников с канделяброобразными молочаями и влажнотропических лесов с подокарпусами на гумусных темно-красных ферсиаллитных почвах. Высокие внутренние более сухие плато — в восточной Абиссинии и в западной части Сомали — заняты горными саваннами с древовидными молочаями, сикоморами и дикими оливковыми деревьями. Почвы этих нагорий имеют темный цвет, оглинены и представляют горные коричневые почвы или горные черноземовидные почвы. Почвы нагорий гумусные, черноземовидного облика, с карбонатным горизонтом, высокой емкостью поглощения, очень плодородны и издревле обрабатываются человеком. Хорошие почвы, выровненный рельеф и мягкий климат нагорий обусловливают очень высокое проникновение земледелия в горы. Посевы зерновых в Абиссинии поднимаются до 3600 *м*.

Эритрейско-Сомалийский почвенный округ. Здесь преобладают ландшафты ксерофитных редколесий на красно-бурых почвах, преимущественно каменистых, или почвах легкого механического состава, с массивами темноцветных монтмориллонитовых оглеенных почв, по низким террасам речных долин.

Восточно-Африканская область ферраллитных и альферритных почв саванн и горных гумусных ферраллитных и сиаллитных почв

Область охватывает высокие плоскогорья и горные возвышенности восточной Экваториальной Африки, где климатические условия, рельеф и почвообразующие породы весьма разнообразны. Большая часть поверхности лежит на высоте 1000—1500 *м*, отдельные вулканические вершины и горстовые массивы поднимаются до абс. высоты 4000—5500 *м* и выше. Западная граница области — это система разломов, в которых располагается ряд меридионально вытянутых узких озер: Альберт, Эдуард, Киву и Танганьика, обрамленных с запада и востока горными возвышенностями, среди которых массив Рувензори (5109 *м*) и вулкан Карисимби (4507 *м*). К востоку располагается гранитное плато Уганда, с неглубокими озерами Кьога и Виктория, окруженными обширными

пространствами папирусовых болот. С востока плато Уганда замыкается вулканическим плато Кения, рассеченным центральной системой меридиональных грабенов, с серией сбросов и тектонических уступов. Рельеф осложнен грандиозными конусами потухших вулканов Килиманджаро (5895 *м*), Меру (4567 *м*), Эльгон (4321 *м*), Кения (5199 *м*) и др. Озера этой вулканической области, приуроченные к центральному меридиональному разлому, — Рудольф на севере и Натрон на юге — обогащены содой (что свойственно областям молодого вулканизма) и окружены солончаковатыми, солонцеватыми и осолоделыми почвами.

К востоку и югу от Килиманджаро и Меру простираются обширные, сложенные гранитами и метаморфическими сланцами плато Ньяса и Масаи, также разбитые разломами и сбросами и ступенчато понижающиеся к узкой полосе низких равнин, тянущихся вдоль побережья Индийского океана.

Несмотря на экваториальное положение и близость океана, плоскогорья Восточно-Африканской почвенной области лежат в умеренно влажной зоне, годовой коэффициент увлажнения (K_n) 0,6—0,9, а в северо-восточной части, на севере Кении, K_n — даже 0,3—0,6 и продолжительность сухого периода 3—4 месяца. Количество осадков на большей части территории 750—1500 *мм*, на склонах горных возвышенностей увеличивается до 2000—3000 *мм* и более.

Древние поверхности выравнивания мелового, палеогенового, плейстоценового возраста расчленены, покрыты древними корами выветривания, продукты разрушения которых, смешанные с менее выветрелым материалом, выступают на значительных пространствах как материнские породы для современных почв.

Преобладающая часть плоскогорий Восточной Африки покрыта красными альферритными почвами, развитыми на продуктах размыва и переотложения древней каолинитовой, местами значительно латеритизованной, коры выветривания кислых изверженных пород. Подобно остальным альферритным почвам саванн, эти почвы малогумусны, обладают невысокой емкостью поглощения, слабокислой реакцией, в почвенном профиле часто встречаются обломки разрушенных и переотложенных латеритных панцирей. Эти почвы занимают повышенные, хорошо дренированные элементы мезорельефа и покрыты сухими редколесьями (известными в Восточной Африке под названием «миомбо») или саваннами с баобабами и акациями. Плоские обширные понижения, где близко залегают к поверхности грунтовые воды, плоские побережья озерных впадин, низкие широкие речные террасы рек, заняты травянистой растительностью, переходящей по мере увеличения грунтового увлажнения в папирусовые болота.

На низменных аллювиальных и озерных равнинах, частично заливаемых во влажный период года, в областях, где годовое количество осадков колеблется между 750—1000 *мм*, распространены гидроморфные серые или черные тяжелоглинистые почвы (почвы

«влей»), с плотными карбонатными конкрециями, сильнотрещиноватые в сухое время года. Они отличаются от ранее описанных почв «бадоб» отсутствием признаков солонцеватости и солончаковатости, что, по-видимому, связано с более влажными, чем в восточном Судане, климатическими условиями. Гонвара и Азеведо (Gonvera, Azevedo, 1948), описывая почвы «влей» Мозамбика, указывают на наличие в них, подобно почвам «бадоб», очень слитного тяжелоглинистого горизонта, лежащего ниже гумусового и имеющего обильные плотные карбонатные и железистые конкреции. Почвы «влей» всегда оглеены.

Наряду с гидроморфными черными почвами на плоских равнинах Восточной Африки распространены на продуктах выветривания и переотложения основных и мергелистых пород негидроморфные черные тяжелоглинистые хлопковые почвы; на Почвенной карте Мозамбика эти почвы показаны как «черные земли» (black earth) на известковых породах и как «черные глины Моаба» (Moaba black clays) на базальтах. Второй горизонт у них также очень плотный, трещиноватый и содержит карбонатные конкреции. Количество осадков в области распространения черных почв Мозамбика менее 800 *мм*; это области с продолжительным сухим периодом и очень жаркие. Среднегодовые температуры здесь выше 25°С.

По описаниям Мильна, Торпа и Беллиса (Milne, 1935; Thorp, 1960; Bellis, 1964), в Кении, Уганде и Танзании черные тяжелоглинистые почвы распространены весьма широко и образуют сочетания (катены) по элементам рельефа с красными ферраллитными и фersиаллитными почвами саванн.

На относительно повышенных, хорошо дренируемых элементах рельефа располагаются красные ферраллитные или альферритные почвы саванн, а слитые монтмориллонитовые почвы приурочены к депрессиям рельефа, в их нижних горизонтах, над горизонтами оглеения часто обнаруживаются латеритные водонепроницаемые прослои; центры депрессии заняты болотными почвами.

В пределах пониженных равнин, менее дренированных, в условиях более сухого климата плоские водораздельные поверхности (особенно в области распространения основных пород) заняты черными монтмориллонитовыми почвами, на лучше дренируемых склонах они сменяются темно-красными фersиаллитными почвами, а в депрессиях рельефа вновь появляются монтмориллонитовые оглеенные, местами солонцеватые и осолоделые почвы. Последние особенно широко распространены на плато Кинангоп.

К базальтовым лавовым плато, распространенным в Кении, приурочены темно-красные (или шоколадные) фersиаллитные почвы, хорошо оструктуренные, слабокислые или нейтральные, а в наиболее сухих районах северо-востока Кении — с иллювиальным карбонатным горизонтом.

Подобно черным глинистым почвам, темно-красные почвы саванн на основных породах — самые плодородные почвы Восточ-

ной Африки. Они используются под плантации кофе, а черные слитые — под культуру хлопчатника.

Местами, близ вулканов Кении, Килиманджаро и Меру распространены почвы на рыхлых вулканических отложениях — пеплах и туфах. Это мощные гумусные почвы, хорошо водо- и воздухопроницаемы, богаты минеральными элементами, высокоплодородны.

Снеговая граница в горах Восточной Африки лежит на высоте 4500—4600 *м*. Ниже располагается серия горных почвенных зон, верхние из которых существенно сходны в большинстве горных массивов. Имеются данные о составе и границах почвенных зон в горных массивах западной части почвенной области, поднимающихся вдоль западной рифтовой зоны (Денисов, 1959; Pecrot, 1964; Thirion, 1954) и восточной части в Кении и Килиманджаро (Milne, Bellis, 1964). Во всех достаточно высоких горных массивах на высотах от 3200 (3500) до 4500—4600 *м* находится зона афро-альпийской растительности, образованной кустарниками (эрикой, крестовником, лобелией); почвы покрыты мощным моховым покровом, сильно оторфованы и увлажнены.

На высотах 2200 (2500) — 3500 *м* в зоне бамбуковых зарослей распространены также сильнооторфованные (перегнойные или грубогумусные) кислые почвы, с потечным альфегумусовым горизонтом ($B_{h\,feal}$), выделяемые как горные кислые перегнойные бурые лесные почвы. Местами в них появляется подзолистый горизонт.

Между 1750 (1800) — 2200 *м* располагается зона горных влажнотропических лесов, с подокарпусами и участием вечнозеленых форм. Обилие папоротников, вересков, лиан характерно для этой зоны «туманных» лесов, где часты моросящие дожди. К этой зоне приурочены многогумусные красно-желтые ферраллитные и ферсиаллитные почвы, называемые в классификации почв Африки С. Сиса (Sys, 1961) гумусовыми гигрокаолями. Нижняя граница этой зоны на западе, в Руанда и Бурунди, проходит на абс. выс. 1500 *м*, в Кении и Килиманджаро — на 1800 *м*. Ниже эти почвы сменяются, в зависимости от характера ландшафтов прилегающих плато и от экспозиции склонов, горными красными ферраллитными и альферритными почвами тропических саванн, обычно несколько более гумусными, чем аналогичные почвы прилегающих равнин (гумусовые, ксерокаоли).

В северо-восточной части этой почвенной области, в Кении, на горных склонах появляются более сухие саванны на красно-бурых и коричнево-красных почвах.

Главные культуры на севере и в центре этой почвенной области — хлопчатник, маис, пшеница. Последние две так же, как и культура кофе, наиболее высоко поднимаются в горы. Значительная часть лесов на горных склонах вырублена, выжжена и замещена вторичными злаковыми саваннами и кустарниками. Эти территории используются как пастбища.

Почвы о. Мадагаскар

Мадагаскар вытянут с с.-з. на ю.-в. на 1600 *км*, ширина его около 400 *км*, лежит в субэкваториальной и тропической зонах южного полушария. Центральная часть острова — высокое, поднимающееся до 2800—2880 *м* плато, сложенное гнейсами и гранитами, западная часть лежит ниже 400 *м* абс. выс., сложена третичными песчаниками, глинистыми сланцами, известняками. Широко распространены потоки четвертичных лав. Восточные склоны находятся под воздействием влажных воздушных масс Индийского океана, получают до 3000 *мм* осадков в год и покрыты влажными тропическими лесами. Последние на значительных пространствах вырублены и заместились вторичными кустарниковыми формациями. Западные склоны получают 1000—1500 *мм* осадков в год, а подгорные равнины юго-западной части острова — 750—250 *мм*.

На ступенчатых плато, сложенных древними метаморфическими осадочными породами, сохранилась мощная ферраллитная кора выветривания, которая на большей части территории или в залегании in situ, или в переотложенном состоянии является почвообразующей породой.

На восточных влажных склонах гор господствуют очень кислые бедные красно-желтые, а в более высоких частях нагорий гумусные красно-желтые ферраллитные почвы. Однако, как отмечает Эрар — один из исследователей почв Мадагаскара (Ehrar, 1931), ферраллитные почвы, с высоким содержанием гиббсита, встречаются только на древних элементах рельефа. На молодых аллювиальных отложениях, сложенных обломочным материалом невыветрелых пород, почвы имеют бурый или серый цвет (в зависимости от содержания гумуса) и не ферраллитизированы. Молодые послетретичные вулканические отложения также не несут ферраллитных продуктов выветривания и почв, к ним приурочены бурые тропические почвы. В зависимости от возраста коры выветривания, даже в одинаковых климатических условиях, почвы существенно различны. На древней коре выветривания на восточных склонах нагорья, покрытых злаковыми саваннами с тамариндом и баобабами, почвы также имеют ферраллитный или альферритный характер. На основных лавах распространены темно-красные или шоколадные насыщенные ферсиаллитные почвы. Латеритные панцири на Мадагаскаре встречаются редко.

Прибрежные равнины западной сухой части Мадагаскара заняты колючелесами и кустарниками на коричневых и красно-бурых почвах саванн. В земледелии используются главным образом почвы на молодом аллювии, где главная культура — сахарный тростник, а на темноцветных монтмориллонитовых почвах — рис.

Анголо-Замбо-Родезийская почвенная область

В пределы области входят большая часть плоскогорья Луанда-Катанга, плоскогорье Матабеле, горный массив Бие, горы Да-

мараленд, северная часть впадины Калахари и Мозамбикская низменность.

Широтнозональная макроструктура почвенного покрова существенно осложнена древней ферраллитной и альферритной корами выветривания и латеритными древними образованиями.

На карте в пределах области выделяются две широтные почвенные зоны: северная — более широкая, лучше увлажненная зона красных и красно-коричневых альферритных и ферсиаллитных почв тропических ксерофитных лесов и редколесий и южная — более засушливая узкая зона красно-бурых почв саванн, со значительным участием темноцветных монтмориллонитовых гидроморфных и палеогидроморфных почв.

Имеющиеся горные поднятия не вносят существенного изменения в макроструктуру почвенного покрова области. Более заметно влияние состава почвообразующих пород и дифференциации легкоподвижных продуктов выветривания в пределах ландшафтно-геохимических арен. Здесь так же, как и в Судано-Гвинейской почвенной области, палеоклиматогенные и палеогидрогенные структуры существенно осложняют широтную зональность.

Зона красных и красно-коричевых альферритных и ферсиаллитных почв тропических ксерофитных лесов и редколесий

Между 8—18° ю. ш. располагается пересекающая континент южная зона красных альферритных и ферсиаллитных почв. В отличие от северной Судано-Гвинейской зоны, лежащей на высоте 300—500 *м*, южная зона приурочена к высоким плоскогорью Луанда—Катанга, массиву Бие и нагорьям, обрамляющим оз. Ньяса. Большая часть территории лежит на высоте 1000—1600 *м*, но отдельные вершины в массиве Бие, в горах Мучинга и Ливингстона близ оз. Ньяса поднимаются до 2500—2600 *м*, что обусловливает более низкие среднегодовые температуры между 20 — 15° (вместо 25—27° в северной зоне). Здесь выпадает 1200—1300 *мм* осадков. В восточной части зоны количество осадков уменьшается до 1000—900 *мм*. Отчетливо выражен зимний сухой период, продолжающийся четыре месяца, с коэффициентом увлажнения ниже 0,3. Непосредственно вдоль Атлантического побережья тянется узкая полоса, где климат более засушливый.

В восточной и в западной частях почвенной зоны преобладают древние докембрийские метаморфические и кислые изверженные породы; ее центральная часть, в бассейне р. Замбези, сложена палеогеновыми песчаниками, давшими при выветривании толщи светлых песков (так называемых «песков Калахари»).

По характеру рельефа — это древний пенеплен с несколькими уровнями планации, расчлененный речными долинами на ряд плосковершинных водоразделов.

В области развития изверженных и метаморфических пород наиболее высокие и малозатронутые эрозией поверхности покры-

ты древней каолинитовой, сильно латеритизованной корой выветривания. На значительных пространствах в почвенной толще или на поверхности обнаруживаются латеритные плиты, щебень или массовые скопления латеритных конкреций.

Латеритные панцири представляют собой реликтовые образования, связанные с более близким стоянием к поверхности (во влажные сезоны года) уровня грунтовых вод в период, когда пенеплен не был приподнят и расчленен. Почвы красные альферритные, кислые (pH 5,0—5,5), с низким содержанием органического вещества и низкой емкостью поглощения.

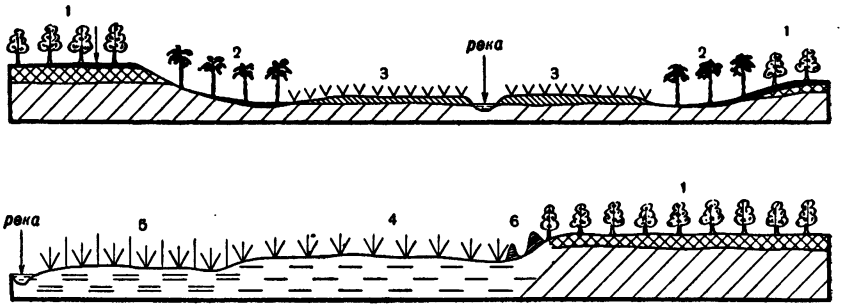


Рис. 63. Схема распределения почв и растительности по рельефу в Замбии (по М. Коул, 1963):

1 — ксерофитные редколесья с *Brachistegia Isoberinia* на латеритизованных почвах денудационных равнин; 2 — кустарники (*Combretum*) на расчлененных склонах; 3 — открытые травяные саванны с близким залеганием к поверхности латеритного панциря; 4 — периодически заливаемые открытые травяные саванны на черных монтмориллонитовых почвах; 5 — постоянно влажные заболоченные травяные саванны на глеевых монтмориллонитовых почвах; 6 — участки с термитниками

Как показали исследования английского географа и геоботаника Коул (Cole, 1963), эти высокие выровненные поверхности заняты саванновыми редколесьями, в которых древесный ярус слагается *Brachystegia, Isoberinia, Yubbernardia* — растениями с глубокой корневой системой. На более низких денудационных уровнях появляются акациевые саванны.

На Почвенной карте Африки ФГАМ латеритизированные альферритные почвы показаны как коричнево-красные и коричнево-красные латеризованные почвы ксерофитных тропических лесов, однако по своим свойствам почвы описываемой территории не отличаются от красных альферритных и ферраллитных почв саванн.

На участках, где древний пенеплен подвергся эрозионному расчленению, формируются красные ферсиаллитные почвы, с оглиненным метаморфическим гор. B_m, аналогичные sols ferrugineux tropicaux или ферроземам, зоны саванн северного полушария.

Латеритный панцирь здесь разрушен, на поверхность выходят менее выветрелые толщи коры, или коренные породы, почвы ме-

нее кислые, более насыщенны, чем обусловливает появление более требовательных к почвам растительных формаций. Здесь появляются редколесья, в которых преобладают Marquisia и участки вечнозеленых лесов. Особенно богата и разнообразна растительность на коричневых почвах, развитых на продуктах выветривания известняков или основных пород. Это так называемая «формация чипиа», распространенная в бассейне оз. Бангвелоу и близ Чафакумы.

В верховьях рек и вдоль речных долин тянутся плоские заболоченные понижения — «дамбос», покрытые травянистой растительностью. Многие из них периодически затопляются и превращаются в непроходимые болота. Очень часто в нижних частях профиля почв здесь обнаруживаются скопления латеритных конкреций, переходящих местами в латеритные плиты, имеющие, по-видимому, не реликтовый характер, а связанные с современными процессами перемещения и вторичного осаждения и накопления в почвах депрессий гидратов окислов железа. На термитных холмах, среди подобных заболоченных пространств, на лучше дренированных почвах появляется древесная растительность. Непосредственно вдоль русел рек на болотных почвах тянутся густые заросли деревьев и кустарников, носящих местное название «мушату».

На равнинах Кофуэ и Бузанго, на древнеаллювиальных равнинах на междуречье рек Кафуэ, Машили и Замбези и вдоль долины р. Луангвы, на плоских поверхностях, сложенных тяжелыми монтмориллонитовыми глинами, распространены наиболее плодородные в рассматриваемой зоне, черные монтмориллонитовые слитые почвы; к ним приурочены особые ассоциации редколесий, называемые «мопане», с преобладанием Colophospermum mopane.

Распределение почв и растительности по элементам рельефа в Замбии показано схематически на рис. 63

На продуктах выветривания палеогеновых песчаников почвы легкого механического состава и покрыты зарослями ксерофильных лесов и кустарников, с участием *Baikiala plurijnga, Burkea,* перемежающимися с травянистыми заболоченными участками. Земледелие в описываемой зоне ограниченное и приурочено преимущественно к более плодородным массивам темноцветных монтмориллонитовых почв. Основные площади в пределах зоны используются как пастбища.

Зона красно-бурых фersиаллитных и ферритизированных почв саванн с участием темноцветных монтмориллонитовых почв

Южная, более засушливая, относительно пониженная часть Анголо-Родезийской почвенной области лежит в зоне саванн южной части Африки и характеризуется преобладанием красно-бурых фersиаллитных почв саванн, образующих широтновытянутую почвенную зону. Она простирается от побережий Атлантического до побережий Индийского океана. Преобладают почвы на продуктах

выветривания палеогеновых песчаников (калахарской формации). Изверженные породы кислого состава выходят лишь в крайней западной приатлантической части зоны, в массиве Сьерра-де-Шела, и на востоке в области ступенчатых плато Низкого Вельда. В Мозамбикской низменности почвообразующими породами выступают аллювиальные и морские отложения четвертичного возраста, среди которых значительное место занимают тяжелые монтмориллонитовые глины. Монтмориллонитовая кора выветривания, связанная с распространением изверженных пород основного состава — преимущественно норитов, занимает значительные пространства на приподнятых ступенчатых плато северной части Вельда.

На большей части зоны выпадает 500—650 *мм* осадков в год, при продолжительности сухого зимнего периода 4—5 месяцев, в течение которых коэффициент увлажнения падает ниже 0,3; во влажные месяцы K_n — 0,6—0,8.

Преобладающий тип растительности — парковые саванны с *Colophospermum mopane, Acacia, Sterculia, Terminalia* и др.).

В Северном Вельде и на Мозамбикской низменности распространены акациево-молочаевые саванны *(Acacia, Aloe, Euphorbia)*. Господствующий тип почв в саваннах Южной Африки — красно-бурые почвы легкого механического состава. В области слепой дельты р. Окованго, в центральной части зоны, значительные пространства занимают периодически затопляемые травянистые саванны на красно-бурых оглеенных почвах с осветленными, вследствие глеево-элювиального процесса, верхними горизонтами и железистыми конкреционными горизонтами в нижней части профиля. Подобные же отбеленные и ожелезненные в нижней части профиля гидроморфные почвы отмечены Ван дер Мерве (Van der Merwe, 1941) в восточной части зоны на песчаных равнинах Низкого Вельда в верхней части бассейна р. Лимпопо. В пределах Мозамбикской низменности на аллювиальных равнинах рек Замбези и Лимпопо распространены гидроморфные, оглеенные, а местами и засоленные темноцветные монтмориллонитовые почвы (почвы «влей»). На низменных морских побережьях — значительные массивы мангровых лесов на засоленных болотных тропических почвах.

Юго-Восточная африканская почвенная область

Это наиболее южная, расположенная частично в субтропическом поясе область саванно-ксерофитно-лесного сектора Африки. Она охватывает высокие нагорья и обращенные к Индийскому океану склоны Драконовых и Капских гор.

Драконовы горы и горы Южного Мыса — высокоприподнятые (на 1500—1300 *м*) и разбитые сбросами глыбы. Последующая эрозия глубоко расчленила обращенные к морским побережьям края глыб, придав им горный характер. Крайняя южная оконечность

континента, подобно Атласу, характеризуется типичным средиземноморским климатом, с зимним максимумом осадков. Южные, наиболее хорошо увлажняемые склоны горных возвышенностей Стромбергена, Звартербергена, Ньювельд некогда были покрыты широколиственными лесами, сейчас сильно вырубленны. Здесь развиты бурые лесные почвы. Внутренние, северные склоны возвышенностей, обращенные к сухим котловинам Малого и Большого Карру, покрыты сухими кустарниками типа маки на коричневых и серо-коричневых почвах.

Юго-восточное побережье Африки, собственно Драконовы горы и Высокий Вельд, находится в зоне преимущественно летних осадков юго-восточного муссона. Количество осадков, максимальное на восточных склонах гор, постепенно уменьшается в направлении на запад.

Непосредственно вдоль побережья под влажными вечнозелеными лесами развиваются субтропические желтоземы и красноземы. На высоте от 450 до 1200 *м* леса сменяются прериями, с колючим кустарником на красновато-черных выщелоченных почвах. Еще более высокие, получающие меньшее количество осадков, плоскогорья Высокого Вельда, лежащие на 1200—1800 *м*, представляют собой открытые травянистые пространства, классифицируемые многими исследователями как пампы (субтропические степи). Характер почвенного покрова здесь зависит от состава материнских пород. Наряду с обычными красновато-черными почвами субтропических прерий в Высоком Вельде Базутоленда и Натала нередки черные монтмориллонитовые тропические почвы, приуроченные к вулканическим нагорьям, сложенным ультраосновными породами.

Подобно регурам Индии, черные монтмориллонитовые почвы Юго-Восточной Африки очень глинисты, имеют емкость поглощения 50—69 *мг·экв* на 100 *г*, в сухое время года растрескиваются, малогумусны (0,6—0,8%), но отличаются высоким плодородием. В понижениях рельефа почвы более уплотнены и содержат больше карбонатов кальция и гипс.

Красновато-черные и черные монтмориллонитовые почвы субтропических прерий Юго-Восточной Африки наиболее земледельчески освоены. Здесь возделывают маис, озимую пшеницу, а на западе более засухоустойчивые — хлопчатник и табак. Морозы здесь бывают 100—150 дней в году, что не позволяет выращивать цитрусовые.

Калахарская почвенная область

Бессточная впадина Калахари сложена палеогеновыми и известковистыми песчаниками, скрытыми под плащом четвертичных песчаных отложений. Наибольшее количество осадков 400—500 *мм* в год получают северные и восточные части области; к юго-западу количество осадков уменьшается до 300—250 *мм*. В Калахари максимум осадков выпадает в летнее время, продолжительность зим-

него сухого периода составляет 4—5 месяцев, с коэффициентами увлажнения ниже 0,3. Среднегодовой коэффициент увлажнения в пределах 0,6—0,3. Эта самая засушливая область саванно-ксерофитно-лесного сектора. Однако легкий механический состав почв, их хорошая водопроницаемость способствуют более полной утилизации атмосферных осадков. Поверхностного стока здесь почти нет. Лишь в северной части области бессточная заболоченная впадина оз. Нгами питается водами р. Окованги; воды периодического поверхностного стока питают наряду с грунтовыми водами находящееся на северо-востоке оз. Макарикари. Оно периодически наполняется водой, а в сухие периоды представляет солончак, покрытый коркой солей. В пределах впадины весьма многочисленны сухие русла и обширные бессточные понижения «пэны» с неглубоко залегающей грунтовой водой. В результате гидрогенной аккумуляции карбонатов кальция здесь формируются мощные плотные известковые горизонты. По мере образования известковой плиты (или пэна) почвы делаются менее водопроницаемыми. Для устройства колодцев обычно пробивают известковистую, местами окремнелую, плиту в наиболее низкой части понижения. Колодцы используются для водопоя, поэтому поверхность почв в пределах понижений разбита и перевеяна. Остальное пространство Калахари покрыто густым растительным покровом с высоким травостоем, отдельными группами деревьев и кустарников. Древесный ярус образуют акации: *A. uncinata, A. haematoxylon, A. giraffae.* Из кустарников часто встречаются *Bauchinia macrantha, Terminalis sericea.* Травяной покров образован преимущественно злаками *(Eragrostis Lehmanniana, Schmidtia bulbosae, Aristida umiplamis).*

Песчаные почвы саванн Калахари, показанные на Почвенной карте ФГАМ как красновато-бурые почвы опустыненных саванн, по описаниям Ван дер Мерве, представлены двумя подтипами: бескарбонатных и с карбонатным горизонтом.

Бескарбонатные песчаные почвы развиты на мощных кварцполевошпатовых песках, поверхность зерен покрыта тонкой красной пленкой гидратов окислов железа. С глубиной окраска изменяется до желтовато-бурой, а песок несколько уплотняется. Содержание илистой фракции не превышает 4%.

Песчаные почвы с карбонатным горизонтом появляются в местах, где песчаный нанос близко подстилается плотной породой. Верхний горизонт — красный, рыхлый, связанный корнями песок мощностью от десятков сантиметров до 2,0—2,5 *м.* В более влажных районах окраска в нижней части профиля изменяется до желто-бурой. Ниже наблюдается резкий переход к карбонатному грязно-белому или белому горизонту. Этот горизонт уплотнен, трещиноват и переходит в выветрелую породу. На гранитах карбонатный горизонт выражен слабее, чем на других породах.

Как правило, если коренные породы выходят на поверхность и не прикрыты слоем песчаного наноса, на их элювии образуются бескарбонатные почвы. Таким образом, образование карбонатного

горизонта связано, по-видимому, с бывшими или современными эфемерными горизонтами почвенно-грунтовых вод, возникающими во влажный зимний период над водоупорными горизонтами.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПУСТЫННЫХ СЕКТОРОВ АФРИКИ

Южно-Африканская пустынная область

Пустыни Юго-Западной Африки тянутся узкой полосой вдоль атлантического побережья между 17—32° ю. ш. Это пустыня Намиб, занимающая приморские равнины, и ограничивающие ее с востока плоскогорья Наоно, Дамараленд и Намаленд. На ю.-з. в бассейне р. Оранжевой область пустынь расширяется и охватывает плато Верхнее и Большое Карру.

Годовое количество осадков уменьшается в направлении с востока на запад от 250 до 50 *мм* и ниже. Наименьшее количество осадков получает приокеаническая пустыня Намиб. Это связано с прохождением вдоль западного побережья холодного Бенгальского течения; господствующие южные, направленные вдоль берега ветры сдувают поверхностные слои воды в океане и вызывают поднятие более холодных глубинных вод, что обусловливает конденсацию атмосферной влаги над океаном и ограничивает ее поступление на континент. Однако как для прочих пассатных приокеанических пустынь, так и для пустыни Намиб характерна высокая относительная влажность воздуха — 70—80%. Недостаток влаги восполняется частыми туманами и конденсацией рос, чему способствуют резкие колебания суточных температур, особенно зимой, когда при дневных температурах 25° температура ночью падает до 0°, а часто до —5 —12°.

По характеру растительного покрова Намиб и прилегающие к ней плоскогорья — суккулентные пустыни, со скудной растительностью, представленной кустарниками: *Salsola, Zygophyllum, Licium, Aloe, Euphorbia,* и характерной здесь вельвитчией *(Welwitschia Bainesii)*. Западные склоны плоскогорий сильно расчленены, каменисты, прорезаны многочисленными ущельями с сухими руслами, вода по которым течет лишь периодически, во время редких дождей. Преобладают скальные поверхности, покрытые темно-коричневым пустынным загаром, и маломощные сильнокаменистые почвы.

У подножий гор тянется полоса наклонных равнин, образованных слабосортированными каменистыми отложениями пролювиальных конусов выноса. Образование солевых кор (известковых, реже гипсовых, а на наиболее старых конусах — кремневых) распространенное явление на подгорных наклонных равнинах.

По мере удаления от подножий гор равнина выполаживается, появляются участки, преимущественно в понижениях рельефа, сложенные мелкоземистым материалом — песками и супесями. Соли, накапливающиеся в понижениях, цементируют песчаный материал и образуют солевые плотные коры — пэны.

Накоплению солей в пустыне Намиб способствует поступление их с океана эоловым путем и с атмосферными осадками. По данным, приводимым З. Ю. Шокальской в книге «Почвенно-географический очерк Африки» (1948), вода ливня в пустыне Намиб содержала хлора 0,6 *г*, вода «туманного», выпадающего у самого побережья дождя — 2,4 *г/л*, а вода росы, осевшей на прибрежной скале, — 14 *г/л*.

Накопление гипса не характерно для пустынных ландшафтов Намиб, но образование мощных известковых, особенно кремневых, кор — распространенное явление, сопровождающее выветривание массивных пород, главным образом карбонатных. Пустыни Карру в Южной Африке представляют собой систему плоскогорий и плато, ступенчато поднимающихся на юг к Капским горам и на восток к подножиям Драконовых гор. Это кустарниковые и склерофильно-суккулентные пустыни, местами с карликовыми деревьями.

Здесь выпадает от 100 до 250 *мм* осадков, с максимумом в летний период и крайне неравномерным распределением по годам. Зимой бывают морозы и иногда снег. Все местные реки, за исключением транзитной р. Оранжевой, пересыхают и заканчиваются слепыми дельтами, представляющими собой области соленакопления и образования такыров. По данным Ван дер Мерве (Van der Merwe, 1952), почвы пустынных областей южной части Калахари и Карру имеют хорошо дифференцированный профиль. Он состоит из маломощного поверхностного горизонта, светло-бурого опесчаненного, переходящего на глубине 10—15 *см* в красно-бурый, несколько уплотненный суглинистый горизонт со столбчатой или призматической структурой, который подстилается плотным горизонтом, сцементированным карбонатами или слабовыветрелой коренной породой с накоплением карбонатов кальция в трещинах и на поверхности щебня, переполняющего нижние горизонты почв. Содержание гумуса — 1,0—1,5%. По характеру профиля подобные почвы могут быть отнесены к серо-бурым или красновато-бурым почвам аридных областей (семейства ксеро-солонцовых почв). Значительные пространства в Карру заняты маломощными скелетными почвами и покрыты щебенистым панцирем с пустынным загаром. Вдоль речных долин тянутся полосы солончаков. Пустынные нагорья Карру используются под пастбища. Для водоснабжения используются воды, аккумулирующиеся во время дождей в бессточных впадинах, и воды аллювиальных отложений. Последние откачиваются на поверхность с помощью ветряных двигателей.

САХАРО-АРАВИЙСКИЙ ПУСТЫННЫЙ СЕКТОР

Сахарская область

В Северной Африке пояс тропических и субтропических пустынь простирается от побережий Атлантического океана до Красного моря и далее на восток, в Аравию. Лишь узкая зона опустыненных степей отделяет пустыни от побережий Средиземного моря.

Различный характер субстрата и особенности геоморфологии обусловливают в Северной Африке наличие различных типов пустынь. Значительные территории в центральной Сахаре заняты горными каменистыми пустынями. В наиболее высоких горных поднятиях (Ахаггар, Тибести) появляются некоторые элементы высотной поясности, проявляющейся прежде всего в несколько большем обилии полупустынных видов, преимущественно кустарников, и появлении на плоских поверхностях выравнивания или в долинах рек, русла которых лишь изредка наполняются водой, мелкоземистых карбонатных малогумусных почв типа сероземов или серокоричневых.

Рельеф и характер поверхностных отложений равнинной Сахары предопределены следующими факторами. Во-первых, геологическим строением этой территории, представляющей пластовые равнины, сложенные горизонтальнозалегающими силлурийскими, девонскими и меловыми песчаниками и каменноугольными известняками. Во-вторых, мезоформы рельефа пустыни связаны с предшествующим более влажным раннечетвертичным этапом эрозионного расчленения территорий и заполнения выраженных в рельефе синеклиз аллювиальными и пролювиальными отложениями. От древней гидрографической сети остались лишь сухие долины и внутренние древние дельты.

На значительных пространствах равнинной Сахары чередуются: 1) обширные аккумулятивные равнины, заполненные галечниково-песчаным алювием, подвергшимся эоловой переработке,— песчаные пустыни или эрги. Наиболее крупные массивы песков — Эрг Иги-ди, Большой Западный Эрг на Западе, Большой Восточный Эрг, который протягивается от массива Ахаггар до зал. Габес, и самый большой в мире песчаный массив — Ливийская пустыня. Песчаные образования Сахары — это главным образом движущиеся барханные или грядовые пески, лишенные какой бы то ни было растительности и почв; 2) слабоволнистые поверхности плато, образующие несколько денудационных уровней, с близким залеганием к поверхности коренных пород; это каменистые пустыни гаммады или сериры. Самая обширная гамада Эль-Хамра находится в северной части Сахары. Остроугольный щебень, покрытый черной или красноватой коркой пустынного загара, сплошь устилает здесь поверхность почв.

Наряду с типичными гамадами имеются каменистые образования, связанные с древнеаллювиальными поверхностями, покрытые плотным слоем гравия, например в пустыне Танезруфт, лежащей к юго-западу от Ахаггара, совершенно лишенной растительности и воды. Подобные пустыни имеют нарицательное название — «рег». Имеются глинистые, похожие на такыры, реги. Если поверхность пустыни покрыта менее плотно сцементированным слоем галечника, то ее называют «серир».

Описания разрезов почв гамады, простирающейся у подножий Атласа, произведенные Драницыным (1914), дали следующую

картину. Под слоем гальки, покрытой лаковым черным загаром, лежит песчанистый слоеватый горизонт желтовато-бурого цвета мощностью 5 *см*; на глубине 5—60 *см* находится красновато-бурый горизонт, несколько уплотненный, но в то же время рассыпчатый, с белыми точками и прожилками солей (карбонатов и гипса); с 60—120 *см* располагается более светлоокрашенный слой, с обильными включениями галечника, пересыпанного мелкими кристаллами солей. Растительность представлена крайне редкими экземплярами — преимущественно подушками *Anabasis aretoides*.

В понижениях рельефа, на террасах уэдов располагаются гипсоносные и сульфатно-хлоридно-натриевые солончаковые почвы, с мощными горизонтами крупнокристаллического гипса.

Красноватый цвет почв северной Сахары связан с широким распространением красноцветных песчаников и розовых туфов. Пески северной Сахары также часто имеют красный цвет.

Красноцветность песков и более мелкоземистых почв может быть обусловлена и характером пустынного химического выветривания. Наряду с интенсивным физическим разрушением пород повсеместно наблюдаются явления их химического изменения. Внешне это выражается в побурении поверхности и появлении темных лаков пустынного загара, представляющих тонкие (0,5—2 *мм*) пленки, обогащенные гидратами окислов железа и марганца. Под пленкой находится слой измененной породы, часто несколько осветленный. Трещины в породах заполнены красноватым пылеватым материалом и кристалликами солей. Возможно, что соли появились не только в результате выветривания на месте, но и вследствие эолового привноса и накопления их в экстрааридных условиях.

Особый характер почв в Сахаре имеют оазисы. Часть оазисов существует за счет артезианской воды, но большинство снабжается водами родников и небольших солоноватых озер, выходящих по линии разломов в тектонических депрессиях, особенно частых в северной Сахаре и Ливийской пустыне. Почвы подобных оазисов солончаковатые луговые и настоящие солончаки, преимущественно сульфатного засоления, с исключительно обильным накоплением гипса. Оазисы северной Сахары по характеру засоления почв свидетельствуют о связи грунтовых вод с морскими, так как в ряде случаев в почвах накапливаются преимущественно магнезиально-натровые соли.

В соответствии с преобладанием тех или иных типов пустынных образований в пустынях Северной Африки можно выделить ряд почвенных округов. Особого внимания заслуживает округ аллювиальных и солончаковатых почв долины и дельты Нила, издавна орошаемых и интенсивно используемых.

Округ аллювиальных орошаемых почв долины и дельты р. Нила, самого обширного оазиса в Северной Африке. Дельта занимает 22 тыс. *км*^{2}. Здесь распространены аллювиальные луговые и аллювиально-болотные почвы различной степени солончаковатости и солонцеватости, солончаки и такыры.

Ежегодно значительная площадь долины и дельта Нила затопляются, часть солей смывается и на поверхности почв вновь откладывается молодой аллювий различного (в зависимости от степени удаления от реки) механического состава. Масса приносимого аллювия очень велика (табл. 14).

Таблица 14

Количество взвешенного и растворенного материала в воде Нила у Каира (по Баллу, 1950)

Месяц	Твердые взвеси, *мг/л*	Растворенные вещества, *мг/л*	Общее количество материала, выносимого Нилом, *млн·м³* в день
Январь	249	162	102
Февраль	175	175	78
Март	101	196	57
Апрель	85	216	48
Май	68	217	48
Июнь	101	212	61
Июль	156	200	86
Август	1448	140	365
Сентябрь	1298	138	554
Октябрь	816	132	509
Ноябрь	533	138	309
Декабрь	335	154	140

Как видно из табл. 14, особенно велик твердый сток в августе — сентябре — в момент разлива Нила, когда на каждый литр воды приходится 1,2—1,4 *г* взвеси. Средний состав ила в эти месяцы (по Кенигу) в процентах: R_2O_3 — 25,5; Mn_2O_3 — 0,25; CaO — 3—4; MgO — 2—3; K_2O — 0,5—0,7; Na_2O — 0,6; P_2O_5 — 0,25; N — 0,15; CO_2 — 0,7; потеря от прокаливания 8,8%.

По данным Кенига, ежегодно с водами Нила на 1 *га* площади поступает от 4 до 10 *т* ила, в котором содержится до 30 *кг* K_2O, до 15 *кг* P_2O_5, 100—200 *кг* — CaO, 400—450 *кг* — органического вещества. Общая мощность отложений ила в заливаемых частях долины и дельты составляет 5—9 *м*.

Вместе с поверхностными водами при разливах, с ирригационными водами и водами аллювиальных отложений, по мере испарения вод, в почвы дельты поступает значительное количество легкорастворимых солей — хлоридов и сульфатов натрия и гипса. По механическому составу почвы Нильской дельты очень разнообразны: от песчаных почв, представляющих островки пустыни, до тяжелых глинистых почв, поверхность которых в периоды между разливами и поливами покрывается широкими трещинами. Это сильносолонцеватые почвы, обычно содержащие соду.

По мере удаления от реки и приближения к пустыне почвы обогащаются песчаным эоловым материалом.

В прибрежных частях дельты располагаются засоленные боло-

та — марши. Почвы высохших болот представляют настоящие солончаки. Местами развито вторичное засоление почв, связанное с орошением.

Многочисленная сеть оросительных каналов и коллекторов покрывает долину и дельту Нила. По данным, приводимым Г. Рихтером (Richter, 1960), общая площадь используемых земель здесь 25 600 *км*^{2}, в ближайшем будущем она должна возрасти почти в 2 раза за счет рассоления солончаковых площадей, а также в результате обводнения краевых частей дельты и кольматажа нильскими водами песчаных почв. Асуанская плотина сильно увеличивает возможности отвоевания земель у пустыни.

В долине и дельте Нила возделываются разнообразные сельскохозяйственные культуры. Половину площади занимает хлопчатник, выращиваемый на тяжелосуглинистых и глинистых почвах. Эта культура требует постоянного орошения и внесения большого количества удобрений. На тяжелых почвах высевают рис, на песчаном аллювии культивируют арбузы и дыни, на суглинистом — ячмень, рожь, картофель, бананы, на менее обводняемых территориях — фруктовые сады.

Северо-Африканская область Средиземноморского ксерофитного лесо-кустарникового сектора

Область охватывает северную субтропическую средиземноморскую Африку: горы Атласа с прилегающими подгорными равнинами и системой горных почвенных зон, узкую зону опустыненных степей на красновато-бурых почвах, тянущуюся вдоль побережий Средиземного моря.

Начало исследований почвенного покрова в Алжире и Марокко положил русский почвовед Д. Драницын, посетивший эти страны в 1912 г. Ряд работ французских почвоведов (Demolon и др.) и наблюдения И. П. Герасимова во время пребывания на Международном геологическом конгрессе в 1952 г. позволяют достаточно отчетливо представить особенности почвенного покрова этой области. Северные прибрежные территории и нижняя часть северных склонов Атласа относятся, как и территория Южной Европы, к зоне коричневых почв сухих вечнозеленых лесов и кустарников. Некоторые районы Марокко, особенно в местах широкого распространения известняков, очень напоминают по характеру ландшафтов и почв Испанскую Мезетту. Здесь развиты преимущественно карбонатные коричневые почвы. В более влажных областях они сменяются типичными коричневыми, а на горных склонах переходят в выщелоченные коричневые почвы.

На красноцветных продуктах выветривания известняков — terra rossa — широко распространены красно-коричневые почвы, (местное название — «хамри»). На конусах выноса рек, спускающихся с Атласа, появляются темноцветные почвы тяжелоглинистые или, как их называют, почвы «тирс». Это малогумусные черные

почвы, тяжелого механического состава, напоминающие смолницы.

Подробно описал тирсы Марокко Де-Вильяр (De Villar, 1944). По данным этого исследователя, большинство тирсов подгорных аллювиальных равнин оглеено и принадлежит к гидроморфным почвам. Уровень грунтовых вод во влажный зимний период приближается к поверхности, а в сухой летний опускается до 2,5 *м* и глубже. В сухое время года поверхность почв покрывается глубокими трещинами. Содержание ила в этих почвах 50—60%, содержание гумуса невелико — 0,6—2,6%. Почвы карбонатны с самой поверхности, но иллювиальный карбонатный горизонт в них не выражен. В некоторых разрезах обнаружено высокое содержание (до 30%) растворимого в щелочах кремнезема, что говорит об их гидрогенном окремнении (аналогично описанным ранее почвам бадоб).

На расчлененных равнинах предгорий под зарослями кустарников встречаются неоглеенные тирсы — темноцветные тяжелоглинистые почвы на продуктах выветривания известняков, с хорошо выраженным иллювиальным карбонатным горизонтом и содержанием гумуса 3,0—3,5%.

Оглеенные и неоглеенные тирсы очень плодородны и используются, как правило, без орошения.

В наиболее удаленных от гор засушливых прибрежных районах (южнее Касабланки), где количество осадков — 300—400 *мм*, тянется полоса тирсов, в профиле которых имеются сильнообызвесткованные плотные горизонты. Французские почвоведы (Dushaufour, Bulen, Durand) называют их «почвами с известковой корой» (sols a croûle calcaires). Эти территории на нераспаханных участках покрыты сухими лесами и кустарниками.

Образование плотных известковых горизонтов и панцирей — явление, очень распространенное в почвах средиземноморских субтропиков Северной Африки.

Дюран (Durand, 1953) различает несколько типов известковых аккумуляций: 1) известковые рыхлые скопления плитчатой структуры, формирующиеся в области развития известняков в почвах склонов в результате привноса карбонатов кальция стекающими вдоль склонов дождевыми водами; 2) накопление известкового туфа в результате поднятия и испарения грунтовых вод; 3) рассеянные новообразования карбонатов в горизонтах постоянного увлажнения; 4) карбонатные конкреции и псевдомицелий, накапливающиеся в иллювиальных горизонтах почв вследствие вымывания из верхней части профиля.

Большинство исследователей предполагает, что формирование мощных известковых плит, часто обнажающихся благодаря эрозии на поверхности, происходило в условиях более влажного, но одновременно жаркого климата последнего межледникового периода. Почвы подгорных равнин в Алжире и Марокко значительно изменены длительной земледельческой культурой, особенно при глубо-

ком плантаже и орошении. Посевы, сады, виноградники сменили некогда произраставшие здесь ксерофитные леса и кустарники.

По мере повышения абсолютной высоты на северных склонах Атласских гор горные коричневые и красно-коричневые почвы сменяются бурыми горно-лесными почвами, приуроченными к поясу горных лесов — дубовых, сосновых и кедровых. Леса поднимаются здесь до 3000—3200 *м*. Выше границы леса на северных склонах появляются небольшие участки субальпийских горно-луговых почв. Юго-восточные склоны передовых хребтов, более внутренние горные цепи, межгорные долины и плоскогорья, где значительно суше климат, покрыты зарослями колючих кустарников с господством ююбы *(Ziziphus lotus)*, даже на больших высотах, на типичных и карбонатных коричневых почвах.

Поверхности высоких плато и склоны гор, обращенные к Сахаре, покрыты опустыненной степью с Stipa tenacissima (альфой). Подобные же опустыненные степи простираются и на равнинах вдоль побережий Средиземного моря, образуя узкую равнинную широтную зону. По описаниям Драницына, альфовые опустыненные степи высоких плато имеют очень разреженный растительный покров. Отдельные дернины альфы занимают несколько повышенное положение, так как вокруг них навевается тонкопесчаный материал. На открытых поверхностях почва усеяна известковым щебнем. Почвы образованы на продуктах выветривания известкового, местами розоватого туфа, подстилаемого пестроцветными гипсоносными мергелистыми плиоценовыми глинами. Почвы маломощны. Их верхний горизонт мощностью 6—10 *см*, красновато-желтого или желто-бурого цвета, рыхлый, рассыпчатый, бесструктурный. С глубины 6—10 и до 50—60 *см* идет мягкий, сильновыветрелый известковый белый или светло-серый туф. В некоторых разрезах под ним лежит красная глина с гипсом.

В местах, где на поверхность выходят гипсоносные и соленосные глины, появляются участки полынной растительности, а в профиле почв — уплотненный, солонцеватый горизонт. Замкнутые депрессии рельефа—шотты заняты солончаками со значительными аккумуляциями гипса, наиболее обширные простираются у подножий Сахарского Атласа, это шотты Мельгир и Джерид. Во влажное время года многие шотты наполняются водой, в сухое время — это вязкие мокрые солончаки. Большинство почв зоны равнинных опустыненных степей южного побережья Средиземного моря развиты на продуктах выветривания известняков. В наиболее увлажненных северных частях зоны, получающих около 400 *мм* осадков в год, почвы имеют красную окраску (связанную с красноцветным элювием известняков), малогумусны, карбонатные с самой поверхности. Весьма широко распространены мощные плотные известковые плиты, обнажающиеся в результате водной и ветровой эрозии на поверхности. Депрессии рельефа заняты солончаками.

ГЛАВА 13

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ АВСТРАЛИИ И НОВОЙ ЗЕЛАНДИИ

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОБЩИЙ ХАРАКТЕР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА АВСТРАЛИИ

Почвенная зональность Австралийского континента определяется прежде всего положением его в системе широтных климатических поясов Земли. Южный тропик пересекает континент почти посредине, поэтому большая часть территории Австралии располагается в области тропического максимума давления, чем определяется господство на континенте ландшафтов тропических песчаных и каменистых пустынь и полупустынь, занятых склерофильными кустарниковыми саваннами и пустынными кустарниками (малга скрэб) в сочетании с галофитной кустарничковой растительностью на почвах различной степени выщелоченности, карбонатности и засоленности.

Лишь самая северная часть Австралии (полуострова Иорк, Кимберлей и Арнхемленд) захватывается полосой экваториальных муссонов и характеризуется ландшафтами тропических переменно-влажных лесов, облесенных саванн и редколесий на красных ферралитных и альферритных, местами латеритизированных почвах. Крайние южные оконечности континента: его юго-западная и юго-восточная части, а также о. Тасмания лежат в субтропической зоне, находящейся в зимний период южного полушария в полосе западного циклонального переноса воздушных масс. Сухое лето и зимние осадки сообщают этим территориям черты «средиземноморского» субтропического климата и определяют появление соответствующих этому климату ландшафтов сухих лесов и кустарников на коричневых, красновато-коричневых и серо-коричневых почвах.

Особенности и конфигурация почвенных зон Австралии определяются в значительной мере и наличием вдоль всей восточной окраины материка горного барьера — Восточно-Австралийских Кордильер. Горы образуют преграду для проникновения внутрь континента влажного юго-восточного пассата и обусловливают появление высотных почвенных зон, наиболее хорошо выраженных на юго-востоке — в Австралийских Альпах и на Тасмании.

Основная масса осадков выпадает на восточных склонах гор,

западные склоны и подгорные равнины оказываются в условиях значительно более сухого климата.

Восточные, обращенные к океану склоны гор более увлажнены, чем западные. На большей части территории выпадает около 1500 *мм* осадков, местами, например в северном Квинсленде, — превышает 2000 *мм*. Вершины плато и склоны получают 1000—1200 *мм*. Особенности увлажнения Восточной Австралии определяют характер и направление почвенных зон, здесь они не широтного, а меридионального направления. Наиболее увлажненные восточные склоны гор, обращенные к океану, а также верхний высотный пояс Австралийских Альп заняты горными тропическими лесами на кислых и оподзоленных бурых лесных почвах, красноземах и желтоземах. Западные, более сухие склоны гор и высокие плато покрыты субтропическими редколесьями и саваннами. Здесь широтные почвенные зоны Северной и Южной Австралии (красные ферраллитные и альферритные почвы саванн, коричневые и красно-коричневые) сближаются и смыкаются, образуя полукольцо, охватывающее внутренние полупустынные и пустынные области материка с севера, востока и юго-востока. К западу, за барьером Австралийских Альп, протягивается в направлении, близком к меридиональному, еще более сухой пояс злаковых сухих саванн, склерофильных редколесий и кустарников на коричневых, карбонатных и солонцеватых почвах, красно-бурых почвах саванн и темно-цветных монтмориллонитовых почвах.

Несколько повышенное увлажнение за счет западного циклонального переноса влажных воздушных масс получает юго-западная часть Австралии. Здесь появляется самостоятельная провинция влажных и склерофильных лесов и сопутствующих им красноземов и желтоземов, коричневых и серо-коричневых почв.

Большое влияние на распределение и характер почвообразующих пород и почв Австралии оказала древность континента, в частности наличие ландшафтно-геохимических реликтов (рис. 64).

С палеозойского времени значительная часть континента не покрывалась морем, а подвергалась процессам длительной континентальной денудации, выветривания и почвообразования. На значительных пространствах Австралии хорошо сохранились поверхности этого древнего пенеплена. Такой характер имеет обширное Западное плато, сложенное палеозойскими и допалеозойскими породами. В восточной части континента плато было деформировано, подверглось разломам, во второй половине третичного времени в результате вертикального перемещения отдельные участки были подняты на различную высоту. Таким образом, в горах Австралии имеются остатки древнего сохранившегося от эрозии пенеплена, с древней корой выветривания, не свойственной современным физико-географическим условиям. Она образовалась в те геологические периоды, когда не было еще Восточно-Австралийских гор — этого барьера, возникшего в третичное время и препятствующего проникновению влаги в глубь материка. Внутренние

части Австралии были в тот период более увлажнены; юго-восточные и северо-восточные пассаты проникали в глубь континента. На значительных пространствах Австралии в дотретичное время шел процесс ферраллитного выветривания.

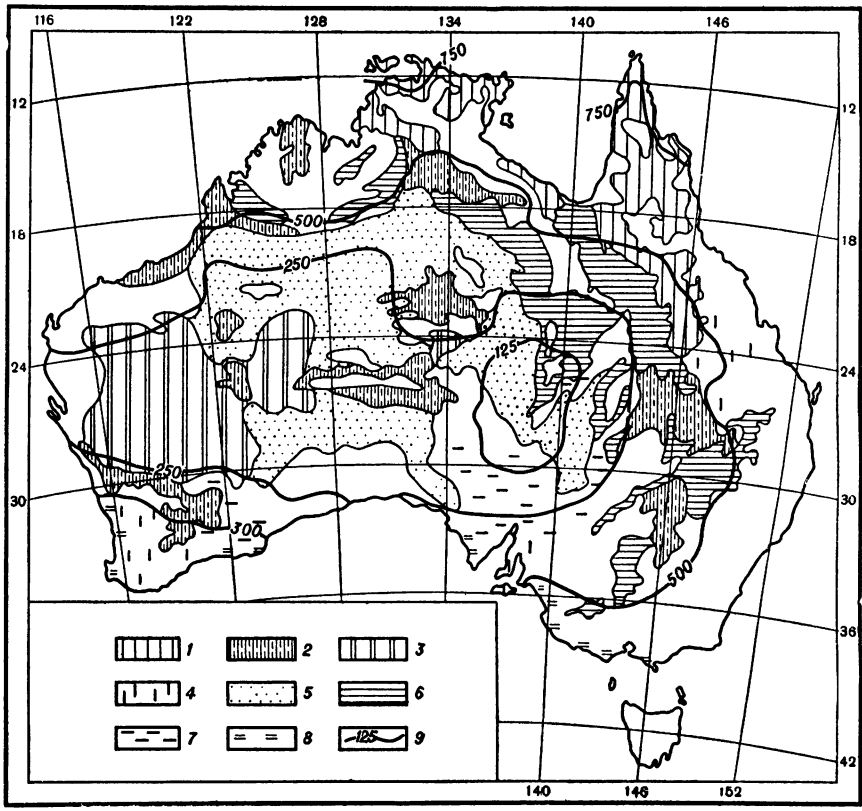


Рис. 64. Ландшафтно-геохимические реликты Австралии. Реликты древних элювиальных и супераквальных влажнотропических ландшафтов. Области распространения древней каолинит-гематитовой (латеритной) коры выветривания:

1 — с реликтовыми оподзоленными красно-желтыми ферраллитными почвами; *2* — с реликтовыми красными альферритными почвами саванн; *3* — с маломощными каменистыми почвами и выходами на поверхность латеритных и кремневых панцирей; *4* — области распространения останцов с каолинит-латеритной корой и реликтовыми почвами; области распространения продуктов размыва и эоловой переработки древних продуктов выветривания; *5* — кварц-гематитовые песчаные пустыни и полупустыни. Области древней гидрогенной аккумуляции продуктов выветривания; *6* — монтмориллонитовые глины древнеаллювиальных и озерных равнин; области неоэлювиальных ландшафтов с древними солевыми аккумуляциями; *7* — с остаточными гипсово-известковыми накоплениями; *8* — с остаточными известковыми корами; *9* — изогнеты среднегодового количества осадков

Древние продукты выветривания и почвообразования на поверхности древнего пенеплена значительно изменяют характер современного почвенного покрова, особенно в условиях пустынного

климата Центральной и Западной Австралии, где затруднен размыв и медленно идет процесс современного выветривания, поэтому Австралия является страной реликтов не только во флоре и фауне, но также и в характере почвенного покрова.

Ландшафтно-геохимическим реликтом Австралии являются и тяжелые монтмориллонитовые глины, связанные с древнеаллювиальными и озерными равнинами Центрально-Австралийского прогиба и плато Баркли. К ним приурочены темноцветные (черные, темно-серые, темно-коричневые) слитые монтмориллонитовые почвы, целиком связанные в своем генезисе с этим своеобразным по физическим свойствам субстратом. Зона слитых почв протягивается с юга на север, вдоль западных подножий австралийских гор. В северной половине континента предгорный пояс слитых почв смыкается с черными слитыми почвами злаковых сухих саванн плато Баркли и сильно расширяется в области Центральной низменности в бассейнах рек Дайамантины и Купер-Крика. Монолитность пояса монтмориллонитовых слитых почв в виде дуги, открытой к юго-западу, нарушается наличием на отдельных участках остатков древнего пенеплена.

Почвенный покров прибрежных районов Австралии определяется наличием серии морских террас с засоленными, солонцеватыми и осолоделыми почвами, распространенными как в субтропической, так и в тропической Австралии.

Не исключено и эоловое поступление солей с океана, так как в краевых частях континента повсеместно наблюдается их накопление в почвах и наносах денудационных высокоподнятых равнин. В аридном климате эоловый фактор вызывает засоление почв, а в субгумидном и гумидном, где соли вымываются, их осолонцевание и осолодение. В глубь континента степень засоленности почв уменьшается.

В пределах континента выделяются секторы: Восточно-австралийский лесной, Австралийский саванно-ксерофитно-кустарниковый и Австралийский пустынный. Новая Зеландия принадлежит Южному притихоокеанскому лесному сектору и выделяется в особую Новозеландскую почвенную область. Восточно-Австралийский сектор включает лишь одну Австралийско-Тасманскую почвенную область. Австралийский саванно-ксерофитно-кустарниковый сектор — самый обширный, подразделяется на четыре области: Северо-Австралийскую, Восточно-Австралийскую, Южно-Австралийскую и Западно-Австралийскую. Австралийский пустынный сектор образует одну пустынную область в центральной части континента.

АВСТРАЛИЙСКО-ТАСМАНСКАЯ ПОЧВЕННАЯ ОБЛАСТЬ ГОРНЫХ БУРОЗЕМОВ, ЖЕЛТОЗЕМОВ, КРАСНОЗЕМОВ И ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

На континенте область охватывает восточные хорошо увлажняемые склоны Австралийских Кордильер, в субтропической части

несколько расширяется и включает целиком Австралийские Альпы и о. Тасманию. Несколько условно, по сходству почвенного покрова, к этой области отнесена крайняя юго-западная часть Австралии. Рассматриваемая территория делится по некоторым различиям структуры почвенного покрова и изолированности на три подобласти: Восточно-Австралийскую, Тасманскую и Юго-Западную Австралийскую. Восточно-Австралийская подобласть протягивается узкой полосой вдоль восточного горного побережья Австралии к югу от 15° ю. ш. В северной части подобласти — это цепь невысоких горных массивов, в водораздельных частях сохранились от эрозии участки слаборасчлененных плато поднятого древнего пенеплена. Таковы Голубые горы, горы Новой Англии, хр. Береговой и др. Абсолютные высоты плато 1200—1500 *м*. В южной части горы расширяются, достигают максимальной высоты и отдельные вершины превышают 2000 *м*. На крайнем юге плато Отвей и гор Грампиан вновь снижаются до 1300—1500 *м*.

Горные массивы сложены разнообразным комплексом палеозойских осадочных и изверженных пород — песчаниками, сланцами, местами известняками и гранитами. На значительных пространствах распространены базальтовые покровы олигоценового возраста, с ферраллитными, местами сильно обогащенными бокситом корами выветривания и красноцветными фersиаллитными, более молодыми продуктами выветривания. С базальтами связаны массивы красноземов, а в наиболее высоких частях гор — наименее кислые насыщенные бурые лесные почвы. Особенно широко распространены базальты в южной части гор, в Виктории, где поверхность плато почти сплошь покрыта лавовыми конусами и многочисленными вулканическими озерами. Местами покровы базальтов выполняют древние речные долины, под ними обнаруживается древний аллювий. Здесь на продуктах выветривания базальтов развиваются глинистые гумусные черные почвы, напоминающие черноземовидные почвы прерий. Местами в межгорных долинах и котловинах наблюдаются осолоделые почвы и даже солонцы, что, по-видимому, объясняется содовым соленакоплением, свойственным многим областям новейшего вулканизма.

На продуктах выветривания других пород (кислого состава) почвы более кислы, ненасыщенны.

Под жестколистыми эвкалиптовыми лесами, покрывающими склоны гор на восточных склонах до 1200—1300 *м*, развиты желто-бурые и бурые лесные сильноподзоленные почвы. На Западных склонах почвы менее оподзолены.

На высоте 1200—1300 *м* на относительно плоских и слабодренируемых участках плато появляются заболоченные торфянистые почвы, поросшие кустарниками и осокой. В древесном покрове появляется снежная камедь (Eucalyptus coreacea), достигающая абс. выс. 1800—1900 *м*. Выше на поверхности плато располагается пояс горных лугов и болот. На хорошо дренируемых участках

растет Poa caespitosa — снежная трава; на плохо дренируемых — осоки и кустарники.

Высокие плато, сохранившие следы древнего оледенения, покрыты горными лугами и используются как летние пастбища.

Лесные области с резкорасчлененным рельефом пребывают в девственном состоянии.

На низких плато с бурыми почвами и красноземами лес в значительной мере вырублен, на расчищенных из-под леса участках возделываются фруктовые сады, виноградники, а часть территории используется как пастбища для крупного рогатого скота.

Тасманская подобласть горно-луговых, бурых лесных и подзолистых почв

Тасмания располагается между 40°33′ и 43°39′ ю. ш. Она представляет собой южную оконечность Восточно-Австралийских гор, отделенную от континента Бассовым проливом. Остров сложен древними палеозойскими породами, перекрытыми местами базальтами третичного возраста. Базальты слагают полуострова Тасман и Лесной. Они широко распространены также на севере и северо-западе.

На преобладающей части Тасмания — горная страна. Центральное плато (1200—1500 *м*) — останцовая древняя поверхность, усеянная многочисленными впадинами с озерами. Склоны к этим впадинам покрыты лесами. На северном побережье в широких, открывающихся к морю, долинах и на низменных побережьях развиты третичные рыхлые отложения.

Климат Тасмании влажный и прохладный. Во внутренних частях страны температуры низки и на возвышенностях часто выпадает в зимнее время снег. Относительно сильные морозы обычны даже на небольшом расстоянии от берега. Количество осадков в западной половине, находящейся под влиянием западных циклонов, превышает 1000 *мм*, а в восточной — 600—1000 *мм*. В распределении осадков по временам года обнаруживается зимний максимум, но и в течение летнего периода выпадает вполне достаточное количество их; засушливый период отсутствует. Почти вся поверхность острова, за исключением плато, лежащих выше 1200 *м*, покрыта густыми лесами, благодаря которым Тасманию называют «зеленым островом».

Леса здесь главным образом влажные жестколистные, состоящие из эвкалиптов и мирт, с густым подлеском из папоротников и кустарников. Под лесами развиты железисто-подзолистые почвы и оподзоленные буроземы. Из эквалиптов преобладают *E. obliqua* и *E. viminalis*.

Менее оподзоленные почвы приурочены к областям распространения базальтов. На продуктах выветривания базальтов, часто имеющих красную окраску, развиты красно-бурые ненасыщенные

лесные почвы. Значительные площади подобных почв имеются на северо-западном побережье Тасмании и в районе Барни.

В прибрежных районах и в понижениях между горами густые леса сменяются редколесьем и участками облесенных саванн с участием *E. pauciflora* и *E. obovata*. В травяном покрове господствует *Danthonia*. Здесь на рыхлых третичных и четвертичных отложениях развиты очень мощные, с хорошо выраженным профилем, сильноподзолистые почвы — очень кислые и бедные питательными элементами. В условиях застоя грунтовых вод появляются гумусово-иллювиальные подзолистые почвы. При их использовании необходимы известкование и внесение удобрений — фосфорнокислых и калийных. В прибрежных районах и понижениях рельефа встречаются участки засоленных почв. Они покрыты обычно *Hordeum murimum* и *Polygonum monspelianum*.

Подзолистые и бурые лесные почвы Тасмании используются в земледелии и садоводстве. Наиболее полно используются слабооподзоленные и выщелоченные красно-бурые почвы на базальтах — около 40—50%, всех освоенных земель. Пшеницу, ячмень, овес, бобовые, все корнеплоды и особенно картофель выращивают главным образом ниже 400—500 *м* абс. высоты. Широко распространены искусственные пастбища, засеянные главным образом ежой, рейграсом и клевером. Использование этих почв под пастбища также требует внесения извести с целью повышения pH до 6,0 и выше и фосфорнокислых, а местами и калийных удобрений.

На высоте около 1000—1200 *м* леса исчезают и сменяются субальпийскими лугами, чередующимися с заболоченными участками. Лугово-болотные ассоциации на заболоченных горно-луговых почвах характеризуют центральные слаборасчлененные плато Тасмании. Эти пространства используются как летние пастбища.

Юго-Западная Австралийская подобласть оподзоленных сиаллитных и остаточных латеритных почв

Подобласть занимает крайнюю юго-западную оконечность Западно-Австралийского плато — наиболее древнюю часть Австралии, сложенную породами допалеозойского возраста — преимущественно гнейсовидными гранитами и слюдистыми сланцами. Местами на юго-востоке встречаются основные интрузии.

Рельеф плато представляет собой ряд неправильных крутосклонных сопок и невысоких гряд, местами соединенных, но чаще образующих изолированные группы, разделенные широкими долинами или слабоволнистыми равнинами. Горные гряды поднимаются до высоты 350 *м*. Вершины холмов обычно плоские или закругленные, но склоны круты и спускаются к узким ущельям. Подобные же плосковершинные и крутосклонные гряды образуют хр. Дарлинг и хр. Стирлинга, поднимающиеся до 1100 *м*. На юге плато непосредственно обрывается к морю, на юго-западе и западе оно спускается к более молодой прибрежной равнине. Южнее

Скотсдейла местность менее расчленена. Между горными грядами, сложенными коренными породами, располагаются широкие долины, открытые к морю, заполненные четвертичными песчаными накоплениями. Здесь выпадает в среднем 1200—1500 *мм* осадков. Наиболее влажные районы расположены на крайнем юго-западе. Максимальное количество осадков (76%) выпадает в зимнее время: с мая по октябрь. В период с ноября по апрель выпадает не

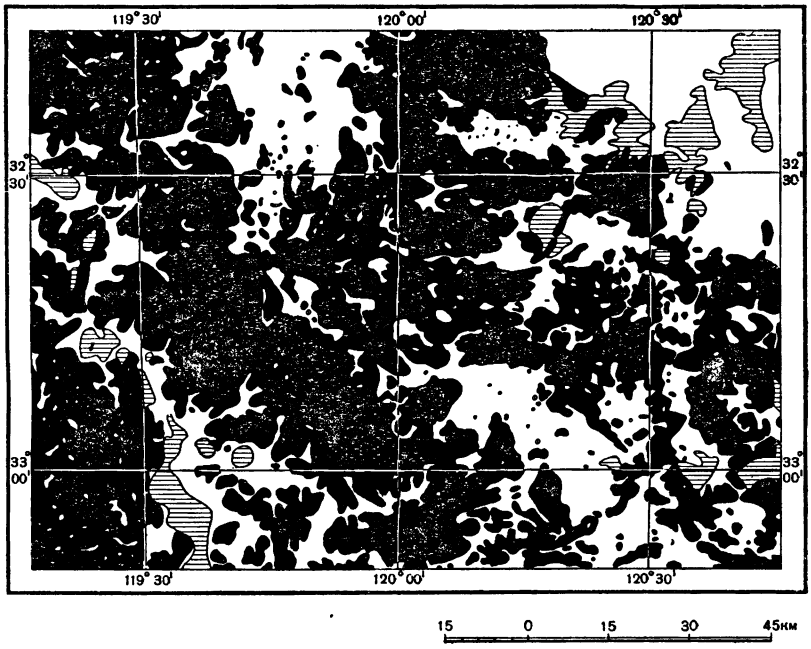


Рис. 65. Карта части Западной Австралии между оз. Кинг и хр. Бремера. Черный цвет — поверхность пенеплена с сохранившейся латеритной корой; белый — склоны, где латеритная кора смыта; штриховка — озера

больше 50 *мм* осадков в месяц. С января по март господствуют засухи, настолько сильные, что многие пастбища выгорают. Зимы мягкие и морозы очень редки.

Растительный покров подобласти представлен жестколистными и влажными жестколистными лесами, по-местному «карри», «ярах», «марри». Широкие долины и плоские плохо дренируемые места обычно безлесны и заняты кустарниковыми верещатниковыми ассоциациями из *Xanthorrhoea Presii, Evandra aristida* и др.

Характер растительного и особенно почвенного покрова подобласти определяется в значительной мере присутствием на значительных площадях остатков древних латеритных кор и продуктов

их разрушения. Латеритная кора мощностью 1—2 *м* покрывает большую часть Юго-Западной Австралии, остатки ее располагаются на вершинах холмов и пологих склонах пенеплена Дарлинг. В некоторых местах наблюдаются сплошные латеритные глыбы. Еще чаще встречаются продукты разрушения латеритной коры, которые в виде железистого щебня и мелкого гравия переполняют верхние горизонты почв. В меньшем количестве латеритный щебень встречается в области развития молодых отложений на речных террасах и на аллювиальных равнинах в низовьях рек.

В почвенном покрове подобласти преобладают подзолы и сильноподзоленные бурые лесные почвы. Подзолистые почвы с хорошо выраженным иллювиальным и элювиальным горизонтами приурочены главным образом к наиболее влажным районам описываемой территории, ее юго-западной части. В остальных местах мощные гумусово-железистые подзолистые почвы развиты на кислых породах под растительностью «яррах» и заболоченными верещатниками.

На крутых склонах и особенно в области распространения основных пород развиты бурые и красно-бурые лесные почвы.

Слабоподзоленные разновидности бурых лесных почв приурочены к крутым, хорошо дренируемым склонам, покрытым лесами «карри». На основных породах почвы не имеют морфологических признаков оподзоленности; они обычно темного, местами черного или шоколадного цвета, внизу — красного. Это наиболее ценные для сельского хозяйства почвы.

Заболоченность почв широких долин и равнин обусловлена тем, что реки, образующие между грядами глубокие каменистые ущелья, по выходе на равнину часто не имеют определенного русла. Вода течет в песках и находится летом близко к поверхности — не глубже 75—100 *см*, а зимой выступает на поверхность. Ближе к морю русла рек снова приобретают более выраженный характер.

На дне крутосклонных ущелий встречаются настоящие болотные почвы под *Lepidosperma tetraquetrum*, с торфянистым горизонтом мощностью 20—25 *см*. В долинах рек развиваются аллювиальные почвы со слаборазвитым профилем, часто тяжелого механического состава, под растительностью яррах и карри.

В пределах описываемой подобласти около 20% площади лесов вырублено и используется как пастбища. На вырубках сеют ежу, рейграс и клевер. Травами засевают даже сильно щебенистые почвы в области развития латеритных кор. Особенно интенсивно расчищаются почвы из-под лесов «карри». Почвы из-под лесов «яррах» слабо используются. Почти не осваиваются почвы из-под верещатников, так как в зимнее время здесь часто на поверхности выступает вода. Большинство пастбищ на хорошо дренируемых участках имеет сезонное значение. Летом они выгорают, и тогда болота и заболоченные верещатники используются как летние пастбища. Для улучшения пастбищ и поднятия урожая трав необходимо внесение калийных и особенно фосфорнокислых удобрений. Длитель-

ный выпас скота в одной и той же области вызывает заболевание скота, особенно молодого. Болезнь скота Enzootia marasmus или wasting deasease объясняется отсутствием в почвах и растениях ряда микроэлементов, особенно кобальта. На пастбищах, приуроченных к выходам коренных пород, заболеваемость реже.

Часть площадей из-под леса используется под посевы зерновых культур, но урожаи здесь очень низкие.

В пределах Юго-Западной Австралии в особый почвенный район выделяется прибрежная равнина, сниженная относительно Западно-Австралийского плато. Вдоль побережья тянутся древние песчаные дюны, сцементированные известью в плотные образования типа травертинов; они распространены не только вдоль юго-западных побережий, но и на побережьях зал. Спенсер в Виктории и на п-ове Эйр. Местами известковые плиты выходят на поверхность, на них образуются маломощные щебенистые дерново-карбонатные почвы.

Прибрежные равнины Юго-Западной Австралии распаханы, территория используется под посевы пшеницы и садовые культуры.

САВАННО-КСЕРОФИТНО-КУСТАРНИКОВЫЙ ПОЧВЕННЫЙ СЕКТОР АВСТРАЛИИ ФЕРРОЗЕМОВ И РЕЛИКТОВЫХ ЛАТЕРИТНЫХ ПОЧВ, СЛИТОЗЕМОВ, ОСОЛОДЕЛЫХ И СОЛОНЦОВО-СОЛОНЧАКОВЫХ ПОЧВ

Сектор занимает большую часть Австралии. Он имеет концентрическую форму и обрамляет с севера, востока и юго-запада наиболее аридные области Центральной Австралии. Для сектора характерны палеоклиматогенные и палеогидрогенные макроструктуры, существенно затушевывающие проявление биоклиматической современной зональности почв. В пределах сектора выделяется четыре почвенные области: Северо-Австралийская, Восточно-Австралийская, Южно-Австралийская и Западно-Австралийская.

Северо-Австралийская почвенная область красных ферраллитных и ферсиаллитных почв саванн

Область охватывает п-ов Кимберли, Арнемленд и протягивается к востоку вдоль побережий зал. Карпентария на п-ов Йорк. Область лежит в сфере действия экваториальных муссонов. Почти вся годовая сумма осадков (уменьшающаяся от 1600 до 650 *мм* в направлении с севера на юг) выпадает за 4—5 летних месяца; 4—5 зимних месяца практически не имеют дождей. Средний зимний минимум температуры составляет 12°, средний летний максимум —35 —39°.

Растительный покров области — ксерофитные эвкалиптовые леса и редколесья, сменяющиеся по менее дренированным участкам травянистыми сообществами.

Область делится на две провинции: Северную красных ферраллитных и фersиаллитных почв саванн и Северо-Восточную оподзоленных ферраллитных почв.

Провинция Северная красных ферраллитных и фersиаллитных почв саванн

Почвенный покров этой провинции изучен слабо. Она занимает полуостров Кимберли, Арнема и северо-восточную часть плато Баркли. Среди пород палеозойского возраста преобладают песчаники. Широко распространены покровы базальтов и вулканических брекчий. Несмотря на небольшую абсолютную высоту плато Кимберли (200—300 *м*), его северная, краевая часть сильно расчленена и прорезана глубокими каньонами, между которыми находятся плосковершинные останцы. В центральной части плато Кимберли поднимается до высоты 1500 *м*. Столь же сильно расчленено плато Арнхем, лишь его крайняя северо-восточная часть, вдоль побережья зал. Карпентария, представляет приморские низменные равнины.

Обильные муссонные дожди в условиях расчлененного рельефа вызывают сильную эрозию почв, с чем связано преобладание в пределах рассматриваемой провинции маломощных каменистых фersиаллитных почв.

На менее затронутых эрозией участках, при близком залегании массивных пород, развиты нейтральные или слабощелочные фersиаллитные красные почвы на глинистой монтмориллонит-гидрослюдисто-каолинитовой коре выветривания. Красная фersиаллитная почва на базальте близ Канарары, где сумма осадков в год 740 *мм*, при общей мощности профиля 100 *см* имеет: гумусовый горизонт (0—15 *см*), интенсивно-красный, структурный суглинистый метаморфический горизонт (15—85 *см*), с глубины 85 *см* начинается, сохранившая текстуру базальта, пестроцветная кора выветривания тяжелосуглинистого механического состава (глубже идет невыветрелый базальт). По сравнению с корой выветривания почва не обеднена заметно кремнеземом и основаниями, но значительно обогащена свободными гидратами окислов железа (в коре 1,5%, в почве 8,6%). Почва насыщена основаниями, с глубины 65 *см* появляется небольшое количество карбонатов.

Гидрослюдисто-монтмориллонит-каолинитовый тип коры выветривания, освобождение из первичных минералов железа, дегидрадация окислов железа (рубефикация) и формирование нейтральных, насыщенных красноцветных почв можно рассматривать как процесс, полностью соответствующий современным условиям почвообразования зоны экваториальных муссонов Северной Австралии.

Однако как и в Центральной Австралии, в северной части континента местами сохранилась мощная древняя кора выветривания,

местами сильно латеритизированная, обогащенная железистыми конкрециями.

В 50—70 *км* к северу от Дарвина, где количество осадков 1320 *мм* в год (т. е. почти в 2 раза больше, чем в Канарарe), на древней коре богатых кварцем нижнепалеозойских песчаников и меловых осадочных пород, под эвкалиптовыми лесами, почвы сильно латеритизованы: большое количество железистых конкреций рассеянно по всему профилю. Каолинит здесь составляет 80% илистой фракции; емкость поглощения илистой фракции — 10—20 *мг·экв* на 100 *г*, при емкости поглощения всей почвенной массы от 15 до 30 *мг·экв*, с максимумом в верхнем гумусовом горизонте, при содержании гумуса до 8—11%. При очень низком содержании оснований в коре выветривания в гумусовом горизонте этих почв содержится в 2—10 раз больше калия, кальция, чем в почвообразующей породе, по-видимому, вследствие биогенной аккумуляции. Почвы на всем протяжении профиля сохраняют кислую реакцию, слабо изменяющуюся по горизонтам. Однако внешних признаков оподзоленности нет. Возникает вопрос: связаны ли свойства этих почв только с составом почвообразующих пород — древней каолинитовой корой или обусловлены современным направлением почвообразования (в этой более влажной части муссонной зоны). Ответить на этот вопрос можно было бы, зная характер почв, сформировавшихся на выходах свежих пород, но таких материалов нет.

Однако косвенным доказательством преимущественно реликтовой природы подобных кислых каолинитовых почв может служить факт наличия в этой же части провинции (с количеством осадков 1320 *мм*) осолоделых солонцов на аллювиальных отложениях, сложенных свежими продуктами разрушения тех же протерозойских сланцев и песчаников. Здесь 80% илистой фракции составляет иллит, реакция почв на большей части профиля щелочная, а в поглощающем комплексе солонцового горизонта более 30% натрия.

Таким образом, в этой провинции необходимо принимать во внимание сложное сочетание почв, с унаследованными от прежних биоклиматических условий чертами, и почв, образование и свойства которых связаны с современностью.

Эвкалиптовые редколесья и саванны Северной Австралии используются преимущественно как пастбища. Ежегодно в конце засушливого периода производится выжигание сухого травостоя. Первые муссонные дожди гасят пожары. Исследования кормовых качеств трав на опытной сельскохозяйственной станции Кэтэрайн показали, что сухие травы содержат мало протеина (поэтому скот быстро теряет вес), за исключением особого вида люцерны (*Stylosanthes humilis*), которая даже в сухом виде сохраняет высокий процент протеина. Достигается улучшение пастбищ без вырубки древесной растительности, путем подсева фосфатных удобрений и семян люцерны в начале влажного сезона после выжигания трав. Земледелие ограниченное, преимущественно опытное. Имеется

опыт орошения темноцветных монтмориллонитовых почв на сельскохозяйственной станции Кимберли близ Канарары. Успешно возделываются сахарный тростник, хлопчатник, сорго, рис, пшеница, лен, рапс и другие культуры. Из удобрений наиболее эффективны азот и фосфор.

Провинция Северо-Восточная оподзоленных ферраллитных почв

На значительных пространствах п-ов Йорк представляет собой слаборасчлененное плато с абс. выс. менее 500 *м*. За исключением крайнего восточного, наиболее хорошо увлажняемого побережья, где развиты тропические влажные леса на оподзоленных ферраллитных почвах, остальная часть плато занята редколесьями и саваннами с участками травянистых сообществ и аридных редколесий. Количество осадков 1100—700 *мм*, с максимумом в летний период. Сухой период продолжается 3—5 месяцев. Территория сложена меловыми и третичными породами и представляет пластовые равнины с хорошо сохранившейся древней ферраллитной корой выветривания, местами сильно латеритизованной. В почвенном покрове господствуют реликтовые почвы, не соответствующие современным переменно-влажным условиям саванн. Здесь распространены кислые желтые и красно-желтые ферраллитные оподзоленные почвы. На песках распространены иллювиально-железистые подзолы. Однако в долинах рек, на более молодых отложениях, и на приморских низменностях появляются солонцы и осолоделые почвы.

Вдоль побережья зал. Карпентария тянутся приморские мангровые болота и солончаки.

Во время влажного периода реки разливаются и затопляют большие пространства, вода их смешивается с приливными морскими водами. Во время засух уровень воды в реках падает и на аллювиальных равнинах остаются озера, которые, высыхая, дают солевые корки. Подобные солевые корки «sult pans» часто имеют мощность 5—10 *см* и простираются на несколько квадратных километров. Эти соли используются местным населением для подкормки скота, местами имеются даже промышленные разработки их. Незасоленные и менее заболоченные пространства приморских низменностей, расчищенные из-под леса и кустарников, используются для посева различных культур — сахарного тростника, маиса, ананасов, бананов и др. В некоторые годы культурные растения страдают от периодических засух.

Восточно-Австралийская почвенная область кальций-гумусовых оглиненных и дерновых почв, слитоземов и реликтовых ферраллитных и латеритных почв

Область вытянута в меридиональном направлении и протягивается по западным склонам Восточно-Австралийских гор, охватывая прилегающие подгорные равнины.

Рельеф восточной части области — низкогорья и холмистые равнины, где отдельные столовые возвышенности и гряды чередуются с участками широких межгорных долин. Северо-западная часть — древнеаллювиальные равнины. Абс. высоты — 400—800 *м*. Значительная часть территории сложена горизонтальнолежащими толщами — мезозойскими конгломератами, песчаниками и глинами. На востоке, в части области, прилегающей к горным возвышенностям, появляются каменноугольные и пермские известняки и сланцы.

Долины рек заполнены аллювиальными и пролювиальными отложениями. В тех районах, где верховья рек лежат в области распространения базальтов, аллювиальные и пролювиальные отложения имеют красный цвет. Местами на поверхности меловых возвышенностей сохранились красноцветные, не затронутые эрозией толщи, имеющие характер ферраллитных или латеритных кор.

Естественная растительность в пределах этой области представлена различными типами влажных облесенных саванн, которые чередуются с открытыми травянистыми ассоциациями и ассоциациями «бригалоу».

Здесь выпадает 500—1000 *мм* осадков. В южной части области максимум их приурочен к зимнему периоду, в северной — к летнему. Вблизи тропика распределение осадков по временам года наиболее равномерно, но с некоторым максимумом летом.

По характеру почвенного покрова в пределах описываемой области можно выделить три провинции: 1) Центральную возвышенную тропических черноземовидных почв, солонцов и солодей; 2) Юго-Восточную низкогорную красно-коричневых, красно-коричневых осолоделых и темноцветных слитых почв; 3) Северную темноцветных слитых почв (слитоземов).

Провинция Центральная возвышенная тропических черноземовидных почв, солонцов и солодей

Занимает возвышенные равнины и плато, лежащие на высотах от 300 до 1000 *м* между Большим Водораздельным хребтом и береговыми возвышенностями Восточно-Австралийских гор в бассейнах рек Фицрой и Бердекин в Квинсленде. Эта территория покрыта вечнозелеными и полулистопадными эвкалиптовыми редколесьями, чередующимися с ксерофильной крупнокустарниковой растительностью из *Acacia happophylla* и участками злаковой саванны.

Для провинции характерно распространение известняков и мергелей, на продуктах выветривания которых в широких межгорных долинах и на холмистых равнинах развиваются черные выщелоченные почвы, напоминающие по внешним признакам выщелоченные черноземы или черноземовидные почвы прерии.

В замкнутых понижениях или на плохо дренируемых участках речных долин развиты черные тропические слитые почвы и комп-

лексы с солонцеватыми и солончаковатыми почвами, носящие здесь особое название «крэб-хоул».

Очень большие площади заняты почвами, имеющими сходство с солодями. Они имеют резкодифференцированный по цвету и механическому составу профиль с мощным белесым элювиальным горизонтом. В нижней части оглиненного иллювиального горизонта имеется поглощенный натрий. Этот район используется для посевов пшеницы и хлопчатника. Значительные территории с расчлененным рельефом остаются в девственном состоянии и используются как пастбища для крупного рогатого скота.

Провинция Юго-Восточная низкогорная красно-коричневых, красно-коричневых осолоделых и темноцветных слитых почв

Провинция располагается в субтропической юго-восточной части Австралии и захватывает холмистые возвышенные равнины вдоль западного склона Австралийских гор и аллювиальные равнины в верховьях р. Дарлинг.

Количество осадков здесь 500—800 *мм* в год, четко выражен зимний максимум.

Естественный растительный покров — ксерофитные редколесья с акацией, на аллювиальных равнинах появляются дерновинно-злаковые саванны с редкими эвкалиптами.

В почвенном покрове господствуют красно-коричневые почвы, имеющие резкодифференцированный по механическому составу профиль вследствие интенсивного процесса внутрипочвенного оглинивания. В нижней части профиля они карбонатны.

Вдоль речных долин и на древнеаллювиальных равнинах верховий р. Дарлинг большие площади заняты тяжелосуглинистыми монтмориллонитовыми слитыми почвами с комплексами типа «гильгаи» по хорошо выраженному микрорельефу. В периоды наводнений пониженные элементы микрорельефа затопляются водой. Значительные площади заняты осолоделыми почвами. Красно-коричневые и темноцветные слитые почвы юго-востока Австралии — одни из самых плодородных и широко используемых в земледелии. Красно-коричневые почвы в условиях расчлененного рельефа сильно подвержены эрозии.

В юго-восточной части Австралии в особый изолированный небольшой округ выделяются низкогорные массивы, протянувшиеся вдоль зал. Сен-Винсент.

Геоморфологические черты этой территории: с юга на север здесь протягивается невысокий (700—1000 *м*) хр. Лофти. Параллельно этому хребту на востоке протягивается ряд еще более низких возвышенностей, разделенных широкими межгорными долинами. Горы сложены палеозойскими и протерозойскими сланцами, песчаниками, алевролитами, реже известняками. Равнинные межгорные понижения выполнены рыхлыми отложениями третичного

и четвертичного возраста. Долины современных небольших рек обрамлены широкими террасами, сливающимися с поверхностью равнин.

Почвенный покров этой территории крайне контрастен. На возвышенностях, покрытых эвкалиптовыми лесами и редколесьями, распространены желтоземы и красноземы, по преимуществу маломощные. Местами сохранились полные профили почв с хорошо выраженными осветленными (оподзоленными) горизонтами, с гумусовыми потеками по граням структурных отдельностей в иллювиальном горизонте, переходящем ниже в сильновыветрелую, но сохранившую структуру коренной породы, кору выветривания.

На равнинах, сплошь распаханных, наблюдается сочетание четырех типов почв. Наиболее распространены здесь красно-коричневые почвы, где хорошо выражен горизонт внутрипочвенного оглинивания и мощный карбонатный горизонт, начинающийся с глубины 50—60 *см*. Некогда эти пространства были покрыты ксерофитными эвкалиптовыми редколесьями, а в настоящее время эти земли заняты виноградниками, садами, посевами овощных культур, чередующимися с сеяными пастбищами.

Наряду с красно-коричневыми почвами здесь распространены значительные массивы сильноосолоделых солонцов, с хорошо выраженным крупностолбчатым солонцовым горизонтом и мощным (30—45 *см*) сильноосолоделым надсолонцовым горизонтом. Они приурочены к террасам рек. Глубокое залегание солонцового горизонта позволяет использовать эти почвы даже под культуру винограда. Наряду с солонцами здесь же встречаются крупные массивы солодей, приуроченных к плоским, несколько пониженным поверхностям равнин. Местами солонцы и солонцеватые красно-коричневые почвы образуют комплексы по элементам микрорельефа. Степень осолонцевания и осолодения почв, а следовательно, и степень дифференциации их профиля, увеличивается с увеличением возраста поверхности (Word, 1966). На плейстоценовой морской террасе, тянущейся вдоль побережья, распространены почвы с мощным горизонтом известкового хардпэна (с горизонтом «канкар»), начинающимся с глубины 30—40 *см*; мощность его варьирует в пределах 50—100 *см*, местами и более. Ряд почвоведов (Blakburn, Bond, Clark, 1965) считают, что накопление извести происходило в лагунах и эстуариях и она не почвенного происхождения. Почвы, сформировавшиеся на известковом материале, относят к terra rossa или рендзинам.

Провинция Северная темноцветных слитых почв (слитоземов)

Темноцветные слитые монтмориллонитовые почвы распространены на плоских древнеаллювиальных и древнеозерных равнинах южной части плато Баркли, в бассейнах рек Дайамантина и Купер-Крик и на слаборасчлененных равнинах центральной депрессии в Квинсленде.

Эта провинция разделяется приподнятым юго-восточным краем

плато Баркли на два округа: более внутренний, засушливый юго-западный и более влажный северо-восточный, протягивающийся к северу до побережий зал. Карпентария. В растительном покрове здесь преобладают злаковые саванны. Пластовые равнины на значительной части территории сложены с поверхности тяжелыми монтмориллонитовыми карбонатными глинами, на которых формируются темноцветные (темно-коричневые, серые) монтмориллонитовые слитые почвы (вертисоли).

В сухое время года сеть глубоких и широких трещин покрывает поверхность почв. Появление трещин и последующее замывание их способствует развитию своеобразного полигонального микрорельефа. Центры полигонов благодаря выпиранию набухающих при увлажнении почвенных масс вспучиваются. В почвенном профиле видны наклонные «зеркала скольжения» — slickensides. Почвы микроповышений меньше выщелочены от карбонатов и менее темны, чем почвы микропонижений. В Австралии территории с комплексным почвенным покровом называются «гильгаи» или «крабхоул» (Houls worth, Robertson, Gibbson, 1955) (рис. 66). Содержание монтмориллонита в илистой фракции этих почв составляет от 30 до 80% и, как правило, увеличивается с глубиной; содержание каолинита варьирует от 20 до 40%; обычно присутствует некоторое количество кварца.

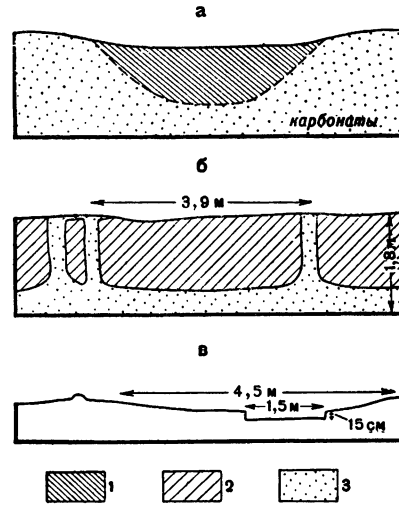


Рис. 66. Разрезы через комплексы «гильгаи»:

а — наиболее широко распространенные гильгаи в области Риверины; б — сетчатые гильгаи близ Мараллы; в — гильгаи близ Кандаримбы, северное побережье (по Холсворту); 1 — серо-бурая глина; 2 — черная глина; 3 — желто-бурая глина с карбонатами

Содержание органического вещества, несмотря на интенсивно-черный цвет почв, не поднимается выше 2,5—3,0%. Реакция почв на всем протяжении профиля щелочная, почвы содержат карбонаты, с максимумом в гор. BC; с поверхности эти почвы очень сильно оглинены, но к породе (в гор. BC) содержание глинистых частиц уменьшается.

Содержание карбонатов и глубина карбонатного горизонта в черных почвах существенно изменяются по элементам микрорельефа. Так, по данным Холсворта и др., на микроповышениях почвы карбонатны с поверхности, на плоских поверхностях — заметные количества карбонатов появляются с глубины 30 *см*, из почв микрозападин карбонаты в значительной мере

выщелочены, содержание их невелико, а карбонатный горизонт лежит глубже 60 *см*.

Темноцветные почвы имеют большую емкость поглощения, варьирующую в пределах 30—50 *мг·экв* на 100 *г*, в зависимости от содержания монтмориллонита. Если учесть относительное содержание монтмориллонита, каолинита и иллита в черных почвах Австралии и свойственную им различную способность поглощения катионов, то участие этих глинных минералов в общей емкости поглощения выразится следующими относительными величинами: монтмориллонит — 0,98; иллит — 0,18; каолинит — 0,02. В составе поглощенных оснований преобладает кальций, но с глубиной увеличивается и абсолютное и относительное содержание магния и в ряде случаев появляется с глубины 50 *см* и ниже поглощенный натрий в количестве 10—12% от суммы поглощенных оснований, что указывает на возможное проявление черт солонцеватости; последняя особенно ярко проступает в почвах микрокомплексов. Территории, занятые темноцветными почвами, используются под посевы пшеницы или как естественные, а в Южной Австралии — улучшенные пастбища. По урожайности пшеницы эти почвы одни из самых плодородных в Австралии; в субтропической Австралии даже содержание такого дефицитного элемента, как фосфор, в них достаточно высоко. На распаханных территориях местами развита эрозия почв.

Южно-Австралийская почвенная область кальций-гумусовых оглиненных солонцеватых, осолоделых, ксеро-карбонатных и ксеросолонцовых почв

Рассматриваемая область охватывает аллювиальные равнины нижнего течения р. Муррей, бессточные области бассейнов озер Эйр и Торренс, равнину Налларбор и п-ов Эйр. Климат области — субтропический средиземноморский, с продолжительным сухим летом и максимумом осадков в зимний период.

Приморское положение территории, наличие серии аккумулятивных приморских и речных террас и древнеаллювиальных и озерных равнин, длительный эоловый принос солей с океана наряду с предшествующим супераквальным режимом на аккумулятивных равнинах определили специфику почвенного покрова этой области, выражающуюся в широком распространении солонцеватых, гипсоносных и засоленных почв.

В пределах области выделяются две почвенные провинции: Юго-восточная солонцеватых серо-коричневых почв, солонцов и солодей, и Южная многокарбонатных гипсоносных бурых и красновато-бурых почв опустыненных ксерофитных саванн и кустарников.

Провинция Юго-Восточная солонцеватых серо-коричневых почв, солонцов и солодей

Провинция занимает наиболее влажную часть области, где выпадает 250—500 *мм* осадков в год. В растительном покрове

преобладает ассоциация «малли» — низкорослых кустарниковых видов эвкалиптов. Большая часть провинции лежит в пределах древней депрессии, представляющей собой область аккумуляций рыхлых аллювиальных отложений и легкорастворимых солей. Слабая расчлененность равнины обусловливает значительную засоленность грунтовых вод, наносов и почв. Здесь протекает наиболее крупная река Австралии — Муррей с притоками Меррамбиджи и Дарлинг. В дождливый период реки выходят из берегов, а в периоды засух не имеют течения и разбиваются на ряд плесов. Старые отчлененные участки русел образуют ряд солоноватых озер. Таковы озера Пупело, Эвкалиптовое, Бульбакала, Помамару, Коундалла и др.

Отдельные участки равнины — настоящие области дельт. Например, очень плодородная равнина Риверина — речная страна между реками Муррей и Меррамбиджи. Местами вдоль рек наблюдаются террасы.

На плоских относительно повышенных участках распространены однородные тяжелосуглинистые и глинистые отложения, часто имеющие красный оттенок, подстилаемые на некоторой глубине (от 1,5—2,0 *м* и ниже) слоистыми песками. Вдоль старых заросших русел и близ озер развиты песчаные накопления. Местами пески возвышаются в виде гряд, частично перевеянных, и образуют типичные для полупустынных и пустынных областей Австралии массивы грядовых песков.

По характеру естественных ландшафтов и почв здесь можно выделить ряд районов:

а) район равнины Риверина комплексных солонцеватых почв занимает восточную часть аллювиальной равнины р. Муррей. Аллювиальные отложения достигают большой мощности и представлены очень однообразными тяжелыми глинами монтмориллонитового состава. В почвенном покрове преобладают темноцветные слитые монтмориллонитовые почвы.

Чередование влажных и сухих периодов приводит к образованию на поверхности почв глубоких трещин, которые, постепенно заиливаясь, образуют микропонижения. По мере развития микрорельефа характер почвенного покрова изменяется, и появляется резко выраженная комплексность. Обычно в периоды наводнений пониженные элементы микрорельефа затопляются, а на повышениях, освобождающихся из-под уровня воды раньше, происходит интенсивное испарение. Это приводит к появлению на микроповышениях солончаков или сильносолончаковатых почв, а на плоских участках и в микропонижениях — солонцов и солонцеватых почв.

Несмотря на комплексность и солончаковатость почв, район Риверины — один из наиболее плодородных и интенсивно используемых. Земледелие здесь исключительно поливное. Интенсивное орошение в течение многих лет приводит местами к подъему грунтовых вод и вторичному засолению.

Почвы на склонах и песчаные массивы не засоляются. Не-

солонцеватые и слабосолонцеватые почвы используются под посевы зерновых, риса, кормовых трав. Легкие почвы используют для посадки цитрусовых. На более тяжелых разностях выращивают яблоки, груши, виноград и абрикосы. На солонцеватых разностях довольно хорошо растет виноград.

Применение азотных удобрений хотя и ведет к повышению урожая, но снижает сахаристость плодов.

б) Центральный район солонцеватых почв под ассоциациями «малли» занимает обширные пространства в нижнем течении рек Муррей и Дарлинг.

Наиболее повышенные участки аллювиальных равнин покрыты ассоциациями карликовых эвкалиптов или «малли» *(Eucalyptus diversifolia),* чередующихся на песчаных массивах с зарослями *Callitrus robusta.* Эти пространства заняты солонцеватыми разностями серо-коричневых почв. Очень часто почвы на всем протяжении профиля имеют красный цвет. На более молодых террасах появляются комплексы почв с участием солончаков и солонцов. Местами поверхность почв сильно эродирована благодаря постоянно дующим сильным ветрам.

На молодых равнинах часто встречаются перевеянные грядовые пески, поросшие деревьями. Почвы здесь незасолены и несолонцеваты.

Вдоль старых и современных русел рек, в полосе, ежегодно подвергающейся затоплению, тянутся заболоченные луга и болота. Они покрыты *Polygonum sp., Muehlubeckia Cunninghamii, Mesembriauthemum* и другими болотными и солончаковыми растениями. Здесь развиты заболоченные торфянистые солончаковые почвы, имеющие очень кислую реакцию. Подобные почвы характерны для болот нижнего течения р. Муррей (Taylor, Pool, 1931).

Земледелие в пределах Центрального района приурочено к орошаемым территориям. Здесь культивируются хлебные злаки, кормовые травы и распространены садоводство и виноградарство. Орошение часто вызывает вторичное засоление почв. Сильно засоленные территории, а также районы неорошенные используются главным образом как пастбища.

в) Южный район солонцевато-осолоделых почв располагается в пределах Виктории между устьями р. Муррей на западе и окончанием Австралийских гор на востоке. Здесь выпадает около 450—500 *мм* осадков, из них 70% — в зимнее время.

По характеру рельефа здесь различаются песчаные или каменистые возвышенности, занимающие до 30—35% территории, и слабоволнистые равнины, покрытые маломощными песками, подстилаемыми на небольшой глубине (0,5—1,5 *м*) плотными третичными известняками.

Естественная растительность представлена главным образом кустарниками: *Banksia marginata, B. lanceolata, Casuarina, Muelleriana, Hakea rugosa* и другими. В понижениях встречаются заболоченные участки, местами засоленные озерки.

Почти все почвы описываемого района имеют хорошо выраженный элювиальный осолоделый горизонт белесого цвета, обладающий слабокислой реакцией. На глубине 20—25 *см* его сменяет темный иллювиальный солонцеватый горизонт с высокими значениями pH. На глубине 80—90 *см* большинство почв подстилается известняками. В понижениях рельефа почвы с белесым элювиальным горизонтом сменяются типичными солонцами или даже солончаками. Большие площади заняты солонцами на п-ове Эйр. На значительных пространствах выходят на поверхность известняки, что вызывает появление маломощных каменистых разностей почв типа рендзин.

Некоторая часть территории здесь распахана и используется под посевы зерновых. Значительно большие площади используются как пастбища.

Провинция солонцовых, солончаковых и карбонатных красновато-бурых почв субтропической аридной Австралии

Провинция занимает сложенное известняками плато Налларбор на западе и охватывает бессточные территории в бассейнах озер Торренс, Эйр и Фром, лежащих в области развития палеозойских и меловых осадочных пород, в том числе гипсоносных песчаников.

Годовое количество осадков — 245—180 *мм* при величине годового испарения 2400 *мм*. Эта самая аридная провинция рассматриваемого сектора.

По климатическим условиям рассматриваемая часть Австралии весьма сходна с западной частью п-ова Аравия и с прибрежной частью Северо-Западной Африки. При малом количестве осадков здесь нет выраженного дождливого сезона. Количество осадков по годам изменяется в 5—8 раз. Дожди малоэффективны, так как половина их моросящие. Среднегодовая температура около 18,3°С. В январе и феврале средняя максимальная равна 33,3°С, в июле и августе средняя минимальная 16,1°С. Зимой температура часто понижается до 0°. Колебание дневных температур в летние месяцы достигает 22°С.

Воды для полива здесь нет, и территория используется как пастбища для овец, с нагрузкой 12—15 голов на 1 $км^2$.

Наиболее яркой чертой почвенного покрова этой территории является сильная загипсованность и засоленность большинства почв, независимо от того, на какой абсолютной высоте и на каком элементе рельефа они располагаются.

Наиболее сильно засолены почвы среднего и тяжелого механического состава. Здесь господствуют на обширных пространствах кустарничково-солянковые полупустыни с покровом из *Atriplex vesicaria, Kochia sedifolia.*

По внешнему облику этот ландшафт весьма сходен с ландшафтами солянковых полупустынь и северных пустынь СССР. Профиль почв также весьма схож с профилем солонцеватых бурых

пустынно-степных почв Бедпак-Далы или северного Прибалхашья. Верхняя часть профиля четко разделяется на верхний более легкий по механическому составу горизонт непрочно комковатой структуры, часто со слоеватой хрупкой корочкой на поверхности, и более плотный глинистый, призмовидный солонцеватый горизонт, лежащий на глубине 10—20 *см*. В нижней части этого горизонта начинается вскипание с HCl, а с глубины 30 *см* появляются многочисленные плотные конкреции и прослойки карбоната кальция. На глубине 50—60 *см* начинается мощный гипсовый горизонт, где содержание гипса в некоторых разрезах составляет 50—70% почвенной массы. Содержание карбонатов в гипсовом горизонте падает до нуля. Гипсоносные горизонты обычно засолены. Содержание хлористого натрия колеблется здесь в пределах 0,5—2,5%. Однако максимум легкорастворимых солей приурочен чаще к подсолонцовому и карбонатному горизонтам. Наиболее близкое залегание солей к поверхности обнаруживают разрезы, заложенные на низкой морской террасе (абс. высоты 2,7 *м*). Эти почвы имеют близкий горизонт грунтовых вод и могут быть названы «солончаковатыми солонцами».

В почвах более высоких гипсометрических уровней солевой горизонт несколько опускается, хотя количество солей не уменьшается. Солонцеватый карбонатный и гипсовый горизонты выражены более четко. По своему облику и свойствам эти почвы являются аналогами бурых пустынно-степных почв умеренных областей, их наиболее аридных и гипсоносных вариантов. Здесь широко развита комплексность почв по элементам микрорельефа. На повышениях почвы более засолены и гипсоносны, чем в микропонижениях, где, наоборот, отчетливее выражен солонцовый и карбонатный горизонт. Характер растительности по элементам рельефа изменяется слабо. Большинство почв имеет красный цвет, что связано не с современными процессами почвообразования, а с цветом почвообразующих пород, содержащих продукты размыва древней красноцветной коры выветривания.

Более гипсоносные и солончаковатые почвы австралийские почвоведы называют «пустынными суглинками» (desert loam). Менее солончаковатые, с более глубоко опущенными карбонатным и гипсовым горизонтами, почвы микропонижений, имеющие обычно более тяжелый механический состав, они называют «красными глинами» и относят к большой группе серых, коричневых и красных слитых глинистых почв (grey, brown and red clays).

Степень засоленности, гипсоносности и карбонатности красновато-бурых почв не связана с их положением по макрорельефу: почвы на денудационных равнинах с древней корой выветривания не отличаются в этом отношении от почв более низких аккумулятивных уровней. Австралийские почвоведы (Jessup и др.) выдвигают гипотезу эолового происхождения солей в этих почвах. Последнее, однако, не исключает накопления солей в момент мень-

шего расчленения древнего пенеплена и более близкого стояния к поверхности засоленных грунтовых вод. Тем более вероятно грунтово-водное происхождение солей в почвах морских террас.

Наряду с солянково-кустарничковыми ассоциациями в рассматриваемой провинции распространены древесно-кустарниковые сообщества. Древесный ярус образуют акация «майял» *(Acacia sowdenii)*, ложное сандаловое дерево *(Myoporum platicarpum)*, казуарина *(Casuarina cristata)*, на юге — малли. Травянистый ярус образован кустарничками *(Atriplex vesicaria, Kochia sedifolia)* и эфемерами. Подобные сообщества приурочены к карбонатным почвам легкого механического состава. Поверхность почвы обнажена на 70—80%.

Карбонатные почвы полупустынь (Calcareous soils) имеют недифференцированный в верхней части профиль. Под пористой хрупкой корочкой толщиной 0,3—0,5 *см* располагается очень слабо прокрашенный гумусом рыхлый, рассыпчатый, с крупичато-порошистой структурой, пронизанной корнями и ходами муравьев горизонт мощностью 15—20 *см* и содержанием гумуса 1,5—0,5%. В некоторых разрезах максимальное содержание гумуса приурочено к горизонту на глубине 10—20 *см*, а не к самой поверхности. Это явление широко распространено в аридных почвах легкого механического состава, в которых весьма вероятно выдувание тонких обогащенных гумусом фракций из самого поверхностного горизонта. Новообразования карбонатов имеют форму мучнистых стяжений, все более уплотняющихся с глубиной; массивный карбонатный горизонт лежит на глубине 30—80 *см*. Ниже содержание карбонатов уменьшается и к ним примешивается небольшое количество новообразований мелкокристаллического гипса. Легкорастворимые соли появляются в этих почвах на глубине 90—100 *см*, при содержании хлоридов натрия 0,6—1,5%.

В ряде разрезов карбонатных полупустынных почв нижние горизонты сильнозагипсованны и засоленны, в то время как верхние не содержат легкорастворимых солей и не обнаруживают признаков солонцеватости. Такие разрезы Джессуп (Jessup, 1968) рассматривает как пример двучленности почвенных профилей и их разновозрастности: на размытом профиле засоленных гипсоносных почв был отложен эоловый карбонатный материал, в котором и сформировалась несолонцеватая и незасоленная более молодая почва, что подтверждает гипотезу Джессупа и др. об эоловом накоплении карбонатов.

Подобные почвы с плотной известковой плитой на небольшой глубине распространены в субтропических опустыненных степях и саваннах Северной Африки, Калифорнии, Мексики. Независимо от происхождения известковой коры: гидрогенного, эолового или биогенного метасоматического замещения гипсоносных горизонтов кальцитом — эти почвы заслуживают выделения в особую группу бурых обызвесткованных почв субтропических полупустынь.

Западно-Австралийская область реликтовых латеритных и современных солонцовых и солончаковых почв

Макроструктура почвенного покрова включает элементы биоклиматической зональности, существенно осложненной палеоклиматогенными и палеогидрогенными ферраллитными и латеритными образованиями.

Область лежит в пределах Западно-Австралийского пенеплена, сложенного докембрийскими гранито-гнейсами и диоритами. Наиболее высокие части пенеплена сильно расчленены и лишены почвенного покрова. Средний уровень пенеплена хотя и подвергся расчленению, но на поверхности его останцов сохранилась ферраллитная каолинитовая кора выветривания, часто увенчанная латеритной броней. Поверхность пенеплена испещрена многочисленными плоскими замкнутыми котловинами, занятыми периодически пересыхающими солеными озерами, окруженными солончаками. Это так называемая «страна сухих соленых озер». В сухое время года кристаллы гипса и других солей, перевеваемые ветром, образуют по берегам озер своеобразные солевые дюны. Соли переносятся ветром на прилегающие денудационные поверхности, с чем связано широкое распространение солонцеватых и солончаковатых почв.

Климат этой области субаридный. Годовое количество осадков — 250—500 *мм*. Степень сухости увеличивается в направлении с ю.-з. на с.-в. Лето без дождей, зима мягкая и влажная. В пределах области выделяются две провинции: более влажная Юго-Западная коричневых и серо-коричневых почв и Западная солонцовых и солончаковых бурых и красно-бурых почв с горизонтами окремнения.

Юго-Западная провинция коричневых серо-коричневых солонцеватых и реликтовых подзолистых почв

На возвышенных, не затронутых эрозией, остатках древнего пенеплена развиты осветленные жестколистные леса из эвкалиптов с Eucalyptus salmonphloia. Здесь сохранились остатки древней красноцветной коры выветривания и местами почвы с подзолистым профилем. Понижения между хребтами — плоские или слабоволнистые равнины — заняты в местах распространения песчаных почв верещатниками, а в остальных местах — ассоциациями малли.

В восточной части провинции ассоциации малли господствуют. В почвенном покрове преобладают серо-коричневые солонцеватые почвы, местами с солонцами и солончаками, окружающими соленые озера. Значительная часть территории расчищена и используется под посевы пшеницы.

Наблюдения показали, что после расчистки из-под ассоциаций малли или жестколистых лесов значительные площади подвер-

гаются вторичному засолению. Эвкалипты, обладая сильной транспирирующей способностью, понижают уровень грунтовых вод.

Малое количество фосфора в почвах этой области вызывает снижение урожайности, а также угнетенность естественной растительности. Наблюдения показали, что в почвах Западной Австралии недостает также ряда микроэлементов, например цинка, кобальта, меди и никеля, что вызывает заболевание растений особой болезнью, называемой «russet dworfing». Длительный выпас скота на этих почвах вызывает явление анемии у животных, называемой «bushsickness». Она обусловлена недостатком никеля и кобальта в почвах и травах.

Западная провинция солонцовых и солончаковых, бурых и красно-бурых почв с горизонтами окремнения

В более засушливых частях Западно-Австралийской области, получающих 300—250 *мм* осадков в год, господствуют ассоциации акаций — малги и майала, чередующися с пространствами солянковых полукустарничковых полупустынь, окружающих солончаковые озерные впадины. На повышенных элементах рельефа почвы маломощны, щебенисты, часто переполнены латеритным щебнем, продуктами разрушения латеритных панцирей. Относительно пониженные элементы рельефа заняты бурыми и красновато-бурыми карбонатными и солонцеватыми почвами, имеющими в профиле плотный сцементированный аморфным кремнеземом горизонт, генезис которого не ясен. Возможно, он представляет реликтовое образование в результате гидрогенной аккумуляции в почвах депрессий кремнезема, освобождавшегося при ферраллитном выветривании.

ЦЕНТРАЛЬНО-АВСТРАЛИЙСКАЯ ПУСТЫННАЯ ОБЛАСТЬ

Наиболее яркие особенности почвенного покрова полупустынь и пустынь тропической Австралии обусловлены очень широким распространением каолинитовых сильнолатеритизованных, местами окремнелых, древних кор выветривания.

В позднетретичное и четвертичное время в связи с тектоническими движениями местами древняя кора выветривания оказалась частично или полностью смытой. Этот красноцветный, бедный основаниями и обогащенный остаточным кварцем и маловодными гидратами окислов железа материал, смешиваясь в той или иной степени с менее выветрелым материалом (продуктами размыва коренных пород, обнажающихся в невысоких горных массивах), дал начало различного рода рыхлым отложениям — делювиальным, пролювиальным и аллювиальным и эоловым наносам, которые в настоящее время наряду с лежащей in situ древней корой выве-

ривания выступают как почвообразующие породы равнинной пустынной Австралии. Именно это обстоятельство определяет своеобразие почвенного покрова этой части континента.

На денудационных равнинах с корой выветривания, лежащей in situ или лишь слабо перекрытой местными продуктами размыва ее верхней части, почвы, независимо от современного климата, имеют ярко-красный цвет, бескарбонатны и сохраняют по всему профилю кислую или нейтральную реакцию. Поверхность почв, обнаженная на 80—90%, покрыта часто тонким слоем округлых железистых конкреций, накопившихся здесь в результате выдувания мелкозема. В несколько меньшем количестве подобные же конкреции рассеяны по всему профилю почв, не имеющему какой-либо заметной дифференциации на горизонты. Подобные почвы австралийские почвоведы называют красными землями Red earth, а в полупустынных и пустынных районах Arid red earth. Они широко распространены в Центральной Австралии и Западной Австралии и не соответствуют современным условиям тропических полупустынь и пустынь. По мере перехода от денудационных поверхностей к денудационно-аккумулятивным, на подгорных равнинах хребтов Масгрейв и Макдонелл, в глубоких частях профиля красных аридных почв появляется карбонатный горизонт, хотя верхняя часть почвенного профиля на глубину 100 *см* и более бескарбонатна и сохраняет нейтральную реакцию. Эта группа почв относится австралийскими почвоведами к карбонатным аридным красным землям (Calcareous red earth). Для них характерна некоторая дифференциация профиля по механическому составу, с максимальным накоплением илистой фракции в гор. В, образующей, как показывают микроморфологические данные, потечные новообразования по порам и ходам корней. Причиной передвижения ила может быть некоторая солонцеватость глубокой части профиля, хотя абсолютное содержание поглощенного натрия невелико (1—1,5 *мг·экв* на 100 *г*), при общей низкой емкости поглощения он составляет в поглощающем комплексе 10—20%. По-видимому, и карбонатность и глубинная солонцеватость здесь связаны с подтоком делювиальных вод. В более низких частях подгорных равнин, на поверхностях террас пересыхающих рек (криков) появляются солонцы, с невысоким содержанием в глубоких частях профиля гипса и легкорастворимых солей. Площади распространения их очень невелики. Солончаки локализованы в бессточных впадинах Эйр, Амедеус. Таким образом, в Центральной Австралии в отличие от Южной, приморской, обызвесткование почв, накопление в них гипса и легкорастворимых солей ограничено лишь теми элементами рельефа, где не исключено в прошлом, а, возможно, периодически и в настоящее время, влияние бокового подтока грунтовых вод. Признаков эолового накопления солей в верхних горизонтах почв здесь нет.

На аккумулятивных поверхностях древнего пенеплена, на древнеозерных и аллювиальных равнинах, особенно развитых в

бассейнах рек Дайамантина и Купер-Крик, распространены монтмориллонитовые слитые почвы, как правило, карбонатные, а местами и солончаковатые.

Для пустынных ландшафтов Австралии весьма характерны плосковершинные останцы древнего пенеплена, бронированные мощными кремневыми панцирями, под которыми сохранилась нижняя часть профиля каолинитовой коры выветривания, в то время как верхняя ее часть, находившаяся выше горизонтов окремнения, оказалась размытой. Это пустыни Стёрта и Гиббер.

На поверхности останцов почвы маломощны, щебенисты, бескарбонатны. На почвенных картах Австралии они показаны как пустынные каменистые почвы плато. Продукты разрушения кремневых панцирей (силкритов) в виде щебня и гальки часто устилают поверхность почв, прилегающих к останцам равнин. Пустыни, усеянные на поверхности кремневым щебнем, называются «гиббер».

Кремневые коры нигде не достигают такой большой мощности, как железистые. Как правило, они приурочены к депрессиям древнего пенеплена, что заставляет предполагать абсолютную аккумуляцию кремнезема, освобождающегося при процессах ферраллитизации.

Подобный процесс окремнения почв депрессий наблюдается в настоящее время на других континентах, в частности в некоторых субэкваториальных областях Африки, где в современной период происходит ферраллитное выветривание.

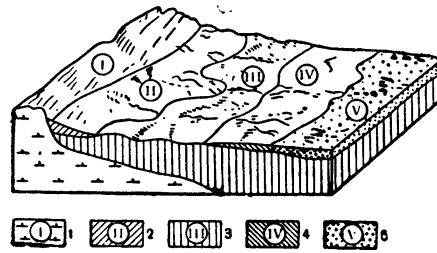
Большие площади в Центральной Австралии занимают песчаные пустыни: Симпсон, Арунта, Большая пустыня Виктория и Большая песчаная пустыня. Они весьма своеобразны и отличаются от песчаных пустынь тропического пояса других континентов. По характеру рельефа это преимущественно грядовые пески. Параллельно друг другу в определенном направлении на сотни километров тянутся песчаные гряды шириной в несколько сот и высотой в несколько десятков метров. Некоторые гряды прослеживаются на 100—120 *км*. Пространство между песчаными грядами или покрыто очень маломощным слоем песка или песок с них выметен и они представляют собой голую каменистую пустыню, покрытую железистым щебнем.

Направление господствующих ветров в различных частях Австралии и этих песчаных гряд совпадают. Гряды покрыты в значительной степени кустарниковой и травянистой растительностью. Среди трав обычен один из типичных злаков австралийских пустынь — спинифекс. Пески Центральной Австралии на 95—96% состоят из зерен кварца, покрытых плотной ярко-красной пленкой гематита. По-видимому, они образовались в результате размывания, переотложения и перевевания древней красноцветной ферраллитной ожелезненной коры выветривания, в которой из первичных минералов сохранился лишь наиболее устойчивый — кварц.

Характер современных процессов выветривания и почвообразо-

Рис. 67. Схема распределения почв на подгорных равнинах хр. Макдонелл:

1 — палеозойские породы (граниты, песчаники, алевролиты); 2 — делювиальные и пролювиальные карбонатные суглинки; 3 — древняя ожелезненная каолинитовая кора выветривания, лежащая *in situ*; 4 — переотложенная древняя кора выветривания; 5 — ожелезненные кварцевые пески; I — маломощные каменистые почвы на выходах коренных пород; II — карбонатные красновато-бурые почвы *red calcareous earth*; III — аридные красные земли, слабокислые, бескарбонатные; IV — аридные красные земли, нейтральные, с карбонатными конкрециями в глубокой части профиля, на террасах — солонцеватые почвы со слабовыраженным гипсовым горизонтом; V — красноцветные, бескарбонатные песчаные почвы и развеваемые пески



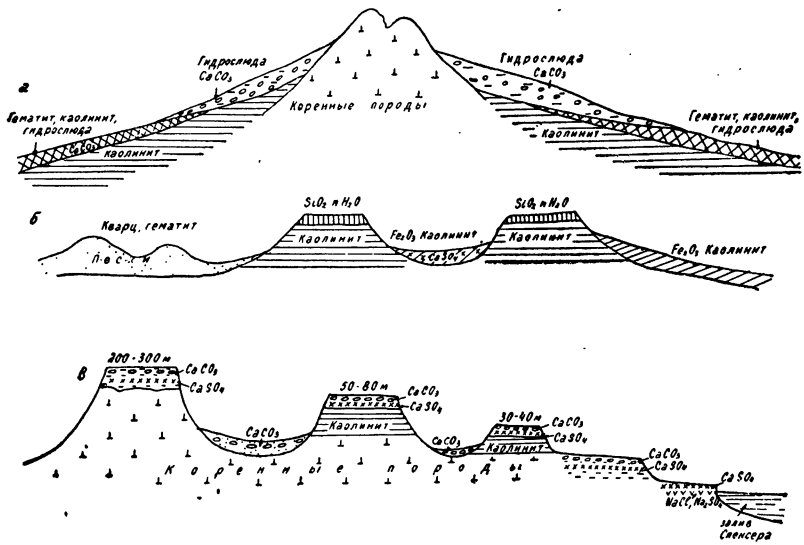


Рис. 68. Схематические профили распределения ландшафтно-геохимических реликтов:

а — подгорные равнины Центральной Австралии; *б* — древние денудационные и аккумулятивные равнины Центральной Австралии; *в* — денудационно-аккумулятивные и морские террасы Южной Австралии

вания можно проследить лишь в местах выхода на поверхность коренных палеозойских пород — гранитов, песчаников, сланцев — в массивах Масгрейв, Макдоннелл и др. Здесь на молодом делювии, на склонах, в местных понижениях, в непосредственной близости к горным возвышенностям формируются, отвечающие современным аридным условиям, сильнообызвесткованная аккумулятивная кора выветривания и малогумусные пустынные почвы (Calcareous grey, brown and red soils), вскипающие с поверхности, но с максимальным накоплением извести на глубине 40—80 *см*. Хотя верхняя часть профиля этих почв имеет несколько более легкий механический состав, чем нижняя, микроморфологические данные показывают, что признаков перемещения илистых частиц здесь не обнаруживается, так же как нет и признаков разрушения первичных минералов на месте (внутрипочвенного оглинивания). По-видимому, более легкий механический состав верхнего горизонта связан с выдуванием тонких частиц, так как поверхность почв в значительной мере обнажена, а местами покрыта щебенистым панцирем.

Растительность пространств, занятых красными аридными почвами и пустынными карбонатными почвами, существенно не различается. Здесь господствуют ксерофитные древесно-кустарниковые ассоциации, в которых древесный ярус образован несколькими видами акаций, преимущественно *Acacia aneura* — малга и *A. cempeana*. Травяной покров слагается однолетниками и эфемерами. Злаки представлены аристидой *(Aristida contorta)*, митчеловой травой *(Astrebla pectinata)*, несколькими видами спинифекса *(Triodia pungens,* T. basedouri). Таким образом, в полупустынной и пустынной Центральной Австралии основное значение в распределении почв имеют геоморфологические условия и характер субстрата. Различия в климате проявляются меньше, несмотря на то, что северная, восточная и юго-западная части тропической полупустынной Австралии находятся в зоне с годовым количеством осадков 500—250 *мм*, а в центральных и западных частях территории среднегодовое количество осадков 200—250 *мм*, однако и в более влажной, и в более засушливой зонах дождливые годы перемежаются длительными многолетними засухами. Здесь нет выраженного вегетационного периода. Вегетация может начаться в любое время года после прохождения дождей; максимум дождей совпадает с летним периодом, но более эффективны осадки зимой.

Климат резко континентальный: средний летний максимум в Алис-Спрингсе 35° С, средний зимний минимум 3,9°. Несмотря на то что Алис-Спрингс находится на Тропике Козерога, напочвенные заморозки случаются от позднего мая до конца августа. Среднегодовая испаряемость превышает количество выпадающих осадков в 10—12 раз. Сток рек периодичен: большую часть года, а часто и несколько лет подряд, их русла сухи. Однако в аллювиальных песчано-галечниковых наносах сохраняется некоторое

количество воды, эту воду накачивают из скважин с помощью ветряков и используют для водопоя.

Правильной организации пастбищного хозяйства здесь уделяется большое внимание, так как малейшая перегрузка пастбищ может привести к их резкой деградации. Здесь разводят крупный рогатый скот на мясо. Нагрузка на пастбище составляет от 2 до 8 голов на 1 $км^2$.

НОВОЗЕЛАНДСКАЯ ПОЧВЕННАЯ ОБЛАСТЬ (ЮЖНЫЙ ПРИТИХООКЕАНСКИЙ ЛЕСНОЙ СЕКТОР)

Острова Новой Зеландии лежат на границе субтропического и умеренного пояса между 34 и 48° ю. ш. и 168 и 178° в. д. Около 50% площади Новой Зеландии занимают горы. На о. Южном цепь высоких гор, уходящих вершинами за пределы снеговой линии, протягивается на западе и создает препятствие для влажных воздушных масс западного переноса. На западных склонах Новозеландских Альп и на узкой полосе приморских подгорных равнин о. Южного выпадает 2500—5000 *мм* осадков в год; на восточных склонах гор количество осадков уменьшается до 1500—1200 *мм*. Холмистые равнины и плато Отаго, лежащие к востоку от горных возвышенностей и находящиеся в дождевой тени, получают 500—750 *мм*, а наиболее сухие внутренние бассейны, испытывающие иссушающее действие фенов, — менее 300 *мм*.

На Северном острове горы занимают около $^1/_3$ площади и сосредоточены не в западной, а в восточной части. Они менее высоки и не влияют столь существенно на климатические условия. Количество осадков здесь колеблется от 1500—2500 *мм* на возвышенностях до 1000—1500 *мм* на низменностях и на холмистых равнинах. Осадки распределены в течение года равномерно, с некоторым максимумом в летний период.

Океаническое положение Новой Зеландии обусловливает наряду с обилием осадков относительно небольшие колебания температур в течение года. Климат равнин сходен с климатом Англии и Ирландии. На крайнем юге лето прохладное, а зимы холодные, с морозами. Наиболее континентальный климат свойствен центральной части Отаго, где наряду с малым количеством осадков и большим количеством солнечных дней в году бывают заморозки на почве.

Распределение естественной растительности и почв зависит от условий увлажнения и состава почвообразующих пород. Здесь распространены вулканогенные осадочные рыхлые породы — туфы и пеплы — продукты современной вулканической деятельности. Макроструктуры почвенного покрова, обусловленные горной и предгорной зональностью, а на равнинах условиями увлажнения, осложнены вулканогенными макроструктурами и распространением основных пород: базальтов и андезитов, занимающих значительные территории на Северном острове. Значительная протяженность

островов в меридиональном направлении и связанные с этим изменения термических условий обусловливают в пределах одной и той же зоны увлажнения широтную смену почв: желтоземы и желто-бурые лесные почвы, распространенные во влажных областях на Северном острове, сменяются бурыми лесными почвами в условиях более прохладного климата Южного острова.

Тейлор и Кокс (Taylor, Cox, 1956) выделяют в Новой Зеландии следующие зональные типы почв и растительности.

В сухих межгорных котловинах о. Южного, получающих менее 500 *мм* осадков, под злаковой растительностью, образованной преимущественно злаком — тассаком (Poa caespitosa), развиты почвы, которые новозеландские почвоведы называют «буро-серыми». Их профиль состоит из гумусового горизонта светло-серого или буро-серого цвета, довольно компактного, с неясно выраженной плитчатостью; мощность его 15—30 *см*. Под ним располагается очень плотный, крупноглыбистый гор. В, более тяжелого механического состава, с коричневыми потеками по граням структурных отдельностей. Этот горизонт доходит до глубины 50—60 *см*. Глубже окраска светлеет, почва становится более рыхлой, в некоторых разрезах появляются новообразования карбонатов (B_{CaCO_3}). Содержание гумуса в этих почвах мало (1,5—2,0%), в верхней части профиля они имеют слабокислую реакцию, относительно легкий механический состав и поэтому небольшую емкость поглощения, дифференцированный по содержанию ила профиль, с накоплением его в гор. В. В большинстве случаев эти почвы не содержат карбонатов, если располагаются на повышенных элементах рельефа или склонах, но на плоских участках, в нижней части профиля имеется карбонатный горизонт, а на поверхности почв местами выцветают соли.

По облику и свойствам эти почвы близки к почвам холодных аридных областей юга Патагонии и восточной части Огненной Земли. Пространства, занятые ими, используются как пастбища для овец и лишь ограниченно, при орошении, для земледелия.

В несколько более влажных областях, в зоне, переходной от тассоковых степей к смешанным лесам, распространены желто-серые почвы. Эти почвы образуют также нижнюю горную почвенную зону на восточных склонах гор. Они имеют более ясно выраженный гумусовый горизонт мощностью 20—30 *см*, с рыхло-комковатой структурой, серовато-бурого цвета, с содержанием гумуса 5,4—5,6%. Ниже находится несколько более плотный ореховатый гор. В, где по сравнению с верхним горизонтом содержание ила несколько увеличено, цвет желто-бурый с коричневыми и сероватыми пятнами. На породах щебенистых и легкого механического состава гор. В слабо уплотнен. В некоторых желто-серых почвах на моренах или на лёссовидных суглинках на глубине 50 *см* имеется очень плотный глинистый горизонт, резко граничащий с вышележащим. В этом случае в верхней части профиля над гор. B_t застаивается атмосферная влага и развивается поверхностно-глеево-

элювиальный горизонт. Горизонт B_t этих почв также в верхней части оглеен (мраморизован). Кубиена (Kubiena) относит подобные почвы к лёссивированным псевдоглеевым. Желто-серые почвы — кислы, ненасыщенны, не содержат карбонатов. Желто-серые — неоглеенные почвы Новой Зеландии весьма своеобразны и, по-видимому, представляют один из типов семейства кислых дерновых почв, распространенных на островах субантарктического пояса. Территории, занятые желто-серыми почвами, используются в сельском хозяйстве для смешанного земледелия и мясного скотоводства на сеяных пастбищах.

Наиболее распространенным типом почв в гумидных областях Новой Зеландии являются желто-бурые почвы под лесной растительностью. Это преимущественно хвойно-широколиственные леса с подокарпусом, а в наиболее холодных частях Южного острова с примесью березы. По описанию И. П. Герасимова (1968), в профиле типичной желто-бурой почвы на Северном острове выделяются два горизонта: гумусовый мощностью около 20 *см* серовато-желто-бурого цвета, суглинистый, комковатый, довольно рыхлый; гор. B_m, оканчивающийся на глубине 80—90 *см*, желто-бурый, суглинистый, более плотный, с глыбистой структурой и коричневатыми пленками по граням структурных отдельностей. Глубже 80 *см* начинается переход к почвообразующей породе, на глубине 140 *см* в описываемом разрезе появилась выветрелая материнская порода-граувакка. Содержание гумуса в желто-бурых почвах — около 7%.

Желто-бурые почвы кислые (pH 4,8—5,0), сильно ненасыщенные, с емкостью поглощения около 30 *мг·экв* на 100 *г*, относительно тяжелого механического состава, с хорошо выраженным горизонтом внутрипочвенного оглинивания. На Южном острове в наиболее высоких частях горно-лесного пояса желто-бурые почвы сменяются бурыми и кислыми темно-бурыми лесными, слабовыветрелыми, часто щебенистыми. На равнинах распространены поверхностно-глеево-элювиальные желто-бурые почвы. На Северном острове в условиях влажного и теплого субтропического климата желто-бурые почвы сменяются желтоземами под лесами с участием каури *(Agatis australis)*.

Под лесами из каури среди желто-бурых почв и желтоземов распространены желтоземно-подзолистые почвы. Желтоземы и желтоземно-подзолистые почвы в отличие от желто-бурых развиваются на более мощной сильноглиненной коре выветривания. Они также сильно ненасыщены, особенно в нижних горизонтах.

В Окленде (о. Северный) имеют значительные массивы иллювиально-железистых песчаных подзолов, с плотным водонепроницаемым ортштейновым горизонтом. На слабодренированных равнинах распространены глеево-подзолистые почвы.

Желто-бурые почвы и желтоземы используются после вырубки лесов, подсева трав, при поверхностном внесении удобрений как пастбища для молочного скота. На равнинах многие почвы нуждаются в дренаже.

В группе лесных почв наиболее плодородны почвы, образовавшиеся на вулканическом пепле, особенно при условии его периодического поступления на поверхность. Эти почвы рыхлые, многогумусные, хорошей структуры, легко поддаются обработке и дают при удобрении высокие урожаи. Их называют «алвисолями».

Столь же плодородны почвы, образовавшиеся на базальтах и андезитах. Они богаты железом и алюминием, хорошо оструктурены, имеют тяжелосуглинистый механический состав. Эти почвы особенно отзывчивы на внесение фосфатных удобрений. Повсюду, где позволяет рельеф, они используются под сады, пашни и культурные пастбища.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

К первой части учебника

Афанасьев Я. Н. Основные черты почвенного лика Земли. Минск, 1930.

Волобуев В. Р. Некоторые вопросы энергетики почвообразования. «Почвоведение», 1958, № 7.

Волобуев В. Р. Экология почв. Очерки. Баку, 1963.

Герасимов И. П. О почвенно-климатических фациях равнин СССР. «Задачи и методы почвенных исследований». М., Сельхозгиз, 1963.

Герасимов И. П. О типах почв горных стран и вертикальной почвенной зональности. «Почвоведение», 1948, № 11.

Герасимов И. П. Мировая почвенная карта и общие законы географии почв. «Почвоведение», 1945, № 3, 4.

Герасимов И. П. Докучаевское учение о факторах почвообразования на современном этапе развития. «Почвоведение», 1956, № 8.

Глазовская М. А. Основные закономерности географии почв мира. «Вестн. Моск. ун-та», сер. геогр., 1966, № 4.

Глазовская М. А. Почвы мира. Часть 1. Семейства и типы почв. Изд-во МГУ, 1970.

Докучаев В. В. К учению о зонах природы, СПб., 1899. Соч., т. 6. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951.

Захаров С. А. Вертикальная зональность почв на Кавказе. «Почвоведение», 1934, № 6.

Иванова Е. Н. Опыт общей классификации почв. «Почвоведение», 1956, № 6.

Иванова Е. Н. и др. Новая схема почвенно-географического районирования СССР. Докл. Сов. почвоведов к VII Межд. конгр. в США. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Ковда В. А. Общность и различия в истории почвенного покрова континентов. (К составлению почвенной карты мира). «Почвоведение», 1965, № 1.

Ливеровский Ю. А., Корнблюм Э. А. Зональность почвенного покрова предгорных территорий. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1960, № 3.

Неуструев С. С. О почвенных комбинациях равнинных и горных стран. «Почвоведение», 1915, № 1.

Неуструев С. С. Элементы географии почв. М., Изд-во АН СССР, 1931.

Полынов Б. Б. Типы кор выветривания и их распределение в зависимости от геоморфологических условий. ДАН СССР. нов. сер., 1933, № 3.

Полынов Б. Б. Учение о ландшафтах. Избр. труды .М., Изд-во АН СССР, 1956.

Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический кругооборот в основных типах растительности. М.—Л., «Наука», 1965.

Розов Н. Н. К вопросу о принципе построения генетической классификации почв. «Почвоведение», 1956, № 6.

Розов Н. Н. Развитие учения В. В. Докучаева о зональности почв в современный период. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1954, № 4.
Фридланд В. М. Опыт почвенно-географического разделения горных систем СССР. «Почвоведение», 1951, № 9.
Фридланд В. М. К вопросу о факторах зональности. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1959, № 5.
Физико-географический атлас мира. М., АН СССР и ГУГК, 1964.

Ко второй части учебника

Антипов-Каратаев И. Н., Герасимов И. П. Почвы Болгарии. София—Москва, 1948.
Афанасьева Е. А. Черноземы Среднерусской возвышенности. М., «Наука», 1966.
Базилевич Н. И. Геохимия почв содового засоления. М., «Наука», 1965.
Базилевич Н. И., Родин Л. Н. Географические закономерности продуктивности круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли. Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л., ««Наука», 1969.
Беспалов Н. Д. Почвы Монгольской Народной Республики. М., Изд-во АН СССР, 1951.
Богатырев К. П. Почвы на красноцветных корах выветривания Народной Республики Албании. «Почвоведение», 1960, № 10.
Ганссен Р. География почв. М., ИЛ, 1962.
Герасимов П. Н. Географические наблюдения в Северной и Западной Африке. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1963, № 6.
Герасимов И. П., Ма Юн-чжи. Генетические типы почв на территории КНР и их географическое распространение. М., Изд-во АН СССР, 1958.
Герасимов И. П. Почвы Центральной Европы и связанные с ними вопросы физической географии. М., Изд-во АН СССР, 1960.
Герасимов И. П. Географические наблюдения в Японии. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1958, № 2.
Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов. Докл. к VIII Межд. конгр. Под ред. И. П. Герасимова, С. В. Зонна. М., Изд-во АН СССР, 1964.
Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов. Докл. к IX Межд. конгр. Под ред. И. П. Герасимова, С. В. Зонна. М., Изд-во АН СССР, 1968.
География и классификация почв Азии. Под ред. В. А. Ковды, Е. В. Лобовой. М., «Наука», 1965.
Глазовская М. А. Почвенно-географический очерк Австралии. М., Географгиз, 1952.
Денисов И. А. Латериты и латеритные почвы Центральной Африки на примере национального парка «Гарамба». Тамбов. 1961.
Драницин Д. Поездка в Алжир. «Тр. Докучаевского почв. комитета». СПб., 1915.
Дюшофур Ж. Основы почвоведения. М., ИЛ, 1969.
Зонн С. В. Горно-лесные почвы хвойных и буковых лесов Болгарии. София, 1962.
Зонн С. В. Высокогорные лесные почвы Восточного Тибета. М., «Наука», 1964.
Зонн С. В. Особенности почвообразования и главные типы почв Кубы. В кн.: «Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов». М., «Наука», 1968.
Иванова Е. Н. и Копосов Н. Почвы Хибинских тундр, ч. 2. М.—Л., 1939.
Иванова Е. Н. Почвы Воркутинских тундр. «Тр. Коми-филиала АН СССР», сер. геогр., 1952, вып. 1.
Иванова Е. Н. и др. Новые материалы по общей географии и классификации почв полярного и бореального пояса Сибири. «Почвоведение», 1961, № 11.

Ковда В. А. Очерки природы и почв Китая. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Крупеников И. А. Черноземы Молдавии. Кишинев, 1967.
Ливеровский Ю. А. Почвы тундр северного края. «Тр. Полярной комис. АН СССР», вып. 19, 1934.
Ливеровский Ю. А. Почвы равнин Камчатского полуострова. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Лобова Е. В. Почвы пустынной зоны СССР. М., Изд-во АН СССР, 1969.
Ногина Н. А. Почвы Забайкалья. М., «Наука», 1964.
Носин В. А. Почвы Тувы. М., Изд-во АН СССР, 1963.
Почвенные исследования в Казахстане. «Сборник работ к VIII Межд. конгр. почвоведов». Алма-Ата, 1964.
Почвы Алтайского края. Под ред. Н. И. Базилевич, А. Н. Розанова. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Почвы Болгарии. М., Изд-во АН СССР, 1959.
Рожнова Т. А. Почвенный покров Карельского перешейка. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963.
Розанов Б. Г. и Розанова И. М. Почвы горных субтропиков и высокогорий Бирмы. «Вестн. Моск. ун-та», сер. биол., 1963, № 3.
Розов Н. Н., Рубилин Е. В., Руднева Е. Н. Общая характеристика почвенного покрова Северо-Американского континента. «Почвоведение», 1961, № 12.
Рубилин Е. В. Почвы предгорий и предгорных равнин Северной Осетии. М., Изд-во АН СССР, 1956.
Рубилин Е. В. О почвах североамериканских прерий. «Почвоведение», 1962, № 6.
Руднева Е. Н. Почвенный покров Закарпатской области. М., Изд-во АН СССР, 1960.
Розанов А. Н. Сероземы Средней Азии. М., Изд-во АН СССР, 1951.
Фридланд В. М., Ерохина А. А. Сравнительная генетическая характеристика почв Северной Америки, СССР и Западной Европы. Кн. «Исследования в области генезиса почв». М., Изд-во АН СССР, 1963.
Фридланд В. М. Почвы и коры выветривания влажных тропиков. М., «Наука», 1961.
Шокальская З. Ю. Почвенно-географический очерк Африки. М.—Л., 1948.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Часть 1. Общие закономерности географии почв

Введение 5
Глава 1. Мегаструктура почвенного покрова Земли 13
Глава 2. Почвенные зоны. Биоклиматогенные равнинно- и горнозональные макроструктуры 43
Глава 3. Географические закономерности в распространении массивных почвообразующих пород и продуктов их выветривания . . . 70
Глава 4. Ландшафтно-геохимические и почвенные реликты. Типы почвенно-генетических регионов 80
Глава 5. Основные типы макроструктур почвенного покрова. Почвенные области 94
Глава 6. Основные типы мезоструктур почвенного покрова. Комбинации почв, почвенно-геохимические катены 101
Глава 7. География антропогенных почв и почв, измененных земледельческой культурой 126

Часть II. Почвенный покров континентов

Глава 8. Выветривание и почвообразование в полярных пустынях Антарктиды и Арктики 139
Глава 9. Почвенный покров Евразии 149
Глава 10. Почвенный покров Северной Америки 286
Глава 11. Почвенный покров Южной Америки 324
Глава 12. Почвенный покров Африки 358
Глава 13. Почвенный покров Австралии и Новой Зеландии . . . 391
Литература 424

Мария Альфредовна Глазовская

ПОЧВЫ МИРА

География почв

Тематический план 1973 г. № 141

Редактор *Л. И. Лопатина*
Переплет художника *Ч. С. Клейнарда*
Технический редактор *А. П. Николаев*
Корректоры *Н. П. Стерина, И. С. Хлыстова, Л. С. Клочкова*

Сдано в набор 9/XI 1972 г. Подписано к печати 24/VII 1973 г. Л-79414
Формат $60\times90^{1}/_{16}$ Бум. тип. № 2 Физ. печ. л. 27,0 Уч.-изд. л. 30,51 Изд № 1677
Заказ 562 Тираж 6470 экз.
Цена 1 р. 17 к.

Издательство Московского университета.
Москва, К-9, ул. Герцена, 5/7.
Типография Изд-ва МГУ.
Москва, Ленинские горы