

ГЕОЭКОЛОГИЯ

А. С. Федоров, С. В. Горячкин,  
Г. А. Касаткина, Н. Н. Федорова

# ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ



УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ГЕОЭКОЛОГИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А. С. Федоров  
С. В. Горячкин  
Г. А. Касаткина  
Н. Н. Федорова

# ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



УДК 631.4  
ББК 40.3  
Ф33

Рецензенты: д-р сельхоз. наук А. А. Комаров (С.-Петербург. агрофизический институт РАСХН); канд. биол. наук А. В. Русаков (С.-Петербург. гос. ун-т)

*Печатается по решению  
Ученого совета  
факультета географии и геоэкологии  
С.-Петербургского государственного университета*

**Федоров А. С., Горячкин С. В., Касаткина Г. А., Федорова Н. Н.** География почв: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2013. — 256 с.  
ISBN 978-5-288-05406-8

Учебное пособие подготовлено с учетом новой классификации почв 2004 г. В нем дается представление о систематике, диагностике, номенклатуре и классификации почв. Излагаются основные законы географии, зональные закономерности распространения почв. Дается генезис, основные почвообразовательные процессы, строение почвенного профиля и особенности почвенных горизонтов на основе современных представлений и собственных исследований, проводимых авторами в различных регионах России. Излагаются основы рационального использования почв и почвенного покрова и их охраны. Структура курса соответствует требованиям государственного образовательного стандарта для географических и экологических специальностей.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов, преподавателей географических, экологических, сельскохозяйственных, педагогических специальностей и направлений вузов.

**ББК 40.3**

ISBN 978-5-288-05406-8

© Федоров А. С., Горячкин С. В.,  
Касаткина Г. А., Федорова Н. Н., 2013  
© С.-Петербургский государственный  
университет, 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Почва — составная часть географической среды. Она входит в биосферу как педосфера, служит ее незаменимым компонентом, выступает как планетарный узел экологических связей. Почва выполняет важную связующую роль между литосферой, гидросферой, атмосферой. Среди наиболее крупных интегральных задач, стоящих перед человечеством, одно из первых мест, несомненно, занимает проблема сохранения биологического разнообразия и в целом биосферы Земли, порожденная стремительной антропогенной деградацией окружающей природной среды.

Какие задачи следует решить для сохранения естественно-исторической биосферы и педосферы Земли? Прежде всего научные задачи, которые включают: разработку биосфероведения и теории единства природы и человека; создание учения об экологических функциях биосферы и почвы; развитие почвоведения как структурной части биосферного естествознания; создание общей и частной теории охраны и восстановления биосферы и педосферы.

Опыт, накопленный земной цивилизацией, и математические расчеты говорят о том, что человечество сможет выжить и получить возможность для прогрессивной эволюции только при условии сохранения естественно-исторической биосферы (в частности, педосферы) и восстановления их основных позиций, утраченных вследствие глобального техногенеза (Добровольский, Никитин, 2000).

Известно, что логика функционирования антропогенных систем иная, чем логика функционирования естественных биогеоценозов. Более того, она во многом противоположна ей. Наиболее наглядно данное положение можно проиллюстрировать на примере освоенных ландшафтов и почв лесной зоны. Почва выполняет ряд важнейших биогеоценологических, биосферных экологических функций: служит источником элементов питания и является жизненным

пространством для многочисленных живых организмов (до 90% биомассы Земли представлено микроорганизмами, населяющими главным образом почву); защищает литосферу от чрезмерной эрозии и является условием ее нормального развития; регулирует влагооборот атмосферы и ее газовый режим; накапливает органическое вещество и энергию; сорбирует вредные вещества, поступающие из атмосферы и с грунтовыми водами и т.д. При освоении лесных почв и экосистем перечисленные функции явно ослабевают или проявляют противоположную направленность. При осушении болотных почв, накапливающих органические вещества и способствующих фиксации избытка атмосферного углерода, данная функция прерывается и также меняется на противоположную. Усиливаются минерализация, окисление торфа, что приводит к его сработке до нескольких сантиметров в год; в результате эти почвы становятся еще одним источником поступления диоксида углерода в атмосферу.

Можно привести множество и других примеров, которые подтвердили бы мысль о том, что дальнейшее преобразование естественно-исторической биосферы убийственно как для нее, так и для нашей цивилизации. Состояние природной среды в настоящее время достигло такого уровня, что путь на сохранение только биологического разнообразия биосферы бесперспективен: необходимо охранять природные комплексы со всеми их компонентами, как естественные, так и антропогенные (освоенные, окультуренные).

Как сберечь почвы и их географо-генетическое богатство? Ответ на этот вопрос не может быть однозначным ввиду сложности поставленной задачи. Необходимо, во-первых, устранить пробелы в школьном образовании, касающиеся значения, роли и места почв в биосфере; ввести курсы «Почвоведение и география почв», «Экологические функции почв» в систему высшего и специального образования, особенно при подготовке педагогов, биологов, географов, геологов, специалистов технических вузов. Во-вторых, нужно изменить представление о почве только как о поверхности суши, по которой мы ходим, или как об одном из природных ресурсов, как источнике получения продуктов питания. Сделать это лишь путем лекций трудно. Как и любой компонент природной среды (растения, животные, микроорганизмы), почву нужно изучать в полевых условиях, только тогда можно понять тесные ее связи с горными породами, климатом, рельефом, растительным и животным миром, вре-

менем и человеком. Изучение состава почв и их свойств приведет к пониманию роли почв в биосфере и их большого генетического разнообразия.

География почв — это раздел почвоведения, знание которого необходимо любому географу, независимо от его более узкой профильной подготовки. Необходимость издания данного учебного пособия связана с появлением и все более широким использованием новой классификации почв России (Классификация..., 2004). В изданном в 2005 г. учебном пособии А. С. Федорова «Почвоведение и география почв» почвы названы по классификации почв 1977 г. В настоящее время назрела необходимость устранения этого различия и приведения названий почв в соответствие с классификацией 2004 г. Кроме этого, в курсе «Почвоведение и география почв», читаемом для студентов 1 курса факультета географии и геоэкологии, названия почв, строение их профилей дается по новой классификации 2004 г. Это учебное пособие служит дополнением при освоении материалов, излагаемых в этом курсе. Кроме того, оно будет полезным и для студентов биолого-почвенного факультета, и студентов педагогических специальностей и направлений.

Первый раздел книги посвящен законам географии, без знания которых нельзя понять принципы и закономерности распространения почв и почвенного покрова, его структуры. Без учета географического разнообразия почв невозможно правильное размещение и рациональное использование земельного фонда в интересах различных отраслей народного хозяйства и составление кадастра почв, а также определение обоснованной цены той или иной почвенной разности.

При рассмотрении почв и почвенного покрова используется географо-генетический анализ, в основе которого лежит система почвообразовательных процессов, формирующих конкретную почву в конкретных физико-географических условиях.

Во втором разделе даются принципы новой классификации почв России (Классификация..., 2004), приводятся названия почв по стволам, отделам, типам.

В третьем разделе раскрывается зональный принцип смены почв с учетом факторов почвообразования, интенсивности использования почв. Приводится корреляция почв по классификациям 1977 и 2004 гг.

В четвертом разделе даются сведения о земельных ресурсах, их рациональном использовании и охране.

# 1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ГЕОГРАФИИ ПОЧВ

---

Накопление сведений о почвах и закономерностях их пространственного распространения тесно связано с развитием географических исследований. Изучение почвенного покрова в России всегда обосновывалось практическими, хозяйственными потребностями, начиная с первых работ, проводимых Вольным экономическим обществом, и до настоящего времени. К традиционным почвенно-географическим работам можно отнести контроль за составлением почвенных карт любого масштаба, представляющих собой основу оценочных, прогнозных, экологических, мелиоративных, кадастровых и многих других карт и картограмм, востребованных различными областями народного хозяйства.

К новым направлениям можно отнести работы, связанные с интенсификацией сельскохозяйственного и промышленного производств, увеличением объемов добычи полезных ископаемых, решением проблем экологического характера (в том числе возникших в результате загрязнения, деградации почвенного покрова). Современные почвенно-географические разработки выполняются с использованием геоинформационных технологий (ГИС), включая данные космического зондирования поверхности Земли.

Распространение почв на Земле зависит от многих причин и следует определенным закономерностям, выявление которых и составляет существо географии почв. К основным законам географии почв, регулирующим формирование и характер мегаструктур почвенного покрова, относятся:

- 1) закон горизонтальной (широтной) почвенной зональности,
- 2) закон фациальности почв,
- 3) закон вертикальной (высотной) почвенной зональности,
- 4) закон аналогичных топографических рядов.

## ЗАКОН ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПОЧВЕННОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ

В своей работе «К учению о зонах природы» В.В. Докучаев в 1889 г. раскрыл общегеографический закон широтной зональности. Его сущность заключается в том, что в соответствии с возрастанием действия солнечной энергии на поверхность Земли по мере перехода от северных широт к южным закономерно изменяется в том же направлении энергия и характер всех экзогенных, и особенно биогенных, процессов. Действие этого закона распространяется на природные условия не только континентов, но и океанов. Именно поэтому данный закон называется мировым и относится к наиболее важным законам естествознания. Так как почвы являются неотъемлемой частью биосферы и очень значимым компонентом природы, то действие этого закона распространяется и на них. Этот закон оказал огромное влияние на развитие естественных наук.

Закон широтной зональности почв гласит: **занимающие наибольшую площадь типы почв распространены на поверхности континентов Земного шара широкими полосами (зонами), имеющими примерно широтное простираение и последовательно сменяющимися друг друга по мере изменения широты местности и в соответствии с изменением климата, характера растительности, животного мира и других условий почвообразования.** Из этого закона вытекает неразрывная связь почв с факторами почвообразования.

Основополагающие работы о зональности были опубликованы В.В. Докучаевым в последние годы его научной деятельности. Проблема рассматривалась в самых общих чертах. Была составлена схематическая карта зон Северного полушария. Накопившиеся к нашему времени материалы по географии почв и анализ мировых почвенных карт свидетельствуют о том, что научные идеи В. В. Докучаева в целом подтвердились. Работами А. А. Григорьева (1946, 1959, 1970), А. А. Григорьева и М. И. Будыко (1956) подтверждено, что границы мировых географических поясов определяются термическими условиями, зависящими от радиационного баланса, а границы природных зон внутри мировых поясов — условиями увлажнения, которые могут быть выражены радиационным индексом сухости.

В Северном полушарии выделяется пять основных *широтных почвенно-биоклиматических поясов*, обусловленных главным образом

термическими особенностями климата: *полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический*. Аналогичные пояса выделяются и в Южном полушарии.

В. В. Докучаев первым установил зональность почв и ее совпадение с зональностью климата, растительности и фауны. Широотно-зональный спектр почв отчетливо выделяется в центральной части Евразии в пределах бореального и суббореального поясов (Классификация ..., 1977):

- **таежно-лесная область** — подзолы, подзолистые, дерново-подзолистые почвы;
- **лесостепная** — серые лесные (серые) почвы, черноземы оподзоленные и выщелоченные (глинисто-иллювиальные), типичные (миграционно-мицелярные);
- **степная** — черноземы обыкновенные (сегрегационные), южные (текстурно-карбонатные);
- **сухостепная** — темно-каштановые, каштановые почвы;
- **полупустынная** — светло-каштановые, бурые полупустынные почвы;
- **пустынная** — серо-бурые и такыровидные почвы.

Почвенно-географическое районирование СССР проводилось на основе биоклиматических принципов. В качестве высшей таксономической единицы выделяется *географический пояс* (полярный, бореальный, суббореальный, субтропический). В последнем издании учебника Г. В. Добровольского и И. С. Урусевской «География почв» (2004) географический пояс сохраняется как высшая таксономическая единица.

В целом научные идеи В. В. Докучаева о широтной зональности почв и географической среды подтвердились, но конкретное содержание заметно усложнилось. Так, рассматривая черноземную зону на современных почвенных картах, замечаем отсутствие сплошной ленты распространения этих почв, опоясывающей весь земной шар. То же самое можно сказать и о почвах субтропических пустынь: они представляют собой лишь фрагменты более сложных и разнородных по составу почв мировых географических поясов. На океанических побережьях Евразии, Австралии, Северной и Южной Америки почвенные зоны совпадают с зонами увлажнения и идут вдоль береговой линии Мирового океана, приближаясь к меридиональному простиранию. В областях влажного и очень сухого климата смена

почвенных зон обусловлена в основном изменениями почвенного термического режима. В умеренно влажных областях смена почвенных зон связана с изменением степени увлажнения, причем если направление возрастания сухости климата и температур совпадают, то происходит быстрая смена почвенных зон на небольшом расстоянии (южные районы Русской и Западно-Сибирской равнин). Если фактор увлажнения не совпадает с фактором изменения температур, то почвенные зоны приобретают меридиональное направление (юг Северной Америки).

В связи со сложностью строения земной поверхности следует ожидать существенных отклонений в распространении природных почвенных зон, но это не означает отсутствия их самих. Формулируя закон зональности, В.В. Докучаев указывал на необходимость учета сложного строения почвенного покрова Земли. Современные исследования свидетельствуют о том, что в зависимости от континентальности, аридности или гумидности климата почвенные зоны меняют свою конфигурацию.

Поскольку широтное расположение почвенных зон представляет собой лишь одно из проявлений зональности, термин «широтная почвенная зональность» часто заменяется термином «горизонтальная зональность». Логичность использования этого термина связана с тем, что очень часто почвенные зоны не следуют широтному простиранию и не покрывают все континенты земного шара сплошными широтными полосами. Проявление закона горизонтальной зональности значительно шире и многообразнее. Действие его обуславливает ряд закономерностей почвообразования и географии почв, таких как:

- увеличение разнообразия почв и контрастности их свойств по мере перехода от полярных широт к экваториальным;
- усложнение состава и структуры вертикальной зональности почвенного покрова горных сооружений в южных широтах по сравнению с северными;
- возрастание в южном направлении биологической продуктивности почв, емкости и разнообразия типов биологического круговорота элементов в системе почва–растение в гумидных и семигумидных ландшафтах.

Конкретные представления о горизонтальной зональности сложились к 50–60-м годам прошлого столетия. Было выделено значительно больше зон и подзон, чем в первоначальной схеме Докучаева-

Сибирцева, введено понятие о спектрах зон, различающихся в приокеанических и континентальных частях материков.

Описание почвенного покрова земной суши в следующих главах будет проводиться по биоклиматическому принципу, учитывая условия увлажнения (аридность, гумидность) внутри поясов. Критическое отношение к зональности стало серьезным толчком к более подробному изучению внутренней разнородности природных зон, к формированию понятия о провинциях (фациях).

## ЗАКОН ФАЦИАЛЬНОСТИ ПОЧВ

Возникшие сомнения в универсальности зональных закономерностей способствовали расширению почвенных исследований. Разработка учения о почвенно-климатических фациях связана с именами Л. И. Прасолова и И. П. Герасимова. Л. И. Прасолов (1922) предложил разделить Европейскую территорию СССР на *почвенные области*, часть из которых выделена с учетом принципа фациальности. В 1933 г. И. П. Герасимов создал концепцию *почвенно-климатических фаций* как крупных макроструктурных регионов, характеризующихся общностью почвообразования в ряде зональных типов почв. Определение закона фациальности позволяет интерпретировать *фации* как «местные провинциальные (фациальные) особенности климата, обусловленные в основном местными термодинамическими атмосферными процессами, которые определяют во многих частях географических поясов радикальное осложнение горизонтальной (широтной) зональности и способствуют формированию специфических местных явлений, вплоть до формирования особых типов почв и индивидуальных закономерностей их географического распространения».

Принцип закона фациальности положен в основу почвенно-географического районирования. Вследствие влияния на почвообразование условий увлажнения и континентальности, вызванных особенностями циркуляции атмосферы, в пределах каждого почвенно-биоклиматического пояса выделяются почвенно-биоклиматические области с индивидуально выраженным спектром почв. По степени континентальности области подразделяются на океанические, континентальные и экстраконтинентальные; по характеру увлажнения — на гумидные, переходные (субгумидные, субаридные) и аридные.

На почвенной карте Российской Федерации и сопредельных государств (Почвенная карта Российской..., 1995) видно, что широтная полоса черноземов к западу и востоку прерывается и на побережье Мирового океана сменяется бурными лесными почвами широколиственных и хвойно-широколиственных лесов. То есть на западе и востоке Евразии в связи с нарастанием океанического влияния и уменьшением континентальности широтно-зональные спектры затушевываются или имеют индивидуальную природу.

В экстроконтинентальных климатических условиях Восточной Сибири зональные подзолистые почвы, характерные для таежно-лесной области Русской и Западно-Сибирской равнин, уступают место палевым и кислым мерзлотно-таежным почвам лиственничной тайги и лугово-черноземным почвам степных аласов Якутии, а далее на восток в связи со смягчением климата под влиянием Тихого океана вновь появляются подзолистые почвы, а вместе с ними и буротаежные почвы Приамурья и Сахалина. Экстроконтинентальные условия, появление вечной мерзлоты оказывают влияние на изменение водного и теплового режимов почв, на течение химических, физико-химических и биологических процессов и, как следствие, на появление особых типов таежных почв. Эти примеры — выражение закона фациальности.

Явления фациальности обнаруживаются не только на уровне почвенно-биоклиматических поясов, но и внутри отдельных почвенных зон. Они обусловлены особенностями гидротермического режима. Внутризональные подразделения получили названия почвенных провинций. *Почвенная провинция* — это часть почвенной зоны, отличающаяся специфическими особенностями почв, связанными либо с различиями в увлажнении и континентальности в широтных отрезках природных зон, либо с температурными различиями в меридиональных отрезках почвенных зон, либо с литолого-геоморфологическими условиями.

Каждая провинция отличается господствующими в ней подтипами или видами зональных почв. Так, например, в бореальном поясе в зоне подзолистых почв в подзоне северной тайги преобладающими почвами являются: глееподзолистые (подзолисто-глеевые), подзолы, болотно-подзолистые (торфяно-подзолисто-глеевые) и болотные (торфяные) почвы. Если рассмотреть две находящиеся рядом провинции — Кольско-Карельскую и Онежско-Печерскую, то заметим,

что в них развиты все перечисленные типы почв, но в первой преобладают подзолы альфегумусовые и болотные почвы, а во второй — глееподзолистые, болотно-подзолистые и болотные почвы. Преимущественное распространение подзолов и болотных почв в Кольско-Карельской провинции связано с влиянием Балтийского кристаллического щита, в пределах которого расположена эта провинция, и с сильной расчлененностью рельефа. Следует заметить, что почвообразование в автоморфных условиях протекает главным образом на породах легкого гранулометрического состава (элюводелювий коренных пород, щебнистая, сильно завалуненная песчаная и супесчаная морена, флювиогляциальные отложения), а в аккумулятивных — на породах тяжелого гранулометрического состава (ленточные глины). Поэтому почвенный покров представлен в основном подзолами (элювиальные условия) и болотными (торфяными) почвами (аккумулятивные условия).

К преобладающим породам Онежско-Печерской провинции относятся суглинистая морена или двучленные отложения также суглинистого гранулометрического состава. Рельеф представлен в основном плосковолнистой равниной. В связи с этим на пологих склонах и плоских равнинах на породах тяжелого гранулометрического состава почвообразование протекает в условиях затрудненного дренажа, что и способствует формированию здесь глееподзолистых, болотно-подзолистых и болотных почв.

Или, например, в черноземной зоне в условиях разного увлажнения и континентальности выделяются провинции с преобладанием обыкновенных (сегрегационных) и южных (текстурно-карбонатных) черноземов — Южно-Украинская и Южно-Русская. Черноземы Южно-Украинской провинции отличаются большей мощностью гумусовых горизонтов и меньшей гумусированностью. В приведенном примере в Южно-Украинской провинции преобладают обыкновенные мощные и южные среднемощные черноземы, а в Южно-Русской — среднемощные среднегумусные обыкновенные черноземы и среднемощные малогумусные южные. То есть типы почв в обеих провинциях одинаковые, но они отличаются по мощности гумусового горизонта и по содержанию гумуса.

Таким образом, в провинциях проявляется двойственность понятия фациальности как закономерности одновременно литолого-геоморфологической (первый пример) и климатической (второй пример).

## ЗАКОН ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЧВЕННОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ

*Закон вертикальной зональности почв* установлен В. В. Докучаевым в 1899 г. на основе исследований почв Кавказа. Этот закон гласит, что в горных системах основные типы почв распространены в виде высотных поясов (зон), последовательно сменяющих друг друга по мере нарастания абсолютной высоты от подножия гор к вершинам в соответствии с изменением климата, растительности и других условий почвообразования. В. В. Докучаев предполагал, что вертикальная зональность по составу зон аналогична широтной зональности: иначе говоря, с подъемом в горы наблюдается та же смена почвенных зон, что и на равнине, если двигаться от подошвы гор к северу.

Высотная зональность связана с тем, что при подъеме в горы на 100 м снижается атмосферное давление, уменьшается температура воздуха на  $0,5^\circ$  и увеличивается количество осадков. Кроме того, распространение вертикальных почвенных зон зависит от экспозиции склонов относительно солнца и ветра. Склоны южной экспозиции теплее и суше северных. На них зоны, характерные для подножия гор и следующие за ними, поднимаются выше, чем на северных склонах. То же относится к склонам, на которые дуют теплые ветры. На влажных и холодных склонах наблюдается обратная картина.

Структура вертикальной зональности почв, или последовательность в смене вертикальных зон, определяется прежде всего положением горной страны в системе горизонтальных почвенных зон и ее положением по отношению к Мировому океану (континентальная, океаническая или переходная фации). Таким образом, почвы горных территорий в своем распространении также отражают закономерности горизонтальной зональности и фациальности. Примером могут служить Уральские горы. В северной части Уральских гор ( $66-62^\circ$  с. ш.) основные типы почв низкогорий и среднегорий под северотаежными елово-кедровыми лесами представлены горными глееподзолистыми (подзолисто-глеевыми) почвами. Выше они сменяются горно-луговыми (горными темно-, серогумусовыми) почвами субальпийских и альпийских лугов, еще выше — горно-тундровыми почвами. На широте  $62-59^\circ$  с. ш. под среднетаежными и, отчасти, южнетаежными лесами на высотах до 600–700 м над уровнем моря формируются горные подзолистые почвы и горные

бурые лесные (буроземы), последовательно сменяющиеся горно-луговыми и горно-тундровыми почвами. В южной части Урала в расположенном ниже 1000–1200 м над уровнем моря лесном поясе под елово-пихтовыми травянистыми лесами с липой и березой, а южнее — под широколиственными лесами, преобладают горные серые лесные (серые) почвы. Выше распространены горно-луговые типичные (субальпийские) и горно-луговые торфянистые (альпийские) почвы. Вершины наиболее высоких хребтов (выше 1400–1600 м над уровнем моря) заняты горно-тундровыми почвами. На самом юге горной страны по широким остепненным депрессиям и участкам речных долин, а также по склонам южных экспозиций, сложенным известняковыми, основными или ультраосновными породами, появляются массивы черноземов. В связи с общим понижением высотного уровня хребтов к югу зона высокогорья выпадает.

Фациальность также накладывает отпечаток на почвенные зоны горной страны. Это можно проследить на разных склонах Кавказа. На Северном Кавказе наблюдается следующая смена почвенных зон: горные каштановые почвы сменяются горными черноземами, горными серыми лесными, горными бурыми лесными и горно-луговыми почвами. В восточной части Кавказа горные коричневые почвы сменяются горными бурыми лесными и горно-луговыми. Западные склоны представлены горными красноземами, желтоземами, горными бурыми лесными и горно-луговыми почвами.

С. А. Захаров, ученик В. В. Докучаева и крупный знаток горных почв, пришел к выводу (1934), что система вертикальных почвенных зон не так проста, как предполагал В. В. Докучаев, и не аналогична полностью системе горизонтальных почвенных зон. Ему пришлось усложнить ее введением ряда новых понятий о взаимном расположении зон, таких как: *«миграция — смещение одной зоны в другую»*, *«инверсия — обратное или неправильное залегание почв»*, *«интерференция — выпадение отдельных почвенных зон в системе нормальных рядов зон»*. Они отражают изменение обычного соотношения факторов почвообразования или сильное воздействие одного из них. В современной географии почв сохранилось только одно понятие — *«инверсия зон»*. *Температурные инверсии*, то есть стекание масс холодного воздуха по склонам и застаивание его в депрессиях, вызывают во многих горных системах континентальных областей обратное расположение вертикальных почвенных зон.

## ЗАКОН АНАЛОГИЧНЫХ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ РЯДОВ ПОЧВ

Законы широтной и вертикальной зональности, а также закон фациальности отражают закономерности географического порядка, связанные с биоклиматическими условиями. Наряду с ними существуют закономерности распространения почв на небольших территориях. Эти закономерности обусловлены местными особенностями почвообразования и прежде всего рельефом и почвообразующими породами. В настоящее время изучение закономерностей, связанных с топографией территории, вылилось в особое направление географии почв — учение о зональных почвенных комбинациях, которое получило название *структура почвенного покрова* (СПП). Учение о СПП связано с именем В. М. Фридланда. *Почвенный покров* — это многофакторное образование, сложно отражающее в своем строении разнообразные особенности географической среды. Состав, конфигурация и положение относительно друг друга компонентов почвенного покрова характеризуют его структуру. По В. М. Фридланду (1972), структура почвенного покрова — это закономерное чередование неоднородностей почвенного покрова.

Среди многих закономерностей, наблюдающихся в СПП разных территорий, есть и такие, которые характерны для всех почвенно-географических зон. Наиболее общая закономерность — распределение почв по элементам мезо- и микрорельефа, названная С. А. Захаровым (1927) *законом топографических рядов почв*. Сущность его заключается в том, что на **возвышенных элементах рельефа расположены генетически самостоятельные (автоморфные) почвы; с переходом к отрицательным элементам рельефа все большую долю в почвенном покрове занимают почвы генетически подчиненные с аккумуляцией в них веществ, подвижных в условиях данной почвенной зоны.**

Так, в пределах таежно-лесной зоны в верхних частях склонов камовых холмов на песчаных породах формируются подзолы иллювиально-железистые, в средних — подзолы иллювиально-железисто-гумусовые, в нижних — подзолы иллювиально-гумусовые. На холмах, сложенных суглинистой мореной, вниз по склону происходит следующая смена почв: подзолистая, подзолистая глееватая, подзолистая глеевая. В лесостепной зоне на водоразделах формируются черноземы типичные (миграционно-мицелярные), на склонах — черноземы

выщелоченные (глинисто-иллювиальные типичные), в нижних частях склонов — черноземы оподзоленные (глинисто-иллювиальные оподзоленные). Соответственно почвы низин таежно-лесной зоны обогащены соединениями закисных и окисных форм железа, алюминия и марганца; лесостепные почвы и почвы северных степей — карбонатами щелочных и щелочноземельных металлов. В настоящих степях и полупустынях в аккумулятивных формах рельефа накапливаются сульфаты и хлориды щелочных и щелочноземельных металлов. Закономерности миграции веществ в почвах, расположенных на разных уровнях рельефа и в разных почвенно-климатических зонах, были обстоятельно изучены и обобщены Б.Б.Полыновым (1956) в учении о геохимической сопряженности ландшафтов.

### **Контрольные вопросы**

1. Закон горизонтальной (широтной) почвенной зональности:
  - а) основатель закона, сущность закона;
  - б) противники закона, их основные возражения.
2. Закон фациальности почв, его сущность и применение.
3. Закон высотной почвенной зональности, его сущность, особенности, применение.
4. Закон аналогичных топографических рядов, его сущность и применение.
5. Сравнительная оценка распространения почв в Западной Европе и на Европейской части России.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

---

Классификация почв — это объединение их в группы по важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия. Первая в нашей стране попытка создания классификации почв была предпринята в СССР и включала два документа: «Указания по классификации и диагностике почв» (1967), предложенные Министерством сельского хозяйства СССР, и «Классификация и диагностика почв СССР» (1977), подготовленная Почвенным институтом им. В. В. Докучаева и представляющая собой усовершенствованный вариант более ранних версий, основанных на эколого-генетических принципах.

Новая классификация 2004 г. является субстантивно-генетической. Ее теоретическую базу составляет учение о генезисе почв и неодокучаевская триада «факторы — процессы — свойства». В основе классификации лежит ряд принципов:

1) принцип *генетичности*, предполагающий разделение почв в связи с оценкой их генетического профиля как совокупности (системы) горизонтов;

2) принцип *историчности*, делающий неприемлемой коренную немотивированную ломку существующей номенклатуры почв;

3) принцип *воспроизводимости*, отражающий оценку устойчивых почвенных признаков, обеспечивающих однозначность идентификации почв;

4) принцип *открытости*, допускающий включение в классификацию новых, ранее неизвестных или неизученных почв без нарушения целостности самой системы;

5) принцип *изменчивости и стабильности*, отражающий совершенствование, развитие почвоведения как науки;

6) принцип *сочетания объективности и субъективности*, выражающийся в диалектической связи субъективного восприятия ряда генетических свойств почв в целом с формализацией механизма классификации почв, обеспечивающей объективность таксономических

оценок (при этом важно совместить генетическую логику и формальную диагностику);

7) принцип *иерархичности*, который выражается в последовательно соподчиненной системе таксономических категорий (ствол, отдел, тип, подтип, вид), разделяющих почвы на различных уровнях по генетическим особенностям.

К важным новшествам новой классификации относятся: разработка классификации антропогенно-преобразованных почв; дополнение списка типобразующих и антропогенно-преобразованных горизонтов; введение системы генетических признаков как основы для выделения почвенных подтипов.

### *Природные почвы*

#### СТВОЛ

<i>Постлитогенные</i>	<i>Синлитогенные</i>	<i>Органогенные</i>
<b>Отделы</b>	<b>Отделы</b>	<b>Отделы</b>
Текстурно-дифференцированные	Аллювиальные	Торфяные
Альфегумусовые	Вулканические	Торфоземы
Железисто-метаморфические	Стратоземы	
Структурно-метаморфические	Слаборазвитые	
Криометаморфические		
Палео-метаморфические		
Криотурбированные		
Глеевые		
Аккумулятивно-гумусовые		
Аккумулятивно-карбонатные малогумусные		
Щелочно-глинисто- дифференцированные		
Галоморфные		
Гидрометаморфические		
Органо-аккумулятивные		
Элювиальные		
Литоземы		

Слаборазвитые  
Абраземы  
Агроземы  
Агроабраземы  
Турбированные

### ***Антропогенно-преобразованные почвы***

#### **Отделы**

Хемоземы  
Химически-  
преобразованные  
Акваземы

### ***Техногенные поверхностные образования***

#### **Группы**

Квазиземы  
Натурфабрикаты  
Артифабрикаты  
Токсифабрикаты

Диагностика антропогенно-преобразованных почв разработана в настоящее время только на уровне отделов. Для таксонов типового ранга предлагаются лишь критерии их выделения. Более подробная систематика и диагностика этих почв требует дальнейших проработок.

## **СТВОЛ: ПОСТЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ**

### **Отдел: текстурно-дифференцированные почвы**

#### ***Природные почвы***

Типы:

Подзолистые (П) — O-EL-BEL-BT-C

Подзолисто-глеевые (П<sub>г</sub>) — O-EL-BELg-BTg-G-CG

Торфяно-подзолисто-глеевые (П<sub>тг</sub>) — T-ELg-BELg-BTg-G-CG

Дерново-подзолистые (П<sub>д</sub>) — AY-EL-BEL-BT-C

Дерново-подзолисто-глеевые (П<sub>дг</sub>) — AY-EL-BELg-BTg-G-CG

Серые (С) — AY-AEL-BEL-BT-C

Темно-серые (Ст) — AU-AUe-BEL-BT-C  
Темно-серые глеевые (Ст<sub>г</sub>) — AU-AUe-BELg-BTg-G-CG  
Текстурно-метаморфические (Мм) — AY-ELM-BT-C  
Дерново-солоди (Сд) — AY-EL-BT-BCA-Cca  
Дерново-солоди глеевые (Сд<sub>г</sub>) — AY-EL-BTg-BCAg-G(s)-CG(s)  
Солоди темногумусовые (Сд<sub>т</sub>) — AU-EL-BT-BCA-Cca,s  
Солоди перегнойно-темногумусовые гидрометаморфические (Сд<sub>птгм</sub>) — AH-EL-BTq-Q-CQ

### ***Агропochвы***

Типы:

Агроторфяно-подзолисто-глеевые (АП<sub>тг</sub>) — PT-(T)-ELg-BELg-BTg-G-CG  
Агродерново-подзолистые (АП<sub>д</sub>) — P-(EL)-BEL-BT-C  
Агросерые (AC) — P-(AY)-AEL-BEL-BT-C  
Агросолоди (ACд) — P-(EL)-BT-BCA-Cca

**Отдел: альфегумусовые почвы**

### ***Природные почвы***

Типы:

Подбуры (ПБ) — O-BHF-C  
Подбуры глеевые (ПБ<sub>г</sub>) — O-BHF-G-CG  
Сухоторфяно-подбуры (ПБ<sub>ст</sub>) — TJ-BHF-C  
Торфяно-подбуры глеевые (ПБ<sub>тг</sub>) — T-BHFg-G-CG  
Дерново-подбуры (ПБ<sub>д</sub>) — AY-BF-C  
Дерново-подбуры глеевые (ПБ<sub>дг</sub>) — AY-BHFg-G-CG  
Подзолы (По) — O-E-BHF-C  
Подзолы глеевые (По<sub>г</sub>) — O-Eg-BHFg-G-CG  
Сухоторфяно-подзолы (По<sub>ст</sub>) — TJ-E-BHF-C  
Торфяно-подзолы глеевые (По<sub>тг</sub>) — T-Eg-BHFg-G-CG  
Дерново-подзолы (По<sub>д</sub>) — AY-E-BF-C  
Дерново-подзолы глеевые (По<sub>дг</sub>) — AY-E-BHg-G-CG

### ***Агропochвы***

Типы:

Агродерново-подзолы (АПо<sub>д</sub>) — P-E-BHF-C  
Агродерново-подзолы глеевые (АПо<sub>дг</sub>) — P-E-BHFg-G-CG  
Агроторфяно-подзолы глеевые (АПо<sub>тг</sub>) — PT-(T)-E-BHg-G-CG

## **Отдел: железисто-метаморфические почвы**

Типы:

Ржавоземы (Рж) — AY-BFM-C

Ржавоземы грубогумусовые (Рж<sub>гp</sub>) — AO-BFM-C

Органо-ржавоземы (Рж<sub>o</sub>) — O-BFM-C

## **Отдел: структурно-метаморфические почвы**

Типы:

Буроземы (Бр) — AY-BM-C

Буроземы темные (Бр<sub>т</sub>) — AU-BM-C

Серые метаморфические (См) — AY-AEL-BM-C

Элювиально-метаморфические (Эм) — O-EL-BM-C

Дерново-элювиально-метаморфические (Эм<sub>д</sub>) — AY-EL-BM-C

Коричневые (Кч) — AU-BM-BCA-Cca

Агрокоричневые (АКч) — PU-AU-BM-BCA-Cca

## **Отдел: криометаморфические почвы**

Типы:

Органо-криометаморфические (КБ<sub>o</sub>) — O-CRM-C

Криометаморфические грубогумусовые (КБ<sub>гp</sub>) — AO-CRM-C

Светлоземы (Св) — O-E-CRM-C

Светлоземы иллювиально-железистые (Св<sub>ж</sub>) — O-E-BF-CRM-C

## **Отдел: палево-метаморфические почвы**

Типы:

Палевые (Пл) — AJ-BPL-BCA-Cca

Палевые темногумусовые (Пл<sub>т</sub>) — AU-BPL-BCA-Cca

Криоаридные (КПл<sub>ap</sub>) — AK-BPL-BCA-Cca

Агропалевые (АПл) — P-BPL-BCA-Cca

## **Отдел: криотурбированные почвы**

Типы:

Криоземы (Кз) — O-CR-C

Криоземы грубогумусовые (Кз<sub>гp</sub>) — AO-CR-C

Торфяно-криоземы (Кз<sub>т</sub>) — T-CR-C

## Отдел: глеевые почвы

### *Природные почвы*

Типы:

Глееземы (Г) — O-G-CG

Глееземы криометаморфические (Г<sub>км</sub>) — O-G-CRM-C(g)

Торфяно-глееземы (Г<sub>т</sub>) — T-G-CG

Темногумусово-глеевые (Г<sub>т</sub>) — AU-G-CG

Перегнойно-глеевые (Г<sub>п</sub>) — H-G-CG

Перегнойно-гумусово-глеевые (Г<sub>пгу</sub>) — H-AU-G-CG(ca)

### *Агропочвы*

Типы:

Агроглееземы криометаморфические (АГ<sub>км</sub>) — Pagr-G-CRM-C(g)

Агроторфяно-глееземы (АГ<sub>т</sub>) — PT-T-G-CG

Агротрегнойно-глеевые (АГ<sub>п</sub>) — PU-H-G-CG

Агротемногумусово-глеевые (АГ<sub>т</sub>) — PU-AU-G-CG

## Отдел: аккумулятивно-гумусовые почвы

### *Природные почвы*

Типы:

Черноземы глинисто-иллювиальные (выщелоченные, оподзоленные) (Ч<sub>ги</sub>) — AU-Bl-C(ca)

Черноземы (типичные, обыкновенные) (Ч) — AU-BCA-Cca

Черноземы текстурно-карбонатные (южные) (Ч<sub>тк</sub>) — AU-CAT-Cca

Темные слитые (Сл) — AU-AUv-V-C(ca)

Черноземовидные (Чз) — AUg,nn-BMg-Cg

### *Агропочвы*

Типы:

Агрочерноземы глинисто-иллювиальные (АЧ<sub>ги</sub>) — PU-AU-Bl-C(ca)

Агрочерноземы (АЧ) — PU-AU-BCA-Cca

Агрочерноземы текстурно-карбонатные (АЧ<sub>тк</sub>) — PU-AU-CAT-Cca

Агрослитые темные (АСл) — PU-AU-V-C(ca)

Агрочерноземовидные (АЧз) — PU-AUg-BMg-Cg

## **Отдел: аккумулятивно-карбонатные малогумусовые почвы**

Каштановые (К) — AJ-BMK-CAT-Cca

Бурые (Б) — AKL-BMK-BCA-Cca

## **Отдел: щелочно-глинисто-дифференцированные почвы**

### ***Природные почвы***

Типы:

Солонцы темные (Сн<sub>т</sub>) — AU-EL-BSNth-BMKth-BCAth-Cca

Солонцы светлые (Сн<sub>с</sub>) — AJ-EL-BSN-BMK-BCA-Cca

Солонцы гидрометаморфические темные (Сн<sub>гмт</sub>) — AU-EL-BSNth-BMKth,q-BCAth,q-Q-CQ

Солонцы гидрометаморфические светлые (Сн<sub>гмс</sub>) — AJ-EL-BSN-BMKq-BCAq-Q-CQ

### ***Агропочвы***

Типы:

Агросолонцы темные (АСн<sub>т</sub>) — PU-BSNth-BMKth-BCAth-Cca

Агросолонцы светлые (АСн<sub>с</sub>) — P-BSN-BMK-BCA-Cca

Агросолонцы гидрометаморфические темные (АСн<sub>гмт</sub>) — PU-BSNth(q)-BMKth,q-BCAth,q-Q-CQ

Агросолонцы гидрометаморфические светлые (АСн<sub>гмс</sub>) — P-BSN(q)-BMKq-BCAq-Q-CQ

## **Отдел: галоморфные почвы**

Типы:

Солончаки (Ск) — S-Cs,g

Солончаки глеевые (Ск<sub>г</sub>) — Sg-Gs-CGs

Солончаки сульфидные (Ск<sub>с</sub>) — S-SS-Gs

Солончаки темные (Ск<sub>тм</sub>) — S [AU] -Cs,g

Солончаки торфяные (Ск<sub>т</sub>) — S [T] -Gs-CGs

Солончаки вторичные (Ск/Ч, Ск/К) — S [ABC]

## **Отдел: гидрометаморфические почвы**

Типы:

Гумусово-гидрометаморфические (Гм<sub>г</sub>) — AUq-Q-CQ

Перегноино-гидрометаморфические (Гм<sub>п</sub>) — H-Q-CQ

Агрогумусово-гидрометаморфические (АГ<sub>мг</sub>) — PU-AU-Q-CQ  
Агроперегнойно-метаморфические (АГ<sub>п</sub>) — PU-H-Q-CQ

**Отдел: органо-аккумулятивные почвы**

***Природные почвы***

Типы:

Серогумусовые (Г<sub>д</sub>) — AY-C

Темногумусовые (Г<sub>т</sub>) — AU-C

Перегнойные (Г<sub>п</sub>) — H-C

Перегнойно-темногумусовые (Г<sub>пт</sub>) — AH-C

Светлогумусовые (Г<sub>св</sub>) — AJ-C

***Агропочвы***

Агрогумусовые (АГ<sub>у</sub>) — P-AU-C

Агротемногумусовые (АГ<sub>т</sub>) — PU-AU-C

**Отдел: элювиальные почвы**

***Природные почвы***

Типы:

Элювоземы (Эл) — O-EL-D(C)

Элювоземы глеевые (Эл<sub>г</sub>) — O-EL(g)-DG(CG)

Дерново-элювоземы (Эл<sub>д</sub>) — AY-EL-D(C)

Дерново-элювоземы глеевые (Эл<sub>дг</sub>) — AY-EL(g)-DG(CG)

Торфяно-элювоземы глеевые (Эл<sub>тг</sub>) — T-ELg-DG(CG)

Подзол-элювоземы (ПЭл) — O-E-D

Торфяно-подзол-элювоземы глеевые (ПЭл<sub>тг</sub>) — T-E-DG

***Агропочвы***

Агродерново-элювоземы (АЭл<sub>д</sub>) — P-EL-D(C)

**Отдел: литоземы**

Типы:

Торфяно-литоземы (Лз<sub>т</sub>) — T-(C)-M

Сухоторфяно-литоземы (Лз<sub>ст</sub>) — T)-(C)-M

Литоземы грубогумусовые (Лз<sub>гп</sub>) — AO-(C)-M

Литоземы перегнойные (Лз<sub>п</sub>) — H-(C)-M

Карбо-литоземы перегнойные (Лз<sub>пк</sub>) — Н-(С)-Мса

Литоземы серогумусовые (Лз<sub>ср</sub>) — АУ-(С)-М

Литоземы темногумусовые (Лз<sub>тм</sub>) — АУ-(С)-М

### Отдел: слаборазвитые почвы

Типы:

Пелоземы (Пз) — О-С<sup>п</sup>

Пелоземы гумусовые (Пз<sub>г</sub>) — W-С<sup>п</sup>

Псаммоземы (Пс) — О-С<sup>п</sup> (песчаные породы)

Псаммоземы гумусовые (Пс<sub>г</sub>) — W-С<sup>п</sup>

Петроземы (Пт) — О-М (залегают на мелкоземисто-щебнистой (галечниковой) толще или непосредственно на плотной силикатной породе)

Петроземы гумусовые (Пт<sub>г</sub>) — W-М

Карбо-петроземы (Пт<sub>к</sub>) — О-Мса

### Отдел: абраземы

Типы:

Текстурно-дифференцированные (Аб<sub>тд</sub>) — ВТ-С

Альфегумусовые (Аб<sub>ал</sub>) — ВНF-С

Железисто-метаморфические (Аб<sub>жм</sub>) — ВFМ-С

Структурно-метаморфические (Аб<sub>см</sub>) — ВМ-С

Криометаморфические (Аб<sub>км</sub>) — СRМ-С

Глинисто-иллювиальные (Аб<sub>гм</sub>) — ВI-С

Аккумулятивно-карбонатные (Аб<sub>ак</sub>) — ВСА-Сса

Текстурно-карбонатные (Аб<sub>тк</sub>) — САТ-Сса

Солонцовые (Аб<sub>сн</sub>) — BSN-ВМК-ВСА-С

### Отдел: агроземы

Типы:

Агроземы светлые (Аз<sub>с</sub>) — P-С

Агроземы темные (Аз<sub>т</sub>) — PU-С

Агроземы темные глеевые (Аз<sub>тг</sub>) — PU-G-CG

Агроземы темные гидрометаморфические (Аз<sub>тгм</sub>) — PU-Q-CQ

Агроземы торфяные (Аз<sub>т</sub>) — PT-С

Агроземы торфяно-минеральные (Аз<sub>тмн</sub>) — PTR-С

Агроземы текстурно-дифференцированные (Аз<sub>тд</sub>) — P-ВТ-С

Агроземы текстурно-дифференцированные глеевые (Аз<sub>тдг</sub>) — P-ВТg-G-CG

- Агроземы альфегумусовые (Аз<sub>ал</sub>) — P-BHF-C
- Агроземы альфегумусовые глеевые (Аз<sub>алг</sub>) — P-BH-G-CG
- Агроземы структурно-метаморфические светлые (Аз<sub>смс</sub>) — P-BM-C
- Агроземы структурно-метаморфические темные (Аз<sub>смт</sub>) — PU-BM-C
- Агроземы глинисто-иллювиальные (Аз<sub>ги</sub>) — P-BI-C
- Агроземы темные аккумулятивно-карбонатные (Аз<sub>так</sub>) — PU-BCA-Cca
- Агроземы текстурно-карбонатные (Аз<sub>тк</sub>) — P-CAT-Cca
- Агроземы солонцовые темные (Аз<sub>снт</sub>) — PUagr-TUR[(AU)+BSN+BMK]-BCAth,s-Cca,s
- Агроземы солонцовые светлые (Аз<sub>снс</sub>) — Pagr-TUR[BSN + BMK + BCA]-BCAs-Cca,s
- Агроземы солонцовые темные гидрометаморфические (Аз<sub>снтг</sub>) — PUagr-TUR[AU+BSN+BMK]-BCAth,q-Q-CQ
- Агроземы солонцовые светлые гидрометаморфические (Аз<sub>снтгс</sub>) — Pagr-TUR[BSN+BMK]-BCAth,q-Q-CQs

### Отдел: агрообраземы

Типы:

- Агрообраземы (ААб) — PB(PC) -C
- Агрообраземы глеевые (ААб<sub>г</sub>) — PB(PC)-G-CG
- Агрообраземы гидрометаморфические (ААб<sub>гм</sub>) — PB(PC)-Q-CQca
- Агрообраземы текстурно-дифференцированные (ААб<sub>гд</sub>) — PB-BT-C
- Агрообраземы текстурно-дифференцированные глеевые (ААб<sub>гдг</sub>) — PB-BT-G-CG
- Агрообраземы альфегумусовые (ААб<sub>ал</sub>) — PB-BHF-C
- Агрообраземы альфегумусовые глеевые (ААб<sub>алг</sub>) — PB-BH-G-CG
- Агрообраземы структурно-метаморфические (ААб<sub>см</sub>) — PB-BM-C
- Агрообраземы структурно-метаморфические аккумулятивно-карбонатные (ААб<sub>смак</sub>) — PB-BM-BCA-Cca
- Агрообраземы глинисто-иллювиальные (ААб<sub>ги</sub>) — PB-BI-C(ca)
- Агрообраземы аккумулятивно-карбонатные (ААб<sub>ак</sub>) — PB-BCA-Cca

Агрообраземы текстурно-карбонатные (ААб<sub>тк</sub>) — PB-CAT-Cca  
Агрообраземы солонцовые (ААб<sub>сн</sub>) — PBagr-TUR[BSN + BMK]-  
BCA(s)-Cca,s

### Отдел: турбированные почвы

Типы:

Турбоземы постсолонцовые темные (Тр<sub>т</sub>) — TUR[AU+EL+BSNth +  
BMKth]-BCAth-Cca

Турбоземы постсолонцовые светлые (Тр<sub>с</sub>) — TUR[AJ+EL+BSN+  
BMK]-BCA-Cca

Турбоземы постсолонцовые гидрометаморфические темные  
(Тр<sub>гтм</sub>) — TUR[AU+EL+BSNth+BMKth]-BCAth,q-Qs-CQs

Турбоземы постсолонцовые гидрометаморфические светлые  
(Тр<sub>гс</sub>) — TUR[AJ+EL+BSN+BMK]-BCAq-Qs-CQs

## СТВОЛ: СИНЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ

### Отдел: аллювиальные почвы

#### *Природные почвы*

Типы:

Аллювиальные серогумусовые (дерновые) (Ал<sub>д</sub>) — AY-C<sup>~</sup> (ал-  
лювиальные слоистые отложения)

Аллювиальные темногумусовые (Ал<sub>т</sub>) — AU-C(ca)<sup>~</sup>

Аллювиальные торфяно-глеевые (Ал<sub>тг</sub>) — T-G-CG<sup>~</sup>

Аллювиальные перегнойно-глеевые (Ал<sub>пг</sub>) — H-G-CG<sup>~</sup>

Аллювиальные серогумусовые (дерновые) глеевые (Ал<sub>дг</sub>) —  
AYg-G-CG<sup>~</sup>

Аллювиальные темногумусовые гидрометаморфические  
(Ал<sub>тгм</sub>) — AU-Q-CQ<sup>~</sup>

Аллювиальные слитые (Ал<sub>сл</sub>) — AU-V-C<sup>~</sup>

#### *Агрочервы*

Типы:

Агротемногумусовые (агродерновые) аллювиальные (ААл<sub>д</sub>) —  
P-AU-C<sup>~</sup>

Агротемногумусовые аллювиальные (ААл<sub>т</sub>) — PU-AU-C(ca)<sup>~</sup>

## Отдел: вулканические почвы

Типы:

Охристые ( $B_x$ ) — AO-BH-BAN-C<sup>~</sup>-[ABC]-[ABC]

Перегноино-охристые ( $B_{пх}$ ) — H-BAN-C<sup>~</sup>-[ABC]-[ABC]

Охристо-подзолистые ( $B_{хон}$ ) — AO-E-BH-BAN-C<sup>~</sup>-[ABC]

Агроохристые ( $AB_x$ ) — P-BAN-C<sup>~</sup>-[ABC]-[ABC]

## Отдел: стратоземы

Типы:

Стратоземы серогумусовые ( $C_3$ ) — AY-RY-D

Стратоземы темногумусовые ( $C_{3т}$ ) — AU-RU-D

Стратоземы светлогумусовые ( $C_{3с}$ ) — AJ-RJ-D

Стратозёмы серогумусовые на погребенной почве ( $C_3/П$ ) — AY-RY-[ABC]

Стратозёмы темногумусовые на погребенной почве ( $C_{3т}/П$ ) — AU-RU-[ABC]

Стратозёмы светлогумусовые на погребенной почве ( $C_{3с}/П$ ) — AJ-RJ-[ABC]

Агростратоземы гумусовые ( $AC_3$ ) — P-RY(RJ)-D

Агростратоземы темногумусовые ( $AC_{3т}$ ) — PU-RU-D

Агростратоземы гумусовые на погребенной почве ( $AC_3/П$ ) — P-RY(RJ)-[ABC]

Агростратоземы темногумусовые на погребенной почве ( $AC_{3т}/П$ ) — PU-RU-[ABC]

## Отдел: слаборазвитые почвы

Типы:

Аллювиальные слоистые ( $Al_{сл}$ ) — W-C<sup>~</sup>

Слоисто-пепловые ( $Пп_{сл}$ ) — W-C<sup>~</sup>

## СТВОЛ: ОРГАНОГЕННЫЕ ПОЧВЫ

### Отдел: торфяные почвы

Типы:

Торфяные олиготрофные ( $T_0$ ) — TO-TT

Торфяные эутрофные ( $T_3$ ) — TE-TT

Сухоторфяные ( $T_c$ ) — TJ-TT-D

## **Отдел: торфоземы**

Типы:

Торфоземы (Тз) — РТ-ТТ

Торфоземы агроминеральные (Тз<sub>ам</sub>) — РТР-ТТ

## **АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫЕ ПОЧВЫ**

Эти почвы формируются во всех стволах и идентифицируются в настоящее время только на уровне отделов. Для таксонов типового ранга предлагаются лишь критерии их выделения. Более подробная систематика и диагностика этих почв требует дальнейших разработок.

**Отдел: хемоземы**

**Отдел: химически-преобразованные**

**Отдел: акваземы**

### **Контрольные вопросы:**

1. Сколько таксономических категорий в современной классификации почв?
2. Классификация почв: понятие, принципы, структура.
3. Диагностика почв: основное содержание, диагностические горизонты, генетические признаки.
4. Система таксономических единиц в различных классификациях.
5. Антропогенно-преобразованные почвы в системе таксономических единиц.
6. Диагностика отделов, типов и подтипов почв.
7. Ствол постлитогенных почв, основные отделы, примеры типов и подтипов почв.
8. Ствол синлитогенных почв, основные отделы, примеры типов и подтипов.
9. Ствол органогенных почв, типы и подтипы.

### 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

---

Закономерности географического распространения почв обусловлены распределением природных условий на поверхности Земли. Это положение лежит в основе важнейших разделов географии почв — учения о горизонтальной зональности, о вертикальной зональности, о почвенно-географических фациях и провинциях, а также о неоднородности и структурах почвенного покрова.

По современным представлениям, в почвенном покрове могут быть выделены широтные *почвенно-биоклиматические пояса*, обусловленные главным образом термическими особенностями климата, — полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический. Для каждого пояса характерен свой набор типов почв.

Почвенно-климатические пояса разделяются на *почвенно-биоклиматические области*. Под ними понимается совокупность почвенных зон и горных почвенных провинций, имеющих не только сходные радиационные и термические условия, но и сходные условия увлажнения и континентальности. Почвенный покров почвенно-биоклиматических областей более однороден, чем почвенно-климатических поясов. В каждой почвенно-биоклиматической области выделяются две или три почвенные зоны.

*Почвенная зона* — это ареал зонального почвенного типа и сопутствующих ему интразональных почв. Внутри почвенных зон на переходах к соседним зонам выделяются почвенные подзоны, а по простирацию почвенных зон обособляются почвенные фации и провинции.

*Почвенная подзона* — часть почвенной зоны, вытянутая в том же направлении, на территории которой распространены определенные зональные подтипы почв.

*Почвенная фация* — часть почвенной зоны, существенно отличающаяся от других ее частей по температурному режиму почв и сезонному ходу увлажнения.

*Горная почвенная провинция* — ареал определенного ряда взаимосвязанных вертикальных почвенных зон, обусловленный положением горной страны (или ее части) в системе почвенно-био-климатических поясов и областей и главными особенностями орографии.

*Почвенная провинция* — часть почвенной зоны, отличающаяся специфическими особенностями почв и условий почвообразования, связанными либо с различиями в увлажнении и континентальности, либо с температурными условиями.

*Почвенный округ* — территория с качественно однотипной структурой почвенного покрова, обусловленной особенностями рельефа и почвообразующих пород.

*Почвенный район* — часть почвенного округа с относительно однородным рельефом, составом почвенного покрова и особенностями микроклимата.

На карте почвенно-географического районирования СССР для высших учебных заведений (М1:8 000 000), составленной Г. В. Добровольским, И. С. Урусевской и Н. Н. Розовым (Карта ..., 1983), выделены следующие соподчиненные единицы (рис. 1).

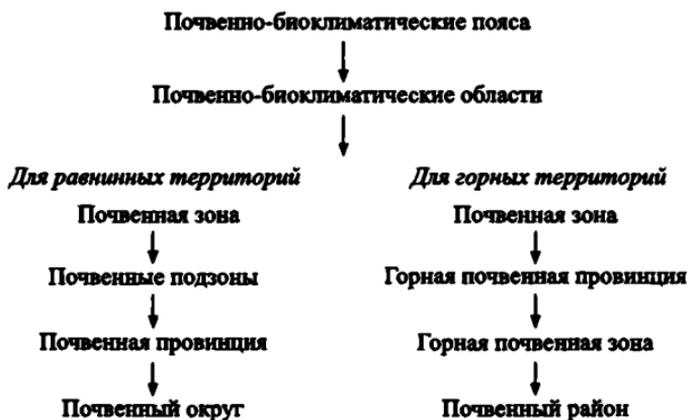


Рис. 1. Почвенно-географическое районирование

Исходной неделимой единицей почвенного покрова является *элементарный почвенный ареал (ЭПА)* — пространство, занимаемое какой-либо одной почвой, относящейся к классификационной единице наиболее низкого ранга (например, разновидность почвы),

и ограниченное другими элементарными почвенными ареалами или непочвенными образованиями.

ЭПА, чередуясь в пространстве, образуют *почвенные комбинации*, которые создают *структуру почвенного покрова*. В. М. Фридланд в 1972 г. предложил подразделять почвенные комбинации на микро-, мезо- и макрокомбинации.

*Микрокомбинации* — это чередование мелких ЭПА (измеряемых единицами и десятками метров), обычно связанных с микрорельефом.

*Мезокомбинации* — сочетание более крупных ЭПА и микрокомбинаций. Здесь во многом проявляется влияние экспозиции склонов, мезорельефа и пространственной смены почвообразующих пород.

*Макрокомбинации* — чередования мезокомбинаций, обусловленные макрорельефом.

В ряду мезоструктур почвенного покрова различают сочетания и мозаики почв.

*Сочетаниями* называются комбинации почв, закономерно сменяющих друг друга по элементам рельефа, связанные между собой боковым перемещением поверхностных или почвенно-грунтовых вод с растворенными и взвешенными химическими соединениями — продуктами выветривания и почвообразования.

*Мозаики* — неупорядоченные в пространстве и геохимически несопряженные между собой комбинации почв, обусловленные литологической неоднородностью выходящих на поверхность коренных пород или неупорядоченным распределением в пространстве рыхлых отложений различного гранулометрического и минералогического составов.

Наряду с общепринятой системой почвенно-географического районирования, основанной на законах географии почв, широко известна альтернативная система, разработанная М. А. Глазовской (1972). В ней основное внимание уделяется не факторам почвообразования, а свойствам почв, которые выражаются через параметры химического состава, основные почвообразовательные процессы, строение профиля. Вместо поясов и зон выделяются не менее обширные территории со сходным направлением почвообразовательных процессов, с близкими по составу и свойствам продуктами почвообразования. Территориальные единицы меньшего ранга характеризуются одинаковыми спектрами почв, однотипностью процессов радиальной миграции и аккумуляции веществ.

Выделяются следующие таксономические единицы районирования: *почвенно-геохимические поля, почвенные области, почвенно-геохимические катены*.

*Почвенно-геохимические поля* — территории с господством определенной геохимической ассоциации субэкральных почв или закономерным сочетанием нескольких геохимических ассоциаций. В *геохимическую ассоциацию* объединяются почвы со сходными щелочно-кислотными и окислительно-восстановительными режимами, отражающими самые общие результаты современного педогенеза. На земном шаре выделяется 6 почвенно-геохимических полей.

Геохимические поля подразделяются на 12 типов *секторов*. Критерием выделения сектора служит состав семейств образующих его почв. *Семейства* объединяют почвы, которые сходны строением профиля (т. е. направлением почвообразования) и в которых отчетливо проявляются сочетания почвообразовательных процессов, связанные с энергетикой почвообразования, емкостью биологического круговорота, господствующими типами растительных формаций. Некоторые сектора совпадают с ландшафтными зонами или включают несколько зон и подзон.

Следующая единица почвенно-геохимического районирования — *почвенные области*, выделяемые на основе возможных комбинаций почв в пределах семейств и дополнительных почвенных типов из других семейств. Область включает несколько типов макроструктур почвенного покрова.

На относительно однородных суглинистых породах и в условиях равнинного рельефа смена почв может определяться изменениями гидротермических условий, т. е. зональностью. Для ряда почвенных равнинных областей, например для степей юга Русской равнины, характерны широтно-зональные макроструктуры почвенного покрова — *катены*. В горных областях господствуют горно-зональные макроструктуры, не только включающие закономерный вертикальный ряд почв, но и отражающие экспозиционные эффекты, «инверсию зон», «предгорную зональность». Нерегулярное или закономерное чередование контрастных пород создает литогенные неупорядоченные или упорядоченные макроструктуры.

В данном учебном пособии почвенный покров рассматривается по почвенно-климато-биогеохимическому районированию, предложенному Н. Н. Розовым и М. Н. Строгановой (1979). Оно дает

возможность оценить распространение главных типов почв земного шара в тесной связи с биоклиматическими условиями. Именно климат, почвы и растительность — главные факторы, определяющие биологическую продуктивность ландшафтов.

Основными территориальными единицами почвенного покрова выбраны почвенно-биоклиматические пояса и почвенно биоклиматические области (табл. 1).

**Таблица 1.** Распределение почвенного покрова суши по почвенно-биоклиматическим поясам и областям в % от площади суши (по: Розов, Строганова, 1979)

Пояс	Области			
	влажные	переходные (семигумидные, семиаридные)	аридные	всего
Тропический	20	13	9	42
Субтропический	5	6	9	20
Суббореальный	4	6	6	16
Бореальный	18	—	—	18
Полярный	4	—	—	4
<b>Всего</b>	<b>51</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>100</b>

Н. Н. Розов и М. Н. Строганова (1979) приводят *агроэкологическую группировку почв*, которая имеет три основных таксономических уровня: 1) почвенно-агроэкологические классы (пояса); 2) почвенно-агроэкологические подклассы (области); 3) почвенно-агроэкологические формации.

*Почвенно-агроэкологические классы (пояса)* объединяют типы почв по сходству температурного режима самих почв на глубине 0,2 м или по температуре приземного слоя воздуха с учетом довольно сложной корреляции, которая существует между этими величинами. В системе комплексного климато-биогеохимического районирования почвенно-агроэкологические классы отвечают почвенно-биоклиматическим поясам.

При разделении на пояса учитываются не только суммы активных температур, но и величины радиационного баланса. Солнечная энергия, слагающаяся обычно из коротковолновой радиации, сво-

бодно проникает через атмосферу и поглощается деятельной поверхностью, основой которой является почва вместе с находящимся на ней растительным покровом. Именно от деятельной поверхности нагреваются приземные слои атмосферы и верхние горизонты почвы. При излучении в ночное время в первую очередь охлаждается также деятельная поверхность, но атмосфера при этом поглощает лучи длинноволновой части спектра. Таким образом, складывается радиационный баланс, показатели которого не вполне аналогичны агроклиматическому показателю сумм температур, так как не учитывают значительных количеств тепла, переносимых благодаря динамике и конвекции атмосферы. Почвенно-географическое значение поясов видоизменяется в процессе развития аридизации и иссушения, которые лежат в основе выделения почвенно-биоклиматических областей.

*Почвенно-агроэкологические подклассы (области)* объединяют в пределах пояса почвы со сходным режимом атмосферного увлажнения. Атмосферное увлажнение играет главную роль в формировании естественного, и особенно агрикультурного, растительного покрова. Показателем атмосферного увлажнения является так называемый коэффициент увлажнения (КУ), который вычисляется из отношения годового количества осадков в миллиметрах к годовому количеству испаряемости (т. е. испарения с открытой водной поверхности) в миллиметрах. В таблицах и тексте используется показатель КУ Высоцкого-Иванова (Иванов, 1948).

В системе почвенно-агроэкологического подразделения Н. Н. Розов и М. Н. Строганова (1979) выделяют следующие области: гумидные, семигумидные, семиаридные, аридные. Режим атмосферного увлажнения определяет глубину промачивания почв в периоды дождей и снеготаяния, количество доступной для растений влаги в корнеобитаемом слое, переувлажнение почв близкими грунтовыми водами.

*Почвенно-агрохимические формации* выделяют, опираясь на системы почвенно-геохимических формаций, разработанных М. А. Глазковой (1964) и В. А. Ковдой (1975), но проводят строго в рамках почвенно-агроэкологических областей.

К самым низким таксономическим уровням агроэкологической группировки почв относятся *типы, подтипы и роды* почв, выделяемые на почвенных картах мира.

Таким образом, в данной группировке почв объединены два главных подхода к общей трактовке развития почвенного покрова земного шара: биоклиматический (зонально-фациальный) и геохимический.

### Контрольные вопросы

1. В чем заключается биоклиматический подход к трактовке почвенного покрова земного шара.
2. В чем заключается геохимический подход к трактовке почвенного покрова земного шара.
3. Назовите главные таксономические единицы почвенно-географического районирования.

## ПОЛЯРНЫЙ ПОЯС

На территорию полярного пояса без материковых льдов приходится около 4% от общей площади суши земного шара. В Северном полушарии выделяются две полярные области — *Евроазиатская* и *Северо-Американская*. В Южном полушарии — в Антарктике — почвенный покров формируется лишь на небольших по площади островах и участках суши континента, не покрытых льдом.

Почвенный покров Антарктиды сильно отличается от покрова Арктики и всей остальной Земли. Он еще недостаточно изучен, чтобы информацию о нем систематически излагать в учебном пособии. Можно лишь отметить, что в наиболее высокоширотных областях Антарктиды (73° ю.ш. и южнее) встречаются почвы холодных пустынь, часто засоленные, щелочные, в которых содержание органического вещества составляет тысячные доли процента, а в прибрежных оазисах — нейтральные и малогумусовые микропрофильные почвы под редкой криптогамной растительностью (мхами, лишайниками, водорослями). Почвы мелкие из-за близкого подстилания многолетней мерзлотой или скальной породой (Goryachkin et al., 2004; Абакумов, 2011; Горячкин и др., 2012).

К Евроазиатской области относится северная часть территории России, включая арктические острова и архипелаги, побережье Северной Норвегии и архипелаг Шпицберген. Северо-Американская

область охватывает северное побережье континента, Канадский Арктический архипелаг, п-ов Лабрадор и свободные ото льда побережья Гренландии.

Обе области, хотя и имеют некоторые различия, в целом сходны по набору почв и закономерностям формирования почвенного покрова, поэтому мы будем их рассматривать вместе и особое внимание уделим зональным различиям почв.

### Арктическая и тундровая зоны

Почвенный покров высоких широт Северного полушария, к которому относится вся территория к северу от северной границы леса, до сих пор изучен не так подробно, как почвы более южных лесных и степных областей. Кроме того, основным объектом почвоведения как науки являются полноразвитые почвы средних широт — подзолы, черноземы, солонцы и т. д. Существуют общепризнанные взгляды на их происхождение и распространение, которые излагаются в учебниках. Что же касается почв высоких широт, развивающихся в условиях явного недостатка тепла, то исследования их генезиса (происхождения) и классификационного положения остаются зачастую «на обочине» науки. Поэтому и в начале XXI в. наряду с общепризнанными закономерностями формирования почв полярных областей существуют различия в интерпретации почвенно-географических данных, которые необходимо учитывать, чтобы иметь полную картину современного состояния знаний в этой области.

Все почвоведы-географы, специалисты по Северу, отделяли тундровую зону от зоны, расположенной севернее, которую называли по-разному — «зоной полярных (арктических) пустынь» или «арктической почвенной зоной». Различия в современных представлениях специалистов касаются в основном внутризональных подразделений и местонахождения границ между зонально-подзональными выделами. Кроме того, до сих пор преобладают представления том, что характерные для большей части тундр альфегумусовый и глеевый типы почвообразования к северу сменяются принципиально иным — аридным засоленно-карбонатным неглеевым типом почвообразования. В то же время имеется точка зрения, не признающая аридный характер высоких широт Евразии и выделяющая в ней

арктическую почвенную зону с дерновыми неглеевыми насыщенными почвами (Михайлов, 1970).

Существует опыт нескольких подходов к разделению почв Арктики и Субарктики по разным критериям. Большинство разделений основываются на зональных почвах, и их различия связаны с тем, что авторы по-разному понимают, какие почвы являются «зональными». Зональное разделение проводится по набору основных почв в почвенном покрове. В этом случае почвенные границы существенным образом не совпадают с растительными и ландшафтными — граница между арктической и тундровой почвенной зоной проводится по северной части растительно-ландшафтной подзоны арктической тундры.

Таким образом, при разных критериях зонального деления почвенного покрова Арктики и Субарктики почвенные границы в целом совпадают между собой, но не соответствуют традиционно выделяемым растительно-ландшафтными границам (табл. 2). По набору основных почв в почвенном покрове вся северная безлесная область делится на 3 части. В 2004 г. Международной группой по исследованию мерзлотных почв было разработано «интегральное» почвенное разделение полярных областей, в котором названия зональных выделов совмещают российский и канадский подходы к зонированию этой территории (Goryachkin et al., 2004). Оно показано в табл. 2. Схема указанной выше почвенной зональности Арктики изображена на рис. 2.

Некоторые самые общие показатели факторов почвообразования полярных областей Северного полушария приведены в табл. 3. Из нее видно, что к северу убывает температура самого теплого месяца и меняется состав растительного покрова, в то время как температура холодного месяца и сумма осадков колеблются в широких пределах.

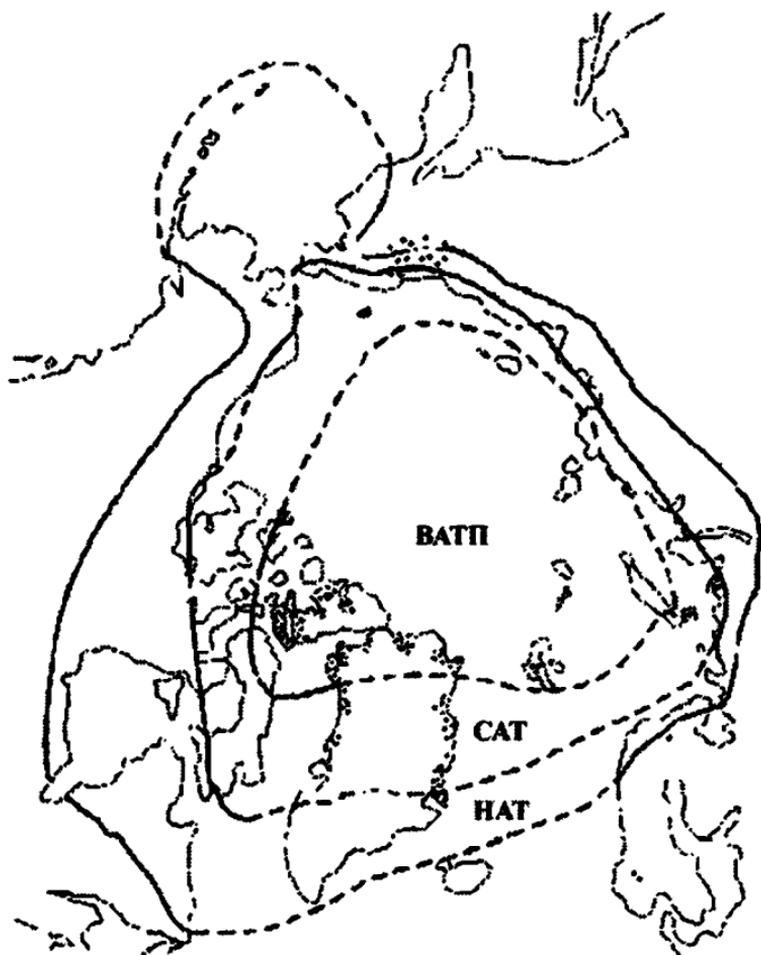
Особенности почв и почвенного покрова северных безлесных регионов мира обусловлены спецификой факторов почвообразования, прежде всего климата, а также очень важным для Арктики соотношением море/суша, рельефом, геологическим строением и почвообразующими породами.

Климатические параметры для термической характеристики различных растительно-ландшафтных зон и подзон Арктики на основе данных по средней температуре самого теплого месяца (июля) и данных по продолжительности бесснежного периода показаны

Таблица 2. Почвенное разделение Международной группы по исследованию мерзлотных почв (по: Goryachkin et al., 2004) в сравнении с ландшафтными делениями, принятыми в СССР (России) и Канаде

Зональные выделы	Низкоарктическая тундра		Среднеарктическая тундра		Высокоарктическая тундропустошь*
Основные почвы	(Торфяно)-глееземы, глееземы криометаморфические, органо- и дерново-криометаморфические почвы, подзолы, подбуры, преимущ. оподзоленные, палево-метаморфические, почвы, криоземы, в том числе палево-метаморфизованные, торфяные почвы		Криометаморфические почвы, (торфяно)-глееземы, криоземы, подбуры, в том числе оподзоленные, торфяные почвы, дерновые грубогумусированные почвы, перегнойно-темногумусовые остаточно-карбонатные почвы, почвы пятен		Почвопенки, петроземы, пелоземы, местами засоленные, псаммоземы, серогумусовые дерновые, в том числе глееватые почвы, торфяно-литоземы, перегнойно-темногумусовые остаточно-карбонатные почвы, сухоторфяные почвы
Особенности почвенного покрова (ПП)	Преимущественно сплошной ПП, моховые подстилки, широкое распространение торфяников и мерзлотных бугров		Преимущественно разорванный ПП, (грубо)гумусовый горизонт, подстилка маломощная и неповсеместная		ПП пятнами, контрастный — засоленные почвы в соседстве с торфяно-литоземами, сильное развитие процессов привноса-уноса вещества
Растительно-ландшафтное разделение, принятое в СССР	Лесотундра	Южная тундра	Типичная тундра	Арктическая тундра	Арктическая (полярная) пустыня
	СУБАРКТИКА			АРКТИКА	
Зональное разделение, принятое в Канаде	Субарктика (Subarctic)	Низкая Арктика (Low Arctic)		Средняя Арктика (Middle Arctic)	Высокая Арктика (High Arctic)

Примечание: \* — от термина «пустыня» отказались потому, что в самых высоких широтах климат Арктики в целом гумиден. Кроме того, на Земле существуют настоящие ультрахолодные и ультрасухие области — это сухие долины Антарктиды, которые заслуженно называются пустынями



*Рис. 2.* Схема зональности почвенного покрова полярных регионов Северного полушария: ВАТП — высокоарктические тундропустоши, САТ — среднеарктические тундры, НАТ — низкоарктические тундры; точками помечены территории, где отмечались признаки окарбоначивания и засоления

на рис. 3, А. Как видно из графика, температура июля равномерно снижается к северу в зоне тундр и существенно резко падает при переходе к арктическим пустыням. Продолжительность бесснежного периода до зоны типичных тундр уменьшается постепенно, а в арктической тундре и пустыне — более резко. В целом термические характеристики зон в Арктике изменяются с юга на север однонаправленно и без существенных скачков.

Таблица 3. Характеристика факторов почвообразования полярных областей

Факторы почвообразования	Почвенные зоны		
	Низкоарктическая тундра	Среднеарктическая тундра	Высокоарктическая тундропустошь
Температура холодного мес.	-10 — -33	-14 — -32	-16 — -40
Температура теплого мес.	+11 — +13	+5 — +10	+1 — +5
Количество осадков, мм	300-700	200-400	100-350
Возраст поверхности, годы	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^3$	$n \cdot 10^3$
Основные субстраты	Рыхлые неморские — моренные, эоловые, озерные	Рыхлые и каменистые, преимущественно осадочные	Рыхлые морские и каменистые, осадочные и базальтовые
Основные элементы растительного покрова	Кустарники, кустарнички, мхи, травы	Кустарнички, травы, мхи	Лишайники, мхи, травы

Как было сказано выше, большинство представлений о почвах самых высоких широт сводилось к тому, что эти почвы засолены, окарбонаты, то есть имеют признаки развития в условиях аридного климата. В связи с этим особое внимание при анализе факторов почвообразования в высоких широтах следует уделять именно увлажнению климата. В качестве характеристик увлажнения (гумидности-аридности) различных зональных единиц Арктики использовались данные по среднегодовому количеству осадков и коэффициенту увлажнения (Иванов, 1948), равному отношению осадков (Р) к испаряемости, или эвапотранспирации (ЕТ) (рис. 3, Б). Из графика видно, что количество осадков от лесотундры к арктической пустыне сокращается в 3 раза, однако среднегодовой коэффициент увлажнения не уменьшается, а даже немного возрастает (от 2,0 до 2,8), достигая максимума в арктических пустынях. Основной ареал арктических пустынь попадает в зону с годовым количеством осадков

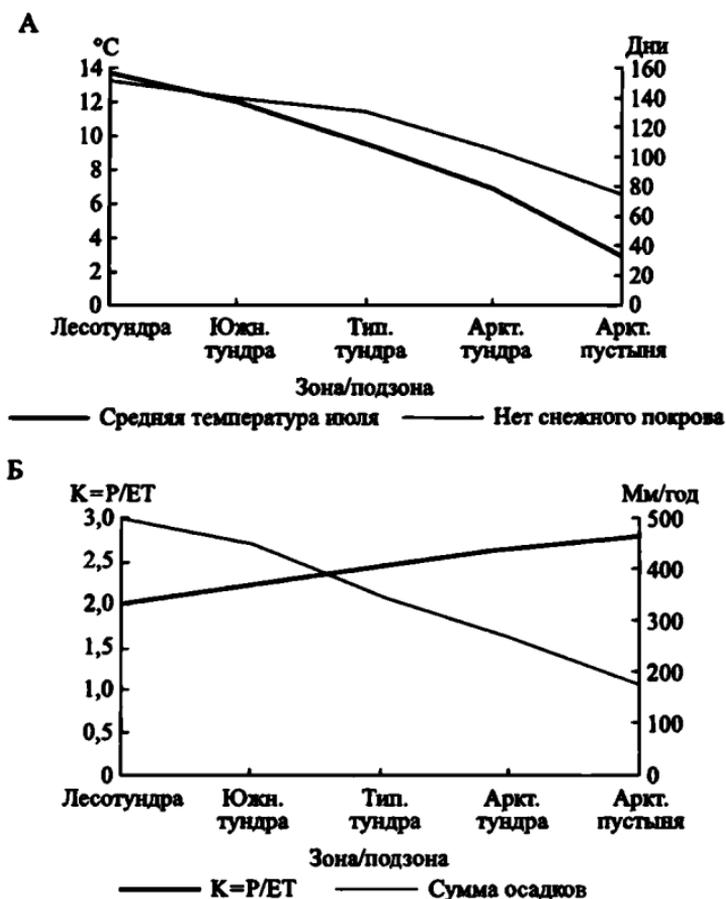


Рис. 3. Некоторые климатические параметры в растительно-ландшафтных зонах и подзонах Арктики (усредненные по зонам/подзонам показатели метеостанций Евразии и Северной Америки):

А — средняя температура июля и продолжительность периода без снежного покрова, Б — среднегодовой коэффициент увлажнения (по Н. Н. Иванову) и среднегодовое количество осадков

от 150 до 200 мм, и с июльским — от 25 до 50 мм. Испаряемость при этом оценивается в 47–48 мм/год в широтах, лежащих севернее 80° с.ш. (станция Исаксен, Канада; остров Рудольфа, Земля Франца-Иосифа) (Исаченко, Шляпников, 1989), увеличиваясь до 80 мм/год на Шпицбергене.

К отдельным местам, где, по-видимому, существует действительная климатическая аридность в высоких широтах Северного по-

лушария, относятся внутренние побережья фьордов островов Канадской Арктики и Северной Гренландии. Так, проведенные кратко периодические климатические наблюдения на Земле Пири в Гренландии показали, что количество осадков здесь может составлять приблизительно около 25 мм/год.

В тундровой зоне подтвердилась важная роль климатических секторов (крупных частей зоны, сменяющих друг друга с запада на восток и отличающихся увлажнением и зимними температурами) — при общей гумидности тундры Восточная Сибирь менее гумидна, чем север Европы, Западной Сибири и Дальнего Востока, а расчлененный горный рельеф может приводить здесь и к появлению в «дождевой тени» (на подветренных склонах и межгорных впадинах, защищенных горами от дождевых облаков) даже аридных участков. Такие территории внутри зональных выделов помечены точками на рис. 2.

Для понимания закономерностей распространения почв в высоких широтах не менее важную роль, чем климат, играют соотношения море/суша, рельеф, геологическое строение, субстраты и мерзлота. Изменения этих факторов показаны на рис. 4 А. Из него видно, что доля суши от 65° к 77,5° с.ш. сокращается в 4 раза, из нее на равнины приходится в высоких широтах всего несколько процентов, причем основной рубеж находится между 72,5° и 77,5° с.ш. Здесь же резко возрастает доля ледников.

Из анализа рис. 4 Б, В становится очевидно, что в Арктике при движении с юга на север приблизительно с 72,5° с.ш. принципиальным образом изменяется состав почвообразующих пород — моренные и озерно-аллювиальные с преобладанием субстратов кислого состава сменяются терригенно-карбонатными с преобладанием щебнистых коллювиальных и морских, часто засоленных отложений. Иными словами, анализ литолого-геоморфологических факторов выявляет рубеж на широтах 72,5°–77,5° с.ш., где происходит резкое сокращение доли равнин и увеличение доли гор, резко возрастает доля ледников, а на свободной от ледников территории преобладают терригенно-карбонатные щебнистые и морские отложения, служащие источником солей и карбонатов.

Этот рубеж в Северной Америке совпадает с границей между растительно-ландшафтными зонами тундр и арктических пустынь, а в Евразии в основном находится в северной части арктических

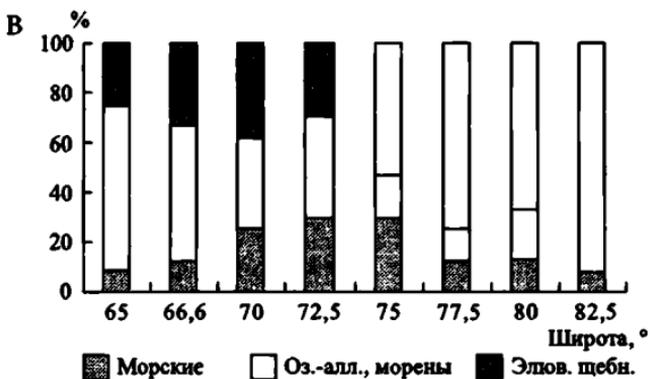
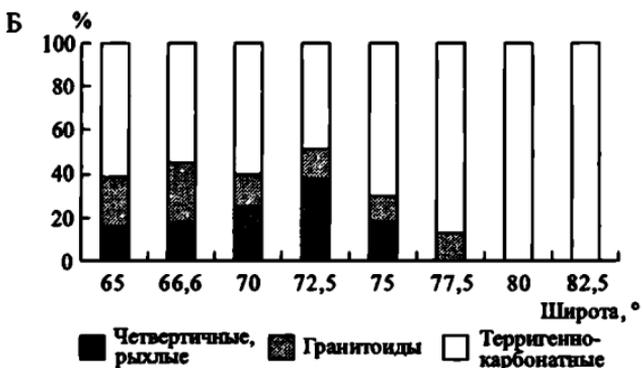
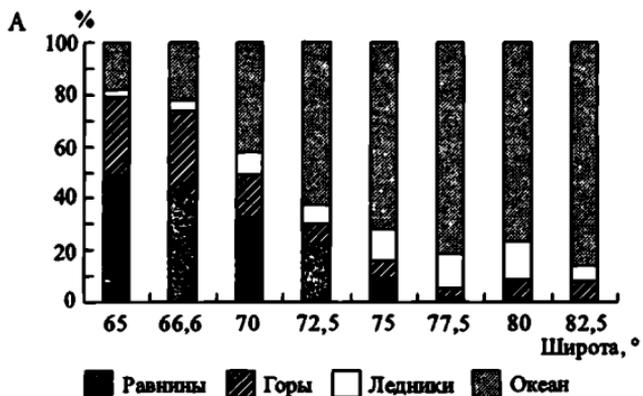


Рис. 4. Геогенные факторы и их изменение по широтам:

А — доля площадей океана, гор, равнин и ледников;  
 Б — доля различных геологических пород (% от площади суши); В — доля различных рыхлых пород (% от площади равнин)

тундр (в этом и кроется объяснение несовпадения почвенных и растительных границ). То есть, в северной части арктической тундры и в арктических «пустынях» почвенный покров занимает или небольшие по площади острова, открытые арктическим ветрам, или узкие полосы побережий между покрытыми ледниками горами и морем. Эти полосы сложены морскими и щебнистыми терригенно-карбонатными почвообразующими породами.

В этой зоне существенное влияние на почвообразование оказывает: 1) импульверизация солей с моря; 2) ветровой разнос продуктов выветривания, которые образуются в результате выветривания скал, в том числе карбонатных; 3) постоянно дующие с ледников и концентрирующиеся в долинах стоковые (катабатические) ветры и ветры с паковых морских льдов (более холодный воздух над льдами активно стекает на более прогретую открытую поверхность суши), которые существенным образом усиливают испаряемость на прилегающих ландшафтах — эти причины приводят к субэвразальному засолению и окарбоначиванию почв; 4) высокий градиент изменения увлажнения в пространстве (от моря к леднику) и во времени в связи с возможным катастрофическим выпадением осадков на орографических (рельефных) рубежах; 5) высокое содержание крупнозема (щебня, глыб) в поверхностных отложениях территорий, недавно освободившихся от ледника.

В обобщенном и схематическом виде широко распространенные условия существования почвенного покрова в самых высоких широтах Северного полушария изображены на рис. 5. Здесь показано, что в высоких широтах существует большой контраст — гумидные условия побережья открытого моря сочетаются с сухими условиями по берегам сильно вдающихся в сушу фьордов, где тяжелый холодный воздух с ледников и гор в виде сильных ветров «падает», сдувая осадки в виде снега и оказывая иссушающее воздействие на почвы.

Подобные условия (разумеется, без участия ледников) в той или иной степени встречаются и в более южных поясах, например на некоторых островах Белого и Балтийского морей. Однако эти типы территорий никогда не считаются зональными и не включаются в качестве ландшафтов в общую систему зональности. В высоких широтах Арктики другого типа суши просто нет, и почвоведом-географам приходится составлять зональную картину по почвам и почвенному покрову, находящимся в очень специфических условиях.

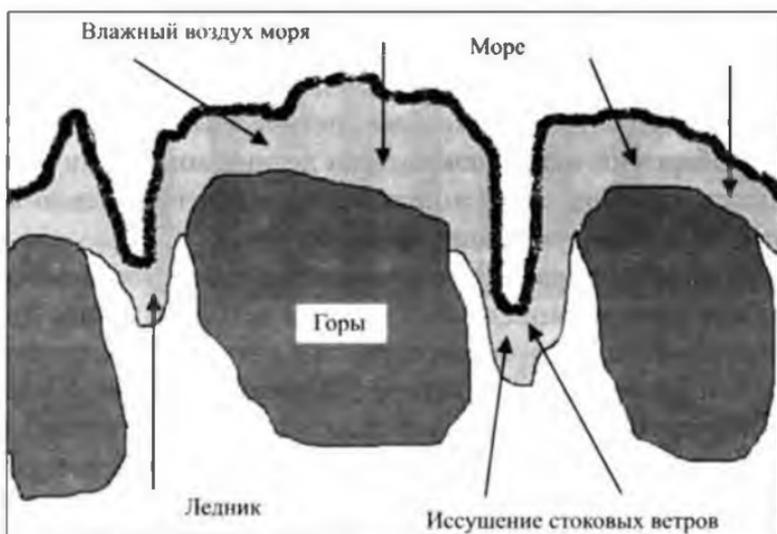


Рис. 5. Схематическое изображение условий, влияющих на почвенный покров горных островов Арктики

На уровне микрорельефа педогенез существенным образом определяется *криогенными*, или связанными с действием промерзания и оттаивания, процессами. Практически вся территория высокоширотной области находится в зоне распространения многолетней мерзлоты, и только в Северной Европе, включая западную часть Кольского полуострова, отмечается отсутствие мерзлоты в тундрах.

Мерзлота распространена неравномерно. В высокоширотной тундропустоши она занимает практически 100% площади, а в южной части тундровой зоны, особенно в Европейской части России, может быть приурочена только к торфяникам, занимая около 10% площади и менее. Глубина протаивания в зоне многолетней мерзлоты тоже сильно различается — от первых десятков сантиметров в торфянистых почвах до нескольких метров в песчаных грунтах южных тундр. Глубина протаивания также зависит от толщины подстилки и торфяных горизонтов, выполняющих роль термоизоляторов и ослабляющих протаивание. Мерзлота может являться как геохимическим барьером, на котором осаждаются масса веществ, так и геохимическим «стартером» — зоной, где многие элементы увеличивают свою миграционную способность (например, железо и марганец в условиях надмерзлотного переувлажнения — см. раздел про почвы низкоарктических тундр).

В результате неравномерного промерзания и протаивания, с одной стороны, и способности воды (в том числе почвенной) существенно расширяться при переходе в лед, с другой стороны, в высокоширотной области возникают *структурные грунты*, то есть грунты, имеющие определенную, как правило, закономерную, неоднородность в распределении каменистого материала и геометрический рисунок микрорельефа. С ними связан мелкоконтурный комплексный почвенный покров. Наиболее распространенные мерзлотные формы — *гексагональная* (шестиугольная) *полигонально-трещинная сеть* (обусловленная растрескиванием и подчеркивающим его неравномерным распределением влаги) в рыхлых грунтах и *сортированные каменистые кольца* (возникающие при движении каменистого материала под действием замерзающей под ним воды) в каменистых. Кроме того, существуют *бугорки* и *бугры пучения*, связанные с концентрацией ледяных линз внутри рыхлых толщ; *термокарстовые просадки*, обусловленные протаиванием льда в них, и многие другие формы микрорельефа. Существует целая наука, изучающая многолетнюю мерзлоту и ее воздействие на естественную и антропогенную среду — *геокриология*, или *криолитология*.

**Растительность** высокоарктической тундропустоши и степень ее сомкнутости-разорванности различается в зависимости от условий теплообеспеченности, содержания мелкозема в почвах и его характера, а также возраста поверхности. Основу растительных ассоциаций составляют мхи и лишайники, среди которых разбросаны цветковые растения, имеющие преимущественно приземистую жизненную форму. Среднее проективное покрытие оценивается для Земли Франца-Иосифа в 10–15%, но этот показатель колеблется от 1–2% до 100% в зависимости от указанных выше факторов. В горах архипелага Новая Земля преобладают лишайники, преимущественно накипные, и мхи. Отдельные цветковые растения встречаются только на абсолютных высотах ниже 400 м. Проективное покрытие составляет несколько процентов, однако в благоприятных условиях оно может достигать и 80%.

Важным фактором почвообразования и формирования растительного покрова на прибрежных территориях, как в условиях высокоарктической тундропустоши, так и в тундрах, является привнос птицами органического вещества из моря. В этом случае почвы существуют в условиях обогащения прежде всего азотом.

Помимо увеличения содержания питательных веществ разложение аллохтонного (привнесенного со стороны) органического вещества как экзотермическая реакция приводит к повышению температуры в верхних горизонтах почв. Проективное покрытие растительности в зоне влияния стоков с птичьих базаров приближается к 100%. Эти условия почвообразования можно назвать *орнитотрофными*, то есть питаемыми птицами.

Растительность среднеарктических тундр, например на равнинах всего Южного острова архипелага Новая Земля, представлена различными вариантами преимущественно пятнистых арктических тундр — моховых, мохово-лишайниковых, лишайниковых и кустарничковых. Часто встречаются гипновые болота. Сомкнутость растительного покрова архипелага очень сильно зависит от субстратов — ледниково-морские суглинисто-глинистые равнины отличаются от своих щебнистых цокольных аналогов намного большим проективным покрытием, даже в случаях своего более северного положения. Южнее, но в пределах той же среднеарктической тундры, преобладают ивняково-моховые тундры и осоково-гипновые (практически без сфагновых мхов) болота; доля кустарничков и карликовой березки невелика. В Сибири в этой зоне наиболее распространены кочкарничковые тундры.

В низкоарктических тундрах преобладают кустарничковые, ерниковые и лишайниковые разновидности с осоково-сфагновыми, часто бугристыми болотами. По ложбинам стока характерно развитие ивняков, а по долинам рек — хвойно-березовых лесных сообществ. Лесотундры Русской равнины состоят из двух сменяющих друг друга с севера на юг ареалов: крупноерниковые тундры с островками редколесий и еловые и березовые редколесья. Лесотундры Кольского полуострова — это лишайниковые и зеленомошные с дерном шведским березовые криволесья и редколесья с редким участием сосны, ели и можжевельника. В Западной Сибири в лесотундрах наряду с елью и березой появляется лиственница, а восточнее Енисея полностью преобладают лиственничные редколесья.

Таким образом, в Арктике с юга на север происходит направленное изменение климатических и литолого-геоморфологических факторов почвообразования, которое обуславливает разнообразие и мелкоконтурность почвенного покрова полярных областей.

По макроклиматическому фактору вся Арктика в целом харак-

теризуется гумидностью и низкими температурами в период почвообразования. Однако к северу почвообразующий климатический потенциал значительно ослабляется в результате уменьшения радиационного баланса, сокращения сезона активного почвообразования, уменьшения доли жидких осадков (а выпадающий снег перераспределяется ветром, из-за чего возвышенные элементы рельефа остаются сухими, при этом понижения или переувлажнены, или вообще покрыты снегом даже летом) и понижения температур, снижающих кинетику большинства почвенных процессов. Все это приводит к ослаблению процессов выноса и метаморфизма вещества почв, которые в более южных широтах, как правило, нивелируют разнообразие почв, связанное с рельефом и субстратами.

**Геоморфологические факторы**, определяющие соотношение суши и моря, гор и равнин, а также общую расчлененность и сложность рельефа, существенным образом влияют на характер мезо- и микроклимата, которые становятся более разнообразными к северу и, следовательно, увеличивают дивергенцию (разнообразие) почв. Почвы развиваются при сильно различающейся теплообеспеченности, связанной с локальными причинами (ветровым режимом, близостью к леднику, инсоляцией, сроками схода снежного покрова и т. д.). Можно различать мезотермные условия, которые соответствуют средним климатическим характеристикам. С ними сочетаются олиготермные условия (жесткий ветровой режим, длительное накопление снега и т. п.) и эутермные условия (южные экспозиции, ветровая тень) большей теплообеспеченности, связанные с локальными особенностями, прежде всего рельефа.

**Литолого-геоморфологические факторы** приводят к увеличению сложности «рельефо-субстратной матрицы» (многообразия почвообразующих пород по засоленности, карбонатности и щебнистости; склонов — по экспозиции и крутизне). Это также увеличивает разнообразие почвенного покрова.

Иными словами, в условиях низкой энергетики почвообразования высоких широт небольшие локальные изменения факторов, таких как содержание мелкозема в материнской породе и ее состав, ветровой и снежный режимы, термическое влияние моря и ледников, импัลверизация солей и др., существенно меняют тип педогенеза и организацию почвенного покрова на уровне его мезоструктур (в связи с мезорельефом).

**Криогенный (мерзлотный) фактор**, сильно различающийся в высоких широтах по широте, долготе, а также в зависимости от дренированности и характера субстрата, усложняет почвенный покров на уровне его микроструктур (в связи с микрорельефом).

**Биотический фактор** также меняется в пространстве высоких широт: с севера на юг увеличиваются сомкнутость растительного покрова и видовое разнообразие, появляются древесные породы. Орнитогенный фактор обогащает почвы органическим веществом, привнесенным из моря, смягчая воздействие холодного климата благодаря выделению тепла при разложении продуктов жизнедеятельности птиц.

### Высокоарктические тундропустоши

В почвенном покрове (ПП) арктических архипелагов преобладают выходы пород, то есть поверхности, лишенные растительности, а также образования, которые условно называются почвопенками. Они развиваются под тончайшей пленкой водорослей, накипных лишайников и печеночных мхов, произрастающих как на плотных, так и на рыхлых породах. Эти образования недостаточно хорошо изучены, а сами почвопенки не рассматриваются в качестве объекта в современных почвенных классификациях.

Что же касается почвенных образований, являющихся бесспорным объектом почвоведения и почвенных классификаций и в то же время компонентами изучаемого ПП, то к ним относится ряд почв, которые можно определить вслед за Классификацией почв России (Классификация..., 2004) как неполнопрофильные: петроземы, пелоземы и псаммоземы гумусовые. Они отличаются наличием слабо развитого серовато-бурого гумусового горизонта W, всегда имеющего мощность не более 5 см. Иногда в нем присутствуют неразложившиеся или слабо разложившиеся растительные остатки. В зависимости от характера субстрата, на котором формируется горизонт W, почвы имеют разные классификационные названия и относятся к разным типам почв. На плотных или сильнощебнистых субстратах почвы относятся к *петроземам гумусовым* (W-M). В случае высокого содержания карбонатов их называют *карбо-петроземами* (W-Mca). На суглинисто-глинистом материале формируются *пелоземы гумусовые* (W-C<sup>=</sup>), а на супесчано-песчаном — *псаммоземы*

*гумусовые* (W-C"). Во всех этих неполнопрофильных почвах идут многочисленные почвообразовательные процессы — гумусонакопление, торфообразование, оподзоливание, оглеение, метаморфизм минеральной массы, латеральное заиливание органических остатков, миграция карбонатов, которые, однако, из-за своей очень слабой интенсивности не приводят к формированию множества значимых для классификации диагностических горизонтов. Так, например, оподзоливание может выражаться в легком осветлении окраски только в верхних 1–2 мм. В этих слабо развитых почвах в условиях локальных проявлений аридности и при импульверизации солей с моря могут наблюдаться признаки поверхностной засоленности и окарбоначивания.

Наиболее широко описанные ранее зональные почвы высоких широт, которые назывались «арктическими типичными и гумусированными» почвами в полигональных комплексах, по новой классификации относятся к отделу органо-аккумулятивных почв, типу *серогумусовых (дерновых)*, поскольку они имеют горизонтное строение АУ–С, то есть полноценный гумусовый горизонт с комковатой структурой и высоким содержанием органического вещества (4–8% в верхних горизонтах и 3–5% в остальной надмерзлотной толще до глубины 40 см). Однако не по классификации и не по горизонтному строению профиля, а по сути своего образования эти серогумусовые (дерновые) почвы являются намытыми почвами мерзлотных трещин. Они формируются в микропонижениях под лишайниково-моховыми тундрами с некоторым количеством мелких высших растений. Их верхний горизонт (мощностью 2–3 см) представляет собой отмершие нижние части живых мхов, замкнутые минеральным материалом, который после дождей и таяния снега, а также при помощи ветра переносится с лишайничества микроповышения (криогенного пятна) в микропонижение, где и находится растительный покров и почва. Ниже располагаются прокрашенные светло-серым гумусом горизонты, но плотность корней и количество корневых остатков вряд ли может обеспечить такое высокое (4–8%) содержание гумуса. Скорее всего, эти «гумусовые» горизонты когда-то прошли стадию верхнего горизонта смеси органического и минерального материала, постепенно погребаемого в результате заполнения нанопонижений мелкоземом и продуктами разрушения накипных лишайников, смываемых с криогенных пятен.

Хотя возможно и другое объяснение: миграция гумуса из верхних горизонтов в нижние и его надмерзлотная ретинизация — накопление и осаждение в надмерзлотной части профиля, где содержание углерода, как правило, выше. Здесь имеет место некоторый парадокс — высокое содержание и запасы почвенного углерода (10–15 кг/м<sup>2</sup>) в верхней части профиля толщиной 40 см при очень низких запасах фитомассы и продуктивности растительных ассоциаций высокоарктической тундропустоши. Почему это происходит, наука до сих пор не знает. Изредка в этих почвах могут наблюдаться признаки оглеения, как правило, над мерзлотой, являющейся водоупором.

В наиболее теплообеспеченных эутермных условиях даже в высокоарктических тундропустошах могут встречаться *подбуры оподзоленные*, хотя они и отличаются карликовостью профиля. Для них характерны: слабо развитый горизонт W грубогумусового характера с большим количеством осветленных минералов и дресвы; морфологически отчетливый, но маломощный горизонт ВНН (2–5 см) с накоплением валового (дитионит- и оксалатно-растворимого) железа, переходящий в дресвянистый дериват сланцев, который отличается очень высоким содержанием (> 20%) валового алюминия. Очевидно, в гумидном климате эти породы способствуют формированию кислых условий (рН 4,7–5,2) и высокой ненасыщенности (до 84%) поглощающего комплекса за счет обменного алюминия. Высокая кислотность вместе с большим содержанием железа в субстрате и делает возможным проявление Al–Fe-гумусового процесса даже в условиях очень низкой продуктивности мохово-лишайниковой растительности. Подобные почвы в отдельных случаях отмечаются и на песчано-супесчаных субстратах высокоарктической тундропустоши в эутермных условиях.

При переувлажнении, которое, как правило, носит не застойный, а проточный характер из-за действия талых снежных и ледниковых вод, в местах произрастания различных мхов, прежде всего *Racomitrium lanuginosum*, в высокоарктической тундропустоши формируются *торфяно-литоземы* (Т–М). Верхний горизонт этих почв низкосолевой, сильно ненасыщенный, имеет кислую реакцию. Содержание мелкозема в нижележащем дресвянисто-щебнистом горизонте около 1%. Ничтожное содержание мелкозема в минеральном горизонте под торфом показывает, что мхи *Racomitrium* питаются не столько за счет субстрата, сколько за счет вод и растворенных в них

питательных веществ. Это позволяет торфяно-литоземам в гидроморфных условиях формироваться на безмелкоземистых субстратах.

На фоне каменистых россыпей вдоль современных, выходящих из-под скал и осыпей водотоков под злаково-разнотравно-моховой растительностью в условиях проточного увлажнения формируются также *пелоземы гумусовые* ( $W-C^=$ ) с заиленным органомным горизонтом. Их отличает нейтральная реакция, полная насыщенность поглощающего комплекса основаниями, повышенное содержание валовых форм кальция, железа и марганца. Почвы насыщены водой практически в течение всего безморозного периода, но признаков оглеения в них нет из-за обогащенности талой воды кислородом.

Наиболее развитые почвы высокоширотной тундропустоши — *перегнойно-темногумусовые* (вклейка, рис. 1). Они формируются в орнитотрофных условиях — при участии морских птиц. Эти почвы могут быть развиты на разных субстратах. На суглинисто-щебнистом элюво-делювии известняка формируются почвы, которые по современной классификации относятся к *перегнойно-темногумусовым остаточно-карбонатным* почвам ( $AHca-Cca-Mca$ ). Для них характерны: слабощелочная и щелочная реакция среды по всему профилю; более высокое содержание карбонатов в мелкоземе верхних горизонтов, что связано с более активным морозным истиранием известкового щебня, а также мощный для арктических почв органико-минеральный горизонт  $AHca$  (толщиной 20 см) темно-серого цвета с высоким (11–17%) содержанием гумуса. По запасам и содержанию органического вещества (15–16 кг/м<sup>2</sup> углерода в верхних 20 см) эти почвы существенно превосходят не только своих соседей по почвенному покрову в Арктике, но и значительно более южные почвы на плотных карбонатных породах тайги Европейской территории России. Это связано с орнитогенной концентрацией органического вещества в этих местообитаниях (птицы «удобряют» почву своими экскрементами). В условиях осыпания известкового щебня с прилегающих скал происходит постоянное «известкование» этих почв. Именно «удобрение» и «известкование» создают высокое содержание органического вещества и повышенное плодородие этих почв.

На осыпных породах бескарбонатного состава при мощном воздействии птиц в Высокой Арктике (Шпицберген, Элсмир в Канадской Арктике и др.) формируются *сухоторфяные* почвы (TJ-D).

Повышенное содержание азота и выделение тепла при минерализации экскрементов птиц дает возможность для произрастания здесь высокопродуктивной мохово-травянистой растительности, которая, отмирая, формирует сухоторфяный горизонт. Эти почвы могут находиться на крутых склонах, а мощность торфа при этом достигать 3–4 м.

В целом можно сделать заключение, что в условиях высокоарктической тундропустоши почвы с наиболее зрелыми профилями формируются в условиях привноса органического вещества со стороны, будь то продукты разложения мохово-лишайниковой пленки на каменных глыбах и пятнах грунта или органическое вещество, принесенное орнитогенным механизмом, то есть с птицами.

Примеры структуры почвенного покрова (СПП) высокоарктической тундропустоши представлены на рис. 6 и 7. Один из них (рис. 6) иллюстрирует почвенный покров, сформированный на суглинистых отложениях морской террасы острова Земля Александры (архипелаг Земля Франца-Иосифа). Второй (рис. 7) характеризует почвенный покров высоких каменистых поверхностей архипелага Новая Земля.

Как видно из этих рисунков, по составу (то есть по соотношению компонентов) все рассмотренные СПП сходны — на фоне преобладающих выходов пород и почвопленок встречаются различные, в зависимости от почвообразующих пород и от положения в рельефе, компоненты ПП, то есть почвы, описанные выше.

Все СПП относятся к микроструктурам. В СПП присутствуют гексагональные, пятнистые и полукольцевые формы. Гексагональные формы связаны с мелкоземистыми субстратами и действующими в них в условиях холодного влажного климата криогенными процессами растрескивания, пучения центров полигона и морозной сортировки. Пятнистые ареалы формируются в наиболее жестких условиях горных вершин, где растительность и почвы появляются в укрытых от ветров днищах понижений. Полукольцевые формы — в зонах поглощения, где из округлого пятна «вычитается» само днище, в котором растительность вымокает, и самый крутой склон понижения, где мелкозем не удерживается.

Почвенный покров высокоширотной зоны возникает в условиях устойчивого заселения поверхности субстрата цветковыми растениями, кустистыми лишайниками и листостебельными мхами.

Рис. 6. Комплексный почвенный покров суглинистого плакора на острове Земля Александры (Земля Франца-Иосифа):

1 — серогумусовые дерновые, 2 — почвопенки, 3 — выходы рыхлых пород

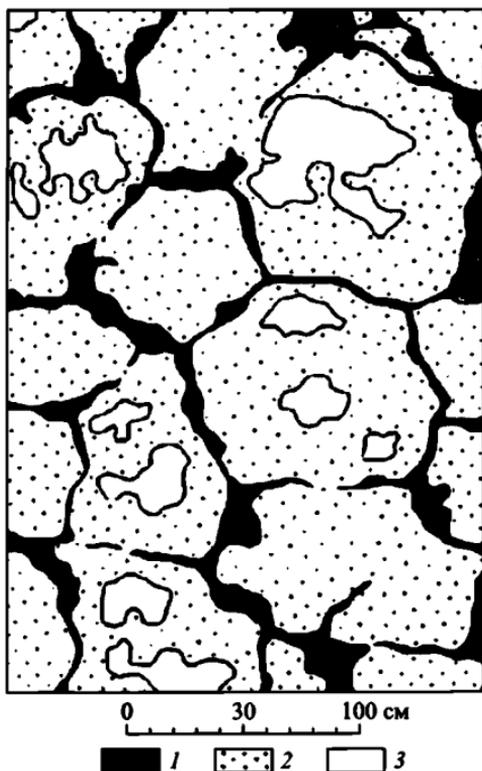
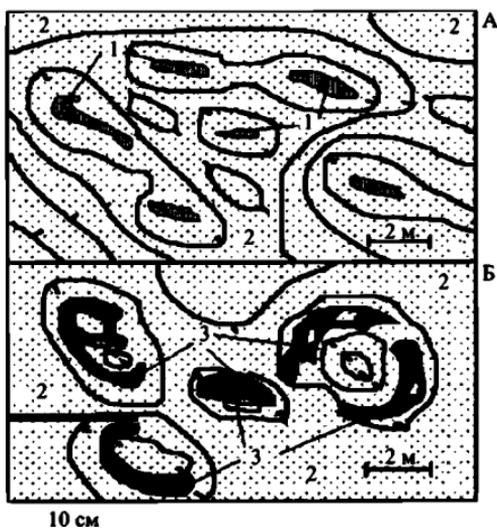


Рис. 7. Пятнистый (А) и полукольцевой (Б) почвенный покров на высоких (>600м) поверхностях Снежных гор, Новая Земля, в условиях каменистых россыпей сланцев:

1 — петроземы гумусные, 2 — выходы пород (каменистые россыпи) и почвопенки, 3 — торфяно-литоземы; изогипсы проведены через 20 см



Заселение это происходит не повсеместно и неравномерно. Оно наблюдается там, где имеют место выположенные формы рельефа, возраст поверхности достаточен для формирования мелкозема и заселения биотой, а также отсутствуют очень жесткий ветровой режим и длительное сохранение снежного покрова. В случае субстрата, богатого мелкоземом, в котором криогенная самоорганизация грунтов (образование полигонов и морозная сортировка) имеет исключительно абиогенную природу, криогенные процессы подготавливают ниши для произрастания растительности и развития почв. В условиях субстратов, содержащих очень мало мелкозема, происходит не столько криогенная самоорганизация грунтов, сколько суффозионная — образуются зоны поглощения поверхностного стока, в которых накапливается мелкозем и, следовательно, поселяется растительность и формируются почвы.

Таким образом, почвенный покров высокоширотной зоны Европейской территории России образуется за счет заселения высшей растительностью наиболее благоприятных ниш, появляющихся в результате формирования как макро- и мезо-, так и микрорельефа, а также благодаря криогенной неоднородности субстрата. К основным механизмам дифференциации ПП относятся дифференциация теплообеспеченности, латеральная миграция мелкозема и органического вещества, в меньшей степени — дифференциация увлажнения.

### Среднеарктические тундры

Наиболее распространенные компоненты ПП среднеарктических тундр представлены (торфяно)-глееземами, подбурами и криоземами, хотя многочисленны также выходы плотных пород, на которых формируются почвопленки и почвы криогенных пятен, лишенных высшей растительности. Причем это касается не только горных областей, но и сильнощелочистых цокольных равнин побережий и архипелагов, где равнины сочетаются с горами (Новая Земля, острова Врангеля, Котельный и др.). Здесь же нередки петроземы и карбо-петроземы гумусовые, аналогичные тем, что были описаны в высокоширотных ландшафтах.

Поскольку среднеарктическая тундра представлена в большей степени равнинами, чем горами (особенно это характерно для Евразии), то большинство почв развивается здесь на рыхлых отло-

жениях в условиях гумидного климата и частого переувлажнения. На суглинисто-глинистых отложениях в полугидроморфных условиях формируются *глееземы* — O(H)-G-CG. Для них характерны выраженные горизонты подстилки, или перегнойные горизонты, сизая окраска всей минеральной части профиля, высокое содержание гумуса, слабокислая и кислая реакция и насыщенность поглощающего комплекса. Периодически ход почвообразования нарушается криотурбациями и солифлюкцией (течением грунтов по склону по мерзлотному водоупору при их оттаивании), в результате чего гумусовые горизонты оказываются погребенными, иногда и на значительной глубине. Криогенное ожелезнение выражено в виде ржавых прослоек на сизом фоне. В южной части среднеарктических тундр, где климат теплее и больше продуктивность растительности, чаще встречаются *торфяно-глееземы* (T-G-CG). Они отличаются от описанных выше глееземов более яркой выраженностью оглеения (на сизом фоне ржавые пятна и полосы), а от *болотных торфяных* почв — меньшей мощностью органогенных горизонтов. Еще одна очень характерная особенность торфяно-глееземов, особенно в проточных ложбинах, — накопление железа и марганца (главным образом, их подвижных форм) в торфяных горизонтах. Это связано с широко встречающимся процессом выпадения соединений элементов с переменной валентностью из вод, текущих по торфяным горизонтам и внутри них (например, при переходе из двух- в трехвалентное состояние у железа резко падает миграционная способность). Накопления такого рода могут приводить к высочайшим значениям содержания железа (до 64% в пересчете на прокаленную навеску!) и марганца (8,6%!) в торфяных горизонтах.

На плоских повышениях в условиях среднеарктических тундр на суглинисто-глинистых отложениях развиты *криоземы* (O-CR-C), которые отличаются наличием маломощной подстилки, гидроморфностью, тиксотропностью (способностью грунтов переходить в текучее состояние при внешних физических воздействиях), бесструктурностью минеральной массы и ярким проявлением криотурбаций, выраженных в мелкой неоднородности массы криотурбированного горизонта CR и в присутствии серых, обогащенных органическим веществом линз на границе с близко залегающим горизонтом мерзлоты (40–60 см) (вклейка, рис 2). Признаков оглеения при этом в профиле может вообще не быть или они развиты слабо. Обычно

отсутствие оглеения в сильно переувлажненных профилях криоземов связывают с высоким содержанием кислорода в водах и низкими температурами, что препятствует развитию анаэробных микроорганизмов, обеспечивающих процесс оглеения (вклейка, рис. 1).

Среди почв, сформировавшихся на суглинисто-глинистых субстратах, к наиболее дренированным (или наименее переувлажненным) почвам, которые образуются на перегибах склонов и вершинах повышений на опесчаненных суглинках и суглинках, близко подстилаемых щепнистыми карбонатными отложениями, относятся *криометаморфические грубогумусовые* почвы (АО-CRM-C). Под грубогумусовым горизонтом в них формируется особый криометаморфический горизонт CRM, который характеризуется ярко выраженной рассыпчатой круповидной структурой в сухом состоянии или творожистой — во влажном. Ее происхождение связано с интенсивным промораживанием минерального материала в условиях холодного климата и периодическим его просыханием в теплый период. В профиле криометаморфических почв могут быть отдельные признаки оглеения.

К почвам со свободным внутренним дренажем относятся также почвы, сформированные в условиях расчлененного рельефа на песчано-супесчаных и суглинисто-щепнистых отложениях. В среднеарктических тундрах встречаются почвы с профилем АУао-АУ-ВС-С — *серогумусовые (дерновые) грубогумусированные* почвы, сходные с теми, что были описаны в тундропустошах. Эти почвы характеризуются небольшой мощностью профиля, кислыми значениями рН в верхней части профиля и нейтральными или щелочными — в нижней, высоким содержанием гумуса (>10%) в верхнем грубогумусовом слое и более низким (около 5%) в остальной части гумусового горизонта общей мощностью около 10 см. В верхних дерново-грубогумусных горизонтах могут встречаться осветленные минеральные зерна. Иногда в горизонтах ВС имеются железисто-гумусовые натски (ВСf) — в этих случаях почвы следует отнести к иллювиально-ожелезненным подтипам. Это уже переход к *подбурам*, также широко распространенным в этой зоне тундр, особенно на песчаных отложениях. Они имеют серию горизонтов О-ВНf-ВСf-С, в которой наиболее ярко выделяется иллювиально-гумусово-железистый горизонт ВНf, имеющий коричневый, иногда кофейный цвет. В верхней части профиля под подстилкой могут отмечаться осветленные минеральные зерна и даже целые прослойки

отбеленного материала. Такие подбуры относятся к оподзоленным. *Оподзоленные подбуры*, по-видимому, представляют собой наиболее часто встречаемые подтипы в среднеарктических тундрах. В условиях более плоского рельефа и более мощной торфяной подстилки, а также близкого горизонта многолетней мерзлоты встречаются *подбуры надмерзлотно-глеевые* — с глеевым горизонтом над мерзлотой. В южной части среднеарктической тундры *подзолы* (O–E–BHF–C) описаны на полуострове Русский заворот (Горячкин, 2010), но это все-таки исключение из общей закономерности, согласно которой в этой части полярной области на песчаных породах преобладают подбуры.

В довольно нередкой для среднеарктической тундры ситуации формирования почв на карбонатных суглинисто-щебнистых дериватах известняков профиль характеризуется набором горизонтов АН–АСса–Са. Это *перегнойно-темногумусовая остаточнокарбонатная* почва. Такие почвы хотя классификационно и идентичны орнитотрофным почвам побережий, описанным выше для высокоширотных ландшафтов, но отличаются значительно меньшей мощностью органо-аккумулятивных горизонтов, поскольку формируются без привноса органического вещества со стороны.

В среднеарктической тундре, в отличие от высокоарктической тундропустоши, широко встречаются болотные ландшафты, в почвах которых развиты торфяные горизонты. Особенно широко они распространены на плоских морских или озерно-аллювиальных равнинах. Здесь типичные почвы представлены *торфяно-глееземами* и даже *торфяными* почвами (Т–ТТ), относящимися к стволу органогенных и отделу торфяных почв. Это почвы с горизонтом торфа мощностью > 50 см. В результате мерзлотных пучений и формирования крупных и средних линз сегрегационного льда внутри торфа или торфяно-мелкоземистой толщи формируются торфяные бугры.

В результате таких пучений торф оказывается в условиях улучшенного дренажа и поэтому начинает разлагаться и минерализоваться — на буграх формируются почвы, относящиеся к подтипу *торфяных деструктивных* почв (Тmd–ТТ). В них верхняя часть торфа, который когда-то был накоплен в условиях переувлажнения, а потом попал в более сухие условия, существенно разложена и представляет собой материал, очень сходный с тем, что встречается

в мелиорированных торфяниках средней полосы — сухой, коричневый, легко растирающийся в пальцах.

Наиболее однородные в почвенном отношении переувлажненные ландшафты среднеарктической тундры — это болота на месте бывших озер. Здесь развиты болотные *торфяно-глееземы* с мощностью торфяного горизонта 15–30 см и глубиной мерзлоты около 30 см в сизом глеевом горизонте G.

Почвообразующие процессы в почвах среднеарктической тундры если и сходны качественно, то заметно отличаются большей интенсивностью, чем в высокоарктических тундропустошах. В то же время в меньшей степени и не так повсеместно выражена роль процессов латерального привноса-уноса вещества. Наряду с процессами трансформации органического вещества здесь существенно проявляются процессы оглеения, криотурбаций и оструктурирования.

Одни из наиболее распространенных типов ПП представлены комплексами автономных плоских и субгоризонтальных поверхностей (уклон  $< 0,5^\circ$ ), где преобладают *глееземы криотурбированные* в комплексе с *почвами пятен*, занимающие 5–10% площади. Пятна имеют овальную и подковообразную форму и связаны с мерзлотными пучениями грунтов и медленной солифлюкцией в условиях пологих склонов, в результате чего происходит погребение органических горизонтов.

Полигонально-трещинные комплексы почв встречаются в среднеарктической тундре, как и в самых высоких широтах. Однако здесь почвы развиты не только в трещинах, но значительно шире, оставляя лишенной растительности почве пятна только небольшую центральную часть полигона (рис. 8).

На длинных склонах, в том числе и пологих ( $0,5\text{--}2^\circ$ ), широко распространены полосчатые криогенные комплексы криометаморфических почв и *почв криогенных полос*, аналогичных почвам пятен (40–70% площади), связанных с проявлением процессов структурной солифлюкции и развитием линейной эрозии по лишенным растительности полосам.

В результате мерзлотных пучений формируются также комплексы бугристых болот с описанными выше *торфяными деструктивными* почвами бугров и *торфяно-глееземами* и *торфяными эуτροφными* (TE–TT) почвами междубугорных трещин.

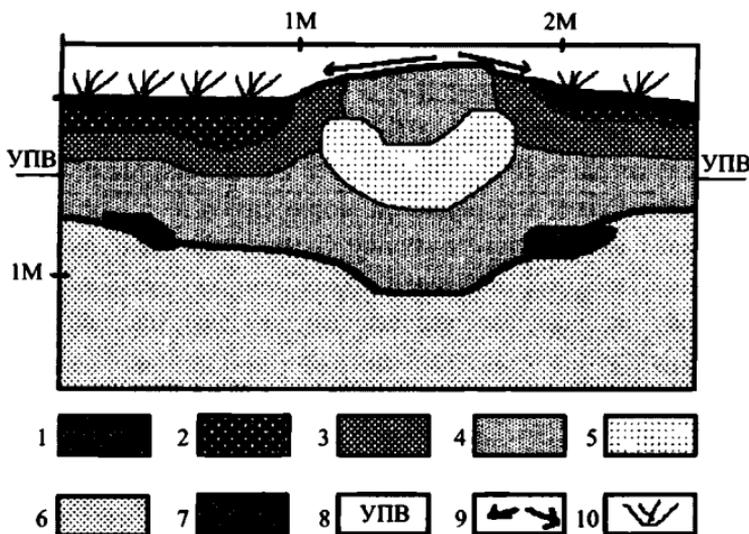


Рис. 8. Разрез-траншея через комплекс криозема глееватого и почвы пятна:

1-7 — почвенные горизонты (1 — Omг — заиленная подстилка; 2 — AYao — заиленный грубогумусовый; 3 — ABg — гумусированный глееватый; 4 — CRg1 — криотурбированный глееватый; 5 — CR-G — криотурбированно-глеевый; 6 — мерзлота; 7 — CRg2 — фрагменты гумусового горизонта, погребенного мерзлотными процессами), 8 — уровень почвенных вод, 9 — направления миграции минерального мелкозема с пятна, 10 — растительность

К весьма специфическим микроструктурам ПП среднеарктических тундр относятся тетрагональные комплексы полигонально-валиковых болот, которые при виде сверху напоминают рисовые чеки. В них вся толща торфа и подстилающие породы разделены сетью мерзлотных, заполненных льдом трещин, разбивающих толщу и поверхность на решетку квадратов и прямоугольников (рис. 9).

Притрещинные валики возникают из-за того, что ледяная жила в трещине постоянно расширяется из-за замерзания новой, поступающей сверху воды и оказывает давление на соседний участок, который с другой стороны испытывает давление при промерзании с переувлажненного участка центра полигона. В результате на валике сформирована наименее переувлажненная почва — *торфяно-криозем глееватый*, в то время как в центре полигона развиты *торфяно-глееземы*, а в криогенной трещине располагается слой торфа, который накапливается не только за счет переувлажнения местного

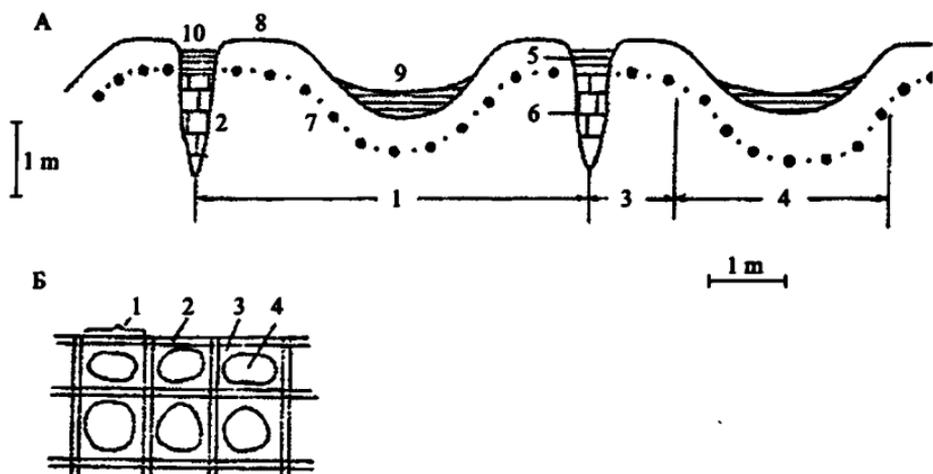


Рис. 9. Полигонально-валиковое болото:

А — профиль, Б — вид сверху; 1 — полигон, 2 — трещина, 3 — валик, 4 — пониженный центр, 5 — торф в трещине, 6 — ледяной клин, 7 — мерзлота; почвы: 8 — торфяно-криозем глееватый, 9 — торфяно-глеезем, 10 — почва криогенной трещины (слой торфа над ледяной жилой)

органического материала, но и привноса растительных остатков со стороны и может залегать непосредственно на ледяной жиле. В российской классификации этот случай особо не оговаривается, а в международной почвенной реферативной базе такие почвы называют Гляцик Криосоли (Glacic Cryosol).

Все описанные выше микроструктуры ПП исследуемой территории могут быть сгруппированы в мезоструктуры ПП, которые различаются между собой из-за неоднородностей в геологическом строении и характере рельефа. Основной механизм дифференциации ПП в условиях среднеарктических тундр представляет собой дифференциацию увлажнения, которая действует вместе с другими механизмами — литогенным, криогенным и твердофазно-миграционным (перераспределением наилка между криогенными пятнами, полосами и почвами).

## Низкоарктические тундры и лесотундры

Низкоарктические тундры и лесотундры, находящиеся в самых южных широтах рассматриваемой территории, отличаются преобладанием равнин с озерно-аллювиальными, моренными и другими

рыхлыми отложениями (см. рис. 4). Особенно это касается территории России.

В этих плохо дренированных условиях и гумидном климате преобладают почвы с профилем O-G-CG, выделяемые в классификационной системе 2004 г. как тип *глееземов*. В этих почвах под подстильно-торфяным горизонтом наблюдается яркий сизо-голубой, обычно тиксотропный и часто криотурбированный глеевый горизонт. Нижняя часть глеевой толщи имеет преимущественно буровато-сизую окраску и (при утере тиксотропных свойств) творожистую структуру и горизонтальную делимость. Органогенный горизонт этих почв в его нижней части может иметь прослойку грубогумусированного или перегнойного материала, что дает основание для выделения подтипов глееземов грубогумусированных и перегнойных. К весьма широко распространенным почвам южной тундры относятся почвы с профилем O-G-CRM-C(g), характеризующиеся сочетанием поверхностного глеевого и срединного криометаморфического горизонтов. Оглеение ограничивается верхним слоем толщиной 20–25 см и проявляется в виде яркой голубой окраски. Эти почвы, выделяемые ранее как поверхностно-(или элювиально-) глеевые, по классификации 2004 г. относятся к типу *глееземов криометаморфических*, а при наличии грубогумусированного серогумусового горизонта — к их грубогумусированному подтипу.

В наиболее дренированных условиях вершин холмов на суглинистых субстратах довольно широко распространены почвы с профилем O-CRM-C, в которых подстильно-торфяный или грубогумусовый горизонт сменяется криометаморфическим горизонтом бурых или серовато-бурых тонов с творожистой, а при обсыхании — крупитчатой или мелкокомковато-ореховатой структурой. С глубиной оструктуренность уменьшается и проявляется криогенное плитчатое сложение. Отчетливое оглеение отсутствует, возможны лишь его слабые признаки. Эти профили соответствуют *криометаморфическим* почвам. Если в профиле присутствует грубогумусовый горизонт AO, то эти почвы относятся к типу *криометаморфических грубогумусовых* почв. В наиболее дренированных позициях рельефа под травянистой растительностью формируются криометаморфические почвы с серогумусовым горизонтом, которые в классификации пока отсутствуют, но могут быть туда включены как *дерново-криометаморфические* почвы — AY-CRM-C (Горячкин, 2010).

В тундрах с более сухим континентальным климатом (север Восточной Сибири), где оттаивание неглубокое, но осадков меньше, в ПП чаще встречаются *криоземы глееватые*, сходные с теми, что описаны ранее для среднеарктических тундр. В лесотундрах (предтундровых редколесьях) встречаются также *криоземы палеометаморфизованные* (O-CRpl-C), в которых под органическим горизонтом залегает горизонт CRpl, характеризующийся отсутствием переувлажнения летом и более бурой окраской, чем нижележащий серовато-бурый горизонт CR и сизоватый горизонт мерзлой почвообразующей породы.

В более дренированных условиях здесь сформированы *палевые* почвы с профилем O-AU-BPL-BC(ca), которые характеризуются структурным и железистым метаморфизмом в горизонте BPL, имеющем более насыщенную окраску, чем нижележащие горизонты. Однако основные ареалы палевых почв расположены южнее — в таежной зоне континентальных областей. Наконец, в наиболее сухих и теплых эутермных условиях — в континентальных тундрах под «тундростепями» (растительными группировками тундр с многочисленными степными видами) — встречаются *литоземы темногумусовые* (AU-M) с хорошо выраженным темным гумусовым горизонтом, подстилаемым щебнистым материалом.

На песчаных и щебнистых отложениях большинство почв низкоарктических тундр относится к отделу альфегумусовых почв, а именно к разным типам и подтипам подбуров и подзолов. Все они характеризуются высокой кислотностью и ненасыщенностью поглощающего комплекса, а также высоким содержанием органического вещества, причем как в иллювиальных, так и в элювиальных горизонтах, что многими авторами отмечается для почв Севера. Наиболее дренированные полноразвитые *подзолы иллювиально-железистые* встречаются в лесотундре Кольского полуострова под березовым мелколесьем. Их отличает аккумулятивное распределение органического вещества, что, как было сказано выше, характерно для северных почв, и отчетливое элювиально-иллювиальное распределение подвижных и окристаллизованных форм железа и алюминия. В целом с ними сходны почвы как лесотундр, так и тундр — *подзолы типичные*. Они отличаются элювиально-иллювиальным распределением не только железа и алюминия, но и гумуса, однако чаще в низкоарктической тундре преобладают *подзолы криотурби-*

*рованные*. Здесь, особенно в наиболее влажном европейском климате, встречаются также почвы, которые из-за мощных органических горизонтов (> 10 см) относятся к *сухоторфяно-подзолам*, в том числе *перегнойным*. Практически для всех тундровых подзолов характерна потечность гумуса в элювиальных горизонтах, выражающаяся в кремовом оттенке в окраске и в более высоком содержании в них гумуса и подвижных форм оксидов железа и алюминия, чем в подзолистых горизонтах лесотундровых почв. Потечность гумуса связана с очень гумидным климатом и низкими темпами разложения органического вещества в тундре. В этих условиях из подстилки вымываются не связанные с минеральными веществами водорастворимые органические вещества, которые пропитывают верхние горизонты почв.

Среди описанных в тундре и лесотундре подбуров встречается практически тот же набор подтипов, что и для подзолов, большинство которых сильно криотурбированы. Без видимых нарушений хода почвообразования формируются *подбуры оподзоленные*.

Подбуры и подзолы могут встречаться на всей территории тундры и лесотундры. Лишь в качестве общей тенденции следует отметить постепенное увеличение доли подбуров к северу среди мезоморфных наиболее развитых почв легкого гранулометрического состава.

Помимо альфегумусовых почв в гумидных тундрах на щебнистых отложениях нередко встречаются *литоземы перегнойные*, отличающиеся наличием перегнойного горизонта и близким подстилением плиты, и *сухоторфяно-литоземы*, для которых характерно формирование мезоморфного подстильно-торфяного (сухоторфяного) горизонта над горизонтами ВС с близким подстилением плит плотных пород. Над плитами и/или крупными валунами выделяются также почвы с горизонтами О-М, которые следует отнести к *петроземам*.

Среди переувлажненных почв низкоарктических тундр встречаются и описанные ранее для среднеарктических тундр *торфяные олиготрофные деструктивные* почвы и *торфяно-глееземы*, а также хорошо известные *торфяные олиготрофные* и *торфяные зутрофные* почвы.

В целом для почв низкоарктических тундр нужно отметить преобладание процессов трансформации органического вещества, Al-Fe-гумусовой миграции, практически повсеместно встречаемые

признаки оглеения. Процессы структурообразования выражены по-разному в зависимости от характера почвообразующих пород: слабо — в условиях легкого состава субстрата и сильно — на суглинисто-глинистых породах. На последних часто встречается криогенное коагуляционное оструктуривание, приводящее к появлению специфической крупитчатой структуры.

К наиболее распространенному типу микроструктур в низкоарктических тундрах относятся криогенные пятнистые комплексы перечисленных выше почв (за исключением *торфяных* и *торфянистых*) с лишенными растительности почвами пятен. В криогенных пятнистых комплексах, сформированных благодаря пучениям и последующей снежной корразии (истиранию растительности и поверхности почв кристаллами снега и льда при сильных ветрах) микроповышений, происходят: фрагментация органогенных и гумусовых горизонтов, некоторые изменения (например, окисление глея) верхних минеральных горизонтов и сдвиг границ срединных почвенных горизонтов (рис. 10).

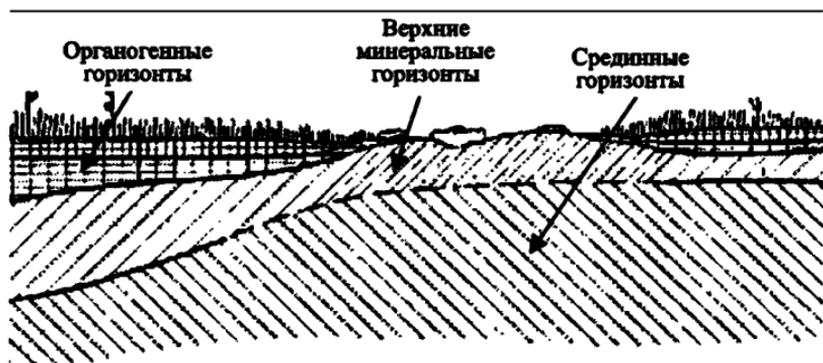


Рис. 10. Схема расположения горизонтов в криогенном пятнистом комплексе

Еще один распространенный тип микроструктур представлен мелкобугорковатыми комплексами различных почв с хорошо развитым торфяно-подстилочным или даже торфяным горизонтом. Бугорки образуются за счет мерзлотных пучений, но коррозийное пятно в этом случае не образуется из-за мощного органогенного горизонта.

В наиболее континентальной части низкоарктической тундры, как и в более северных зонах, развиты полигонально-трещинные

комплексы почв пятен (не всегда), каких-либо минеральных почв (например, криоземов, подбуров) и почв трещин с наиболее мощным органометным горизонтом.

В низкоарктической тундре встречаются также описанные ранее криогенные комплексы болот — бутристые и полигонально-валиковые. Как и в случае среднеарктических тундр, все описанные микроструктуры ПП низкоарктических тундр могут быть сгруппированы в различные мезоструктуры ПП, которые различаются между собой из-за неоднородности рельефа и почвообразующих пород.

### Контрольные вопросы

1. Подходы к зональному разделению почвенного покрова полярного пояса Северного полушария: их сходство и различия.

2. Каковы основные закономерности изменений климата с юга на север в полярном поясе; следует ли применять слово «пустыня» к ландшафтам высоких широт?

3. Как меняется литолого-геоморфологическая основа формирования почв в полярном поясе Северного полушария с юга на север?

4. Основные почвы высокоширотной области Арктики и их связь с факторами почвообразования.

5. Какие структуры почвенного покрова преобладают в высокоарктической тундропустоши?

6. Отличия и общие черты почв среднеарктической тундры и высокоарктической тундропустоши.

7. Особенности структур почвенного покрова среднеарктической тундры.

8. Встречаются ли одни и те же почвы во всех зонах полярного пояса Северного полушария? Если да, то какие?

9. Основные почвы низкоарктической тундры.

10. Есть ли особенности у почв полярного пояса с более континентальным климатом? Если есть, то какие?

11. Каковы основные черты почвенного покрова низкоарктических тундр?

12. Почему нельзя составить таблицу корреляции почв в классификациях 2004 и 1977 годов для полярного пояса?

## БОРЕАЛЬНЫЙ ПОЯС

Бореальный пояс занимает 17,4% от площади суши Земли, что составляет примерно 2373 млн га. В основном пояс распространен в Северном полушарии — в Евразии и Северной Америке. В Южном полушарии к нему относятся лишь небольшие площади — южная часть Огненной земли и Фолклендские острова. Удельный вес горных территорий составляет 34% от площади пояса (809 млн га). В бореальном поясе лимитирующим фактором почвообразования является тепло, поэтому разделение на области проводится по температурному режиму почв. Выделяется 2 группы областей:

1) таежно-лесные, на долю которых приходится 74% от общей площади пояса;

2) мерзлотно-таежные, занимающие соответственно 26% площади.

Первая группа областей относится к гумидному климату, внутри второй группы выделяются подклассы по увлажнению: гумидный и семигумидный.

Бореальный пояс объединяет территории с умереннохолодным климатом, покрытые преимущественно таежными лесами. Климатические показатели в пределах областей несколько различаются, но в целом пояс характеризуется суммой активных температур воздуха (сумма  $t > 10^{\circ}\text{C}$ ) от  $400^{\circ}\text{C}$  до  $2200^{\circ}\text{C}$  и продолжительностью вегетационного периода от 40 до 150 дней. Безморозный период составляет 4–7 месяцев. Годовое количество осадков невелико и колеблется от 300 до 600 мм (иногда  $> 1000$  мм), в мерзлотно-таежных областях — от 250 до 400 мм. Среднегодовая температура почвы на глубине 20 см изменяется от  $-2,5^{\circ}\text{C}$  до  $+4,5^{\circ}\text{C}$ . Преобладают гумидные типы климата, где  $KУ > 1,0$ . Семигумидные территории ( $KУ < 1,0$ ) занимают ограниченные площади лишь на юге пояса в его резкоконтинентальной части. Только в мерзлотно-таежных областях они могут быть выделены в самостоятельные подобласти. Широтно-зональные почвенные структуры выражены особенно четко в континентальных областях бореального пояса и связаны с зональностью температурного режима. Они соответствуют подзонам преобладающей в поясе растительности (северная, средняя и южная тайга) и зоне хвойно-лиственных лесов.

Почвенный покров сформирован главным образом на рыхлых сиаллитных отложениях четвертичного возраста. На карбонатных

моренах и известняках (карбонатно-сиаллитные и карбонатные отложения) почвы встречаются редко.

Автономное почвообразование связано с хвойными, в основном нетравяными лесами, специфика биологического круговорота которых во многом определяет генезис почв. Высшие зеленые растения играют важную роль в почвообразовании, являясь основными продуцентами и поставщиками органического вещества в почву. Количество и характер наземных и подземных остатков, направленность гумусообразования и свойства гуминовых веществ в значительной мере зависят от типа растительности и гидротермических условий ее произрастания. Характеристики биологической продуктивности основных типов растительности приведены в табл. 4

**Таблица 4. Биологическая продуктивность основных типов растительности бореального климата (по: Родин, Базилевич, 1965)**

Типы растительности	Биомасса, ц/га		Годичный прирост, ц/га	Величина опада, ц/га	Зольные элементы и азот, кг/га
	общая	корни			
Ельники северной тайги	1000	220	50	40	95
Ельники средней тайги	2600	572	70	50	146
Ельники южной тайги	3300	735	85	55	120

К основным процессам, формирующим почвы бореального пояса, относятся: альфегумусовый, подзолистый, глеевый, структурно- и железисто-метаморфический, лессиваж, гумусонакопление и торфонакопление; в мерзлотно-таежной области широко развиты криогенные процессы. Почвенный покров таежно-лесных областей складывается разнообразным набором почв с разной степенью оподзоленности (подбуры, подзолы, подзолистые, дерново-подзолистые почвы, буроземы, ржавоземы, серые лесные), оглеения (глееватые и глеевые почвы) и заболоченности (торфяные, торфяно-глеевые). В почвенном покрове мерзлотно-таежных областей значительную роль играют криоземы и палевые почвы.

Почвенный покров бореального пояса исследован неравномерно: хорошо изучены таежно-лесные области и мало — мерзлотно-

таежные. В соответствии с классификациями почв 1977 и 2004 гг. почвенный покров представлен следующими почвами (табл. 5).

Таблица 5. Разнообразие почв бореального пояса

Классификация и диагностика почв России (2004)	Классификация и диагностика почв СССР (1977)
1	2
<b>СТВОЛ: ПОСТЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b> <b>Отдел: альфегумусовые почвы</b> <b>Тип:</b>	
Подбуры O-BHF-C	Не выделялись; в литературе и на мелкомасштабных картах рассматривались как скрытоподзолистые почвы, подбуры тундровые и таежные, таежно-мерзлотные поверхностно-ожелезненные
Сухоторфяно-подбуры TJ-BHF-C	Не выделялись; на мелкомасштабных картах рассматривались как подбуры тундровые и таежные сухоторфянистые
Подбуры глеевые O-BHF-G-CG	Не выделялись
Торфяно-подбуры глеевые T-BHFg-G-CG	Не выделялись
Дерново-подбуры AY-BHF-C	Не выделялись; отчасти соответствуют слабо дифференцированному роду подтипа дерново-подзолистых почв; известны также как скрыто-подзолистые почвы и ржавоземы
Дерново-подбуры глеевые AY-BHFg-G-CG	Не выделялись
Подзолы O-E-BHF-C	Подзолистый подтип на песчано-супесчаных и щебнистых отложениях в типе подзолистых почв (внетаксономическая группа родов с иллювиальным горизонтом, обогащенным преимущественно железом, алюминием и гумусом)
Подзолы глеевые O-Eg-BHFg-G-CG	Подтип торфянисто-подзолистых грунтово-оглеенных в типе болотно-подзолистых почв
Сухоторфяно-подзолы TJ-E-BHF-C	Подзолистый подтип на песчано-супесчаных и щебнистых отложениях в типе подзолистых почв (внетаксономическая группа родов с иллювиальным горизонтом, обогащенным преимущественно железом, алюминием и гумусом); на мелкомасштабных картах соответствуют подзолам сухоторфянистым

1	2
Торфяно-подзолы глеевые T-Eg-BHFg-G-CG	Подтип торфянисто-подзолистых грунтово-оглеенных почв в типе болотно-подзолистых почв
Дерново-подзолы AY-E-BF-C	Дерново-подзолистый подтип на песчано-супесчаных и щебнистых отложениях в типе подзолистых почв (внеаксономическая группа родов с иллювиальным горизонтом, обогащенным преимущественно железом, алюминием и гумусом)
Дерново-подзолы глеевые AY-E-BHFg-G-CG	Подтип дерново-подзолистых грунтово-оглеенных в типе болотно-подзолистых почв
<b>Отдел: глеевые почвы</b> <b>Тип:</b>	
Глееземы O-G-CG	Не выделялись; частично соответствуют торфянисто-глеевому виду в торфяно-глеевом подтипе типа торфяных болотных верховых и низинных почв; на листах ГПК показаны как тундровые глеевые почвы, позднее как глееземы для обозначения тундровых и таежных глеевых почв
Глееземы криометаморфические O-G-CRM-C(g)	Не выделялись
Торфяно-глееземы T-G-CG	Торфяно-глеевые подтипы в типах торфяных болотных верховых и низинных почв
Темногумусово-глеевые AU-G-CG	Включают дерново-глееватые подтипы типа дерново-глеевых почв и отчасти соответствуют типу луговых почв
Перегнойно-глеевые H-G-CG	Подтипы перегнойных грунтово-глеевых и перегнойных поверхностно-глеевых в типе дерново-глеевых почв, а также род выщелоченных в типе лугово-болотных почв
Перегнойно-гумусовые глеевые H-AU-G-CG(ca)	Тип лугово-болотных почв
<b>Отдел: железисто-метаморфические почвы</b> <b>Тип:</b>	
Ржавоземы AY-BFM-C	Примерно соответствуют подтипам бурых лесных кислых и бурых лесных кислых оподзоленных почв в типе бурых лесных почв, а также частично слабодифференцированному роду подтипа дерново-подзолистых почв в типе подзолистых почв

1	2
Ржавоземы грубогумусовые АО-BFM-C	Частично соответствуют подтипам бурых лесных кислых грубогумусных и бурых лесных кислых грубогумусных оподзоленных почв
Органо-ржавоземы О-BFM-C	Не выделялись; частично соответствуют выделяемым на мелкомасштабных картах грануземам
<b>Отдел: органо-аккумулятивные почвы</b> <i>Тип:</i>	
Серогумусовые (дерновые) АУ-С	Не выделялись; частично соответствуют типу дерново-карбонатных почв, а также роду слабо дифференцированных черноземов; на мелкомасштабных картах показаны как тундровые дерновые, некоторые горные почвы, серопески
Темногумусовые АУ-С	Не выделялись; в основном соответствуют типам дерново-карбонатных, горных лугово-степных, горно-лесных черноземовидных почв, неоподзоленным серым и темно-серым почвам Сибири, а также остаточно-карбонатному и неполноразвитому родам черноземов
<b>Отдел: палео-метаморфические почвы</b> <i>Тип:</i>	
Палевые АJ-BPL-BCA-Cca	Не выделялись; входят в состав разнородной группы почв, выделяемых на мелкомасштабных картах как палевые
Палевые темногумусовые АУ-BPL-BCA-Cca	Не выделялись; на мелкомасштабных картах показаны как палево-серые почвы
<b>Отдел: структурно-метаморфические почвы</b> <i>Тип:</i>	
Буроземы АУ-ВМ-С	Соответствуют малощепнистым суглинистым подтипам кислых и кислых оподзоленных почв типа бурых лесных почв
Буроземы темные АУ-ВМ-С	Соответствуют подтипу бурых лесных слабонасыщенных почв и частично выщелоченным и оподзоленным подтипам дерново-карбонатных почв
Серые метаморфические АУ-AEL-ВМ-С	Не выделялись; при описании обычно относились к типу серых лесных почв
Элювиально-метаморфические О-EL-ВМ-С	Не выделялись; входили в подтипы глееподзолистых и подзолистых почв типа подзолистых почв

1	2
Дерново-элювиально-метаморфические AY-EL-BM-C	Не выделялись; входили в подтип дерново-подзолистых почв типа подзолистых почв
<b>Отдел: текстурно-дифференцированные почвы</b> <b>Тип:</b>	
Подзолистые O-EL-BEL-BT-C	Подтипы подзолистых и глееподзолистых почв суглинисто-глинистого гранулометрического состава в типе подзолистых почв (внеаксономическая группа родов с преимущественным иллювирированием ила в типе подзолистых почв)
Подзолисто-глеевые O-EL-BEL-BTg-G-Cg	Торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные (подтип в типе болотно-подзолистых почв)
Торфяно-подзолисто-глеевые T-ELg-BELg-BTg-G-Cg	Торфянисто-подзолистые поверхностно-оглеенные (подтип в типе болотно-подзолистых почв)
Дерново-подзолистые AY-EL-BEL-BT-C	Подтип дерново-подзолистых почв суглинисто-глинистого гранулометрического состава в типе подзолистых почв (внеаксономическая группа родов с преимущественным иллювирированием ила в типе подзолистых почв)
Дерново-подзолисто-глеевые AY-EL-BEL-BTg-G-Cg	Дерново-подзолистые поверхностно-оглеенные (подтип в типе болотно-подзолистых почв)
Серые AY-AEL-BEL-BT-C	Серые лесные почвы (подтип в одноименном типе почв)
Темно-серые AU-AUe-BEL-BT-C	Темно-серые лесные почвы (подтип в типе серых лесных почв)
Темно-серые глеевые AU-AUe-BELg-BTg-G-Cg	Подтипы грунтово-глеевых и отчасти грунтово-глееватых почв в типе серых лесных глеевых почв
Текстурно-метаморфические AY-ELM-BT-C	Примерно соответствуют типу подзолисто-бурых лесных почв
<b>Отдел: элювиальные почвы</b> <b>Тип:</b>	
Элювоземы O-EL-D(C)	Не выделялись; входили в состав подтипа подзолистых почв
Элювоземы глеевые O-ELg-DG(CG)	Не выделялись; входили в состав торфянисто-подзолистого поверхностно-оглеенного подтипа в типе болотно-подзолистых почв
Дерново-элювоземы AY-EL-D(C)	Не выделялись; входили в состав подтипа дерново-подзолистых почв

1	2
Дерново-элювоземы глеевые AY-EL(g)-DG(CG)	Не выделялись; входили в состав дерново-подзолистого поверхностно-оглеенного подтипа в типе болотно-подзолистых почв
Торфяно-элювоземы глеевые T-ELg-DG(CG)	Не выделялись; входили в состав торфянисто-подзолистого поверхностно-оглеенного подтипа в типе болотно-подзолистых почв
Подзол-элювоземы O-E-D	Не выделялись; входили в состав рода «со вторым осветленным горизонтом» подтипов подзолистых и глее-подзолистых почв (на двучленных породах)
<b>Отдел: криометаморфические почвы</b> <i>Тип:</i>	
Органокриометаморфические O-CRM-C	Не выделялись
Криометаморфические грубогумусовые AO-CRM-C	Не выделялись
Светлоземы O-E-CRM-C	Не выделялись
Светлоземы иллювиально-железистые O-E-BF-CRM-C	Не выделялись
<b>СТВОЛ: ОРГАНОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b> <b>Отдел: торфяные почвы</b> <i>Тип:</i>	
Торфяные олиготрофные TO-TT	Торфяные болотные верховые
Торфяные эутрофные TE-TT	Торфяные болотные низинные
Сухоторфяные TJ-TT-D	Не выделялись
<b>СТВОЛ: СИНЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b> <b>Отдел: вулканические почвы</b> <i>Тип:</i>	
Охристые AO-BH-BAN-C	Не выделялись

1	2
Перегнойно-охристые Н-BAN-C*	Не выделялись
Охристо-подзолистые АО-Е-ВН-BAN-C*	Не выделялись
Отдел: слабообразованные почвы Тип:	
Слоисто-пепловые W-C*	Не выделялись

Среди бореальных таежно-лесных областей выделяют области двух типов — таежно-лесные континентальные гумидные и лугово-лесные океанические.

### Бореальные таежно-лесные континентальные гумидные области

Эти области находятся в Северном полушарии. К ним относятся: *Северо-Американская*, включающая большую часть Канады, и *Европейско-Сибирская*, охватывающая север Западной Европы, страны Балтии, северо-западную и центральную части России до границы с Восточной Сибирью.

Для таежно-лесных континентальных гумидных областей характерно достаточное и избыточное увлажнение: количество осадков 600–1000 мм/год, КУ — 1,0–2,0. Средние температуры теплого месяца +10–+18 °С, холодного –19–+1 °С, вегетационный период 60–150 дней. Везде наблюдается промерзание почв зимой, что приводит к затуханию биологической активности и временному прекращению почвообразования. В формировании всех почв присутствует активная влажная летняя фаза. Наблюдается полное промачивание почвы в течение сезонных циклов, т. е. отчетливо выражен промывной тип водного режима.

Преобладающие коры выветривания — сиаллитные и иногда карбонатные. Территория этих областей подвергалась древним оледенениям, поэтому здесь господствуют ледниковые и водно-ледниковые формы рельефа и сопряженные с ними моренные, флювио-

гляциальные и озерно-ледниковые отложения различного гранулометрического состава, а также перигляциальные покровные и лессовидные суглинки.

Преобладающий тип растительности — хвойные и хвойно-широколиственные леса. На суглинистых породах развиты еловые леса, на песчаных — сосновые. Напочвенный покров представлен мхами и кустарничками. В составе хвойных лесов некоторых территорий значительная роль принадлежит лиственнице, пихте и кедру. В северной и средней тайге наблюдается примесь березы, в южной тайге — березы, дуба, граба, местами бука, осины и тополя.

Органические остатки в таких лесах поступают в основном на поверхность, что вызвано резким преобладанием надземной растительной массы (примерно 70%) над подземной (30%). Остатки малоазотные, в их биохимическом составе преобладают дубильные вещества, воска, смолы, лигнин. Разложение этих остатков замедлено из-за низких температур и избытка влаги. Биохимический состав растительных остатков также не способствует их быстрому разложению, поэтому в таежно-лесных почвах происходит накопление подстилки. Ее запас в 18 раз превосходит ежегодный наземный опад (Добровольский, Урусевская, 2004). Биологический круговорот сильно замедлен.

Заторможенность и малая емкость биологического круговорота, особенности состава опада, слабая активность и малое разнообразие почвенной биоты в сочетании с климатическими режимами определяют главные направления почвообразования. Они заключаются в ограниченном преобразовании растительных остатков с образованием кислых и агрессивных продуктов, которые, воздействуя на минеральную часть почвы, разрушают ее, а климатические условия способствуют интенсивному выносу и перераспределению продуктов разрушения в нижнюю часть почвенного профиля или за его пределы.

Таким образом, сочетание биоклиматических факторов почвообразования обеспечивает развитие в автономных позициях выщелоченных, кислых, грубогумусных почв с фульватным или фульватно-гуматным типом гумуса, с ненасыщенным почвенным поглощающим комплексом. В этих почвах железо представляет собой «типоморфный» элемент и определяет бурую окраску всего почвенного профиля или его средней части. Дифференциация почвенного профиля зависит от конкретных литолого-геоморфологических условий и возраста поверхности.

Гумидность климата определяет тенденцию таежно-лесных континентальных почв к атмосферному заболачиванию. В составе почвенного покрова всех равнинных территорий важную роль играют болотные и близкие к ним почвы. Этому же способствуют и породы тяжелого гранулометрического состава или двучленные отложения. В.О. Таргульяном (1971) было показано, что направление автономного почвообразования в холодных гумидных областях зависит от внутрипрофильного дренажа. Так, при свободном внутрипрофильном дренаже (песчаные, супесчаные, щебнистые породы) формируются альфегумусовые почвы (подбуры и подзолы), а при затрудненном (суглинистые, глинистые породы) образуются текстурно-дифференцированные почвы (подзолистые, дерново-подзолистые, нередко глееватые и глеевые). Таким образом, важную роль в процессах почвообразования в данных областях играют почвообразующие породы, так как они контролируют условия внутрипрофильного дренажа. Конкретная природная обстановка в отдельных областях определяет огромное разнообразие почв.

Основные процессы, формирующие почвы таежно-лесных континентальных областей, — это альфегумусовый, подзолистый (кислотный гидролиз), лессиваж, глеевый и процессы торфонакопления, гумусообразования и гумусонакопления.

На породах легкого гранулометрического состава (песчаных, супесчаных, гравелистых, щебнистых) формируются альфегумусовые почвы.

*Альфегумусовый процесс*, по определению Б.Г. Розанова (2004), это процесс мобилизации железа и алюминия минеральных пленок кислыми гумусовыми веществами и их последующего выноса с образованием элювиально-иллювиального профиля без глубокого разрушения минеральной части в элювиальном горизонте. В результате этого процесса наблюдается осветление верхней части (ВНFe) профиля или образование элювиального горизонта белесого цвета (Е), лишенного оксидов железа и алюминия, и иллювиального альфегумусового (ВНF) горизонта, в котором аккумулируются аморфные продукты почвообразования, вынесенные сверху. К морфологическим признакам этого процесса относятся: бесструктурность или намечающаяся непрочная слоеватая структура элювиального горизонта, уплотненность и некоторая сцементированность иллювиального горизонта. При микроморфологических исследованиях наблюдаются

отмытые от пленок зерна первичных минералов в элювиальном горизонте. Для иллювиальных горизонтов характерны растрескивающиеся железисто-гумусовые пленки на зернах, «мостики» из пленок между крупными зернами, хлопьевидные сгустки полуторных оксидов, гумусовые натечные формы в порах и трещинах.

В профиле подзола под подстильно-торфяным горизонтом образуется подзолистый (E) горизонт, в формировании которого важную роль играют как альфегумусовый процесс, так и процессы кислотного гидролиза.

*Подзолистый процесс* представляет собой, по мнению В.В. Пономаревой (1964), разрушение первичных и вторичных минералов под действием кислотного гидролиза и образование белесого бесструктурного горизонта. В этом горизонте наблюдается накопление аморфного кремнезема и вынос из него полуторных оксидов. Ниже подзолистого формируется альфегумусовый горизонт, подобный горизонту ВНF в подбурах.

На породах тяжелого гранулометрического состава, где затруднен внутривпочвенный дренаж, в результате подзолистого процесса формируются текстурно-дифференцированные почвы. Различия внутри этой группы почв зависят в основном от возможности оттока влаги из почвенного профиля. Поэтому часто суглинистые почвы имеют признаки оглеения, и чем ярче они выражены, тем меньше дифференциация профиля.

В формировании почв на суглинистых породах помимо подзолистого процесса принимают участие лессиваж и глеевый процесс.

*Лессиваж (лессивирование, иллиммеризация)*, по определению Б.Г. Розанова (2004), это процесс пептизирования — отмытки илистых частиц с поверхности зерен грубозернистого (песчаного или крупнопылеватого) материала или из микроагрегатов и выноса их в неразрушенном состоянии из элювиального (E<sub>L</sub>) горизонта. Главным признаком этого процесса считается формирование под осветленным элювиальным горизонтом глинисто-аккумулятивного текстурного (ВТ) горизонта, в котором выражены натечные слоистые ориентированные глины по порам и микротрещинам и глинистые пленки по граням структурных отдельностей. В элювиальном горизонте отмечается обилие светлых, отмытых от окисных пленок зерен первичных минералов. Этот горизонт имеет белесый, желтовато-белесый, сизовато-белесый или серовато-белесый цвет, непрочную

слоеватую структуру (или бесструктурен); рассыпчатый в сухом состоянии, глыбистый во влажном.

*Оглеение* — процесс метаморфического преобразования минеральной почвенной массы в результате постоянного или временно-переувлажнения, приводящего к сильному развитию восстановительных процессов, иногда (или локально) сменяемых окислительными. Процесс сопровождается восстановлением ионов и соединений с переменной валентностью; разрушением кристаллической решетки первичных минералов (за исключением кварца и других устойчивых минералов); синтезом специфических вторичных минералов, имеющих в своей решетке ионы с низкой валентностью; незначительным выносом оснований и, иногда, аккумуляцией Fe, S, P. В зависимости от состава почвообразующей породы, характера и количества органического вещества, степени и цикличности переувлажнения морфология оглеенного горизонта будет разной. Но во всех случаях будет наблюдаться бесструктурность и вязкость почвенной массы, преобладание синих, голубых, сизых, зеленоватых или оливковых тонов в окраске, наличие ржавых пятен. При слабой степени развития глеевого процесса признаки проявляются в виде оглеенных пятен.

*Торфонакопление* — накопление на поверхности полуразложившихся растительных остатков в условиях избыточного увлажнения и в результате замедления процессов гумификации и минерализации.

*Дерновый процесс* — образование и накопление гумуса и питательных веществ, создание водопрочной структуры.

В условиях гумидного таежного климата дренированность профиля играет важную роль в формировании почв. Поэтому на песчаных, щебнистых, гравелистых породах господствуют альфегумусовые почвы, на суглинистых и глинистых — текстурно-дифференцированные и глеевые почвы.

### **Альфегумусовые почвы**

В отделе альфегумусовых почв выделяют различные типы подбуров и подзолов. Их разделяют по степени дифференциации профиля. Проявление элювиально-иллювиальной дифференциации в этих почвах зависит от минерального богатства почвообразующих

пород, степени их выветренности и времени почвообразования. На основных и средних изверженных или метаморфических породах, а также на полиминеральных песках формируются *подбуры* (O-VHF-C); на бедных кислых породах и кварцевых песках — *подзолы* (O-E-VHF-C).

Благодаря легкому составу почвообразующих пород и высокой дренированности территории в растительном покрове преобладают сосновые леса. В основном это сосняки лишайниковые или зеленомошные. В результате разложения и гумификации опада образуются гуминовые вещества главным образом кислой природы. Это наиболее агрессивные фракции фульвокислот (1 и 1a), которые, воздействуя на минеральную часть, разлагают ее и способствуют образованию подзолистого горизонта. По мнению В. В. Пономаревой (1964), «условиями, обеспечивающими подвижное состояние соединений фульвокислот с полуторными оксидами, являются преобладание фульвокислот над  $R_2O_3$  и сильная степень разбавления растворов. Условиями, обеспечивающими выпадение данных соединений в осадок, являются относительное преобладание полуторных оксидов и низкая степень разбавленности растворов». Первым условиям отвечают элювиальные горизонты подзолов, вторым — иллювиальные. По мере вертикальной фильтрации фульвокислоты оказывают разлагающее влияние на минералы, связывая в комплексы новые количества полуторных оксидов и постепенно теряя свою агрессивную силу и миграционную способность. По достижении степени насыщения фульвокислот полуторными оксидами компоненты раствора выпадают в осадок, формируя иллювиальный горизонт. Чем богаче порода алюминием и железом, входящими в состав минералов, неустойчивых к действию фульвокислот, тем при прочих равных условиях ближе к поверхности почвы должен формироваться горизонт VHF. В этом случае фульвокислоты за сравнительно короткий нисходящий путь насыщаются полуторными оксидами и выпадают с ними в осадок.

Фульвокислоты с железом и алюминием реагируют в разных соотношениях. Для перевода в раствор и осаждения железа фульвокислот требуется меньше, чем для перевода в раствор и осаждения алюминия. Поэтому железо мигрирует в почвах легче и осаждается в иллювиальном горизонте с меньшим количеством фульвокислот, чем алюминий. В более влажных условиях, в менее дренирован-

ных частях склонов, при высокой степени разбавленности растворов и при преобладании фульвокислот над полуторными оксидами формируются иллювиально-алюмо-железистые многогумусовые горизонты.

### Подбуры

Подбуры встречаются в тундровой зоне, но и в таежных областях они занимают значительные территории. Подбуры распространены в Скандинавии, на севере Европейской части России, в Средней и Восточной Сибири, на Аляске, в Центральной Канаде. Они формируются на легких щебнистых породах, богатых основаниями и первичными железосодержащими минералами (биотитовых гранитах, гнейсах, базальтах, диабазах и других породах основного состава), под хвойными лесами с напочвенным покровом из мхов, лишайников и кустарничков. Подбуры имеют буроокрашенный, недифференцированный или слабо дифференцированный профиль, постепенно светлеющий книзу (O–ВНF–BC–C). В общем виде профиль состоит из двух частей: органогенной, представленной горизонтами O–AO–AY–T, и минеральной, сформированной иллювиальными альфегумусовыми горизонтами — ВН и/или ВНF. Профиль подбура включает подстильно-торфяной горизонт (O), иногда с примесью грубогумусового материала (Oao) или отмытых минеральных зерен на границе с иллювиальным (ВНF) горизонтом, который постепенно переходит в почвообразующую породу (BC–C). В зависимости от содержания в иллювиальном горизонте железа или гумуса выделяются подтипы подбуров — иллювиально-гумусовый (гумуса > 3%) и иллювиально-железистый (гумуса < 2%).

Генетический профиль подбуров имеет следующие горизонты (Классификация..., 2004):

O (*подстильно-торфяной*) — буро-коричневый, состоит из органического материала разной степени разложения (не выше 50%) и разного ботанического состава (остатков мхов, лишайников, хвои). В нижней части горизонта степень разложения увеличивается и на границе с минеральной частью могут наблюдаться отмытые (светлые) минеральные зерна. Мощность не превышает 10 см.

ВНF (*иллювиально-гумусово-железистый*) — буро-коричневый, кофейно-коричневый, желто-охристый (в зависимости от содержания железа

и гумуса в пленочном материале), песчаный или супесчаный, бесструктурный или икрянистой структуры. Обычно содержит дресву, щебень, валуны. На поверхности минеральных зерен и щебня наблюдаются аллохтонные железисто-гумусовые пленки. Мощность 10–20 см.

**BF (иллювиально-железистый)** — желтовато-охристый, светлее предыдущего, песчаный или супесчаный, бесструктурный. Содержит дресву, щебень, валуны. На поверхности минеральных зерен и щебня наблюдаются более тонкие и светлые аллохтонные пленки. Мощность 20–50 см.

**C (почвообразующая порода)** — светлее предыдущего горизонта, рыхлый, песчаный или супесчаный, бесструктурный, часто щебнистый.

Почвы характеризуются кислой реакцией среды; наиболее кислые — верхние горизонты (O, AO, T, AY). В горизонте BHF кислотность уменьшается и pH становится около 5. Почвы не насыщены основаниями, наименее насыщены органогенные горизонты. Содержание гумуса в альфегумусовом горизонте составляет 1–10%, гумус фульватный или гуматно-фульватный (Сгк/Сфк 0,4–0,8). Наблюдается резкое преобладание фульвокислот фракций 1 и 1а. Иногда в органогенных горизонтах отношение Сгк/Сфк возрастает до 1, что некоторые авторы (Федорова и др., 1999) связывают с закреплением в верхних горизонтах основной массы наиболее высокомолекулярных бурых гуминовых кислот и быстрым выносом из них подвижных фракций фульвокислот, обусловленным большим количеством осадков, промывным (иногда провальным) типом водного режима. В почвенном профиле наблюдается аккумуляция в верхней минеральной части легко мобилизуемых форм полуторных оксидов и подвижного органического вещества.

В отделе альфегумусовых почв на уровне типов помимо подбуров выделяются *сухоторфяно-подбуры* (TJ–BHF–C), *подбуры глеевые* (O–BHFg–G–CG), *торфяно-подбуры глеевые* (T–BHFg–G–CG), *дерново-подбуры глеевые* (AY–BHFg–G–CG), *дерново-подбуры* (AY–BHF–C) (вклейка, рис. 3).

### Подзолы

В «Классификации и диагностике почв СССР» (1977) подзолы выделены на уровне подтипа в типе подзолистых почв на правах группы родов «почв с иллювиальным горизонтом, обогащенным преимущественно железом, алюминием и гумусом». В «Классификации и диагностике почв России» (2004) *подзолы* — это тип в отделе альфегумусовых почв (вклейка, рис. 4).

Подзолы формируются под пологом хвойных лесов с мохово-кустарничковым покровом и имеют профиль О–Е–ВНФ–С. Эти почвы диагностируются по сочетанию подстилочно-торфяного, подзолистого и альфегумусовых горизонтов, а также по четкой, коррелирующей с морфологическим строением элювиально-иллювиальной дифференциации силикатных и несиликатных полуторных оксидов. В нижней части подстилочно-торфяного горизонта часто наблюдается прослойка более темного перегнойного (Oh) или грубогумусового (Oao) материала. Подзолистый (E) горизонт имеет мощность 20–30 см. Он самый светлый в профиле за счет выноса всех красящих соединений — железа и гумуса.

Генетический профиль подзолов включает следующие горизонты (Классификация..., 2004):

О (*подстилочно-торфяный*) — горизонт, состоящий из органических остатков: в верхней части — слаборазложившийся прошлогодний опад; бурого цвета, влажный; в нижней части — сильноразложившиеся растительные остатки, представляющие собой оторфованную часть подстилки; темно-бурого цвета, влажный, густо пронизан корнями. Мощность не превышает 10 см.

Е (*подзолистый*) — светлый (белесый), при подсыхании ярко-белый, песчаный, сверху прокрашен органическим веществом из горизонта О. Редкие корни. Влажный. Переход в следующий горизонт ясный, но неровный. Мощность горизонта больше 2 см.

ВНФ (*иллювиально-гумусово-железистый*) — отличается от выше- и нижележащих горизонтов (в зависимости от преобладания соединений гумуса или железа в составе кроющих пленок) кофейным или кофейно-коричневым (ВН), буро-охристым (ВНФ), желто-охристым (ВФ) цветом и более плотным сложением. Характеризуется наличием сплошных гумусово-железистых пленок на поверхности минеральных зерен или агрегатов, а также «мостиков», соединяющих песчаные частицы. Единичные крупные корни. Может иметь различную мощность.

ВФ (*иллювиально-гумусово-железистый*) — желтовато-охристый, светлее предыдущего, песчаный или супесчаный, бесструктурный. На поверхности минеральных зерен и щебня наблюдаются более тонкие и светлые аллохтонные пленки. Мощность 20–50 см.

С (*почвообразующая порода*) — светлее предыдущего горизонта, рыхлый, песчаный или супесчаный, бесструктурный, часто щебнистый.

В целом для типа характерны: кислая и сильнокислая реакция; высокая гидrolитическая кислотность; низкая степень насыщенности

основаниями поглощающего комплекса; малая емкость поглощения; фульватный, реже гуматно-фульватный состав гумуса. Распределение органического вещества по профилю иллювиально-гумусово-железистого подзола своеобразно. Сразу под подстилкой, в которой органическое вещество составляет около 70% от массы горизонта, его количество резко падает. Такой профильный ход типичен для подзолов. В горизонте ВН, ВНf содержание гумуса вновь возрастает до целых процентов. В составе гумуса минеральных горизонтов преобладают фульвокислоты. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ( $C_{гк}/C_{фк}$ ) составляет 0,2–0,5. Содержание оксалатных форм  $Fe_2O_3$  и  $Al_2O_3$  в альфегумусовом горизонте в 1,5–2,0 раза выше, чем в подзолистом и в почвообразующей породе, то есть наблюдается четкое профильное элювиально-иллювиальное перераспределение полуторных оксидов, которое происходит на фоне общей десиликации профиля (выноса кремния из легковыветривающихся минералов) и обогащения его полуторными оксидами по сравнению с почвообразующей породой.

Альфегумусовый горизонт окрашен в бурые, охристые, коричневатые тона. Часто он имеет более тяжелый гранулометрический состав, чем подзолистый, за счет иллювиальной аккумуляции силикатных и несиликатных форм железа и алюминия.

### Текстурно-дифференцированные почвы

Текстурно-дифференцированные почвы формируются на породах тяжелого гранулометрического состава (суглинистых, глинистых), а также на двучленных отложениях, где более легкий нанос подстилается более тяжелым. Такие породы способствуют затруднению внутрипочвенного дренажа, поэтому различия внутри этой группы зависят в основном от возможности оттока влаги из почвенного профиля. Большинство суглинистых почв имеет признаки оглеения; чем ярче они выражены, тем менее дифференцирован почвенный профиль. Текстурно-дифференцированные почвы бореального пояса также, как и альфегумусовые почвы, формируются под темнохвойными лесами, но в основном под ельниками северной и средней тайги. В северной тайге — это ельники мохово-лишайниковые с примесью березы или лиственницы, в средней тайге — ель-

ники, напочвенный покров которых представлен гипновыми мхами и кустарничками. Характерной особенностью этих лесов является незначительное участие травянистой растительности в формировании почв. Микрофлора, перерабатывающая растительные остатки, представлена в основном грибами и актиномицетами.

Среди текстурно-дифференцированных почв в гумидной области наиболее широко распространены *подзолистые* (O-EL-BEL-BT-C) и *подзолисто-глеевые* почвы (O-EL-BELg-BTg-G-CG).

### *Подзолистые почвы*

В автономных позициях на породах тяжелого гранулометрического состава при хорошем дренаже под северо- и среднетаежными еловыми лесами формируются *подзолистые почвы* (вклейка, рис. 5). Они имеют профиль O-EL-BEL-BT-C, диагностируются по наличию элювиального (EL) и текстурного (BT) горизонтов. Гумусовый горизонт отсутствует. На поверхности наблюдается маломощный подстильно-торфяной (O) горизонт. Большинство суглинистых почв имеют признаки оглеения.

По температурному режиму подзолистые почвы являются сезоннопромерзающими, очень холодными. Они развиваются в условиях промывного типа водного режима. Сквозное промачивание, как правило, имеет место весной и иногда осенью, следовательно именно в эти периоды происходит нисходящая миграция растворов. Сезонные изменения влагозапасов в почве создают переменность окислительно-восстановительных условий в верхних горизонтах, что приводит к миграции и сегрегации подвижных, преимущественно железоорганических соединений. Подзолистые почвы, как и подзолы, формируются при аккумуляции растительных остатков на поверхности почвы, при слабой интенсивности биологического круговорота, низкой зольности опада, большом содержании в нем трудно-разлагающихся органических веществ, при малом количестве азота и малочисленности микрофлоры. Все это обуславливает медленное разложение растительных остатков, их некоторую консервацию (запас подстилки в 15 раз превышает ежегодный наземный опад), образование в подстилке сильнодисперсных гуминовых веществ, в основном фульвокислот, и неспецифических органических соединений. Мигрируя в минеральной части профиля, органические кислоты

мобилизуют аморфные соединения в почве, разрушают силикаты и алюмо-феррисиликаты. Гумус нижележащих горизонтов — фульватный, иллювиального происхождения. Все это вместе с климатическим фактором обуславливает образование профиля элювиального типа. В подзолистых почвах наблюдается дифференциация распределения ила, коллоидов, валовых полуторных оксидов и кремнекислоты. Расчеты содержания ила, коллоидов, оксидов железа и алюминия в элювиальной и иллювиальной толще и сопоставление с содержанием их в почвообразующей породе выявили отрицательный баланс в почвенном профиле, что свидетельствует о преобладании выноса наиболее динамичных компонентов почвы над их накоплением. Микроморфологические исследования обнаруживают признаки физического перемещения твердых частиц почвы по трещинам, порам и межагрегатным ходам.

Генетический профиль подзолистой почвы включает следующие горизонты (Классификация..., 2004):

**O (подстильно-торфяной)** — разной степени разложения. Верхний слой состоит из бурых слаборазложившихся остатков с сохранившейся формой. Книзу степень разложения увеличивается, остатки утрачивают форму. Цвет меняется от светло-бурого до темно-бурого, черного. В пределах горизонта встречаются шишки и их чешуйки, куски коры. Характерно обилие грибного мицелия, который в виде белых и желтых нитей пронизывает горизонт. Встречаются корни растений. Переход в следующий горизонт резкий. Мощность до 10 см.

**EL (элювиальный)** — как правило, наиболее светлоокрашенный горизонт в профиле почвы; белесый, белесовато-светло-серый или палевый, иногда с сизоватым оттенком. Плитчатой, пластинчатой, чешуйчатой или листоватой структуры; нередко содержит стяжения гидроксидов железа или железисто-марганцевые конкреции. Мощность до 30 см.

**BEI (субэлювиальный)** — неоднородно окрашен, имеет белесые и бурые тона. Белесые фрагменты легче по гранулометрическому составу; они бесструктурные или имеют тенденцию к горизонтальной делимости, часто в форме языков, затеков или клиньев. Более темные фрагменты тяжелее по гранулометрическому составу, ореховатой или ореховато-призматической структуры. Мощность 10–50 см.

**BT (текстурный)** — бурый, красно-бурый. Самый плотный в профиле. Имеет ореховатую или ореховато-призматическую структуру. По трещинам и на поверхности структурных отдельностей многослойные натечные пленки (кутаны) разного состава (глинистые, пылевато-глинистые, гумусово-

глинистые, железисто-глинистые). Иногда кутаны перекрываются светлыми песчано-пылеватыми скелетанами.

*С (почвообразующая порода)* — порода слабо измененная или совсем не измененная почвообразованием.

Подзолистые почвы имеют кислую, гидролитически кислую среду ( $pH_{KCl}$  верхнего горизонта 3,3–4,0), не насыщены основаниями (степень насыщенности 15–20%). Основная часть органического вещества накапливается в подстилке. В элювиальном горизонте содержание гумуса резко падает до десятых долей процента, но иногда может достигать 1–3%. Гумус фульватный, преобладают фракции гуминовых и фульвокислот, связанные с полуторными оксидами. Подзолистые почвы характеризуются резким обеднением верхних горизонтов илистыми частицами и полуторными оксидами и накоплением их в текстурном горизонте. Коэффициент дифференциации  $>1,4$ ; колеблется от 1,8 до 2,7.

#### *Подзолисто-глеевые почвы*

При ухудшении дренажа формируются *глее-подзолистые* (O-ELg-BEL-BT-C) и *подзолистые глееватые* (O-EL-BELg-BTg-Cg) почвы, которые выделяются среди подзолистых на уровне подтипа. На слабо дренируемых водоразделах и в понижениях рельефа образуются *подзолисто-глеевые* (O-EL-BELg-BTg-G-CG) почвы. Они выделяются среди текстурно-дифференцированных почв на уровне типа.

Почвы этой группы отличаются друг от друга проявлением процессов оглеения на разной глубине. В глее-подзолистой почве процессами оглеения затронут лишь верхний элювиальный горизонт, который приобретает сизоватый оттенок и часто прокрашен потечным гумусом. Эти почвы приурочены главным образом к северо-таежной почвенной зоне.

В подзолистой глееватой почве процессы оглеения четко выражены в средней и нижних частях профиля в виде пятен или сизоватых и ржавых разводов. Эти почвы широко распространены во всей таежно-лесной области.

Подзолисто-глеевые почвы диагностируются по наличию в нижней части профиля глеевого горизонта и признаков оглеения в текстурном горизонте, а иногда по всему почвенному профилю. По основным аналитическим показателям эта группа почв близка

к типичным подзолистым почвам. В формировании этой группы почв помимо подзолистого процесса почвообразования принимают участие процессы лессиважа и оглеения. Процесс лессиважа диагностируется по присутствию многослойных глинистых кутан по граням структурных отдельностей, трещинам и порам; процесс оглеения — по наличию сизых и ржавых тонов окраски и сегрегационным и конкреционным формам железа и алюминия, что свидетельствует о смене восстановительных условий почвообразования окислительными.

### *Дерново-подзолистые почвы*

В условиях достаточно влажного и теплого климата под смешанными лесами с выраженным травяным ярусом наблюдается энергичная деятельность микрофлоры и почвенной фауны, что обеспечивает более интенсивный биологический круговорот веществ. Лиственные породы и травянистая растительность по сравнению с хвойными породами и мхами имеют более высокую зольность, что благоприятствует закреплению гуминовых веществ в верхней части почвенного профиля и образованию гумусово-аккумулятивного горизонта. Но все-таки для полной нейтрализации образовавшихся гумусовых кислот оснований недостаточно, поэтому часть кислот (главным образом, фульвокислоты) воздействует на минеральную составляющую твердой фазы почвы, что обуславливает развитие подзолистого процесса. Сочетание аккумуляции гумуса и оподзоливания приводит к формированию дерново-подзолистых почв.

*Дерново-подзолистые почвы* (AY-EL-BEL-BT-C) формируются на суглинистых породах под пологом смешанных лесов при обязательном участии травяного яруса, а также на суходольных лугах (вклейка, рис. б). В этих почвах четко обособлен гумусово-аккумулятивный горизонт AY (обычно не менее 3–5 см), в котором присутствует органическое вещество, сформировавшееся *in situ* главным образом за счет отмершей корневой массы трав. Таким образом, в этих почвах наряду с экзонакоплением органического вещества в виде лесной подстилки идет эндонакопление его в верхней части минеральной толщи почвы в форме специфических перегнойных (гуминовых) веществ. Формирование перегнойно-аккумулятивного (гумусового) горизонта, имеющего темную окраску и выраженную

комковатую или зернистую структуру, — это морфологическое проявление дернового процесса. К аналитическим показателям этого процесса относятся: накопление в верхнем горизонте почвы гумуса, кальция (главным образом, в обменной форме), азота, фосфора и других элементов-органогенов; увеличение емкости катионного обмена и, иногда, количества илистой фракции. Дерновый процесс маскирует внешние признаки подзолистого процесса (осветление верхней части профиля), но дифференциация по содержанию  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{R}_2\text{O}_3$  и других компонентов алюмосиликатной части почвы, возникающая при оподзоливании, сохраняется.

Дерново-подзолистые почвы относятся к отделу текстурно-дифференцированных и имеют следующее строение (Классификация..., 2004).

*Лесная подстилка* — состоит преимущественно из опада прошлого года и не расчленяется на подгоризонты. Мощность 1–3 см.

*AУ (серогумусовый)* — серый или буровато-серый, мелкокомковатый или порошистый, иногда с горизонтальной делимостью. Структура непрочная. Горизонт четко отделяется по окраске от нижележащего. Мощность от 3–5 до 30 см.

*ЕL (элювиальный)* — белесый или белесовато-светло-серый, наиболее светлый в профиле. Плитчатой, пластинчатой, чешуйчатой или листоватой структуры. Наблюдаются железистые стяжения или конкреции. Мощность до 30 см.

*ВЕL (субэлювиальный)* — переходный горизонт от элювиального к текстурному. Пестроокрашенный: в нем чередуются участки белесого и бурого цветов; участки белесого цвета часто в виде языков, затеков, карманов или клиньев, общая мощность которых колеблется от 10 до 50 см.

*ВТ (текстурный)* — бурый, красновато-бурый, самый плотный в профиле. Структура ореховатая, ореховато-призматическая. По трещинам и на поверхности структурных отдельностей заметны более темные многослойные натечные пленки, иногда перекрытые белесыми скелетами. Мощность 20–120 см.

*С (почвообразующая порода)* — слабо измененная или совсем не измененная почвообразованием.

Дерново-подзолистые почвы имеют сильнокислую или кислую реакцию среды. Содержание гумуса в гумусовом горизонте составляет от 1,5 до 6% и резко уменьшается в элювиальном (0,2–0,5%). В составе гумуса по всему профилю преобладают фульвокислоты.

Значительная часть гуминовых кислот связана с кальцием. В гумусовом горизонте соотношение  $S_{гк}/S_{фк}$  колеблется в пределах 0,3–0,5. Почвенный поглощающий комплекс не насыщен основаниями. Среди поглощенных катионов присутствуют водород и алюминий. Гумусовый горизонт несколько обогащен основаниями, в нем степень насыщенности основаниями составляет 60–70%. По валовому составу и распределению илистой фракции профиль дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу. Коэффициент дифференциации (КД) в почвах на однородных породах в среднем составляет 2,0–3,5. Свойства дерново-подзолистых почв могут значительно варьировать в зависимости от гранулометрического, химического и минералогического состава почвообразующих пород.

Наряду с дерново-подзолистыми почвами в таежно-лесной области формируются *дерново-элювиально-метаморфические* и *буротаежные (буроземы) почвы* (вклейка, рис. 7, 8). Кроме них встречаются и *буротаежные глеево-оподзоленные почвы (подбелы темногумусовые — AU-ELnn-BEL-BT-C* или *подбелы темногумусовые глееватые — AU-ELnn-BEL-BTg-Cg*).

Почвы образуются на породах тяжелого гранулометрического состава в условиях высокого и контрастного увлажнения — атмосферного или водами поверхностного стока. Чаще почвы приурочены к депрессиям, где наблюдается временное застаивание вод. Такие почвы распространены под хвойно-широколиственными лесами и лугами, а подбелы темногумусовые глееватые — под кустарниково-луговой растительностью.

В подбелах гумусовый горизонт имеет темно-серый цвет, хорошо сформированную мелкокомковатую структуру. Его мощность колеблется от 10 до 20 см, но иногда она превышает 30 см. Элювиальный горизонт имеет белую или белесую окраску и плитчатую структуру. К характерной особенности этих почв относится обилие крупных железистых конкреций. Их размер достигает 3 мм и более, а содержание — 10–20% от площади горизонта. В основном эти конкреции приурочены к элювиальному горизонту. В них сосредоточено около 50% содержащегося в горизонте железа. Нижняя часть элювиального горизонта обычно сильно уплотнена и служит временным водопором. Зона деградации текстурного горизонта в них чаще всего представлена маломощным, равномерно осветленным слоем, имеющим ровную границу.

Гумусовый горизонт характеризуется высоким содержанием гумуса (6–10%) фульватно-гуматного состава; отношение Сгк/Сфк — 1,0–1,3. Почвы имеют слабокислую реакцию среды, не насыщены основаниями. Сумма поглощенных оснований составляет 25–30 м-экв/100 г. Профиль четко дифференцирован по кислотности и содержанию обменных оснований: элювиальный горизонт самый кислый и ненасыщенный основаниями (сумма поглощенных оснований 15 м-экв/100 г). Профиль хорошо дифференцирован по илу (КД > 2). В отличие от подзолистых и дерново-подзолистых почв в подбелах сильнее проявляется дифференциация по  $Al_2O_3$ , чем по  $Fe_2O_3$  благодаря хорошо выраженной сегрегации железа в конкрециях. Валовой химический состав илистой фракции по профилю не дифференцирован.

### Криометаморфические почвы

В автоморфных условиях северной и средней тайги на легкосуглинистых, суглинистых и двучленных породах в присутствии многолетней или сезонной мерзлоты формируются почвы, относящиеся к отделу криометаморфических. Эти почвы характеризуются ограниченным развитием процесса трансформации органических остатков, что выражается в образовании подстильно-торфяного и грубогумусового горизонтов. Особенность криометаморфических почв заключается в наличии наряду с подзолистым (E) криометаморфического горизонта (CRM) в средней части профиля. Он характеризуется тусклой серовато-бурой окраской, слабо отличающейся от почвообразующей породы, и специфической рассыпчатой криогенной структурой. Отдел включает четыре типа почв: *органо-криометаморфические, криометаморфические грубогумусовые, светлоземы, светлоземы иллювиально-железистые*. Подобные почвы были описаны В. Д. Тонконогим (2011) на территории Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин.

Помимо перечисленных почв на карбонатной морене и на элювии карбонатных пород формируются почвы, в которых подзолистый процесс не выражен или выражен очень слабо. По классификации 1977 г. они выделялись как дерново-карбонатные типичные, выщелоченные и оподзоленные. По современной классификации их следует выделять как *карбо-литоземы (рендзины), буроземы темные, буроземы темные оподзоленные, темногумусовые* почвы. Почвы

этой группы формируются в основном под смешанными лесами и относятся к наиболее плодородным лесным почвам таежно-лесной области. Чем более выщелочена почва от оснований, тем мощнее почвенный профиль. Почвы имеют слабокислую или нейтральную реакцию среды, насыщены основаниями, обогащены подвижными соединениями фосфора, калия, микроэлементами.

В таежно-лесной области на средних или основных породах также формируются *буроземы* и *буроземы темные*. Эти почвы будут подробно рассмотрены в других главах.

### Болотные почвы

К подчиненным ландшафтам приурочены болотно-подзолистые почвы — *торфяно-подзолисто-глеевые* (Т-ELg-BELg-BTg-G-CG), принадлежащие к текстурно-дифференцированным почвам, и болотные — *торфяные олиготрофные* (ТО-ТТ) и *торфяные эутрофные* (ТЕ-ТТ) почвы, принадлежащие к стволу органогенных почв.

*Торфяно-подзолисто-глеевые* почвы развиваются под заболоченными еловыми и сосново-еловыми лесами с мохово-кустарничковым наземным покровом в условиях временного избыточного переувлажнения. По характеру увлажнения они разделяются на почвы поверхностного и грунтового увлажнения. Почвы поверхностного увлажнения формируются на породах тяжелого гранулометрического состава и двучленных отложениях, способствующих застою атмосферной влаги; почвы грунтового увлажнения — при близком залегании грунтовых вод. Устойчивое переувлажнение приводит к образованию в этих почвах глеевых горизонтов и консервации растительных остатков в виде торфа.

Торфяно-подзолисто-глеевые почвы отличаются от подзолисто-глеевых наличием торфяного горизонта мощностью 15–30 см. Ниже залегает оглеенный элювиальный горизонт, в котором в большом количестве присутствуют мелкие железистые конкреции. К характерным свойствам этих почв относятся: менее кислая реакция элювиального горизонта, чем в подзолистых почвах; постепенное уменьшение содержания гумуса с глубиной, что обусловлено его потечностью в связи с преобладанием фульвокислот, связанных с несиликатными полуторными оксидами. Верхние горизонты обеднены илом и полуторными оксидами и обогащены кремнеземом. В глеевых горизонтах накапливаются подвижные формы железа.

Болотные почвы также формируются в условиях избыточного увлажнения атмосферными или грунтовыми водами под специфической влаголюбивой растительностью. Основная характерная особенность болотных почв — накопление полуразложившихся органических остатков (торфообразование). Общая мощность торфяной толщи превышает 50 см и иногда может достигать нескольких метров. В классификации 2004 г. эти почвы выделены в особый отдел — органогенные почвы, в который входят три типа: торфяные олиготрофные (торфяные болотные верховые почвы по классификации 1977 г.), торфяные эутрофные (торфяные эутрофные низинные почвы по классификации 1977 г.) и сухоторфяные (подобные почвы не были предусмотрены в классификации 1977 г.).

**Торфяные олиготрофные** почвы характерны для верховых болот. *Верховые болота* — это сфагновые олиготрофные болота, крайне обедненные минеральными солями, питание которых осуществляется атмосферными осадками. Такие болота отличаются более или менее хорошо выраженной выпуклостью рельефа и сплошным покровом из сфагновых мхов. Древесный ярус отсутствует или состоит из несомкнутых сосен в карликовой болотной форме. Травяно-кустарничковый ярус представлен березой карликовой, пушицей влагилищной, морошкой, клюквой, подбелом, голубикой, росянками и др. На осушенных участках часто развиваются заросли вереска (в Европе).

Торфяные олиготрофные (ТО–ТТ) почвы формируются в таежно-лесной области преимущественно на водораздельных пространствах в результате заболачивания суши или развития олиготрофной растительности в процессе зарастания водоемов. Эти почвы характеризуются торфяным горизонтом (ТО) мощностью от 10 до 50 см, который состоит преимущественно из сфагновых мхов разной степени разложения (табл. 6).

Торфяный горизонт имеет светлую окраску, низкую зольность (2,4–6,0% на сухое вещество) и сильноокислую реакцию среды (рН 3,2–4,2), очень низкую плотность твердой фазы (0,03–0,10 г/см<sup>3</sup>). Твердая фаза в торфяном горизонте составляет 0,14–0,65% от объема почвы. Влагоемкость почвы достигает 700–1500% влаги на сухое вещество. Емкость поглощения составляет 80–90 м-экв/100 г. Валовое содержание СаО, К<sub>2</sub>О изменяется от сотых до десятых долей процента. Характерно высокое содержание азота при незначительном участии подвижных аммонийных форм. В течение большей

Таблица 6. Таблица определения степени разложения торфа

Характер разложения торфа	Количество различных на глаз остатков	Количество разложившейся массы гумуса	Торфяная масса при сжатии образца	Вода в торфе и ее цвет	Степень разложения, %
Почти не разложившийся	4/5	1/5	Между пальцами не продавливается	При сдавливании торфа в руке выдавливается в большом количестве; почти не окрашена	5–10
Малоразложившийся	От 4/5 до 3/5	От 1/5 до 2/5	Проходит небольшая часть торфа, оставшаяся имеет шероховатую поверхность	Выдавливается в большом количестве; желтоватого цвета	15–20
Среднеразложившийся	От 3/5 до 2/5	От 2/5 до 3/5	Значительная часть продавливается между пальцами	Выдавливается немного; коричневая или светло-коричневая	25–35

части вегетационного периода горизонт насыщен водой. В нижней части профиля этот горизонт сменяется органомной почвообразующей породой, представляющей торфяную толщу, степень разложения которой увеличивается с глубиной. Соответственно меняется и цвет — от желто-бурого до темно-бурого, коричневого. Верхний торфяной горизонт может сменяться и минеральной глеевой толщей на глубине >50 см. Глеевый горизонт обычно сверху прокрашен потечным гумусом в сизовато-серые, темно-серые тона; ниже цвет меняется на зеленовато-оливковый, голубовато-сизый (Классификация..., 2004).

**Торфяные эвтрофные** почвы формируются на болотах низинного типа. **Низинные болота** — это травяные или гипново-травяные эвтрофные болота грунтового питания, наиболее богатые мине-

ральными солями. Для заливаемых низинных болот типичны заросли ив вместе с восковником, которые сопровождаются богатым травяным ярусом, составленным осоками, вахтой трехлистной, сабельником болотным, калужницей и др. На черноольховых топях встречаются валериана бузинолистная, молочай болотный, ирис желтый.

Торфяные эутрофные (ТЕ–ТТ) почвы развиваются в понижениях рельефа на водораздельных равнинах, на древних пойменных террасах, в понижениях речных долин, на обширных водно-ледниковых низменностях. На поверхности таких почв может находиться очес из мхов и травянистой растительности, под которым залегает эутрофно-торфяный горизонт (ТЕ) бурого цвета мощностью > 50 см, имеющий более высокую степень разложения торфа, чем в горизонте ТО торфяных олиготрофных почв (обычно > 50%). Горизонт подстилается хорошо разложившейся толщей темно-коричневого цвета (ТТ). В тех случаях, когда в профиле на глубине > 50 см вскрывается минеральная глеевая толща, она, как и в почвах верховых болот, прокрашена потечным органическим веществом в сизовато-серые или темно-серые тона, сменяющиеся ниже светло-оливковым или сизо-голубым горизонтом. Грунтовые воды северо- и среднетаежных лесных областей слабо минерализованы, поэтому почвы имеют слабокислую или даже нейтральную реакцию суспензии (рН 5,0–6,5). Для них характерны высокие степень насыщенности основаниями и емкость поглощения (100–2000 м-экв/100 г), поглощающий комплекс может быть полностью насыщен основаниями. Зольность колеблется от 6 до 18%. Содержание органического вещества больше 35%, степень его разложения относительно высокая, содержание азота 1,5–4%.

### Бореальные лугово-лесные океанические области

Лугово-лесные области приурочены к океаническим территориям. В Северном полушарии к ним относятся *Исландско-Норвежская* (включающая острова и материковые побережья Норвежского моря) и *Берингово-Охотская* (включающая побережье Охотского моря, Сахалин, Камчатку, Курильские и Алеутские острова, юго-западное побережье полуострова Аляски с островами Святого Лаврентия и Святого Матвея) области. В Южном полушарии — *Огненноземельская* область (включающая южную часть Огненной земли и Фолклендские острова).

Своеобразие этих территорий связано с приморским климатом, более мягким, чем климат внутри континента. Часто здесь встречаются листопадные леса с мощным травяным покровом и лиственничные редколесья с кедровым стлаником и березой. Для всех территорий характерно сочетание равнин с низкогорным рельефом и влияние на почвообразование вулканической деятельности. В климатическом отношении территории отличаются высокой относительной влажностью (до 70–80%) и прохладным дождливым летом. Средние температуры июля составляют около +10 °С. Зимние температуры различны: в Охотске они опускаются до -20 °С, на Камчатке до -10 °С, а на Алеутских островах, в Исландии и Норвегии — +1–+5 °С. Количество осадков также различно и колеблется от 350 до 800 мм (в Бергене — 1958 мм).

В 50-х годах прошлого столетия было широко распространено представление о ведущей роли дернового процесса в формировании почв под травяными березовыми лесами. Это нашло отражение на почвенных картах того времени (Почвенная карта СССР, 1955). Так, на Камчатке и побережье Охотского моря выделяются дерновые субарктические почвы океанической фации. Дальнейшее изучение этих территорий позволило выявить значительное влияние на почвообразование вулканической деятельности. Наиболее обстоятельно это явление было изучено на Камчатке И. А. Соколовым (1973), установившим, что на вулканических породах формируются охристые и слоистопепловые почвы, которые на Почвенной карте ФАО/ЮНЕСКО масштаба 1:5 000 000 и Почвенной карте мира (М 1:10 000 000) под редакцией В. А. Ковды (Почвенная карта мира..., 1975) выделены как андосоли.

Вулканические почвы своеобразны благодаря сильному влиянию рыхлых пирокластических вулканических отложений, которые часто бывают супесчаного или песчаного гранулометрического состава с включениями неокристаллизованных сильнопористых обломков вулканогенных осадочных пород. Большое влияние на почвообразование оказывает частота пеплопадов, то есть время, в течение которого может формироваться почвенный профиль. И. А. Соколовым (1973) выделены 3 зоны интенсивности пеплопадов, с которыми он связывает и развитие почвообразования.

1. Близко к центрам извержения находится зона *интенсивных пеплопадов*, отличающаяся частым и обильным выпадением вулканокластического материала относительно грубого гранулометриче-

ского состава. Очень четко выражена слоистость. Мощность отдельных слоев колеблется от долей сантиметра до десятков сантиметров. Каждый слой соответствует одному извержению или циклу извержений. На границах между слоями обычно отмечаются погребенные органогенные почвенные горизонты, но нередко извержения следуют так быстро одно за другим, что гумусовые горизонты сформироваться не успевают. Почвы называются *слоисто-пепловыми* (W-C") или *слоисто-охристыми* (АО-[ВН-ВАН]>3-C"). В современной классификации они отнесены к стволу синлитогенных почв. Первые находятся в отделе слаборазвитых почв, вторые — в отделе вулканических почв. Слоисто-охристые почвы выделяются на уровне подтипа в типе *охристых* почв.

2. *Зона умеренных пеплопадов* с подзоной ослабленных пеплопадов. В этой зоне интервалы между поступлениями пирокластического материала резко увеличиваются. Выпадение пеплов, как правило, не вызывает гибели растительности. Небольшие порции пеплов рассеиваются в горизонте лесной подстилки и затем, по мере ее минерализации, поступают в верхние минеральные почвенные горизонты, не образуя хорошо видимых слоев. Обильное выпадение пеплов, сопровождающееся погребением поверхности почв, происходит только в отдельные периоды общего усиления вулканической деятельности. Мощность аэральнх пирокластических отложений в зоне умеренных пеплопадов не превышает 1,5 м и обычно колеблется около 60–80 см. Гранулометрический состав отложений довольно однородный — вулканические пески и пеплы. В этой зоне формируется центральный тип вулканических пепловых почв — *охристые почвы* (АО-ВН-ВАН-C").

3. *Зона слабых пеплопадов*. Здесь мощность аэральнх пирокластических отложений не превышает 20 см. Их гранулометрический, минералогический и химический состав довольно однородный: они представлены главным образом вулканической пылью (размер частиц <0,1 мм), в составе которой преобладает кислое вулканическое стекло (более 65%), поэтому почвообразование протекает, как правило, на кислых породах. Слоистость не прослеживается, погребенные органогенные горизонты отсутствуют, то есть в данных условиях пеплы играют роль примеси к почвообразующим породам, и почвообразование протекает, как в почвах постлитогенного ствола. Наиболее распространенные почвы этой области — *охристо-подзолистые* (АО-Е-ВН-ВАН-C").

Таким образом, к преобладающим почвам, сформированным на невулканических породах легкого гранулометрического состава в автоморфных условиях, относятся *подзолы* и *подбуры*, характерные для бореальных условий почвообразования.

Основным типом, развитым на вулканических породах, служат *охристые* почвы. В свойствах этих почв находят яркое отражение как зональные биоклиматические особенности, так и своеобразие вулканических пород. Почвы формируются под травяными лесами в зоне умеренных пеплопадов.

В качестве примера приведем описание слоисто-охристых почв из справочника-определителя под ред. Г. В. Добровольского (Почвы СССР..., 1979). В описании введены индексы, предложенные классификацией 2004 г.

АО (*грубогумусовый*) — верхняя часть представлена рыхлой слаборазложившейся подстилкой с примесью вулканических песков и пеплов мощностью до 5 см. Ниже залегает горизонт коричневого или бурого цвета, представляющий собой смесь вулканических пеплов с органическим материалом разной степени разложения. Общая мощность горизонта до 10 см.

ВН (*иллювиально-гумусовый*) — бурого, темно-коричневого, охристого цвета. Песчаный или супесчаный, часто бесструктурный, иногда имеет порошистую, комковато-порошистую структуру. Мощность до 10 см.

ВАН (*охристый*) — ярко-охристый, икряной структуры в виде однорядковых водопрочных округлых отдельностей размером 1–5 мм, покрытых органо-железистыми оболочками. При разминании структурных отдельностей выделяется влага (эффект псевдотиксотропии).

[АО, АУ]` (*погребенный гумусовый*) — серовато-охристый или серовато-бурый, супесчаный или легкосуглинистый, непрочной комковато-зернистой структуры, связный, липкий. При растирании становится мокрым. Мощность до 12 см.

[ВАН]` (*погребенный охристый*) — ярко-охристый, среднесуглинистый, мелкокомковатый, легко рассыпается на структурные отдельности, при растирании становится мокрым. Мощность до 14 см.

[АО, АУ]" (*второй погребенный гумусовый*) — либо четкий, темноокрашенный, грубогумусный, либо нечеткий, серо-бурых тонов. Мощность до 10 см.

[ВАН]" (*второй охристый*) — либо яркий, малиново-охристых тонов, либо более тусклый, бурых или охристо-бурых тонов.

Охристые почвы характеризуются высоким содержанием органического вещества по всему профилю (более 5%) и повышенным

содержанием гумуса (8–10%) в ВН и ВАН горизонтах (как современных, так и погребенных). Органическое вещество либо накапливается в виде грубого гумуса (9%) в современном органогенном горизонте, либо образуется потечный подвижный гумус, накапливающийся в иллювиальных и охристых горизонтах. По данным Г. В. Добровольского и И. С. Урусевской (2004), 84% запасов гумуса приходится на современный гумусово-иллювиальный горизонт и погребенные гумусово-аккумулятивные и гумусово-иллювиальные горизонты и лишь 16% — на современный гумусово-аккумулятивный горизонт. Гумус имеет фульватный характер. Отношение  $S_{гк}/S_{фк}$  в верхнем грубогумусовом горизонте колеблется от 0,7 до 0,9; преобладающие фракции представлены гуминовыми и фульвокислотами, связанными с несиликатными полуторными оксидами. Вниз по профилю это отношение уменьшается до 0,2–0,3, что свидетельствует о преобладании фульвокислот, а среди них — наиболее агрессивных фракций. Процессы трансформации органических веществ в погребенных горизонтах сопровождаются образованием органо-минеральных соединений, характерных для альфегумусового процесса.

Охристые почвы формируются на вулканических песках и супесях. Среди вторичных минералов, образующихся при интенсивном внутрипочвенном выветривании, преобладают аморфные формы, а кристаллические почти полностью отсутствуют. Новообразованные вещества представлены главным образом аморфными гидроксидами железа и алюминия, аллофаном и органо-минеральными (Al-Fe-гумусовыми) соединениями. Значительная часть аморфных оксидов присутствует в виде пленок на поверхности пепловых частиц, что приводит к высокому содержанию подвижных веществ в вытяжке Тамма. Почвы характеризуются кислой или слабокислой реакцией среды, низкой емкостью поглощения, что связано с преобладанием в илистой фракции аморфных веществ. В верхней части профиль не насыщен основаниями, в нижней — слабо не насыщен.

Охристые почвы обладают специфическими физическими свойствами: высокой порозностью, низкой объемной плотностью, провальной фильтрационной способностью, хорошей аэрацией, слоистостью. Для иллювиальных и погребенных горизонтов характерен эффект псевдотиксотропии и низкие значения плотности ( $< 1 \text{ г/см}^3$ ) при полевой влажности. Высокая внутриагрегатная порозность и обилие

аморфных, способных к гидратации и набуханию вторичных минералов определяют исключительно высокую гидрофильность почв, несмотря на песчаный и супесчаный гранулометрический состав.

Охристые почвы подразделяются на типы по виду органо-аккумулятивного горизонта (*перегнойно-охристые* — Н-BAN-C") и наличию подзолистого горизонта (*охристо-подзолистые* — АО-E-BN-BAN-C"). Перегнойно-охристые почвы формируются при нарастании суровости и гумидности климата. При ослаблении интенсивности пеплопадов формируются охристо-подзолистые почвы.

В условиях периодического переувлажнения, связанного с поверхностным затоплением, образуются *лугово-дерновые* почвы. Они формируются на высоких поймах, современных конусах выноса и пологих шлейфах склонов под высокотравно-разнотравными лугами, среди которых встречаются участки, поросшие лесом. Почвообразующими породами служат аллювиальные, аллювиально-пролювиальные и делювиальные отложения, которые часто близки к вулканическим аэральным отложениям по химическому и минералогическому составу. Профиль лугово-дерновых почв состоит из дернины, гумусово-аккумулятивного горизонта, ниже образуется иллювиально-гумусовый горизонт, если почва сформирована на слабо переработанных вулканических пеплах, или переходный горизонт, если почва развита на аллювиальных отложениях. Как и охристые, лугово-дерновые почвы могут иметь погребенные горизонты. Возможно, по современной классификации подобные почвы следует относить к серогумусовым метаморфизованным почвам.

В условиях близкого залегания к поверхности грунтовых вод (у подножия склонов, по периферии конусов выноса и болот) на аллювиально-пролювиальных отложениях под высокотравной растительностью формируются *глеевые* почвы. Среди глеевых почв встречаются *глееземы* (O-G-CG), рассмотренные выше, и *перегнойно-глеевые* почвы (H-G-CG). Перегнойно-глеевые почвы диагностируются по наличию относительно мощного (20–35 см) темно-окрашенного перегнойного (H) горизонта и глеевого (G), верхняя часть которого часто прокрашена гумусом. В глеевом горизонте нередко присутствуют мелкие конкреции. Горизонт окрашен в синие, сизые, зеленовато-сизые тона. Перегнойный горизонт характеризуется высоким содержанием органического вещества (40–65% потеря при прокаливании). По всему профилю наблюдается наличие потеч-

ного гумуса (0,5–2,5%). В нижней части профиля содержание гумуса может даже увеличиваться. Реакция по всему профилю кислая и находится в пределах  $pH_{KCl}$  3,2–5,7.

Большие площади лугово-лесных океанических областей занимают почвы верховых болот — *торфяные олиготрофные*. Для них характерны большая мощность торфяной залежи (до нескольких метров), низкая степень разложения торфа, слоистость профиля, в котором выделяются бурые, темно-бурые, буро-коричневые и коричневые слои торфа. В профиле торфяных почв могут встречаться прослойки вулканических пеплов (чем ближе к вулканам, тем больше количество таких прослоек и тем они мощнее). Торфяные почвы, подвергающиеся сильному влиянию пеплопадов, могут классифицироваться как *торфяные олиготрофные слоисто-пепловые* (ТО–ТТ”).

Торфяные почвы низинных болот (*торфяные эутрофные* — ТЕ–ТТ) распространены небольшими массивами. Почвы формируются при близком залегании грунтовых вод. Для них характерна относительно небольшая мощность торфяного горизонта и высокая степень его разложения. Почвы имеют черную окраску. В нижних горизонтах часто наблюдается гидрогенная аккумуляция веществ в форме прослоек болотной руды темных буро-ржавых тонов с железисто-марганцевыми конкрециями округлой или бобовидной формы, а также скопление вивианита ярко-синих тонов. При наличии в профиле вулканических песков и пеплов почвы следует относить к подтипу *торфяные эутрофные слоисто-пепловые* (ТЕ–ТТ”).

## Бореальные мерзлотно-таежные области

Бореальные мерзлотно-таежные области занимают 837,5 га, что составляет 35% площади пояса. На горные территории приходится 52,5%. Обособление мерзлотно-таежных областей было сделано в 50–60 годы прошлого столетия, что связано с крупными исследованиями в Восточной Сибири.

Особенность данных областей — континентальный и экстраконтинентальный, относительно сухой и холодный климат. Почвообразовательный процесс протекает под влиянием вечной мерзлоты. Почвы в течение 7–8 месяцев (и более) имеют отрицательную температуру. Летом они оттаивают на незначительную глубину,

а зимой промерзают до многолетней мерзлоты. Бореальные мерзлотно-таежные области имеют следующие климатические характеристики (табл. 7).

Таблица 7. Средние климатические показатели для бореальных мерзлотно-таежных областей

Средняя $t^{\circ}$		Сумма $t^{\circ} > 10^{\circ}C$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-24 — -25	+12 — +16	400–1550	250–400	0,9–1,2	40–100

В литолого-геоморфологическом отношении территория неоднородна. В основном это области горного рельефа, в пределах которого распространены горы, плоскогорья, расчлененные плато и низменные равнины. Важное значение в почвообразовании здесь имеют продукты выветривания коренных пород — элювий, делювий, колювий. Почвообразующие породы представлены маломощными рыхлыми отложениями, состоящими из обломков местных пород.

В центральной части Северной Канады выделяется Макензинская низменная подобласть, а в северной части Восточно-Сибирской области — Нижне-Ленская, Индигирская и Колымская. Низменности сложены главным образом аллювиальными и озерными отложениями различного гранулометрического состава.

Почвообразование протекает в основном под светлохвойными лиственничными или еловыми и елово-лиственными лесами северной и средней тайги. К наиболее широко распространенному типу мерзлотно-таежных почв относятся *криоземы* (Классификация..., 2004). Они выделяются по наличию вечной мерзлоты в пределах почвенного профиля, поэтому процессы почвообразования в этих почвах существенно отличаются от процессов, протекающих в почвах таежно-лесных областей. Для почвообразования в данной области характерны следующие особенности:

- В мерзлотно-таежных почвах зимнее промерзание обязательно смыкается с вечной мерзлотой, мощность которой может достигать нескольких сотен метров. Мерзлота унаследована от ледниковой эпохи. Наиболее холодные температуры в мерзлой

почвенной толще обычно отмечают наверху, сравнительно близко к поверхности, что свидетельствует о продолжающемся современном образовании мерзлоты. В таких почвах нет связи с нижележащими слоями, и кора выветривания в обычном понимании этого термина в данный момент не формируется. Гумус образуется из опада светлохвойной тайги и имеет ярко выраженный фульватный состав. Он очень подвижен, насыщен железом и алюминием и не имеет интенсивной темной окраски. Иногда более светлые нижние горизонты могут содержать 2–3% гумуса. Такие почвы Е. Н. Иванова (1965) называла потечно-гумусовыми.

- Минеральная часть почвенного профиля слабо дифференцирована. Подзолистый процесс и лессиваж в этих почвах выражены слабо. Это обусловлено следующими причинами: а) нисходящие токи в мерзлотных почвах незначительны, что связано с наличием водоупорного слоя в виде вечной мерзлоты, поэтому большую часть времени почвы находятся в застойном режиме; б) мерзлотные почвы редко просыхают полностью из-за постоянного подтаивания в теплый период слоя вечной мерзлоты, поэтому в них не образуются поры растрескивания, необходимые для протекания лессиважа, то есть нет путей, по которым должен идти вынос ила; в) общая охлажденность почв снижает интенсивность развития всех биохимических процессов, что в конечном счете тормозит дифференциацию профиля.
- Для почв характерна криогенная динамика почвенной массы. Осенью почвы начинают промерзать с двух сторон. Влажные массы, сдавленные между двумя слоями, испытывают напряжение и могут перемещаться и в стороны, и вверх. В результате происходит перемешивание почвенной толщи и формирование микрорельефа, который здесь является следствием внутрпочвенного напряжения. Бугорки образуются в местах расположения менее мерзлой почвы, обычно находящейся под покровом растительности.

Таким образом, вечная мерзлота оказывает влияние прежде всего на водный и тепловой режимы почв, на интенсивность химических, физико-химических и биологических процессов, на турбацию почвенной массы и формирование микрорельефа.

Важное значение в формировании почв имеет характер вечной мерзлоты. Выделяют три группы почв по характеру мерзлотности:

1) почвы содержат мало влаги, поэтому при охлаждении и промерзании их частицы не цементируются, что характерно для почв, формирующихся на щебнистых и легких породах; такая мерзлота называется *морозной*;

2) содержание влаги в почвах увеличивается, частицы слипаются, и образуется слой мерзлоты, цементирующий минеральную массу; мерзлота представлена *льдоцементом*;

3) почвы переувлажнены, вода замерзает, образуя слои льда; горизонты льда преобладают в почвах над минеральной массой; мерзлота называется *льдистой*; с наступлением тепла льдистые прослойки оттаивают, формируя влажную тестообразную массу, обладающую свойствами тиксотропии; такая мерзлота обуславливает развитие заболачивания.

Территории бореальной мерзлотно-таежной области подразделяют на зоны северной и средней тайги, в пределах которых выделяют гумидные и семигумидные формации (фации).

### Бореальные мерзлотно-таежные гумидные формации

Почти повсеместно в мерзлотно-таежной гумидной формации почвообразование ограничено суровыми климатическими условиями: краткостью биологически активного периода, глубоким и длительным промерзанием почв, влиянием мерзлоты, а также характером субстрата — щебнистым маломощным элюво-делювием плотных пород. В результате профили большинства почв имеют малую мощность и не дифференцированы на горизонты. Закономерности распространения почв и влияние мерзлоты на их формирование сходны с почвообразованием в тундре.

В мерзлотно-таежных гумидных условиях на щебнистых почвообразующих породах формируются чаще всего *подбуры*. Из-за малой водоудерживающей способности сплошная льдистая мерзлота в них не образуется, а следовательно не формируется и мерзлый водоупорный горизонт, который привел бы к развитию глеевого процесса. На хорошо дренированных склонах в таких почвах появляются признаки оподзоливания.

На суглинистых слабощепнистых субстратах образуются мерзлотно-таежные почвы — *криоземы*. Генетический профиль криоземов включает следующие горизонты (Классификация..., 2004):

**O** (*подстилично-торфяной*) — состоит из грубогумусового и перегнойного материала. Общая мощность органогенного горизонта < 15 см.

**CR** (*криотурбированный*) — серовато-бурого цвета, имеет признаки криотурбации с включениями органического материала и углистых частиц. Во влажном состоянии бесструктурный или имеет непрочную криогенно-слоеватую структуру. Нижняя часть насыщена влагой, тиксотропна, бесструктурна, отличается большой плотностью. Мощность обусловлена глубиной оттаивания профиля — 50–70 см.

**C** — представляет собой слой льдоцемента или льдистой массы.

Профиль не дифференцирован по гранулометрическому и валовому химическому составу, характеризуется кислой или нейтральной реакцией среды. Минеральная масса пропитана гумусом гуматно-фульватного или фульватного состава. Содержание гумуса около 1%.

Помимо мерзлотно-таежных почв в гумидной фации на суглинистых породах формируются глее-мерзлотно-таежные, или надмерзлотно-глеевые, почвы — *криоземы глееватые* C–CRg–Cg (Классификация..., 2004). Они диагностируются по признакам надмерзлотно-оглеения и формируются преимущественно на выровненных участках и в подчиненных позициях рельефа, способствующих длительно застою надмерзлотной верховодки. В почвах на глубине 75–120 см присутствует льдистая мерзлота. Высокая водоудерживающая способность и наличие водоупора определяют развитие глеевого процесса. Оглеенная минеральная толща подвержена мерзлотным криотурбациям, что обуславливает недифференцированность почвенного профиля по валовому химическому составу и распределению илистой фракции. Почвы кислые, не насыщены основаниями. Гумус фульватный, пропитывает почвенную толщу и часто накапливается в надмерзлотном горизонте (Ccr) в результате процесса надмерзлотной ретинизации и проникновения его по морозобойным трещинам. В связи с наличием процессов оглеения в оксалатную вытяжку переходит от 25 до 30% валового содержания железа.

Все криогенные почвы отличаются малой мощностью (до 0,5 м), грубогумусностью, криотурбированностью, иногда тиксотропностью. Для почв характерно отсутствие оподзоленности. Наблюдается накопление оснований в органогенном горизонте при кислой

реакции его среды. Вниз по профилю кислотность снижается. В криоземах типичных криотурбации идут активнее, что и ограничивает развитие в них глеевого процесса.

В понижениях рельефа развиваются мерзлотные болотные почвы. Их особенность — незначительная мощность торфяного горизонта, что обусловлено замедленностью процессов торфообразования.

В замкнутых межгорных котловинах и на склонах южной экспозиции встречаются участки степной растительности, относящиеся к дерновинно-злаковым степям. Здесь произрастают житняк, келерия, типчак, полынь холодная, мятлик. Такие территории распространены как в Восточной Сибири, так и в Северной Америке в бассейне р. Юкона (Аляска). Под степной растительностью формируются *криоаридные* почвы — АК-BPL-BCA-Cca (Классификация..., 2004). Профиль этих почв дифференцирован по содержанию гумуса: в верхней части оно составляет 3–7%, в нижней падает до 1%. Состав гумуса гуматно-фульватный или фульватный, характеризуется высоким (40–50%) содержанием нерастворимого остатка. Такие особенности органического вещества объясняются слабой биологической активностью, обусловленной сухостью и жестким температурным режимом. Профиль слабо дифференцирован по гранулометрическому и химическому составу. Сумма обменных оснований составляет 20–30 м-экв/100 г, с глубиной их количество убывает. Почвы насыщены основаниями, реакция среды нейтральная сверху и щелочная внизу. Аккумулятивно-карбонатный горизонт характеризуется наличием в мелкоземе пропиточных форм карбонатных новообразований и натечных форм (бородок) на нижней поверхности щебня. Верхняя граница вскипания от 10%-ной HCl колеблется в широких пределах — от поверхности до 150 см.

### **Бореальные мерзлотно-таежные семигумидные формации**

Бореальные мерзлотно-таежные семигумидные формации расположены в предгорьях Северо-Западной Канады и в Центральной Якутии. Территории характеризуются экстраконтинентальным климатом с большой сухостью. Количество осадков менее 250 мм в год, КУ от 0,4 до 0,9. Зимние температуры снижаются до  $-45^{\circ}\text{C}$ , средние июльские температуры колеблются от  $+14$  до  $+16^{\circ}\text{C}$ . Вегетационный период составляет от 70 до 100 дней. В этот период почвы под таеж-

ной растительностью оттаивают на глубину 100–150 см (на песчаных породах до 200 см). Льдистая мерзлота в пределах почвенного профиля отсутствует. Наиболее глубокое протаивание (до 3,5 м) наблюдалось в Якутской котловине под сухими сосновыми лесами на песчаных террасах. Почвенный покров семигумидных территорий хорошо изучен в Центральной Якутии.

Растительность представлена лиственничными лесами с разреженным кустарничковым подлеском. В напочвенном покрове присутствует небольшое количество злаков и бобовых. На повышениях с супесчаными и песчаными породами развита лиственничная травяно-брусничная тайга и лиственнично-сосновые и сосновые леса с брусникой и травами. В наиболее сухих местах — остепненные березняки. На влажных территориях — лиственничники багульниковые. Таким образом, в напочвенном покрове значительную роль играет травянистая растительность, поэтому ежегодное поступление органического вещества количественно и качественно отличается от мохово-таежных лесов.

Важная особенность растительного покрова заключается в существовании аласных лугов. Аласы (местное название, вошедшее в научную литературу) — термокарстовые западины диаметром от нескольких метров до 5–10 км, часто округлой формы. В результате таяния льда происходит термокарстовая просадка поверхности, которая постепенно углубляется и заполняется водой от тающего льда. По мере своего развития алас проходит различные стадии зарастания. Образовавшаяся западина сначала заполняется водой, и образуется озеро. Озеро с течением времени заиливается и зарастает. Склоны первоначальной котловины обваливаются, и в западинах формируются болота, которые медленно зарастают, начиная от краев. На месте термокарстовой просадки остается плоское, неглубокое, переувлажненное понижение, заполненное иловато-суглинистым материалом, заросшее луговой или болотной растительностью. Выделяют 4 стадии формирования почвенно-растительного покрова аласа (Герасимова, 2007):

- 1 — образование озера;
- 2 — формирование низинного осокового болота с болотными низинными (торфяно-олиготрофными) почвами;
- 3 — усыхание аласной депрессии и появление луговых сообществ с лугово-болотными почвами на периферии аласа;

4 — образование зрелого аласа. Сокращается ареал гидрофильных сообществ с гидроморфными почвами, развивается лугово-степная растительность: сначала по периферии, затем отвоевывающая все большие площади термокарстовой западины. Под лугово-степной растительностью формируются лугово-черноземные почвы с пятнами солончаков и солонцов. Наличие легко- и среднерастворимых солей связано с присутствием морских меловых отложений, обогащенных солями NaCl и CaSO<sub>4</sub>. По современной классификации (Классификация..., 2004) эти почвы, по-видимому, следует относить к *гидрометаморфизованным подтипам черноземов* (AU-BCAq-Csaq) или *черноземов текстурно-карбонатных* (AU-SATq-Csaq).

Существующие аласы находятся на разных стадиях эволюции, поэтому они могут быть заняты либо болотными почвами, либо черноземно-луговыми, либо луговыми или лугово-болотными почвами, часто с признаками содового засоления. В черноземно-луговых почвах отчетливо проявляются мерзлотные деформации: полигоны на поверхности, морозобойные трещины, языковатость почвенных горизонтов.

На территориях, где оттаивающий слой превышает 1–2 м, формируются *палевые* почвы — AJ-BPL-BCA-Csa. Они относятся к отделу палево-метаморфических и отражают специфику почвообразования в условиях экстроконтинентального криоаридного климата, характерного для Центральной Якутии, на территориях сплошного распространения вечной мерзлоты. Почвы формируются под лиственничной тайгой и сухими холодными степями.

Генетический профиль палевых почв включает следующие горизонты (Классификация..., 2004):

AJ (*светлогумусовый*) — светло-серой или палево-серой окраски, с комковатыми или мелкокомковатыми прочными отдельностями либо с мелкой пороховидной структурой. Мощность 5–7 см (иногда 15–20 см), нижняя граница языковатая.

BPL (*палево-метаморфический*) — палевого цвета, с неясной комковатой структурой, с тонкими автохтонными железистыми и глинистыми пленками на поверхности минеральных зерен и структурных отдельностей. Мощность 10–30 см.

BCA (*аккумулятивно-карбонатный*) — палевого цвета, плитчато-листоватой структуры, рыхлый, пористый. Новообразования в виде псев-

домицелия и карбонатных боронок на обломочном материале пород, вскипает от 10%-ной HCl. Мощность 30–40 см.

Сса (*почвообразующая порода*) — светло-бурый, плитчато-листоватой структуры, суглинистый. С глубины 120–150 см наблюдаются тонкие (0,5–1,5 мм) ледяные прослойки.

Светлогумусовый горизонт (похож на серогумусовый) выделяется по слабой степени гумификации растительных остатков. Содержание гумуса 3–5%. Гумус гуматный и гуматно-фульватный (Сгк/Сфк 0,7–1,2 в верхних горизонтах и 0,3–0,5 в нижних), с высоким содержанием трудно гидролизуемых веществ (40–70%). Среди гуминовых кислот в верхних горизонтах преобладает фракция ГК–1, а в нижних горизонтах — ГК–2 и ГК–3. Высокое содержание органического вещества объясняется слабой минерализацией растительного опада в условиях низкой биологической активности.

Емкость катионного обмена 35 м-экв/100 г. Наблюдается нейтральная реакция среды, почвенный поглощающий комплекс насыщен основаниями. Наряду с кальцием и магнием в почвенном поглощающем комплексе присутствует натрий (3–10% от суммы поглощенных оснований). Тусклая окраска палево-метаморфического горизонта связана с относительно низким содержанием оксалатно-растворимых форм железа. По илу и валовому химическому составу почвы не дифференцированы.

Палевые почвы характеризуются мерзлотной трещиноватостью с образованием на поверхности полигонального рисунка. Трещины заполнены темным материалом, который проникает в палево-метаморфический, а иногда и в аккумулятивно-карбонатный горизонты.

Особенности почвообразовательного процесса, приводящего к формированию мерзлотно-таежных палевых почв, связаны с сухостью климата и наличием многолетней мерзлоты, которые обуславливают вымывание из почвы растворимых продуктов выветривания и почвообразования. Большое значение имеет обогащенность почвообразующих пород основаниями, перемещающимися в виде бикарбонатов щелочных и щелочноземельных металлов с восходящими токами влаги в сухой весенний и раннелетний периоды и нейтрализующими кислые продукты разложения опада. Своеобразие палевых почв также связано и с их формированием на морских меловых отложениях, обогащенных солями NaCl, CaSO<sub>4</sub>. Аккумуляции солей способствует и современная климатическая обстановка — сочетание

залегающей близко к поверхности мерзлоты и жаркого лета. Характерная особенность этих почв заключается в накоплении продуктов выветривания и почвообразования. Этому способствует вечная мерзлота, малое количество осадков и подтягивание растворов в сухой период. Таким образом, легкорастворимые соли и карбонаты во влажный период прижимаются к вечной мерзлоте, а в сухой — подтягиваются вверх. Поэтому в этих почвах часто наблюдается процесс осолодения, приводящий к формированию *палевых осолоделых* почв. Особенно ярко он проявляется на плоских нерасчлененных поверхностях под травяно-брусничной листовенничной тайгой. В таких же условиях формируются и *солоди*, которые в специальной литературе получили название таежных солодей.

*Мерзлотно-таежные палевые осолоделые* почвы (AJ-AJe-BPL-BCA-Cca) отличаются от типичных палевых почв несколько пониженным вскипанием от 10%-ной HCl и резко дифференцированным по элювиально-иллювиальному типу профилем. В нем отчетливо выделяется осветленный, белесый или пепельно-серый осолоделый AJe горизонт, обогащенный аморфной кремнекислотой, обедненный полуторными оксидами и имеющий пониженную емкость катионного обмена. В осолоделых почвах всегда наблюдается иллювиальное обогащение горизонта, лежащего ниже осолоделого, илом, оксидами железа и алюминия. Накопление карбонатов начинается на глубине около 40 см. Карбонатно-аккумулятивный горизонт на глубине 1 м переходит в породу, сцементированную мерзлотой. В верхнем горизонте эти почвы имеют кислую реакцию среды, которая книзу сменяется щелочной. Содержание гумуса в верхнем горизонте 3%. Сумма поглощенных оснований составляет 20–25 м-экв/100 г в гумусовом горизонте, уменьшаясь в осолоделом до 10–25 м-экв/100 г и вновь увеличиваясь в палевом горизонте. В составе поглощенных оснований в верхнем горизонте преобладает кальций, в осолоделом — магний. Содержание обменного натрия достигает 10–15% от суммы поглощенных катионов.

Осолодение мерзлотно-таежных палевых почв связывают и с криогенным подтягиванием растворов из глубоких надмерзлотных слоев к фронту осенне-зимнего промерзания, что приводит к постепенному внедрению натрия в почвенный поглощающий комплекс.

*Солоди* (AY-EL-BT-BCA-Cca) характеризуются малым накоплением гумуса (1,5%), щелочной реакцией среды, низкой емкостью катионного обмена, сравнительно высоким содержанием обменного

натрия (3–7 м-экв/100 г). Мощность белесого осолоделого горизонта достигает 20 см.

С осолоделыми почвами сочетаются *солонцеватые*, распространенные по надпойменным террасам рек и в области древнеаллювиальной равнины. В этих же условиях встречаются *солонцы*.

В небольшом количестве развиты *солончаки* — содовые, сульфатные и хлоридные. К причинам развития процессов засоления в таежно-мерзлотной зоне относятся сухость, резкая континентальность климата, наличие многолетней мерзлоты. Все это препятствует достаточному промыванию почв и вымыванию солей из почвенно-грунтовой толщи. Засоленность некоторых древних осадочных пород и рыхлых четвертичных наносов, котловинный характер рельефа также способствуют континентальному соленакоплению.

### Контрольные вопросы

1. Основные процессы почвообразования в таежно-лесных областях бореального пояса.
2. Главные типы автоморфных почв таежно-лесных областей бореального пояса и их свойства.
3. Гидроморфные почвы бореального пояса.
4. Особенности гумусообразования в почвах таежно-лесных областей бореального пояса.
5. Причины обособления мерзлотно-таежных областей в бореальном поясе.
6. Основные процессы почвообразования в мерзлотно-таежных областях бореального пояса.
7. Главные типы автоморфных почв мерзлотно-таежных областей бореального пояса и их свойства.
8. Особенности почвообразования в лугово-лесной океанической области бореального пояса.

### СУББОРЕАЛЬНЫЙ ПОЯС

Суббореальный пояс занимает 16% от площади суши Земли, что составляет 2,2 млрд га. В основном пояс распространен в Северном полушарии — в Евразии, Северной Америке. В Южном полушарии к нему относятся лишь небольшие площади на юге Аргентины

и в Новой Зеландии. Удельный вес горных территорий составляет 33,5% от поверхности пояса. Это самый «горный» пояс в мире. В суббореальном поясе по степени увлажнения можно выделить четыре области: *гумидную, семигумидную, семиаридную и аридную*. Гумидные и семигумидные области занимают 39% от площади пояса, семиаридные и аридные — 61%, из которых 36% приходится на долю пустынь. Климатические показатели в пределах областей несколько отличаются, но в целом пояс характеризуется суммой активных температур воздуха (сумма  $t > 10^{\circ}\text{C}$ ) от 2200 до 4000 $^{\circ}\text{C}$ , продолжительностью вегетационного периода от 130 до 210 дней. Безморозный период во влажных субокеанических областях длиннее морозного, а в континентальных, наоборот, может быть короче, здесь также могут наблюдаться поздние весенние и ранние осенние заморозки. Средние месячные температуры на глубине 20 см могут колебаться у различных типов почв в очень широких пределах от  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Сезонные колебания температур могут проникать глубоко (до 5 м) в почвенную толщу.

В суббореальном поясе на обширных внутренних равнинах Евразии хорошо выражена широтная зональность. Распределение суббореальных почв в Северной Америке подчинено более сложным закономерностям. В Канаде еще наблюдаются почвенные зоны, близкие к широтным, а на территории США они приобретают меридиональное простирание. На небольшом пространстве суббореального пояса в Южной Америке также преобладает меридиональное, параллельное Андам простирание почвенных зон. Характерная особенность географии почв суббореального пояса заключается в том, что семигумидные, семиаридные и аридные почвенные зоны нигде (кроме Южной Америки) не подходят к берегам океанов и замыкаются меридиональными гумидными зонами бурых лесных почв. Таким образом, здесь при движении от Мирового океана вглубь материка происходит смена влажных ландшафтов сухими, связанными с нарастанием континентальности климата и суровости зимы.

К основным процессам, формирующим почвенный покров данного пояса, относятся: аккумуляция гумуса, метаморфизация, ксерометаморфизация, солонцовый и солончаковые процессы. Им сопутствуют и другие, которые будут рассмотрены при изучении почвенного покрова конкретных областей.

**Таблица 8. Почвы, образующие почвенный покров суббореального пояса**

Классификация и диагностика почв России (2004)	Классификация и диагностика почв СССР (1977)
<p><b>СТВОЛ: ПОСТЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b></p> <p><b>Отдел: структурно- метаморфические почвы</b></p> <p><b>Тип:</b></p>	
<p>Буроземы AY-BM-C</p>	<p>Соответствуют малощебнистым суглинистым подтипам кислых и кислых оподзоленных почв типа бурых лесных почв</p>
<p>Буроземы темные AU-BM-C</p>	<p>Соответствуют подтипу бурых лесных слабонасыщенных почв и, частично, выщелоченным и оподзоленным подтипам дерново-карбонатных почв</p>
<p><b>Отдел: текстурно- дифференцированные почвы</b></p> <p><b>Тип:</b></p>	
<p>Сырые AY-AEL-BEL-BT-C</p>	<p>Сырые лесные почвы (подтип в одноименном типе почв)</p>
<p>Темно-серые AU-AUe-BEL-BT-C</p>	<p>Темно-серые лесные (подтип в типе серых лесных почв)</p>
<p><b>Отдел: аккумулятивно- гумусовые почвы</b></p> <p><b>Тип:</b></p>	
<p>Черноземы глинисто- иллювиальные AU-BI-C(ca)</p>	<p>Оподзоленные и выщелоченные подтипы в типе черноземов, а также выщелоченные и оподзоленные роды типа лугово-черноземных почв</p>
<p>Черноземы AU-BCA-Cca</p> <p><i>Подтипы:</i> миграционно-мицелярные, сегрегационные, миграционно-сегрегационные, гидрометаморфизированные</p>	<p>Типичные, обыкновенные и, частично, выщелоченные подтипы типа черноземов, а также тип лугово-черноземных почв (за исключением родов выщелоченных и оподзоленных)</p>
<p>Черноземы текстурно- карбонатные AU-CAT-C(ca)</p>	<p>Подтип южных черноземов, а также подтип темно-каштановых почв</p>
<p>Черноземовидные AUg.nn-BMg-Cg</p>	<p>Типы лугово-черноземовидных и луговых темных черноземовидных почв («почвы амурских прерий»)</p>

В соответствии с классификациями почв 1977 и 2004 гг. почвенный покров представлен следующими почвами (табл. 8).

## Суббореальные гумидные области

Суббореальные лесные гумидные области занимают 4,4% площади Земли или 601 млн га, из них 38% или 239 млн га приходится на горные территории. Эти области расположены на океанических окраинах почти всех континентов, занимают небольшие площади и вытянуты в меридиональном направлении. В Северном полушарии это *Западно-Европейская* область, охватывающая Западную и Центральную Европу и заходящая в юго-западную часть России и сопредельных государств (в предгорных и горных районах Карпат, Крыма, Кавказа); *Восточно-Азиатская* область (преимущественно территории с горным рельефом), охватывающая восточную приокеаническую часть Евразии, занимая значительные площади в Корее, на северных островах Японии, в северо-восточной части Китая, в России (юг Дальнего Востока); *Северо-Американская восточная* (Приатлантическая), занимающая северо-восточные штаты США, и *Северо-Американская западная* (Тихоокеанская). В Южном полушарии к суббореальным гумидным областям относятся *Южно-Американская* (юг Чили) и *Австралийская (Новозеландско-Тасманская)* области (о-в Южный Новой Зеландии, о-в Тасмания). Суббореальные гумидные области характеризуются следующими климатическими показателями (табл. 9).

Таблица 9. Средние климатические показатели для суббореальных гумидных областей

Средняя температура, °С		Сумма t > 10 °С	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-6 — +6	+18—+22	2500—3000	600—1000	1,2—2,5	150—200

Таким образом, суббореальные гумидные области отличаются умеренно-теплым климатом с высоким увлажнением, что обеспечивает промывной тип водного режима. Почвы постоянно увлажнены, засушливые месяцы бывают не ежегодно, ливневые осадки отсутствуют. Зима мягкая, промерзание почв не ежегодное.

Для гумидных областей характерно широкое развитие хвойных, хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. Они составляют большое количество опада, богатого зольными элементами и азотом.

На территории распространены сиаллитные и карбонатные коры выветривания. Формируются породы различного генезиса и гранулометрического состава, отличающиеся высоким содержанием оснований и повышенным количеством железосодержащих минералов. Нередко породы карбонатны.

Почвенный покров большинства перечисленных областей на мировых почвенных картах представлен одной почвенной зоной — зоной *буроземов* (бурых лесных почв), на долю которых приходится 85% площади почвенной зоны; 15% занимают пойменные, гидроморфные и полугидроморфные почвы. Умеренно теплый и влажный климат; почвообразующие породы, богатые основаниями; опад, поставляющий большое количество зольных элементов и азота, — все это способствует процессу внутрипочвенного выветривания и интенсивному биологическому круговороту веществ.

Не существует строгой приуроченности этих почв к определенным формам рельефа. Они встречаются как на крутых горных склонах, так и на равнинных территориях, в предгорьях и в межгорных депрессиях при условии достаточно хорошего дренажа.

В качестве самостоятельного типа бурые лесные почвы были впервые описаны в Западной Европе немецким почвоведом Э. Раманном под названием «буроземы». В России выделение типа бурых лесных почв принадлежит Л. И. Прасолову, исследовавшему эти почвы в горах Крыма и Кавказа. Дальнейшее изучение бурых лесных почв связано с именами И. Н. Антипова-Каратаева, Д. И. Виленского, Ю. А. Ливеровского, И. П. Герасимова, С. В. Зонна, Г. И. Иванова и многих других. В современной классификации почв России (Классификация..., 2004) они выделяются в отделе структурно-метаморфических почв на уровне типов — *буроземы* и *буроземы темные*.

В формировании буроземов принимают участие несколько процессов.

1. *Метаморфизация (сиаллитное оглинивание)* — это процесс внутрипочвенного выветривания первичных алюмосиликатов с образованием и аккумуляцией вторичных глин сиаллитного состава.

Процесс сопровождается накоплением гидрослюдистых вторичных минералов и иллита, а также гидроксидов железа и алюминия. Агентами этого процесса служат микроорганизмы, углекислота и, в меньшей степени, гуминовые вещества. Особенно заметны результаты внутрипочвенного сиаллитного оглинивания в средней части профиля (имеющей бурый цвет), где на фоне положительных температур влажность почвы поддерживается на необходимом уровне в течение наиболее длительного периода и достаточно высока биологическая активность. Освобождающиеся при выветривании железо, алюминий и вновь образующиеся глинистые минералы в основном аккумулируются на месте.

2. Процессы *биогенной аккумуляции* — накопление в верхней части профиля тех или иных веществ, прежде всего органических, под непосредственным влиянием жизнедеятельности организмов. Среди этих процессов важную роль в данных почвах играют: *подстилкообразование, гумусообразование и гумусонакопление*. Накопление гумуса происходит за счет гумификации как лесного опада, так и травянистой растительности. Постоянная влажность буроземов и господство положительных температур в течение почти всего года способствуют повышенной активности микроорганизмов, микро- и мезофауны. Это обуславливает ускоренную гумификацию и минерализацию растительных остатков, которые и поступают в буроземы в сравнительно большом количестве, и трансформируются намного быстрее, чем в других лесных почвах бореального и суббореального поясов. В результате в буроземах накапливается относительно большое количество гумуса муллевого типа, то есть отличающегося высокой степенью дисперсности и тесной связью с минеральными компонентами почвы. В составе гумуса высока доля бурых гуминовых кислот, которые малоагрессивны и способны аккумулироваться на месте. Бурые гуминовые кислоты при взаимодействии с минеральной частью почвы образуют малоподвижные нерастворимые органо-минеральные комплексы, играющие роль структурообразователей, удерживающих в почвенных агрегатах тонкие частицы минерального и органического вещества и препятствующих вымыванию. Поэтому верхние горизонты буроземов хорошо оструктурены. Правда, их оструктуренность связана и с интенсивной деятельностью почвенных беспозвоночных: дождевых червей, ногохвосток, клещей и мокриц. Ими перерабатывается большая часть почвенной

массы, поэтому структура верхних горизонтов в значительной мере состоит из зоогенных агрегатов — копролитов.

3. *Лессиваж* — процесс пептизирования и выноса илистых и тонкопылеватых частиц с поверхности зерен грубозернистого материала или из микроагрегатов и перемещения их по профилю без разрушения.

Генетический профиль буроземов включает следующие горизонты (Классификация..., 2004):

*Лесная подстилка* — небольшой мощности, порядка 1 см; состоит из опавших листьев, хвои, веточек.

*AУ (гумусово-аккумулятивный)* — серо-бурого цвета, зернистой или зернисто-комковатой структуры с большим количеством копрогенных агрегатов, чаще всего суглинистый; рыхлый, пронизан корнями растений, ходами червей; нижняя граница ровная или слабоволнистая, переход постепенный; мощность от 10 до 20 см.

*ВМ (метаморфический оглиненный)* — бурого или коричневатого цвета, комковатой или комковато-ореховатой структуры, внизу — мелкоглыбистой; более тяжелый по гранулометрическому составу, чем верхний горизонт; заметны следы деятельности почвенных беспозвоночных, плотнее горизонта АУ; постепенно переходит в почвообразующую породу; мощность до 100 см.

*С (почвообразующая порода)* — различной окраски, обычно светлее метаморфического горизонта, неясно оструктуренная или имеет глыбистую структуру; более легкая по гранулометрическому составу; может содержать повышенное количество каменистых компонентов; иногда остаточно-карбонатная.

Тип *буроземы* (АУ-ВМ-С) характеризуется слабой дифференциацией почвенного профиля, интенсивным оглиниванием его средней части, отсутствием или очень слабым выносом ила, что проявляется в наличии тонких фрагментарных глинистых кутан по граням педов в метаморфическом горизонте. Для буроземов характерна кислая или слабокислая реакция среды. Емкость поглощения в верхних горизонтах составляет около 20 м-экв/100 г, но иногда может достигать 35 м-экв/100 г; степень насыщенности основаниями 50–80%. Среди поглощенных оснований преобладает кальций. Содержание гумуса в верхнем горизонте от 5–7 до 10–15%, состав гумуса гуматно-фульватный (отношение С<sub>гк</sub>/С<sub>фк</sub> 0,5–0,8), причем гуминовые кислоты представлены бурыми гуминовыми кислотами,

связанными с несиликатными полуторными оксидами. Наблюдается глубокое проникновение светлоокрашенного гумуса вниз по профилю. По химическому составу профиль практически не дифференцирован, наблюдается некоторое обеднение почвенной толщи кремнеземом по сравнению с породой и относительное обогащение алюминием и железом. Характерно накопление оксалатнорастворимого железа в верхних горизонтах. Возможно повышенное содержание ила в профиле по отношению к породе.

Наряду с буроземами встречаются *буроземы темные* (AU-ВМ-С). Они отличаются от первых более темным и мощным гумусовым горизонтом. Реакция среды в гумусовом горизонте слабокислая, с глубиной становится нейтральной. Гумус присутствует в количестве 3–10% и имеет гуматный состав (Сгк/Сфк 1,0–1,5), в котором преобладают бурые гуминовые кислоты, связанные с несиликатными полуторными оксидами. Буроземы темные характеризуются высокими емкостью поглощения (до 40 м-экв/100 г) и степенью насыщенности основаниями (более 60%).

В типах буроземов выделяются следующие подтипы (Классификация..., 2004): *грубогумусированные*, AY(AU)ao-ВМ-С; *оподзоленные*, AY(AU)e-ВМ-С; *глееватые*, AY(AU)-ВМg-Cg; *турбированные*, [AY(AU)-ВМ]tr-ВМ-С; *остаточно-карбонатные*, AU-ВМса-Са.

На почвенных картах мира выделяется большое разнообразие бурых лесных почв. Так, на территории Евразии помимо бурых лесных типичных почв выделяются: бурые лесные кислые, глееватые, оподзоленные, лессивированные, остаточно-карбонатные, глеевые, эутрофные, насыщенные, красноватые, нейтральные, лессивированные глеевые (Лобова, Хабаров, 1983); на территории Северной Америки — бурые типичные и эутрофные, бурые лесные кислые и лессивированные почвы. В Южной Америке (Чили) почвенный покров формируется в основном в условиях гор, и для этой территории характерны бурые лесные кислые и многогумусные кислые пеплово-вулканические почвы «трумао» (Розов, Строганова, 1979). В Новозеландско-Тасманской области преобладают бурые лесные почвы широколиственных лесов и своеобразные буро-серые почвы. Буро-серые почвы, по данным М. А. Глазовской (1972), развиваются в сухих межгорных котловинах под злаковой растительностью.

Помимо перечисленных почв в рассматриваемых областях распространены аллювиальные почвы различных подтипов, занимающие около 20 млн га.

### Суббореальные семигумидные области

Суббореальные семигумидные области — это области серых лесных, черноземовидных почв, черноземов типичных, выщелоченных и оподзоленных (Классификация..., 1977). Они занимают 1,9% площади Земли или примерно 260 млн га. Лишь незначительная часть (примерно 7%) приходится на долю горных территорий. К этим областям относятся лесостепные и лесо-лугово-степные территории. Границы областей определяются преимущественно по реконструкции растительного покрова в доагрикультурный период, так как в настоящее время 70–80% площади занимают пашни, поэтому размер территории определен приблизительно. Кроме того, в разных схемах почвенно-географического районирования подразделение данных регионов сильно различается. В связи с этим чаще всего в учебной литературе семигумидные области рассматриваются вместе с семиаридными как суббореальные переходные области.

Суббореальные семигумидные области распространены преимущественно в Евразии и Северной Америке. Они характеризуются следующими климатическими показателями (табл. 10).

Таблица 10. Средние климатические показатели для суббореальных семигумидных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ }^\circ\text{C}$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-6 — -20	+18—+24	2400-3200	400-600	0,6-1,2	130-210

Суббореальные семигумидные области, особенно на Евразийском континенте, в широтном отношении занимают значительные площади, поэтому их территория характеризуется нарастанием континентальности с запада на восток. Это особенно отражается на зимних температурах. Зима в западных районах сравнительно

теплая и мягкая, в восточных — суровая и малоснежная. С запада на восток уменьшается количество безморозных дней и годовое количество осадков. В Северо-Американской семигумидной области зимние температуры варьируют с севера на юг и количество осадков уменьшается в том же направлении. Количество засушливых месяцев варьирует от 1–2 для прерий до 3–4 для лесостепи. Большая часть осадков выпадает летом и часто в виде ливневых дождей, что усиливает поверхностный сток и уменьшает поступление воды в почву. Однако все автоморфные почвы подвержены глубокому промачиванию хотя бы раз в 10 лет, и их водный режим характеризуется как периодически промывной. В летний период почва иссушается, чему способствуют частые суховеи.

Суббореальные семигумидные области распространены преимущественно на сиаллитных и карбонатно-сиаллитных корках выветривания. Преобладающими почвообразующими породами являются лессы и лессовидные суглинки и глины.

Растительность лесостепной зоны до освоения ее человеком состояла из луговых степей и остепненных лугов в сочетании с широколиственными лесами в Европейской части Евразии и мелколиственными в Западной Сибири. Широколиственные леса состоят из дуба с незначительной примесью липы, ясеня, вяза, клена, бука, граба. В Приуралье распространены хвойно-широколиственные и березовые леса, в Западной Сибири — березово-осиновые травяные леса. Растительность Северо-Американской области представлена злаково-ковыльными степями.

Наиболее типичными почвами этой территории являются серые лесные почвы и черноземы типичные, выщелоченные и оподзоленные.

### Серые почвы

По подсчетам Е. В. Лобовой и А. В. Хабарова (Лобова, Хабаров, 1983), **серые** (AY-EL-BEL-BT-C) почвы (серые лесные) занимают площадь 1201,5 тыс. км<sup>2</sup>. Эти почвы были описаны еще в первых работах В. В. Докучаева как «типичные лесные земли» и «серые переходные земли». Серые лесные почвы В. В. Докучаев рассматривал в качестве самостоятельного типа, который формируется в результате своеобразного процесса почвообразования, протекающего

под травянистыми широколиственными лесами лесостепной зоны. Несколько позже были высказаны гипотезы вторичного происхождения серых лесных почв: 1) из черноземов путем деградации последних под влиянием наступающей лесной растительности; 2) из дерново-подзолистых почв под влиянием дернового процесса вследствие смены лесных формаций от хвойных к широколиственным с одновременным усилением роли травянистой растительности в почвообразовании; 3) из луговых почв при усилении дренажа и поселении на них лесной растительности. Вероятно, все эти точки зрения справедливы, и в каждом конкретном районе лесостепной зоны может быть своя история формирования серой почвы, что свидетельствует об их полигенетическом происхождении.

В Евразии зона серых почв выражена фрагментарно и тянется с запада на восток от Придунайских равнин до предгорий Саян. Наиболее обширные ареалы этих почв приурочены к Волыно-Подольской, Среднерусской и Приволжской возвышенностям, к югу Западно-Сибирской равнины. В Северной Америке они субмеридионально простираются к западу от Великих озер.

Наиболее характерными почвообразующими породами для серых почв являются лессовидные, покровные или аллювиально-озерные суглинки, реже — моренные наносы и элювии плотных пород. Почвообразующие породы обычно карбонатны.

Значительные площади серых почв приурочены к хорошо дренируемым возвышенным равнинам. Это территории с волнистым или холмистым рельефом и с четко выраженной овражно-балочной сетью. Однако они формируются и на плоских слаборасчлененных междуречьях, в низменностях и межгорных котловинах. Характер геоморфологических условий находит отражение в особенностях строения профиля этих почв.

Серые почвы формируются под широколиственными травянистыми лесами, фитомасса которых достигает 4000 ц/га при ежегодном приросте 90 ц/га. Широколиственные леса дают ежегодно 35–50 ц/га наземного опада, с которым поступает до 300 кг/га и более азота и зольных элементов. В составе золы опада  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  составляют в сумме 50–70%,  $\text{SiO}_2$  — 10–15%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 2–3%.

К основным процессам, формирующим серые почвы, относятся процессы биогенной аккумуляции, подзолистый, лессиваж и оглинивание.

Процесс биогенной аккумуляции обусловлен обогаченностью опада широколиственных лесов основаниями и азотом. В результате разложения такого опада образуются гуминовые вещества с бóльшим содержанием гуминовых кислот, чем в лесных почвах бореальной зоны. Значительная часть этих кислот нейтрализуется основаниями опада сразу под подстилкой. В результате закрепления малоподвижных гуминовых веществ (преимущественно гуминовых кислот) под подстилкой формируется гумусово-аккумулятивный горизонт, богатый азотом, фосфором, кальцием и другими элементами минерального питания. Однако не нейтрализованные гуминовые вещества вымываются в нижележащие горизонты, взаимодействуют с минеральными компонентами почв и разрушают их, что приводит к развитию подзолистого процесса и способствует дифференциации профиля.

*Подзолистый* процесс (разрушение в верхних горизонтах кристаллических решеток минералов и вынос продуктов деструкции за пределы профиля) в серых почвах протекает в более слабой форме, чем в почвах таежно-лесной зоны. Это прежде всего связано с отличием характера биологического круговорота веществ и условий гумификации относительно богатого основаниями опада на фоне периодически промывного типа водного режима, а иногда и с карбонатностью породы.

Генетический профиль серых почв, АУ–АЕЛ–ВЕЛ–ВТ–С(Сса), включает следующие горизонты (Классификация..., 2004):

*Лесная подстилка* — светло бурого цвета, состоит из отмерших листьев, остатков трав; мощность до 3 см.

АУ (*гумусово-аккумулятивный*) — от светло- до темно-серого цвета, комковатый или ореховато-зернистый; густо переплетен корнями травянистых растений; мощность 20–30 см.

АЕЛ (*гумусово-элювиальный*) — белесовато-серый или серый с гнездами белесого материала. Структура комковатая с тенденцией к горизонтальной делимости. На гранях структурных отдельностей — белесая присыпка, внутренние части агрегатов имеют более темный цвет, иногда содержат округлые конкреции железа диаметром до 1,0–1,5 мм; мощность 20–40 мм.

ВЕЛ (*субэлювиальный*) — состоит из комбинации светлых и бурых, иногда темных фрагментов, различающихся по сложению и гранулометрическому составу. Белесые фрагменты легче по гранулометрическому составу, бесструктурные или имеют тенденцию к горизонтальной делимости. Более темные суглинисто-глинистые фрагменты сохраняют элементы орехова-

той структуры, свойственной текстурному горизонту. На гранях структурных отдельностей хорошо выражена белесоватая присыпка; мощность 10–20 см.

ВТ (*текстурный*) — бурый или коричневато-бурый, чаще среднесуглинистый, ореховато-призматической многопорядковой структуры с обильными многослойными глянцевыми аккумулятивными темно-серыми, темно-коричневыми пленками разного состава (глинистыми, пылевато-глинистыми, гумусово-глинистыми, железисто-глинистыми). Кутаны часто перекрываются светлыми песчано-пылевыми скелетанами; мощность нередко 50 см.

С(Са) (*почвообразующая порода*) — палево-желтый или палево-бурый, глыбисто-призматический, с карбонатными образованиями в виде псевдомицелия и мелких конкреций.

Серые почвы характеризуются слабокислой реакцией среды верхней части профиля. В нижней части реакция может быть нейтральной, а при наличии карбонатов — слабощелочной. Содержание гумуса обычно составляет 4–6%. Отношение углерода гуминовых и фульвокислот около 1. В верхней части профиля почвенный поглощающий комплекс близок к насыщению, реже не насыщен основаниями. Сумма поглощенных оснований составляет 20–40 м-экв/100 г с преобладанием обменного кальция. Водород и алюминий присутствуют в незначительных количествах. Химический и гранулометрический составы обнаруживают тенденцию к дифференциации профиля по элювиально-иллювиальному типу. Эта дифференциация выражена слабее, чем в дерново-подзолистых почвах, но достаточно четко. Коэффициент дифференциации (КД — отношение содержания ила в текстурном горизонте к его содержанию в элювиальном горизонте) в почвах на однородных пылеватых породах колеблется в пределах 1,4–2,2. Таким образом, особенности морфологических, химических и физико-химических свойств серых почв свидетельствуют о том, что в их профиле совмещаются признаки значительной аккумуляции гуминовых веществ, элювиально-иллювиальной дифференциации и выщелачивания карбонатов.

Генезис серых почв можно объяснить следующим образом. Вследствие повышенного содержания зольных элементов и азота, малого содержания труднорастворимых соединений (восков, дубильных веществ и смол) в опаде трав и древесных листовых пород создаются благоприятные предпосылки для глубокого преобразования

растительных остатков. Этому же способствуют гидротермические условия — относительно высокие температуры почвы и достаточная их увлажненность в весенне-летний и осенний периоды. В такой обстановке происходит интенсивная гумификация органических остатков под воздействием разнообразных микроорганизмов, многочисленных представителей микро- и мезофауны, особенно дождевых червей. Продуцируется гумус с относительно повышенным содержанием гуминовых кислот, преимущественно муллевого типа.

Часть гуминовых и фульвокислот нейтрализуются уже на месте своего образования в верхних горизонтах профиля за счет оснований, высвобождающихся при разложении растительного опада. Однако для полного осаждения гуминовых веществ этих оснований не хватает, поскольку значительная их доля вымывается из подстилки в наиболее влажные периоды года (весна, осень). Подвижные гумусовые кислоты перемещаются вниз по профилю. По мере насыщения основаниями, высвобождающимися при разрушении кристаллических решеток минералов, органо-минеральные соединения выпадают в осадок. При этом основная зона осаждения гуматов кальция как наименее подвижных соединений оказывается в верхней части горизонта ВТ, тогда как гуматы железа и алюминия проникают до глубины 100 см и более. Именно поэтому можно наблюдать расширение отношения  $C_{гк}/C_{фк}$  в горизонте ВТ и его сужение вниз по профилю.

Результаты взаимодействия гумусовых кислот с минеральной частью почвы проявляются в ее морфологическом облике. Верхний горизонт приобретает темно-серую окраску благодаря аккумуляции гумуса. Часть профиля, через которую мигрируют не нейтрализованные органические кислоты, осветляется и становится белесовато-серой за счет осветления структурных поверхностей агрегатов. Осветление обусловлено тем, что гумусовые кислоты растворяют на зернах светлоокрашенных минералов (кварца, полевых шпатов) красящие пленки гидроксидов железа, образовавшиеся при их выветривании. Возникает эффект белесой присыпки, покрывающей структурные элементы (*скелетаны*). В нижележащих горизонтах, где осаждаются вымываемые органо-минеральные соединения, напротив, на структурных отдельностях появляются пленки иллювиорования, придающие поверхностям агрегатов более темную окраску по сравнению с внутрипедной массой.

Вынос во влажные периоды не нейтрализованных гумусовых кислот, гидроксидов железа и алюминия приводит к ослаблению прочности структурных отдельностей, диспергации минеральных коллоидов и вымыванию их с нисходящими токами влаги в более глубокие горизонты (BT). В серых почвах процесс лессиважа выражен слабее, чем в дерново-подзолистых, но все-таки заметен достаточно четко. Тектурная дифференциация профиля оказывает воздействие на водно-воздушный и окислительно-восстановительный режимы этих почв. Часто в них наблюдается присутствие мелких железистых конкреций, свидетельствующих о некотором застое влаги и развитии анаэробной обстановки во влажные периоды года над оглиненной частью иллювиального горизонта. Именно в нижней части гумусового горизонта наблюдается максимум белесой присыпки, что может быть объяснено периодическим возникновением здесь восстановительных условий, способствующих усилению миграционной способности органо-минеральных соединений и переводу окисных форм железа в более подвижные закисные.

На генезис серых почв оказывает большое влияние интенсивный биологический круговорот, характерный для травянистых лесных фитоценозов (особенно для широколиственных лесов). В верхних горизонтах происходит биогенная аккумуляция кальция, магния и других зольных элементов. Однако этот процесс не компенсирует полностью климатогенного (связанного с просачиванием атмосферных осадков) выноса оснований, поэтому почвы характеризуются слабокислой реакцией верхнего горизонта и глубоковыщелоченным от карбонатов профилем. Карбонаты могут присутствовать в нижней части профиля (обычно глубже 110–120 см) в виде прожилок (псевдомицелия) и твердых конкреций.

Наряду с серыми в данной природной области встречаются *темносерые* почвы — AU—AUe—BEI—BT—C(Cca) (вклейка, рис. 9). Они отличаются наличием темногумусового горизонта (AU) и отсутствием горизонта AEL. Темногумусовый горизонт имеет мощность 25–50 см, комковатую или зернисто-комковатую структуру. Его нижняя часть характеризуется осветлением за счет скелетан на поверхности педов. Субэлювиальный горизонт BEI также осветлен. Нижележащий текстурный горизонт (BT) имеет более темную окраску за счет меньшего присутствия скелетан. Карбонаты находятся на той же глубине, как и в серых почвах, и также представлены псевдомицелием

и конкрециями. Содержание гумуса в верхней части профиля — 5–8%, его состав фульватно-гуматный. Реакция среды слабокислая, иногда нейтральная; в горизонте, содержащем карбонаты, — слабощелочная. Дифференциация профиля по илу по сравнению с серыми почвами выражена слабее.

Типы серых и темно-серых почв подразделяются на подтипы по наличию «второго гумусового горизонта» и признакам оглеения. «Второй гумусовый горизонт» характерен для более континентальных территорий и отличается от верхнего гумусового горизонта более темным цветом и своеобразной остроугольно-мелкоореховатой рассыпчатой структурой. Характерны также светлые скелетаны на темной поверхности педов и высокое содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием.

Помимо серых и темно-серых почв в суббореальных семигумидных областях встречаются *темно-серые глеевые* (AU–AUe–BELg–BTg–G–CG) почвы. Они диагностируются по наличию в нижней части профиля глеевого горизонта, имеющего стальной оттенок и содержащего округлые железисто-марганцевые конкреции. Почвы имеют слабокислую или близкую к нейтральной реакцию среды, насыщенный основаниями поглощающий комплекс и высокую гумусированность (8–11%). Формируются в понижениях рельефа среди массивов серых и темно-серых почв в условиях повышенного поверхностного увлажнения и неглубокого залегания грунтовых вод.

### Аккумулятивно-гумусовые почвы

Значительную долю площади семигумидных областей занимают разнообразные *черноземы* (1061,5 тыс. км<sup>2</sup>). Эти почвы были описаны в работе В. В. Докучаева «Русский чернозем», где он ясно показал, что они формируются в автоморфных условиях под степной растительностью. По вопросу образования черноземов выдвигались и другие точки зрения, рассмотренные И. С. Кауричевым (1982). Гипотезы о морском происхождении черноземов были высказаны первыми исследователями этих почв, рассматривавшими чернозем как морской ил, оставшийся после отступления Каспийского и Черного морей, или как продукт размыва ледниковыми водами черной юрской сланцевой глины. Эти гипотезы отражали господствовавшие в то время представления о почве как геологическом образовании

и в настоящее время имеют лишь исторический интерес. Сторонники теории болотного образования черноземов считали, что в прошлом черноземная зона представляла собой тундровые сильно заболоченные пространства. При последующем постепенном дренировании территории в условиях теплого климата шел процесс энергичного разложения болотной тундровой растительности, болотного ила и поселения наземной растительности, что и обусловило формирование черноземных почв. В. В. Докучаев развивал теорию растительно-наземного образования черноземов и рассматривал эти почвы как результат взаимодействия факторов почвообразования.

Черноземы типичные, выщелоченные и оподзоленные (*черноземы миграционно-мицелярные, глинисто-иллювирированные и глинисто-иллювирированные оподзоленные* по «Классификации и диагностике почв России», 2004) формируются в пределах лесо-лугово-степных областей суббореального климата Евразии и Северной Америки в сочетании с серыми лесными почвами. Лесостепные черноземы тяготеют к более южной части лесостепи.

В большинстве своем *черноземы миграционно-мицелярные*, или черноземы типичные (AU-AUlc-BCAmc-Cca), как и серые почвы, формируются на лессах и лессовидных суглинках, которые отличаются высокими водопроницаемостью, пористостью и карбонатностью (вклейка, рис. 10).

Наиболее характерный рельеф в районах формирования черноземов лесостепи — равнинный, с разной степенью выраженности овражно-балочной сети. Распространены черноземы на возвышенностях, низменностях, в предгорьях и в обширных депрессиях. Как правило, условия рельефа обеспечивают хороший дренаж почв.

На открытых пространствах в зоне лесостепи факторы почвообразования несколько отличаются от тех, что действуют на лесных участках, так как изменение типа растительности формирует иной микроклимат и, соответственно, другой характер увлажнения и промерзания почв. Открытые участки под степной растительностью, не защищенные древесным пологом, летом прогреваются сильнее, а зимой остывают интенсивнее. Снежный покров неравномерный и менее мощный, чем в лесу, так как снег сдувается в балки и овраги. Это приводит к тому, что зимой почва промерзает на значительную глубину. Весной под влиянием прямых солнечных лучей снег тает быстро, но талая вода не успевает впитываться в еще не оттаявшую

почву и большая ее часть стекает по поверхности, что отрицательно сказывается на величине весеннего влагозапаса. Летом на открытых степных участках интенсивно идет физическое испарение, которому способствуют ветры. Поэтому здесь нисходящий ток воды ослаблен, почвы менее промыты и менее выщелочены от карбонатов.

Черноземы формируются под остепненными лугами и луговыми степями. Отличительная черта остепненных лугов — преобладание в травостое разнотравья и корневищных злаков. В меньшем количестве представлены луговые дерновинные злаки, а ксерофитные степные дерновинные злаки (типчак, тонконог, ковыли) встречаются как примесь. Луговые степи более ксерофитны, в них основная роль принадлежит степным дерновинным злакам, хотя луговые и корневищные злаки присутствуют в заметном количестве. Для тех и других степей характерен высокий и густой травостой и отсутствие летнего периода полупокоя в вегетации растений.

Биомасса луговых степей и остепненных лугов составляет 20–30 т/га. Характерно резкое преобладание корневой массы (65–75%) над массой живых надземных органов. В опад ежегодно поступает вся надземная масса трав и примерно одна треть запаса корней. В сумме это составляет 12–18 т/га в год, что в 2–3 раза больше, чем в широколиственных лесах. Не меньшее значение для почвообразования имеют различия в зольном и биохимическом составе опада лесных и степных участков. Зольность опада под степями в среднем равна 10–12%, что в 1,5–2 раза больше, чем под лесами. В составе золы много оснований, особенно кальция и калия, содержатся сера, фосфор и другие биофильные элементы. В опаде степных трав много белка и легкоразлагаемых углеводов, меньше трудноминерализуемых компонентов, таких как лигнин, дубильные или смолистые вещества, которые характерны для лесного опада. Поэтому в разложении травянистого опада значительную роль играют бактерии и актиномицеты, а не грибы-кислотообразователи, как в лесах. Важно также то, как поступают в почву растительные остатки: преимущественно на поверхность, как в лесу, или непосредственно в почвенную толщу (корневой опад трав). В степи разложение основной массы опада происходит в тесном контакте с минеральной частью почвы, так что если и образуются кислые продукты, то они сразу нейтрализуются основаниями, присутствующими в почве.

При тех же умеренных показателях макроклимата, что и на лесных участках лесостепи, почвы открытых степных участков имеют более четко выраженные «периоды покоя»: летнего (в связи с засухой) и зимнего (в связи с промерзанием). В эти промежутки времени до минимума снижаются (или прекращаются совсем) процессы роста и развития растений, активность микрофлоры и почвенной фауны, нисходящая миграция почвенных растворов.

Из сказанного ясно, что под степной растительностью создаются условия для исключительно мощного развития процесса биогенной аккумуляции (гумусонакопления). Необходимо подчеркнуть качественные особенности органического вещества черноземов — гуматный характер гумуса, сложность гуминовых кислот, высокую степень их окисленности и ароматизации, преимущественное закрепление их в форме гуматов кальция, незначительное содержание фульвокислот и более сложное их строение по сравнению с фульвокислотами лесных почв. Гумусовые кислоты быстро нейтрализуются основаниями опада и кальцием почвенного раствора, поэтому заметного разложения почвенных минералов под воздействием гумусовых веществ в черноземах не наблюдается. В то же время здесь отсутствуют и условия интенсивного промывания почвенного профиля. Это исключает развитие элювиального процесса как в форме лессивирования, так и в форме оподзоливания. Поэтому в отличие от серых почв профиль лесостепных черноземов не дифференцирован ни по химическому, ни по гранулометрическому составу.

Активно мигрируют и перераспределяются по профилю (по его сезонноувлажняемой части) только свободные карбонаты кальция. В периоды высокой влажности и при большом содержании  $\text{CO}_2$  в почвенном воздухе нормальный нерастворимый карбонат кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) частично переходит в растворимый гидрокарбонат —  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , который легко переносится током влаги. Обычно в холодный период года идет его нисходящее передвижение (вынос к нижней границе профиля). Летом преобладает движение в восходящем направлении, когда почвенная влага подтягивается по капиллярным порам в зону ее расходования — к поверхности почвы или в корнесыщенную толщу. При подсыхании почвы гидрокарбонат выпадает из раствора в виде карбоната кальция и кристаллизуется в форме карбонатного псевдомицелия. Положение верхней границы «вскипания» от 10%-ной  $\text{HCl}$  в лесостепных черноземах от года к году и от сезона

к сезону может изменяться на 20–40 см. Средняя глубина «вскипания» в черноземах миграционно-мицелярных — 35–45 см (AUIc). Но иногда в засушливое лето, следующее за влажным годом, почвы вскипают или прямо с поверхности, или с глубины менее 10 см (AU).

Существенное влияние на формирование профиля черноземов оказывают животные, обильно населяющие эти почвы. Их деятельность заметна по наличию многочисленных «червороин» и «кротовин». Иногда выделяют даже особый вид так называемых кротовинных черноземов, где на 1 м<sup>2</sup> среза почвы приходится свыше 40 кротовин. Это крупные, до 10 см в поперечнике трубчатые ходы, иногда полые, но чаще заполненные материалом из других горизонтов. «Авторами» ходов являются не кроты, а грызуны: слепыши, суслики, тушканчики и др. Довольно много в лесостепных черноземах и дождевых червей, но их численность меньше, чем в серых почвах, где отсутствуют периоды летнего и зимнего покоя. Роющие животные перемешивают верхние и нижние горизонты почвы, делая ее однородной по вертикали. Почвообитающие животные измельчают растительные остатки, затаскивают их в глубь профиля, способствуют крошению и агрегации почвенной массы. Обилие вертикальных полых нор позвоночных приводит к сокращению поверхностного стока и переводу его во внутрипочвенный.

Очень богаты черноземы микрофлорой. В 1 г чернозема методом прямого счета по Виноградскому можно обнаружить до 5 млрд клеток микроорганизмов: бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей.

Морфология лесостепных черноземов отражает исключительно мощное развитие процесса биологической аккумуляции (гумусообразования), который и придает этому типу почв незабываемый облик. Его главные черты: 1) наличие мощного (метрового!), почти черного гомогенного горизонта с выраженной зернистой структурой; 2) отсутствие осветленных элювиальных горизонтов; 3) сильная перерытость животными, особенно заметная в средней части профиля; 4) карбонатные новообразования в виде псевдомицелия.

Морфологический профиль чернозема миграционно-мицелярного, или чернозема типичного, (AU–AUIc–BCAmc–Cca) выглядит следующим образом:

AU (*темногумусовый*) — темно-серый до черного, иногда с коричневым оттенком, среднесуглинистый; имеет зернистую, комковато-зернистую

структуру, организованную в многопорядковые агрегаты; рыхлый (плотность сложения меньше или близка к  $1 \text{ г/см}^3$ ). Горизонт богат мезо- и микрофауной, содержит много копролитов. Червороины, ходы червей. Округлые темно-серые или желтовато-палевые пятна — следы прямых обратных ходов землероев. Включения корней в основном сосредоточены в верхней (0–25 см) части горизонта. В гумусовом горизонте обычны признаки миграции органо-минеральных соединений, проявляющиеся в цветовой дифференциации педов нижней части горизонта (поверхность педов заметно темнее внутриведной массы). Наиболее часто мощность гумусового горизонта составляет 60–80 см.

*AUc (темногумусовый миграционно-мицелярный)* — буровато-серый, книзу окраска ослабевает; зернисто-комковатый, менее рыхлый. В нижней части гумусового горизонта наблюдаются нитевидные и плесневидные белесые налеты карбоната кальция на поверхности структурных отдельностей и стенок пустот. Налеты представляют собой лабильные формы карбонатов и отражают сезонные колебания миграции растворов. Мощность горизонта 20–40 см.

*BCAtc (аккумулятивно-карбонатный)* — бурый или палево-бурый; скопления карбонатных новообразований в виде белых или желтоватых прожилок и трубочек (псевдомицелия), свидетельствующих о длительном периоде миграции почвенных растворов и постепенном пересыхании почвенного профиля. Имеет комковато-ореховатую структуру, уплотненный. Мощность горизонта 40–60 см.

*Cca (почвообразующая порода)* — выделяется по уменьшению содержания карбонатных скоплений и ухудшению структуры.

Для черноземов миграционно-мицелярных (черноземов типичных) характерна нейтральная, а в карбонатном горизонте — слабощелочная реакция среды, высокая емкость катионного обмена (30–45 м-экв/100 г). К преобладающим катионам относится кальций. Профиль не дифференцирован по илу и валовому содержанию оксидов. Миграционно-мицелярные черноземы отличаются высоким содержанием (5–12%) и запасами (600–700 т/га) гумуса. Падение содержания гумуса по профилю происходит постепенно. В органическом веществе гумусового горизонта преобладают гуминовые кислоты (Сгк/Сфк 1,6–2,4), а среди них — фракция, связанная с кальцием. В вертикальном распределении этой фракции наблюдается увеличение ее содержания в средней и особенно в нижней части гумусового горизонта. У границы гумусового и карбонатного горизонтов гумус становится фульватным (Сгк/Сфк 0,7–0,4).

Основной ареал *глинисто-иллювирированных типичных черноземов* (черноземов выщелоченных) — AU-BI-C(ca) — располагается к северу от миграционно-мицелярных черноземов. Глинисто-иллювирированные типичные черноземы формируются в более влажных условиях климата. Уровень залегания карбонатов кальция понижается, так что между нижней границей гумусового и верхней границей карбонатного горизонтов обнаруживается устойчивый бескарбонатный (BI) горизонт мощностью не менее 30–40 см. Карбонатный горизонт, как и в миграционно-мицелярном черноземе (черноземе типичном), характеризуется в основном миграционными формами выделения. Присутствие карбонатов в профиле не обязательно. Микроморфологическое строение почв свидетельствует о признаках подвижности органико-минеральных веществ. Минеральная масса не вполне стабильна: имеются признаки перемещения по профилю полуторных оксидов и илистой фракции, обусловленные, по-видимому, процессом лессиважа. Однако, несмотря на морфологические и микроморфологические проявления иллювирирования тонкодисперсного материала, гранулометрическая дифференциация по илу выражена слабо (КД меньше 1,2–1,4 — содержание ила в горизонте BI относительно AU).

Содержание гумуса составляет 7–12%, сумма обменных оснований — 30–45 м-экв/100 г. В составе почвенного поглощающего комплекса преобладает обменный кальций, обменный водород составляет не более 10% или отсутствует. Величина рН в гумусовом горизонте около 6, глубже реакция среды становится нейтральной.

*Черноземы глинисто-иллювиальные оподзоленные*, или черноземы оподзоленные (AU-AUe-BI-Cca), представляют переходное звено между черноземами и серыми почвами. Их профиль по морфологическим и аналитическим данным дифференцирован значительно более четко. Они отличаются от глинисто-иллювиальных типичных черноземов (черноземов выщелоченных) осветлением нижней части гумусового горизонта за счет появления скелетан по граням структурных отдельностей. Характерны слабая дифференциация по содержанию ила (КД 1,2–1,4) и несколько увеличенная по сравнению с глинисто-иллювиальными типичными черноземами кислотность (рН верхних горизонтов составляет 5,0–6,5; гидролитическая кислотность — 5–10 м-экв/100 г). По содержанию гумуса, мощности гумусового горизонта, сумме обменных оснований и глу-

бине залегания карбонатов не отличается от глинисто-иллювиальных типичных черноземов.

В Северо-Американской восточной и в Восточно-Азиатской областях на контактах со степными черноземными почвенными зонами наблюдаются неширокие меридионально-вытянутые территории *черноземовидных почв прерий*. В соответствии с классификацией почв России (Классификация..., 2004) подобные почвы следует относить либо к *черноземовидным* (AU<sub>g</sub>,np-BMg-Cg), либо к *темно-гумусовым метаморфизованным* (AU-Cm-C). Эти почвы лишены лесного покрова, формируются под богатой разнотравной растительностью и имеют гумусовые горизонты, подобные черноземам. От черноземов они отличаются: промывным типом водного режима; кислой реакцией среды; преимущественно фульватным составом гумуса; выветриванием глинистых минералов, близким к буроземам; малой насыщенностью почвенного поглощающего комплекса; отсутствием иллювиально-карбонатного горизонта и глубоким выщелачиванием от карбонатов. В нижней части профиля иногда наблюдаются белые кремнеземистые выделения в виде прожилок, обусловленные вторичным накоплением кремнезема. Подобные почвы можно наблюдать в Амурских прериях. Общая площадь черноземовидных почв прерий, по приблизительной оценке Н. Н. Розова и М. Н. Строгановой, составляет около 58 млн га. Многие из этих почв формируются в условиях плоского недренированного рельефа (США, штат Айова) при близком залегании грунтовых вод.

### Суббореальные семиаридные области

Суббореальные семиаридные области — области распространения черноземов и каштановых почв. Они занимают около 4% площади Земли или примерно 530 млн га, из которых около 13% приходится на долю горных территорий. К этой области относятся степные территории. Суббореальные семиаридные области распространены преимущественно в Евразии и в Северной Америке. В Южной Америке они занимают незначительные площади. В Евразии эта область имеет широтное простираение. Она расположена в основном в России, захватывает степные районы Румынии, Болгарии, Молдавии, значительные площади Украины, Казахстана, Монголии. Северо-Американская область имеет меридиональное простираение

и занимает штаты Среднего Запада США и южные провинции Канады. Южно-Американская суббореальная степная область охватывает самые южные предгорные районы Чили и юг Аргентины.

Суббореальные семиаридные области характеризуются следующими климатическими показателями (табл. 11).

Таблица 11. Средние климатические показатели для суббореальных семиаридных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ °С}$	Среднегодовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-2 — -18	+18—+24	1600-3500	200-400	0,3-0,6	156-210

Степные области по сравнению с лесостепными характеризуются более теплым и сухим климатом, более высокими температурами вегетационного периода, меньшим количеством осадков и большей сухостью воздуха. Для большинства областей характерно недостаточное увлажнение ( $KУ < 1$ ), что обуславливает непромывной тип водного режима почв. Осадки выпадают неравномерно, максимальное количество — в теплый период, нередко в виде ливней. Средняя глубина весеннего промачивания почвы за счет атмосферных осадков колеблется в пределах 1,5–2,2 м. Главный бич степной зоны — засуха. Проблема дополнительного снабжения водой разрешается путем строительства оросительных каналов. Ливневый характер дождей, легкая размываемость пород и распаханность территории способствуют широкому развитию эрозионных процессов.

Несмотря на относительно теплый климат, почвообразование в степных областях происходит в условиях регулярного зимнего промерзания. Кроме того, почва практически ежегодно испытывает и второй (летний) период покоя, когда биологические процессы в ней инактивируются в связи с засухой.

Области располагаются преимущественно на карбонатно-сиалитных корках выветривания. К господствующим почвообразующим породам относятся лессы, лессовидные суглинки и глины. В составе лессов преобладают илистая и крупнопылеватая фракции. Породы отличаются высокой порозностью и карбонатностью.

В основном семиаридные области распространены в условиях равнинного рельефа, незначительные площади приходится на возвышенные территории, подгорные равнины, подножия гор. Рельеф этой территории типично эрозионный. Равнины расчленены асимметричными долинами рек, балками и сетью оврагов. Таким образом, чередуются водно-эрозионные и водно-аккумулятивные формы рельефа.

Растительность, характеризующая зону распространения сегрегационных, миграционно-сегрегационных (обыкновенных) и текстурно-карбонатных (южных) черноземов, несколько отличается от растительности в зоне распространения типичных миграционно-мицелярных черноземов (черноземов типичных). Она представлена разнотравно-дерновинно-злаковыми и дерновинно-злаковыми степями. В степях практически не сохранились территории с естественными растительными группировками, присущими в прошлом данному району. Лишь на склонах балок и вдоль дорог можно найти небольшие степные участки и встретить основные виды растений. Это перистые ковыли, тырса, типчак, тонконог. Из разнотравья типичны подмаренник, шалфей, астрагалы, эспарцет и др. По этим фрагментам степных участков нельзя составить полное представление об облике некогда существовавших здесь разнотравно-типчачково-ковыльных, так называемых «красочных» степей. Однако заметна тенденция к нарастанию признаков ксероморфизма растительного покрова по сравнению с луговыми степями. Снижается проективное покрытие поверхности, падает доля мезофильных представителей разнотравья. Увеличивается (отчасти в связи с антропогенным воздействием) присутствие полыни, придающей травостой тусклую, седоватую окраску, и видов с острыми, колючими листьями или стеблями — зопника, синеголовника, василька растопыренного. Некоторые растения представлены жизненной формой «перекати-поле» — своеобразным приспособлением к распространению семян на открытых пространствах при низкой влажности воздуха и почвы. Сухой и колючий травостой оживляют бледно-лиловые цветки бессмертника. Сухоцветковость — также проявление ксероморфизма растений. В напочвенном покрове много лишайников и сине-зеленых водорослей.

Фитомасса в степях подзоны сегрегационных, миграционно-сегрегационных (обыкновенных) и текстурно-карбонатных (южных) черноземов, в том числе и размеры годичного опада, меньше, чем в луговых степях (табл. 12), но опад подземной части здесь больше.

Высокое содержание в опаде азота, калия, кальция, фосфора и серы способствует усилению его минерализации и ускоряет процессы гумификации. В общем балансе химических элементов доминирует кремнезем. Растительные остатки степных сообществ по сравнению с лугово-степными разлагаются быстрее, вследствие чего степной войлок накапливается в степях в меньшем количестве (30 ц/га). Леса приурочены к склонам долин, балок, поймам рек и к почвам, сформированным на песчаных породах.

Таблица 12. Поступление органических остатков и зольных элементов в почвы степей (по: Родин, Базилевич, 1965)

Тип степи	Органические остатки, ц/га			Азот, кг/га	Зольные элементы, кг/га		
	всего	надземные	подземные		всего	Ca+K+P	Na+Cl+S
Луговая	137	80	57	161	521	266	2
Умеренно-засушливая	112	44	68	122	361	121	4
Сухая	41	15	26	45	116	47	5

Верхняя толща степных почв переплетена корнями, энергично всасывающими почвенные растворы. Корни не дают уйти из сферы почвообразования биотфильным элементам, возвращая их в биологический круговорот. Таковы особенности фитоценозов водораздельных пространств. В гидроморфных условиях преобладают представители луговой растительности и нередко встречаются растения-галофиты. Понятие «степная зона» (как и «лесостепная») скорее историческое и характеризует «прошлый» облик территории. Почти все водораздельно-равнинные участки и значительная часть пойменных и надпойменно-террасовых местностей заняты в настоящее время культурной растительностью. Это поля зерновых и технических культур, сады, лесополосы.

Основные процессы, формирующие почвы степи, — процесс биогенной аккумуляции, солончаковый и солонцовый.

В качестве главного процесса почвообразования в степной зоне следует назвать процесс биогенной аккумуляции, который в черноземах лесостепи достигает почти столь же мощного развития, что и в сегрегационных и миграционно-сегрегационных черноземах. В степной зоне дерновый процесс идет повсеместно — и на плакорах, и в гидроморфных условиях.

В гидроморфных условиях формируются почвы, испытывающие на себе влияние избыточного увлажнения и/или накопления легко-растворимых солей. На пойменных террасах рек наблюдаются явления поемности и аллювиальности.

*Солончаковый* процесс, или собственно процесс засоления почв легкорастворимыми солями, наблюдается в депрессиях рельефа при близком залегании засоленных грунтовых вод и их интенсивном подъеме к фронту испарения. В результате процесса засоления появляются (по мере его нарастания) солончаковатые, солончаковые почвы и солончаки. Диагностическим признаком засоления служит величина плотного остатка водной вытяжки (более 0,25% от массы почвы, в солончаках — более 1%). Главный морфологический признак — обильные и различные по форме и составу солевые новообразования. Приуроченность максимального содержания солей к поверхностному слою свидетельствует о современном интенсивном засолении. Аккумуляция солей в более глубоких слоях может быть как остаточным явлением, так и следствием вторичного засоления почвы при подъеме минерализованных грунтовых вод. Изменение концентрации хлоридов и сульфатов по профилю позволяет судить о направлении процессов засоления-рассоления: более подвижный хлор-ион быстрее вымывается при рассолении и раньше оказывается в почве при ее засолении.

*Солонцовый* процесс наблюдается в почвах, верхние горизонты которых лишены легкорастворимых солей, но в почвенном поглощающем комплексе в заметном количестве содержат  $\text{Na}^+$  или  $\text{Mg}^{2+}$ . Сильногидратированные ионы —  $\text{Na}^+(\text{Mg}^{2+})$  — вызывают набухание и пептизацию органических и минеральных коллоидов. Под защитным действием иона натрия коллоиды мигрируют по почвенному профилю, вызывая его дифференцирование на аккумулятивно-элювиальный и иллювиальный горизонты. Признаки солонцового процесса морфологически хорошо заметны, так как обогащенный глиной иллювиальный горизонт сильно уплотняется, приобретает специфическую, столбчатую или ореховатую, структуру с гляncем по граням и более темную окраску за счет вымывания гуматов натрия. Наиболее важными аналитическими показателями солонцового процесса служат доля натрия в почвенном поглощающем комплексе (свыше 20% от емкости поглощения) и величина pH, резко повышенная (> 8) при наличии соды.

В плакорных условиях при непромывном типе водного режима, когда почвы утрачивают связь с грунтовыми водами, признаки солонцеватости, как правило, имеют реликтовый характер, так как запасы натрия в почвенном поглощающем комплексе не пополняются. Эволюция почв в этом случае направлена на дальнейшее остепнение, то есть на вытеснение обменного натрия кальцием и превращение почвы в зональную (каштановую или черноземную).

При неглубоком залегании минерализованных грунтовых вод с капиллярным подтоком влаги в почвенный профиль периодически поступают новые порции солей натрия, а в почвенный поглощающий комплекс — ион натрия, что поддерживает протекание солонцового процесса. Остепнение таких почв возможно лишь после снижения уровня грунтовых вод.

К общим особенностям почвообразования в степной зоне относятся:

- 1) непромывной тип водного режима с умеренным и неглубоким промачиванием;
- 2) менее интенсивное, чем в лесостепи, гумусонакопление с образованием гумусовых горизонтов средней мощности;
- 3) в автоморфных условиях наложение процессов солонцеватости при слабой засоленности почвообразующих пород;
- 4) проявление признаков засоления в виде солевых выделений в профиле автоморфных почв ниже глубины промачивания атмосферными осадками.

Возрастание континентальности климата и усиление его аридности приводят к увеличению доли ксероморфной растительности и к некоторому уменьшению ее проективного покрытия. Соотношение процессов поступления органических остатков, их гумификации и минерализации способствует формированию почв, отличных от черноземов миграционно-мицелярных (черноземов типичных), и позволяет выделить почвенные подзоны черноземов сегрегационных, миграционно-сегрегационных (черноземов обыкновенных) и текстурно-карбонатных черноземов (черноземов южных).

## Черноземы сегрегационные и миграционно-сегрегационные (черноземы обыкновенные)

Черноземы обыкновенные в «Классификации и диагностике почв России» (2004) выделяются в типе черноземы на уровне подтипов — *сегрегационные черноземы* (AU–ABca–BCAпс–Cca); и *миграционно-сегрегационные* (AU–ABca–AUлс–BCAпс–Cca). Почвы диагностируются по сегрегационным формам карбонатных новообразований («белоглазкам») в карбонатном горизонте (BCA). Карбонатный профиль отличается ровной устойчивой верхней границей и ясно обозначенным максимумом карбонатных аккумуляций, смещенным вниз относительно верхней границы вскипания на 15–25 см. Появление устойчивой верхней границы вскипания от 10%-ной HCl и наличие труднорастворимых форм карбонатов объясняется уменьшением объема весеннего влагозапаса в почве и быстрым весенне-летним иссушением профиля. Преобладающая мощность гумусового горизонта равна 60–70 см и колеблется от 40 до 80 см.

Морфологический профиль чернозема сегрегационного (AU–ABca–BCAпс–Cca) выглядит следующим образом:

AU (*темногумусовый*) — темно-серый или черный, иногда с буроватым оттенком, с отчетливой зернистой или комковато-зернистой структурой, тяжелосуглинистый, рыхлый. Густо пронизан корнями травянистых растений (особенно в верхней части) и ходами червей (червороинами). Мощность 30–40 см.

ABca (*переходный*) — темно-серый с буроватым оттенком, усиливающимся книзу; зернисто-мелкокомковатый, уплотненный, тяжелосуглинистый. Много копролитов, встречаются кротовины. На нижней границе вскипает от 10%-ной HCl. Карбонаты могут быть в виде псевдомицелия и трубочек. Мощность 30–40 см.

BCAпс (*аккумулятивно-карбонатный*) — серовато-темно-бурый, комковатый или комковато-ореховатый, уплотненный, тяжелосуглинистый. Корней меньше, чем в предыдущем горизонте, встречаются кротовины. Бурно вскипает от 10%-ной HCl. Новообразования в виде мучнистых скоплений карбонатов кальция округлой формы диаметром 0,5–3,0 см (белоглазка)

Cca (*почвообразующая порода*) — серовато-палевый, уплотненный, тяжелосуглинистый. Уменьшение содержания карбонатных скоплений, карбонаты в виде немногочисленных жилок, ухудшение структуры.

Сегрегационные черноземы по ряду признаков отличаются от миграционно-мицелярных мощных (лесостепных) черноземов.

Гумусовый горизонт имеет меньшую мощность (AU+AB<sub>ca</sub> не превышает 60 см). Содержание гумуса в горизонте AU составляет 5–7% (9%), запасы гумуса — 500–600 т/га. В пределах гумусового профиля количество органического вещества постепенно убывает с глубиной. Отношение С<sub>гк</sub>/С<sub>фк</sub> 1,5–2,0. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием. В гумусовом горизонте наблюдается значительное содержание азота, калия, фосфора. Профиль характеризуется однородностью химического состава минеральной части, иллювиальным характером распределения карбонатов и выщелоченностью почв от легкорастворимых солей.

Обогащенность гумусом и интенсивная миграция биогенного кальция определяют благоприятные физико-химические свойства сегрегационных черноземов: высокую емкость поглощения (30–70 м-экв/100 г), насыщенность почвенного поглощающего комплекса основаниями, нейтральную реакцию среды, высокую буферность. Горизонты, содержащие свободные карбонаты, имеют щелочную реакцию (рН 7,5–8,5). В составе обменных катионов главная роль принадлежит кальцию. В сегрегационных черноземах по сравнению с черноземами лесостепной зоны в составе поглощенных катионов может наблюдаться небольшое количество натрия и некоторое увеличение доли магния (до 15–25% от суммы поглощенных оснований). Однако присутствие этих катионов не оказывает существенного негативного влияния на почвообразование.

Черноземы сегрегационные характеризуются благоприятными физическими и водно-физическими свойствами: рыхлым сложением в гумусовом слое, высокими влагоемкостью и водопроницаемостью. Благодаря формированию водопроочной агрономически ценной структуры плотность сложения гумусовых горизонтов невысока и колеблется в пределах 1–1,2 г/см<sup>3</sup>.

### **Черноземы текстурно-карбонатные (южные)**

*Черноземы текстурно-карбонатные*, или черноземы южные, (AU–CAT–C<sub>ca</sub>) распространены южнее ареала сегрегационных и миграционно-сегрегационных черноземов (черноземов обыкновенных) (вклейка, рис. 11). В местах их формирования наблюдается нарастание сухости климата, что сказывается на растительном покрове и приводит к некоторым изменениям почвообразовательного процесса.

Годовая сумма осадков составляет 350–420 мм при высокой испаряемости; количество осадков теплого полугодия в 1,5 раза больше, чем холодного. Это обуславливает быстрое их испарение и неглубокое промачивание почвы. Осадки имеют преимущественно ливневый характер. Снежный покров держится 1,5–2,5 месяца, в отдельные годы он неустойчив. Почва замерзает, средняя глубина промерзания 25 см.

Зима короткая и относительно мягкая, бесснежная и малоснежная, часты оттепели. Весна средней продолжительности, полусасушливая. Лето теплое, засушливое в первой и сухое во второй половине. Часты суховеи. Продолжительность вегетационного периода 200–215 дней. Такие климатические условия создают непромывной тип водного режима. В связи с тем, что мощность слоя, промачиваемого весной, невелика (около 1 м), из почвенного профиля не выносятся не только карбонаты кальция и магния, но и более растворимые соли, в частности гипс.

В естественном растительном покрове засушливых дерновинно-злаковых степей господствуют типчак и ковыли. Из разнотравья присутствуют резак, люцерна, лапчатка, молочай и др. В благоприятные годы сухая надземная биомасса трав достигает 20–25 ц/га при запасе корней в слое 0–50 см до 200 ц/га.

В настоящее время почти вся территория распространения южных (текстурно-карбонатных) черноземов распахана. Из-за слабой расчлененности рельефа и сухости климата на территории распространения таких черноземов практически отсутствует водная, но значительно развита ветровая эрозия.

Вследствие меньшей общей продуктивности засушливых дерновинно-злаковых степей (снижение биомассы опада) и высокой биологической активности в короткие периоды увлажнения наблюдается интенсивная минерализация растительных остатков. В текстурно-карбонатных (южных) черноземах по сравнению с сегрегационными (обыкновенными) сокращается мощность гумусового горизонта, уменьшается содержание гумуса до 3–6% (обычно около 4%), снижается емкость поглощения. В составе гумуса, не изменяющегося в пределах гумусового слоя, преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием. Реакция среды в текстурно-карбонатных черноземах по всему профилю нейтральная или слабощелочная. Повышенная минерализация почвенного раствора, связанная с усилением аридизации климата, наличием засоленных почвообразующих

пород или близким залеганием минерализованных грунтовых вод, как правило, приводит к развитию признаков солонцеватости в почвах. Появление натрия в почвенном поглощающем комплексе обуславливает перемещение (иллювиирование) илистых частиц в профиле, которые осаждаются на некоторой глубине при взаимодействии с карбонатами, формируя текстурно-карбонатный горизонт.

Текстурно-карбонатные (южные) черноземы характеризуются следующими морфологическими признаками:

*AU (темногумусовый)* — темно-серый, буровато-темно-серый, тяжелосуглинистый, крупнокомковатый, рыхлый. Вскипает с поверхности от действия 10%-ной HCl. Встречаются червороины, копролиты, корни. Мощность 40–50 см.

*CAT (текстурно-карбонатный)* — общий фон окраски желтовато-палевый с темно-серыми субвертикальными заклинками (полосками), выполненными гумусовым материалом из вышележащей прогумусированной толщи. Тяжелосуглинистый, ореховато-призматический, очень плотный. В средней и нижней частях горизонта встречаются новообразования карбонатов в виде белоглазки. Бурно вскипает от действия 10%-ной HCl. По вертикальным граням педов заметны очень тонкие буроватые гумусово-глинистые кутаны. Переход постепенный, граница ровная. Мощность 30–40 см.

*Cca (почвообразующая порода)* — палевый, тяжелосуглинистый, плитчатый, пористый, очень плотный. Наблюдается присутствие новообразований карбонатов в виде белоглазки, но в заметно меньшем количестве, чем в горизонте CAT. Бурно вскипает от действия 10%-ной HCl. Отмечаются выделения гипса в виде тонких прожилок на глубине около 2 м.

Профиль южных (текстурно-карбонатных) черноземов характеризуется ясной цветовой и структурной дифференциацией на генетические горизонты с резкой границей между ними. Верхняя граница карбонатного горизонта находится в пределах гумусового профиля; граница ровная, устойчивая в пространстве и времени. Содержание ила в текстурно-карбонатном горизонте выше на 3–5% по сравнению с вышележащим горизонтом. Почвы отличаются слабой биогенной проработкой.

Среди черноземов сегрегационных (обыкновенных) и текстурно-карбонатных (южных) встречаются их полугидроморфные аналоги — *гидрометаморфизованные черноземы*, или лугово-черноземные почвы (AU-BCAq-Cca,q). Эти почвы формируются в условиях дополнительного увлажнения почвенно-грунтовыми водами

(постоянными или в виде регулярной верховодки), располагающимися на глубине 2,5–5,0 м, а также за счет дополнительного периодического поверхностного увлажнения при аккумуляции вод поверхностного стока. Почвы приурочены к недренированным равнинам, в том числе к надпойменным террасам, отрицательным элементам рельефа, а также вогнутым частям склонов.

Профиль гидрометаморфизованных черноземов (лугово-черноземных почв) морфологически в основных чертах близок к профилю черноземов. Однако особые гидрологические условия придают ему ряд специфических признаков: гумусовый горизонт может иметь более крупную структуру и темную окраску, часто со стальным оттенком. Мощность гумусового горизонта несколько увеличивается (в среднем на 10–15 см), возрастает и содержание гумуса (на 1–2%). Они диагностируются по присутствию в аккумулятивно-карбонатном горизонте слабых оливковых тонов окраски, карбонатов в виде крупных конкреций и пропиточных форм, потечности гумуса. Почвы характеризуются длительным увлажнением подгумусовой части профиля, которое в условиях нейтральной или щелочной реакции среды не приводит к появлению признаков оглеения. Присутствуют мелкие Mn-Fe-конкреции, свидетельствующие о периодах преобладания окислительных условий.

### **Каштановые почвы**

*Каштановые почвы* формируются в зоне сухих степей в сухом континентальном климате с теплым засушливым продолжительным летом (табл. 13; вклейка, рис. 12). В Евразии каштановые почвы встречаются на юго-востоке Европейской части России и располагаются узкой полосой по побережью Черного и Азовского морей. Исключительно широко распространены эти почвы на территории Казахстана. В Центральной и Восточной Сибири каштановые почвы встречаются изолированными участками. Самый восточный район их распространения — степи Юго-Восточного Забайкалья. Из Казахстана сплошная полоса каштановых почв уходит в Монголию, а затем в Восточный Китай. В Западной Европе каштановые почвы встречаются в Румынии и в Испании.

В Северной Америке каштановые почвы располагаются в центральных районах к западу от черноземной зоны.

Таблица 13. Систематическое положение каштановых почв в соответствии с разными почвенными классификациями

Классификация и диагностика почв России (2004)	Классификация и диагностика почв СССР (1977)
<p><b>СТВОЛ: ПОСТЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b></p> <p>Отдел: аккумулятивно-карбонатные малогумусные почвы</p> <p><i>Тип:</i></p>	
<p>Каштановые АJ-ВМК-САТ-С(са)</p> <p><i>Подтипы:</i> типичные, солонцеватые, засоленные, гидрометаморфизированные</p>	<p>Подтипы каштановых и светлокаштановых почв</p>

Зона *темно-каштановых* (черноземов текстурно-карбонатных) и *каштановых* (АJ-ВМК-САТ-Сса) почв сухих степей характеризуется умеренно-теплым континентальным засушливым климатом (среднегодовая температура — +9°C, средняя температура января — -3,6°C, июля — +23,4°C). Годичная амплитуда температур воздуха превышает 70 °C (при абсолютном минимуме -34°C и максимуме +38°C). Суточная амплитуда температур тоже очень велика. На поверхности почвы в ясные дни температура может превышать +40°C. Продолжительность периода со среднесуточными температурами воздуха выше 0°C — 280 дней, выше 5°C — 225 дней и выше 10°C — 180 дней. Количество осадков за год составляет в среднем около 360 мм, но этот показатель во влажные и сухие годы имеет резкие колебания (600–200 мм). Более трети годовой нормы осадков выпадает в виде ливней в летние месяцы. Ливневые дожди перемежаются засухами. Весна и осень засушливые, зимой выпадает около четверти всех осадков. Снежный покров неустойчив; его мощность незначительна, что способствует промерзанию почвы. Коэффициент увлажнения составляет в годичном цикле 0,3–0,4; в летние месяцы — 0,14–0,18.

Засушливость климата усугубляется почти постоянно дующими ветрами, скорость которых в среднем составляет около 5 м/с, а в отдельные дни — до 25 м/с. Нередки пыльные бури, выносящие массы мелкозема с распаханых полей.

Для территории характерен равнинный и равнинно-слабоволнистый рельеф с отчетливо выраженным микрорельефом. Широко распространены различные по конфигурации, размерам и углублению депрессии (западины, большие впадины и лиманы, *поды* — обширные блюдцеобразные понижения, незаметные глазу, так как перепад высот в несколько метров растягивается на несколько километров).

Каштановые почвы развиты преимущественно на лессовидных суглинках и реже на лессах, тяжелых по гранулометрическому составу, содержащих гипс и легкорастворимые соли. Грунтовые воды в этих отложениях также засолены.

Растительный покров южных вариантов степей сильно отличается от луговых: видовым составом, возрастанием доли корневой массы (ризомассы), меньшим видовым разнообразием, меньшей степенью сомкнутости травостоя, меньшими общими размерами фитомассы, усилением пятнистости, связанной с микрорельефом и степенью солонцеватости почв, а также химическим составом (табл. 14).

Таблица 14. Показатели видового и химического состава растительности сухих и луговых степей

Показатели	Луговые степи (Курская обл.)	Сухие степи (Аскания-Нова)
Общее число видов	700	300
Число видов на 1 м <sup>2</sup>	80	12–17
Степень сомкнутости, %	100–60	60–50
Фитомасса общая, ц/га	200–250	170–200
Ризомасса, %	84	91
Годичный опад, ц/га	100–180	50–80
Азот и зольные элементы в опаде, кг/га	680	400

Сухие степи относятся к типчаково-ковыльным с преобладанием дерновинных злаков: перистых ковылей, тырсы, типчака. В разнотравье представлены виды с колючими или жесткими стеблями (резак, синеголовник, молочай, зопник), сильноопушенные (шалфей, грудница, полынь и др.), с мощными стержневыми корнями (жабрица равнинная, люцерна). Отсутствуют мезофильные виды. Между дернинами многолетних видов открытые участки почвы, на которых весной растут эфемеры (крупка, ясколка) и эфемероиды (тюльпан, ирис).

Индикаторами солонцеватых почв служат прутняк, грудница, ромашник, кермек. На пятнах солонцов они образуют ассоциации с полным отсутствием злаков.

В подах, испытывающих дополнительное увлажнение пресными водами поверхностного стока, развиваются мезофиты (пырей полевой, осока ранняя, девясил, лисохвост) и гигрофиты (например, сусак зонтичный и др.).

Профиль каштановых почв имеет следующее морфологическое строение:

АО (*степной войлок*) — светло-желтый с буроватым оттенком, сухой. Представлен отмершими и неразложившимися остатками травянистой степной растительности. Мощность горизонта 0,5–1 см.

AJ (*светлогумусовый*) — серый, темно-серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, мелкокомковато-зернистый, уплотненный. Черворои-ны, копролиты, обилие корней степной растительности. Отмечается слабое вскипание от 10%-ной HCl. Мощность горизонта 15–20 см.

ВМК (*ксерометаморфический*) — каштановый с буроватым или сероватым оттенком, тяжелосуглинистый, ореховато-мелкопризматической или мелкопризматически-плитчатой структуры, распадается на тонкие плитки, плотный. Вскипает от 10%-ной HCl, но карбонаты не оформлены в виде новообразований. Наблюдается присутствие корней. Переход в следующий горизонт резкий. Мощность горизонта 20–30 см.

САТ (*текстурно-метаморфический*) — буровато-палевый, тяжелосуглинистый, с отчетливо выраженной призматически-плитчатой структурой, пористый, очень плотный. Вертикальные грани призм покрыты светло-бурыми и буровато-серыми глинисто-гумусовыми кутанами. В нижней части горизонта — сегрегационные новообразования карбонатов в виде белоглазки. Трещины могут быть выполнены темно-серым прогумусированным материалом из гумусово-аккумулятивного горизонта, в связи с чем горизонт имеет неоднородную окраску. Мощность до 70–100 см.

Са<sub>с</sub> (*почвообразующая порода*) — темно-бурый со светло-оливковым оттенком, тяжелосуглинистый, плитчатый, пористый. Редкие новообразования гипса в виде отдельных кристаллов и друз. Обнаруживаются легко-растворимые соли на глубине 130–150 см и глубже.

Каштановые почвы диагностируются по наличию светлогумусового, ксерометаморфического и текстурно-карбонатного горизонтов.

Особенности природных условий, в частности более изреженный растительный покров и, как следствие, меньшее поступление органических остатков, а также менее благоприятные условия их гу-

мификации определяют ослабленное развитие процесса биогенной аккумуляции (дернового) в каштановых почвах по сравнению с черноземами. Степень выраженности этого процесса, определяемая по содержанию гумуса, мощности гумусового горизонта и оструктуренности, тесно связана с условиями увлажнения, а также с конкретными особенностями рельефа.

Соотношение процессов поступления органических остатков, их гумификации и минерализации складывается таким образом, что гумуса накапливается немного (2,5–4,5%). Уменьшается и относительное содержание гуминовых кислот, поэтому верхние горизонты имеют не черный, а коричневатый (каштановый) цвет, обусловленный отчасти окраской почвообразующей породы, а отчасти составом гумуса. Соотношение Сгк/Сфк близко к единице. В ксерометаморфическом горизонте количество гумуса снижается до 1,5–1,8% (при колебаниях 1,3–2,0%). Значительная часть углерода органических остатков окисляется до углекислоты, способствуя интенсивному накоплению углесолей и формированию карбонатных горизонтов, которые располагаются ближе к поверхности (30–40 см), чем в черноземах. Легкорастворимые соли появляются уже на глубине 130–150 см.

Профиль каштановых почв резко дифференцирован по плотности сложения: в гумусовом горизонте она составляет 1,0–1,2 г/см<sup>3</sup>, в ксерометаморфическом — 1,35–1,45 г/см<sup>3</sup>, в текстурно-карбонатном возрастает до 1,5–1,6 г/см<sup>3</sup> и резко уменьшается при появлении гипса и легкорастворимых солей. Почвы не дифференцированы по гранулометрическому и химическому составам, хотя возможно некоторое перераспределение ила с аккумуляцией его в средней части профиля в количестве 5–7%.

Сумма обменных оснований колеблется в зависимости от гранулометрического состава в пределах 25–40 м-экв/100 г с максимумом в ксерометаморфическом горизонте. Обменного кальция содержится в 3–5 раз больше, чем обменного магния. Реакция среды нейтральная или слабощелочная, в нижней части профиля — щелочная.

Отличия каштановых почв от текстурно-карбонатных (южных) черноземов связаны с количеством и составом гумуса, с глубиной залегания солевых горизонтов, с наличием солонцеватости. Морфологически солонцеватость проявляется в уплотнении почвы и появлении «лакировки» (темных гумусовых пленок по граням столбчатых или призматических отдельностей) в ксерометаморфи-

ческом и текстурно-карбонатном горизонтах. Наличие гумусовой лакировки свидетельствует о некоторой потечности гуминовых веществ (подвижных гуматов натрия). Солонцеватость каштановых почв обусловлена заметным присутствием обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе (около 5% от суммы обменных оснований). Она проявляется также в некоторой дифференциации почвенного профиля по содержанию ила (вынос его из верхнего горизонта и аккумуляция в переходных), оксидов железа и алюминия.

Среди каштановых почв распространены подтипы: *каштановые солонцеватые* (AJ-BMKsn-CAT-Cca), *каштановые засоленные* (AJs-BMKs-CATs-Cca,s) и *каштановые гидрометаморфизованные* (AJ-BMK-CATq-Cca,q).

Каштановые солонцеватые почвы развиваются в нижней трети склонов. Большое влияние оказывает степень засоления и карбонатность почвообразующих пород. На сильнозасоленных породах формируются почвы с ясно выраженными признаками солонцеватости (темно-коричневый цвет, крупная призматическая структура и глянцевитая поверхность педов). Содержание обменного натрия составляет 5–10% от суммы обменных оснований. Легкорастворимые соли залегают глубже 100 см. На породах высококарбонатных солонцеватость проявляется слабее.

Каштановые засоленные почвы отличаются присутствием в пределах верхних 100 см почвенного профиля легкорастворимых (токсичных) солей в количестве, превышающем 0,1–0,2% (процент содержания солей в водной вытяжке — плотный остаток), но в верхнем слое толщиной 20 см их содержание меньше 1%.

Гидрометаморфизованные подтипы каштановых почв отличаются более темной по сравнению с типичными каштановыми почвами окраской гумусового горизонта и более глубоким проникновением гумуса по профилю. Содержание гумуса в верхнем горизонте около 5%. Характерна потечность гумуса, грязно-оливковые тона окраски в средней части профиля. Вскипание от 10%-ной HCl на глубине >50 см. Легкорастворимые соли выщелочены до глубины 150–200 см и более. Почвы формируются в основном при дополнительном поверхностном увлажнении за счет вод поверхностного стока в отрицательных формах рельефа, реже — при участии грунтового увлажнения при залегании грунтовых вод на глубине 4–5 м.

## Засоленные почвы и солоди

В семиаридных и аридных областях различных географических поясов и зон локально распространены почвы, относящиеся к отделам галоморфных, щелочных глинисто-дифференцированных и текстурно-дифференцированных, генезис и свойства которых обусловлены процессами засоления и рассоления. Это солончаки, солонцы и солоди (табл. 15).

**Таблица 15. Разнообразие засоленных почв в семиаридных и аридных областях**

Классификация и диагностика почв России (2004)	Классификация и диагностика почв СССР (1977)
<b>СТВОЛ: ПОСТЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b> Отдел: галоморфные почвы Тип:	
Солончаки S-Cs,q	Тип солончаков автоморфных и подтип типичных в типе солончаков гидроморфных
Отдел: щелочные глинисто-дифференцированные почвы Тип:	
Солонцы темные AU-EL-BSNth-BMKth-BCAth-Cca	Черноземный подтип в типе солонцов автоморфных, лугово-черноземный и частично лугово-каштановый подтипы в типе солонцов полугидроморфных
Солонцы светлые AJ-EL-BSN-BMK-BCA-Cca	Каштановые и полупустынные подтипы в типе солонцов автоморфных, а также лугово-каштановый и лугово-полупустынный подтипы в типе солонцов полугидроморфных
Отдел: текстурно-дифференцированные почвы Тип:	
Дерново-солоди AY-EL-BT-BCA-Cca	Светлые и серые виды подтипа солодей лугово-степных в типе солодей
Дерново-солоди глеевые AY-EL-BTg-BCAg-G(s)-CG(s)	Частично соответствуют светлому и серому видам подтипа луговых солодей в типе солодей
Солоди темногумусовые AU-EL-BT-BCA-Cca(s)	Примерно соответствуют светлому виду подтипа лугово-степных солодей в типе солодей
Солоди перегнойно-темногумусовые гидрометаморфические AH-EL-BTq-Q-CQ	Темный вид в подтипе луговых и лугово-болотных солодей в типе солодей

Несмотря на то, что географически и генетически они связаны друг с другом, каждый из этих почвенных типов имеет индивидуальные признаки и свойства.

**Засоленными называются почвы, содержащие в профиле легкорастворимые соли в токсичных для сельскохозяйственных растений количествах.** К ним относятся солончаки, солончаковатые почвы и солонцы. Они широко распространены в семиаридных и аридных областях суббореального, субтропического и тропического поясов и даже в бореальном поясе. По подсчетам Е. В. Лобовой и А. В. Хабарова (1983), засоленные почвы занимают 240,4 млн га.

О количестве и составе водорастворимых соединений в почвах судят по данным анализов водных вытяжек. В водной вытяжке определяют плотный остаток, прокаленный остаток, водорастворимый гумус, а также анионы и катионы:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ . Результаты анализов выражаются в процентах и в милли-эквивалентах (м-экв) к абсолютно сухой почве или в эквивалент-процентах от массы прокаленного остатка. Величины сухого и прокаленного остатков позволяют судить об общем содержании легкорастворимых солей в почве, соотношении растворимых минеральных и органических соединений и о распределении их по профилю. Засоленными считаются почвы, содержащие легкорастворимые соли в количестве  $>0,25\%$  от массы почвы.

Почвы, в которых количество легкорастворимых солей составляет от 0,25 до 1%, относят к солончаковатым. В солончаках содержание легкорастворимых солей не опускается ниже 1% ни в одном из горизонтов почвенного профиля, иногда достигая 15% и более. Солончаковый процесс может проявляться в любом типе почв, если есть источник поступления легкорастворимых солей и условия, способствующие их накоплению.

По глубине залегания солевых горизонтов (положению верхней границы, см) в солончаковых почвах выделяют следующие виды:

- солончаковые — 0–30,
- солончаковатые — 30–80,
- глубокосолончаковатые — 80–150,
- глубокозасоленные —  $> 150$ .

По степени засоления солончаковатые почвы делятся на виды в соответствии с величиной плотного остатка, который зависит от химизма засоления (табл. 16).

Таблица 16. Виды почв по степени засоления в зависимости от химизма засоления (по: Классификация..., 2004)

Степень засоления	Химизм засоления				
	Нейтральное засоление (pH < 8,5)			Щелочное засоление (pH > 8,5)	
	Хлоридный, сульфатно-хлоридный $\text{HCO}_3 < \text{Ca} + \text{Mg}$	Хлоридно-сульфатный $\text{HCO}_3 < \text{Ca} + \text{Mg}$	Сульфатный $\text{HCO}_3 < \text{Ca} + \text{Mg}$	Содовый и содово-хлоридный $\text{HCO}_3 > \text{Ca} + \text{Mg}$	Сульфатно-содовый и содово-сульфатный $\text{HCO}_3 > \text{Ca} + \text{Mg}$
Порог токсичности (незасоленные почвы)	$\leq 0,1^*$ $< 0,05$	$\leq 0,2$ $< 0,1$	$\leq 0,3(1,0)^{**}$ $< 0,15$	$\leq 0,1$ $< 0,1$	$\leq 0,15$ $< 0,15$
Слабая	$0,1-0,2$ $0,05-0,12$	$0,2-0,4(0,6)$ $0,1-0,25$	$0,3(1,0)-0,6(1,2)$ $0,15-0,3$	$0,1-0,2$ $0,1-0,15$	$0,15-0,25$ $0,15-0,25$
Средняя	$0,2-0,4$ $0,12-0,15$	$0,4(0,6)-0,6(0,9)$ $0,25-0,5$	$0,6(1,2)-0,8(1,5)$ $0,3-0,6$	$0,2-0,3$ $0,15-0,3$	$0,25-0,4$ $0,25-0,4$
Сильная	$0,4-0,8$ $0,35-0,7$	$0,6(0,9)-1,0(1,4)$ $0,5-1,0$	$0,8(1,5)-1,5(2,0)$ $0,6-1,5$	$0,3-0,5$ $0,3-0,5$	$0,4-0,6$ $0,4-0,6$
Очень сильная	$\geq 0,8$ $> 0,7$	$\geq 1,0(1,4)$ $> 1,0$	$\geq 1,5(2,0)$ $> 1,5$	$\geq 0,5$ $> 0,5$	$\geq 0,6$ $> 0,6$

Примечание: \* над чертой — сумма солей, под чертой — сумма токсичных солей, % от массы; водная вытяжка 1:5;  
 \*\* цифры в скобках соответствуют степени засоления по сумме солей в гипсоносных почвах, к которым отнесены почвы, содержащие более 1%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Степень токсичности солей определяется их составом и растворимостью. Токсичность солей возрастает от сульфатного к содовому типу засоления. Особенно ядовита сода, наименее токсичен сернокислый натрий. Сернокислый кальций безвреден, но он является спутником других солей, поэтому большое его содержание служит показателем низкого плодородия почвы.

Многие засоленные почвы имеют очень сложный солевой профиль с несколькими максимумами накопления солей, что свидетельствует о нескольких этапах засоления, связанных с различными уровнями стояния грунтовых вод в прошлом или периодическими колебаниями уровня вод по сезонам года и в многолетних климатических циклах.

Таким образом, формирование засоленных почв связано с накоплением легкорастворимых солей в профиле. Источники легкорастворимых солей очень разнообразны.

*Засоленные почвообразующие породы.* При выветривании этих пород образуется большое количество легкорастворимых солей. Ежегодный приток таких солей с суши в океан составляет 2735 млн т. Около 1 млрд т солей каждый год поступает в бессточные области материков земного шара (Ковда, 1946).

*Засоленные грунтовые воды.* Неглубокое залегание минерализованных грунтовых вод в условиях засушливого климата приводит к засолению почв и грунтов. Эти воды играют важную роль в перераспределении легкорастворимых солей в почвенном профиле.

*Выход на дневную поверхность морских соленосных осадков,* обусловленный либо тектоническими процессами, либо антропогенными воздействиями, приводящими к аридизации суши.

*Импьюверизация — перенос солей ветром (эоловый процесс).* Этот процесс широко развит в районах распространения соленых озер, морей, засоленных почв. При переносе ветром на поверхность суши может поступать от 2 до 20 т солей на 1 км<sup>2</sup>.

*Извержение вулканов.* При извержении вулканов выделяются газы и пары, содержащие серу, хлор, которые в дальнейшем переходят в сульфаты и хлориды.

*Аккумуляция солей в растениях.* Полыни, кермек, перекаати-поле и другие растения накапливают большие количества растворимых солей, которые с опадом поступают в почву.

*Атмосферные осадки.* С атмосферными осадками в почвы может поступать от 20 до 30 мг/л легкорастворимых солей.

*Вторичное засоление.* Характерно для районов орошаемого земледелия при поливе минерализованными водами либо при неоправданно высоких поливных нормах, когда повышается уровень грунтовых вод. Если они минерализованы, то легкорастворимые соли достигают пределов почвенного профиля, и происходит вторичное засоление.

Во влажном климате при промывном типе водного режима соли выносятся за пределы почвенного профиля. В районах с засушливым климатом, где испаряемость превышает количество выпадающих осадков (при выпотном типе водного режима), создаются условия для накопления солей в почвах.

В разных природных зонах особенности климата влияют на качественный состав солей. В лесостепных и степных районах при общем незначительном засолении почв и минерализации грунтовых вод в составе легкорастворимых солей преобладают карбонаты и бикарбонаты натрия, встречаются сульфаты, обуславливающие содовый и содово-сульфатный типы засоления почв. Накопление соды в этих зонах связано с ее меньшей растворимостью по сравнению с сульфатами и хлоридами натрия.

В полупустынных и пустынных областях условия благоприятны для образования сульфатов и хлоридов натрия, а также гипса. Иногда возможно образование соды и формирование почв с содовым типом засоления.

### **Солончаки**

*Солончаки* (S-C<sub>s</sub>,q) формируются в условиях, когда поступление легкорастворимых солей в поверхностный горизонт почвы не компенсируется их выносом. Накопление солей реализуется при выпотном или периодически выпотном типе водного режима при близко залегающих засоленных грунтовых водах в условиях аридного или полуаридного климата. Интенсивное физическое испарение влаги обусловлено высокими температурами, низкой влажностью воздуха и сильными ветрами. Максимум солей в этих условиях накапливается непосредственно на поверхности почвы в виде налетов, корочек и т. п. Эти почвы образуются и на засоленных почвообразующих породах, и в результате влияния других перечисленных факторов засоления. Близкое залегание грунтовых вод приводит к развитию процессов оглеения в нижней части почвенного профиля.

Растительность солончаков специфична и легко может служить индикатором засоления. Это — солерос, сарсазан, шведка, некоторые виды лебеды. На солончаках с очень высокой степенью засоления растительность сильно изрежена и представлена различными видами солянок. Объем фитомассы и, соответственно, гумусонакопление в солончаках находятся в обратной зависимости от количества и токсичности присутствующих в профиле солей. На сильнозасоленных почвах высшая растительность отсутствует, встречаются лишь некоторые виды водорослей (например, диатомовые), гумусовый горизонт не формируется.

В «Классификации и диагностике почв России» (2004) солончаки относятся к отделу галоморфных почв. Выделяется шесть типов солончаков: *солончаки* (S-Cs,q), *солончаки глеевые* (Sg-Cs-CGs), *солончаки сульфидные* (S-SS-Gs), *солончаки торфяные* (S[T]-Gs-CGs), *солончаки вторичные* (S[A-B-C]), *солончаки темные* (S[AU]-Cs,g) (вклейка, рис. 13). К главным диагностическим признакам солончаков относится поверхностный солончаковый (солевой) горизонт. Он характеризуется наличием в верхнем слое толщиной 20 см легкорастворимых солей в количестве не менее 1% от массы (по данным водной вытяжки), что исключает развитие большинства растений, кроме галофитов, не образующих сомкнутого покрова. Солончаки подразделяются на подтипы по наличию такыровидной корочки, степени дифференцированности, солонцеватости и омертвления.

Морфологически засоление проявляется в наличии поверхностной солевой корки и/или солевых выцветов, которые обычно наблюдаются при сухом состоянии почв. В зависимости от состава солей внешний вид и свойства поверхности почвы различаются. Сульфаты магния и натрия, кристаллизуясь, присоединяют большое количество воды и увеличиваются в объеме. При таком типе засоления образуются *солончаки пухлые*, имеющие с поверхности пухлую корочку. Малоигроскопичный хлорид натрия дает на поверхности сухую хрупкую корочку («*корковые*» *солончаки*), а сильноигроскопичный хлорид кальция никогда не просыхает («*мокрые*» *солончаки*). Наличие в составе солей соды приводит к формированию *черных солончаков*, так как в щелочной среде гуминовые вещества становятся подвижными и прокрашивают почву.

В значительном количестве соли присутствуют по всему профи-

лю солончаков, часто без заметных видимых выделений. Одновременно с накоплением солей может наблюдаться оглеение.

Роды солончаков выделяют по химизму (типу) засоления, основанному на качественном составе анионов и катионов (табл. 17, 18).

Таблица 17. Химизм засоления почв по соотношению анионов (моль(-)/100 г почвы) (по: Классификация ..., 2004)

Почвы, засоленные нейтральными солями ( $\Sigma_{\text{общ}} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , $\text{pH} < 8,5$ )		Щелочные почвы ( $\Sigma_{\text{общ}} \geq \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ , $\text{pH} \geq 8,5$ )		
$\Sigma_{\text{общ}} < 20\%$ от $\Sigma$ анионов		$\Sigma_{\text{общ}} > 20\%$ от $\Sigma$ анионов		$\Sigma_{\text{общ}} < 20\%$ от $\Sigma$ анионов
Химизм засоления				
Хлоридный	$\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-} > 2$	Содовый	$\Sigma_{\text{общ}} > \text{Cl}^-$ и $> \text{SO}_4^{2-}$	Хлоридный и сульфатно-хлоридный с участием соды
Сульфатно-хлоридный	$\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-} = 1 - 2$	Хлоридно-содовый	$\Sigma_{\text{общ}} > \text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-} < 20\%$ от $\Sigma$ анионов	
Хлоридно-сульфатный	$\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-} = 0,5 - 1$	Сульфатно-содовый	$\Sigma_{\text{общ}} > \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^- < 20\%$ от $\Sigma$ анионов	Сульфатный и сульфатно-хлоридный с участием соды
Сульфатный	$\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-} < 0,5$	Содово-хлоридный	$\Sigma_{\text{общ}} < \text{Cl}^-$ , $\text{SO}_4^{2-} < 20\%$ от $\Sigma$ анионов	
Сульфатный (гипсовый)	$\text{Cl}/\text{SO}_4^{2-} < 0,5$	Содово-сульфатный	$\Sigma_{\text{общ}} > \text{SO}_4^{2-}$ , $\text{Cl}^- < 20\%$ от $\Sigma$ анионов	

Таблица 18. Химизм засоления почв по соотношению катионов (моль(+)/100 г почвы) (по: Классификация ..., 2004)

Химизм засоления	Соотношение катионов
Натриевый	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+}$ , $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}^+$ , $\text{Mg}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}^+$
Магниевый	$\text{Na}^+ < 20\% \Sigma \text{к}$ , $\text{Ca}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}$ , $\text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$
Кальциевый	$\text{Na}^+ < 20\% \Sigma \text{к}$ , $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+$ , $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}$
Магниево-натриевый	$\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}$
Кальциево-натриевый	$\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}$
Кальциево-магниевый	$\text{Na}^+ < 20\% \Sigma \text{к}$ , $\text{Ca}^{2+} < \text{Mg}^{2+}$
Натриево-магниевый	$\text{Na}^+ < \text{Mg}^{2+}$ , $\text{Ca}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}$
Натриево-кальциевый	$\text{Na}^+ < \text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+} < 20\% \Sigma \text{к}$
Магниево-кальциевый	$\text{Na}^+ < 20\% \Sigma \text{к}$ , $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$

Примечание: \*  $\Sigma \text{к}$  — сумма катионов, ммоль (+)/100 г почвы

Морфологически профиль солончаков слабо дифференцирован и имеет следующее строение:

S (S[AY]; S[AU]) — солончаковый (*светлый, темный*) — бурый, палевый (S[AY]), темно-серый (S[AU]) в зависимости от содержания гумуса. В сухом состоянии имеет солевую корку или солевые выцветы. Мощность в пределах 20 см.

Cs,q — засоленная почвообразующая порода — часто имеет оливковый оттенок, признаки оглеения; бесструктурный. Возможны конкреционные и мергелистые формы карбонатных новообразований, а также ржавые примазки и пятна.

Почвы диагностируются по наличию солончакового горизонта, в котором содержание гумуса колеблется от 0,5 до 5(8)% и зависит от степени и вида засоления. В большинстве случаев солончаки относятся к малогумусированным почвам. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Мало накапливается азота и зольных элементов. Емкость катионного обмена низкая (10–20 м-экв/100 г), но в некоторых высокогумусных луговых солончаках лесостепной зоны она достигает 50–60 м-экв/100 г. В составе обменных катионов преобладают кальций, магний, имеется натрий. Почвенный поглощающий комплекс содовых солончаков содержит магний и натрий. Реакция среды слабощелочная (рН 7,3–7,5), в содовых солончаках — щелочная (рН 9,0–11,0). Карбонаты обнаруживаются с поверхности. Содержание и глубина залегания гипса зависят от аридности климата. Больше всего гипса накапливается в солончаках пустынной и полупустынной зон.

## Солонцы

В комплексе с каштановыми почвами встречаются *солонцы темные* (AU-EL-BSNth-BMKth-BCAth-Cca) и *солонцы светлые* (AJ-EL-BSN-BMK-BCA-Cca), или степные (автоморфные) солонцы (вклейка, рис. 14, 15), а также *солонцы гидрометаморфические светлые* (AJ-EL-BSN-BMKq-BCAq-Q-CQ) и *солонцы гидрометаморфические темные* (AU-EL-BSNth-BMKthq-BCAthq-Q-CQ), или луговые (гидроморфные) солонцы. Солонцы распространены не только в суббореальной зоне Евразии и Северной Америки, но в семиаридных областях практически всех континентов. Обычно это небольшие пятна различной формы и величины, довольно четко выделяющиеся по характеру растительного покрова, в котором

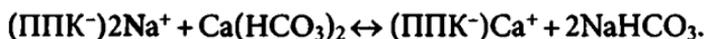
исчезают дерновинные злаки и появляются прутняк (кохия стелющаяся), грудница мохнатая, черная полынь, биюргун, кермек, кокпек, нанофитон и др.

Солонцами называют почвы, содержащие в почвенном поглощающем комплексе большое количество обменного натрия (свыше 20% от ЕКО), а иногда и магния в солонцовом (BSN) горизонте. Они имеют резкую элювиально-иллювиальную дифференциацию профиля как по морфологическим, так и по химическим показателям и характеризуются неблагоприятными агрономическими свойствами. Солонцы относятся к категории засоленных почв, но содержат легкорастворимые соли не с поверхности, а на некоторой глубине.

Существует несколько теорий происхождения солонцов (Ковда, 1973). Общее для всех теорий — признание ведущей роли иона натрия в генезисе этих почв и в формировании их неблагоприятных свойств.

По теории К. К. Гедройца (1926), солонцы образуются при рассолении солончаков, засоленных нейтральными солями (хлоридом натрия). В почвах, содержащих большое количество нейтральных солей, создаются условия для насыщения почвенного поглощающего комплекса (ППК) ионами натрия путем вытеснения из него других катионов. Коллоиды, обогащенные натрием, удерживают на своей поверхности воду, что приводит к их сильному набуханию. Расстояние между частицами увеличивается, и они, теряя способность к коагуляции, пептизируются. Коллоиды, находящиеся в состоянии пептизации, становятся подвижными, поэтому в почвах, насыщенных натрием, разрушается структура, ухудшается агрегатное состояние.

Вследствие обменной реакции между натрием, находящимся в почвенном поглощающем комплексе, и ионом кальция, присутствующим в почвенном растворе, образуется сода, которая создает щелочную среду:



Щелочная реакция почвенного раствора способствует дальнейшему диспергированию коллоидов и увеличению растворимости и подвижности гуминовых веществ, главным образом гуматов натрия. В результате этих процессов под влиянием нисходящего тока атмосферных осадков в первую очередь выносятся водорастворимые

соединения (легкорастворимые соли), затем вниз по профилю перемещаются тонкодисперсные частицы и гуминовые вещества, содержащие натрий. С глубиной концентрация почвенного раствора возрастает. Золи минеральных и органических коллоидов, передвигаясь по профилю, встречаются на некоторой глубине с минерализованным почвенным раствором, в котором концентрация электролитов повышена, что вызывает коагуляцию коллоидов и приводит к формированию солонцового горизонта BSN.

К. Д. Глинка считал, что образование солонцов в результате рассоления областей древнего засоления возможно, но это частный случай, а в основном эти почвы формируются за счет ежегодного весеннего поднятия грунтовых вод, содержащих натрий. При поднятии грунтовых вод происходит насыщение тонкодисперсной массы натрием и внедрение его в ППК, а последующее промывание почв фильтрующимися водами приводит к формированию солонцов. То есть механизм формирования солонцов аналогичен описанному выше и связан с внедрением катионов натрия в ППК, только наблюдается постоянное чередование (идушее веками) процессов засоления и рассоления.

В. Р. Вильямс развивал биологическую теорию образования солонцов. Он считал, что источником солей натрия служит степная и полупустынная растительность — полыни, солянки, камфоросма, кермек и др. При минерализации высокозольных растительных остатков образуется большое количество солей, в том числе и сода. Происходит насыщение почвенного поглощающего комплекса натрием, и не солонцеватая почва постепенно превращается в солонец.

В. А. Ковда и И. Н. Антипов-Каратаев доказали, что солонцы могут формироваться, минуя стадию солончаков. Такое образование солонцов возможно, когда источником натрия является сода. В этом случае происходит внеконкурентное поглощение натрия из почвенного раствора, поэтому даже при незначительной концентрации соды в растворе возможно насыщение натрием почвенного поглощающего комплекса.

Таким образом, важным для образования солонцов является факт внедрения натрия в почвенный поглощающий комплекс и наличие щелочной реакции среды, обусловленной появлением соды. Это приводит к подвижности коллоидов и резкой дифференциации почвенного профиля.

Морфологически профиль *солонцов светлых* включает следующие горизонты:

AJ (*светлогумусовый*) — светло-серый с буроватым оттенком, средне-суглинистый, мелкокомковато-порошистой структуры, уплотнен. Наблюдаются копролиты, червороины, включения корней; их основная масса сосредоточена в верхнем слое толщиной 5 см. Мощность горизонта от 2–3 до 20–25 см.

EL (*элювиальный*) — светло-серый с белесоватым оттенком, легкосуглинистый; комковато-плитчатой, комковато-чешуйчатой структуры, пористый. По верхним граням плиток — белесоватые скелетаны. Присутствуют копролиты, корней значительно меньше. Мощность горизонта 3–10 см.

BSN (*солонцовый*) — темно-бурый с коричневым оттенком, тяжелосуглинистый; призматически-плитчатой, чаще столбчатой структуры, распадается на мелкие орехи. По вертикальным граням структурных отдельностей сплошные глянцевые серовато-бурые кутаны. Наблюдаются отдельные мелкие корни. В сухом состоянии очень плотный, во влажном — вязкий, бесструктурный, мажущийся. Мощность горизонта от 7–12 до 25 см и более.

ВМК (*ксерометаморфический*) — палево-светло-желтый, тяжелосуглинистый, призматически-плитчатый, пористый, менее плотный, чем солонцовый. Вскипает от 10%-ной HCl. Содержит гипс в виде прожилок и карбонаты в виде пятен. Мощность горизонта до 25 см.

ВСА (*аккумулятивно-карбонатный*) — желтовато-палевый, крупно-плитчатый, пористый, плотный. Бурно вскипает от 10%-ной HCl. Содержит прожилки гипса, пятна карбонатов, легкорастворимые соли. Мощность горизонта до 25 см.

Са (*почвообразующая порода*) — желтовато-палевый, плитчатый, пористый, плотный. Бурно вскипает от 10%-ной HCl. Встречаются новообразования гипса в виде округлых друз, прожилок; выцветы легкорастворимых солей, карбонаты.

Содержание гумуса в солонцах светлых менее 3%. Состав гумуса гуматно-фульватный. Надсолонцовые горизонты имеют нейтральную реакцию среды, солонцовый и подсолонцовые горизонты — слабощелочную и щелочную. Наблюдается дифференциация профиля по илу и емкости поглощения. Почвенный поглощающий комплекс насыщен основаниями. Содержание обменного натрия в солонцовом горизонте может варьировать от нескольких процентов до 40% от суммы обменных оснований. Солонцы светлые формируются в сухостепной и полупустынной зонах в нижних частях водораздельных склонов, в долинах рек на засоленных породах.

Степные солонцы встречаются в комплексе с каштановыми почвами. Гидроморфные солонцы приурочены к низменным озерно-аллювиальным равнинам. К таким равнинам относятся Тамбовская и Западно-Сибирская низменности в России, Центральные равнины в США, Амуро-Сунгарийская низменность в Северо-Восточном Китае и др. В этих условиях солонцы образуют комплексы с черноземами, черноземами текстурно-карбонатными гидрометаморфизованными, а также каштановыми и каштановыми гидрометаморфизованными почвами (лугово-черноземными и лугово-каштановыми почвами, часто солонцеватыми).

В лесостепной и степной зонах при отсутствии дополнительного увлажнения поверхностными или грунтовыми водами формируются *солонцы темные*. Среди целинных солонцов темных выделяют два подтипа: *типичные* и *гидрометаморфизованные*. В солонцах темных гумусовый горизонт темнее, чем в солонцах светлых, он содержит 3–5% гумуса фульватно-гуматного типа. Элювиальный горизонт светло-серого цвета. Под ним залегает наиболее темный в профиле солонцовый горизонт темно-бурого или темно-серого цвета с хорошо выраженной столбчато-призматической структурой, с блестящими глинисто-гумусовыми кутанами темно-серого или черного цвета по граням структурных отдельностей всех уровней. Суммарная мощность прокрашенной гумусом толщи достигает 30–40 см. Ксерометаморфический горизонт светлее солонцового и имеет более мелкую структуру. Гумусово-глинистые кутаны выражены слабее, присутствуют карбонаты, но они не оформлены в новообразования. Аккумулятивно-карбонатный горизонт имеет светлую окраску, крупноореховатую или призматическую структуру с гумусовыми затеками по граням структурных отдельностей. Горизонт включает карбонаты в виде пропиточных пятен или белоглазки. Глубина залегания гипса варьирует, но чаще его выделения встречаются в нижней части профиля, где наблюдаются и легкорастворимые соли.

*Солонцы гидрометаморфические темные и светлые* (гидроморфные) отличаются от автоморфных появлением пепельных и грязно-серых тонов окраски в элювиальных горизонтах, оливковых тонов в ксерометаморфических и аккумулятивно-карбонатных горизонтах и наличием черно-серых гумусовых затеков и сегрегационных форм железа в них. Окраска кутан солонцовых горизонтов

также приобретает оливковые тона. Изменения в морфологическом строении профилей гидроморфных почв связаны с неглубоким (1–3 м) залеганием минерализованных грунтовых вод.

### Солоди

Солоди и в различной степени осолоделые почвы встречаются в широком диапазоне географических поясов всех континентов. В Северном полушарии на Евразийском континенте они описаны в области распространения вечной мерзлоты близ полюса холода — в Якутии, на террасах рек Лены и Вилюя (таежно-лесная зона), на низменных древнеаллювиальных равнинах в лесостепной и степной зонах Западной Сибири, Дальнего Востока (где получили название луговых подбелов) и Северо-Восточного Китая, а также на Русской и Среднедунайской равнинах. В зоне сухих степей и полупустынь умеренного пояса Евразии солоди и осолоделые почвы встречаются в Западной Сибири и в палинах и лиманах Прикаспийской низменности. Они широко распространены в лесостепной зоне на равнинах Северной Америки в Канаде и США, где известны под названием планосолей. В тропическом поясе Северного полушария солоди и осолоделые почвы описаны в котловине озера Чад в Африке. В Южном полушарии — в субтропических и тропических поясах Южной и Восточной Австралии, на аллювиальных равнинах Параны и Уругвая в Южной Америке и в Юго-Восточной Африке.

Таким образом, солоди, подобно солончакам и солонцам, распространены в умеренно засушливых и сухих областях во всех географических поясах Земли. Они приурочены обычно к слабодренированным равнинам и бессточным впадинам, где близко от поверхности (на глубине 2,0–3,5 м) находятся грунтовые воды гидрокарбонатно-натриевого или хлоридно-сульфатно-натриевого состава. В периоды обильных дождей или снеготаяния наблюдается кратковременное переувлажнение или даже затопление почв. Солоди развиваются под различными растительными сообществами: влажными лугами, травяно-осоковыми болотами, травяными березняками или осинниками.

Представления К.К.Гедройца (1926) о формировании солодей в результате деградации солонцов до сих пор являются актуальными. Он рассматривал солоди как дальнейший этап развития солонцов

под влиянием промывания поверхностными водами. Формирование этих почв он представлял следующим образом. Депрессии рельефа (блюдца, поды, западины, лиманы и др.) во время снеготаяния или обильных дождей получают дополнительный приток атмосферных осадков. Чаще всего солоды формируются на породах тяжелого гранулометрического состава, поэтому поступившая влага застаивается над солонцовым горизонтом и длительное время оказывает влияние на верхнюю часть почвенного профиля. Насыщенные натрием органические коллоиды и коллоиды полуторных оксидов под воздействием воды диспергируются и по мере просачивания растворов вымываются в глубокие горизонты, что сопровождается обесцвечиванием верхних горизонтов почвы.

Глинистые минералы также диспергируются и частично выносятся, а частично, благодаря большой удельной поверхности и дисперсному состоянию, подвергаются гидролитическому разложению под действием воды, насыщенной углекислотой. При этом идет вытеснение из почвенного поглощающего комплекса натрия и замена его на ион водорода. Ион натрия образует с ионом  $\text{HCO}_3^-$  соду, которая при преобладании во влажные периоды года нисходящего тока влаги также вымывается из верхних горизонтов и обуславливает осолонцевание нижней части профиля на глубине 50–100 см от поверхности.

При длительном течении процесса весь солонцовый горизонт полностью разрушается. На его месте формируется элювиальный осолоделый горизонт, наиболее обедненный органическими и минеральными коллоидами, обогащенный остаточным кварцем и оставшимся после разложения алюмосиликатов аморфным кремнеземом.

Бывший надсолонцовый гумусово-элювиальный горизонт в своей нижней части также сильно осветляется и разрушается. Лишь в самой верхней части в той или иной мере он прокрашен гумусом. Наличие солонцов с разной степенью осолодения подтверждает представления К. К. Гедройца о процессах формирования солодей.

Более поздними исследованиями (Базилевич, 1967) было установлено, что формирование солодей может происходить не только при рассолении солонцов, но и при периодическом грунтовым увлажнении болотных солонцеватых и солончаковатых почв. Во многих солодах признаки оглеения наблюдаются по всему профилю, усиливаясь с глубиной. В этом случае в нижних горизонтах появляются

сизые и охристые пятна, их количество увеличивается к породе. Эти почвы располагаются в депрессиях, где сохраняется периодическая связь со слабозасоленными, но щелочными водами. Необходимое условие для осолодения в данном случае — начальное осолонцевание почвы под воздействием щелочных вод и вынос продуктов распада, образующихся в результате щелочного гидролиза, идущего в восстановительных условиях.

Таким образом, весьма существенный момент процесса осолодения заключается в периодической смене окислительно-восстановительных условий. Это отражается в морфологии почвенных горизонтов. В гумусово-элювиальном и осолоделом горизонтах обычно присутствуют плотные округлые марганцево-железистые конкреции (бобовины). Они свидетельствуют о явлениях сегрегации гидроксидов железа и марганца, типичных для почв, время от времени испытывающих восстановительный режим. Считается, что периодические восстановительные условия и образование подвижных закисных железоорганических соединений служат одним из главных факторов осолодения. Согласно этим взглядам, солоди можно отнести к щелочным поверхностно-глеево-элювиальным почвам (в отличие от кислых поверхностно-глеево-элювиальных оподзоленных почв). Между первыми и вторыми имеется ряд переходов, так как часто верхние горизонты солодей лесостепных областей имеют кислую реакцию, в то время как в нижних горизонтах сохраняется щелочная среда, присутствуют карбонаты кальция и даже легкорастворимые соли.

К одному из существенных признаков солодей относится наличие аморфной кремнекислоты, образующейся в результате распада алюмосиликатов под действием щелочных растворов. Возможно и ее биогенное накопление за счет диатомовых водорослей, концентрирующих кремнезем при построении своих панцирей, а также за счет фитолигарий (кремниевых телец), образующихся в тканях злаков и осок.

Следовательно, образование солодей связано не только со специфическими физико-химическими и химическими процессами, протекающими в профиле этих почв, но и с определенной совокупностью биологических и биохимических процессов. При осолодении существенное изменение претерпевают минеральная и органическая части почвы. Появляется четкая дифференциация профиля.

По современной классификации почв России (Классификация..., 2004) солоды относятся к отделу текстурно-дифференцированных почв. Выделяется четыре типа: *дерново-солоды* — AY-EL-BT-BCAg-Csa,g; *дерново-солоды глеевые* — AY-EL-BTg-G(s)-CG(s); *солоды темногумусовые* — AU-EL-BT-BCA-Csa,(s); *солоды перегнойно-темногумусовые гидрометаморфические* — AH-EL-BTq-Q-CQ.

*Дерново-солоды* обычно приурочены к слабо выраженным отрицательным элементам рельефа. Чаще всего они формируются в блюдцеобразных западинах под березовыми и березово-осиновыми колками и в лиманных понижениях.

Морфологически почвенный профиль дерново-солоды выглядит следующим образом:

AY (*серогумусовый*) — серого цвета, рыхлый, бесструктурный или порошистой структуры, расчленяется на рыхлые горизонтальные пластинки, среднесуглинистый. Мощность 5–10 см.

EL (*элювиальный, осолоделый*) — сильно осветлен, белесовато-серый, расчленяется на ноздревато-пористые горизонтальные пластинки, бескарбонатный, среднесуглинистый, часто содержит железисто-марганцевые стяжения. Нижняя граница располагается на глубине примерно 40 см.

BT (*текстурный*) — серовато-оливковый, ореховато-призматический, призматический, глыбистый, уплотненный или плотный, насыщен железисто-марганцевыми бобовинами, бескарбонатный, в верхней части может выделяться зона деградации со светлыми скелетанами. Часто наблюдаются сизовато-серые кутаны и мраморовидность окраски. Горизонт очень твердый в сухом состоянии, нередко с признаками слитизации; характерны вертикальные трещины шириной до 1–2 см. Мощность 40–60 см.

BCAg (*аккумулятивно-карбонатный*) — светлее предыдущего, грязно-желтый или светло-бурый, крупноореховатой структуры, в сухом состоянии очень плотный. Новообразования карбонатов преимущественно представлены белоглазкой, но встречаются и мучнистые стяжения, и прослой карбоната кальция. Если уровень грунтовых вод расположен на глубине 2,0–2,5 м, то наблюдается оглеение. Мощность 60–80 см.

Csa,g (*почвообразующая порода*) — бурый, структура ухудшается или исчезает, уменьшается содержание карбонатов, в нижней части появляется гипс и легкорастворимые соли.

Почвы характеризуются невысоким содержанием гумуса (1,5–4%) гуматно-фульватного или фульватного типа в серогумусовом горизонте. Осолоделый горизонт обогащен кремнеземом и обеднен илом, полуторными оксидами и обменными основаниями, которые

накапливаются в текстурном горизонте. Характерна ясно выраженная дифференциация и по показателям pH: верхняя часть профиля имеет слабокислую или кислую, а нижняя — щелочную реакцию среды. Количество гумуса резко убывает от серогумусового к элювиальному горизонту. В составе обменных катионов кроме Ca и Mg присутствует Na. В типе дерново-солодей выделяются типичные, глееватые, гидрометаморфизованные и турбированные подтипы.

*Дерново-солоди глеевые* отличаются от дерново-солодей ясно выраженными признаками оглеения в виде преобладающей сизой или грязно-сизой окраски и ржавых пятен, которые прослеживаются в профиле начиная с текстурного горизонта. На глубине 2–3 м иногда обнаруживается гипс.

*Солоди темногумусовые* характеризуются наличием мощного темногумусового горизонта (15–50 см), содержащего 3–8% (иногда до 10%) гумуса. В элювиальном горизонте содержание гумуса снижается до 1–1,5%. В текстурном горизонте наблюдаются темные ку-таны, а в аккумулятивно-карбонатном — глинисто-гумусовые потеки. Новообразования в виде белоглазки, ниже возможны выделения гипса. Чаще всего данные солоды встречаются в лесостепи и северной части степной зоны.

*Солоди перегнойно-темногумусовые гидрометаморфические* имеют выраженные признаки гидрометаморфизации в виде стальных тонов окраски нижней части перегнойно-темногумусового горизонта, оливковых и грязно-серых пятен и разводов в текстурном и аккумулятивно-карбонатном горизонтах. Новообразования имеют вид расплывчатых грязно-белых пятен карбонатной пропитки. Формируются подобные почвы при неглубоком (1–2 м) залегании грунтовых вод.

## Суббореальные аридные области

Суббореальные полупустынные и пустынные области распространены на обширных территориях Средней и Центральной Азии, в Северной Америке — в больших межгорных котловинах Кордильер в районе Соленых озер, в Южной Америке — в наиболее аридных районах Патагонии. В соответствии с географическим положением рассматриваемые территории объединяются в три почвенно-био-климатические полупустынные и пустынные области: *Центрально-*

*азиатскую, Северо-Американскую и Южно-Американскую.* Общая площадь этих областей составляет 794,7 млн га; горные территории занимают 331 млн га или около 42% от общей площади.

Суббореальные аридные области характеризуются следующими климатическими показателями (табл. 19).

Таблица 19. Средние климатические показатели для суббореальных аридных областей

Средняя температура, °С		Сумма t > 10 °С	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-8 — -12	+18—+24	2800—4200	< 200	< 0,3	150—200

Главные особенности климата полупустынь и пустынь — сухость и резкая континентальность. Небольшое количество осадков неравномерно распределено по сезонам года. В полупустынях наблюдается слабый максимум летом, в пустынях — зимне-весенний максимум. Из года в год количество осадков значительно варьирует.

К важным показателям климата полупустынь и пустынь относится высокая величина испаряемости: в среднем в полупустынях она составляет 800—1000 мм, в пустынях — 1100—1200 мм и превышает сумму осадков в 7—10 раз. Годовая амплитуда среднемесячных температур составляет около 40—42 °С. Почвы ежегодно промерзают. Водный режим непромывной, а в жаркий летний период — выпотной.

Почвообразующие породы весьма разнообразны по своему генезису, гранулометрическому и химическому составам. Преобладают лессы и древнеаллювиальные отложения. К общим особенностям почвообразующих пород относятся значительное содержание карбонатов кальция, наличие гипса и некоторого количества легкорастворимых солей.

Характерная черта растительного покрова — бедность видового состава, изреженность (проективное покрытие 20—40%) и комплексность. Здесь распространены полынные, типчаково-полынные, полынно-биюргуновые и биюргуново-кокпековые растительные сообщества с заметным участием эфемероидов и эфемеров, которые

особенно широко распространены в песчаных пустынях, где по древним дельтам развиваются заросли саксаула. В почвах пустынь обнаружено большое количество водорослей, особенно на такырах.

Значительное влияние на видовое разнообразие растительности оказывают гранулометрический состав и степень засоления почв. Песчаные и супесчаные почвы не засолены на значительную глубину и отличаются более благоприятным водным режимом. К ним приурочена северная типчаково-ковыльная растительность с более густым травостоем. На глинистых засоленных почвах растительность солянковая, на суглинистых сильносолонцеватых почвах господствуют различные виды полыней. Древесная растительность встречается в долинах рек (тополь, тамарикс, осина, береза) и на сопках, сложенных гранитом (сосна).

Биомасса пустынь невелика. Неразложившийся опад на поверхности отсутствует. Растительность пустынь энергично вегетирует в весенний период за счет пышного развития эфемеров. В сухое время года она «замирает», приспосабливаясь к жарким условиям.

Решающий фактор для формирования пустынных и особенно полупустынных почв — глубина промачивания. Большинство таких почв в суббореальном поясе промерзает, что затрудняет их промачивание в весеннее время, в момент наибольшего увлажнения, и способствует сохранению продуктов выветривания в почвенной толще и возникновению солонцеватости. Солонцеватость усиливается в результате летнего неглубокого промачивания и последующего испарения влаги. Под влиянием растительного покрова легко растворимые соли, часто содержащие ионы натрия, вовлекаются в постоянный биологический круговорот.

Для суббореальных аридных областей характерны *бурые аридные* — AKL-BMK-BCA-Cca (бурые полупустынные) и *бурые аридные гидрометаморфизованные* — AKL-BMK-BCAq-Cca (лугово-бурые полупустынные) почвы, *солонцы светлые* — AJ-EL-BSN-BMK-BCA-Cca (солонцы полупустынные), *солончаки* — S-Cs,q. В суббореальных аридных областях также распространены *серо-бурые пустынные* почвы и *такыры*, которые на территории России не встречаются, поэтому их морфологическое строение дано на основе классификации 1977 г.

Наибольшие площади в полупустынях занимают *бурые аридные* (бурые полупустынные) почвы. Их генетические особенности

связаны прежде всего с засушливостью климата и малой продуктивностью растительного покрова — общая биомасса составляет 100 ц/га. Опад зеленой части растений не превышает 4–5 ц/га, причем основную массу составляет корневой опад (табл. 20). В составе растительности преобладают кустарники и полукустарнички, роль которых в гумусообразовании крайне ограничена.

Таблица 20. Поступление органических остатков и золы в почвы эфемерово-злаково-кустарничковых степей за год (по: Родин, Базилевич, 1965)

Растительная группировка	Органические остатки		Азот, кг/га	Зольные элементы, кг/га		
	всего, ц/га	корни, % от общей массы		всего	органогены (Ca+K+P+S)	биогалогены (Na+Cl+S)
Эфемеровые полинники	100	77	92	290	124	28
Мятликовые полинники	65	74	76	239	96	34
Мятликово-эфемеровые полинники	103	86	108	389	164	29

Небольшое количество осадков и высокая температура обуславливают кратковременность процессов образования и трансформации гуминовых веществ. Эти процессы идут в весенний период, когда в почве содержится оптимальное количество влаги. Преобладающие в почве аэробные условия способствуют быстрой минерализации органического вещества. Характерная особенность бурых аридных (бурых полупустынных) почв — малая мощность гумусовых горизонтов и невысокое содержание в них гумуса.

Растительные остатки обогащены зольными элементами (>200 кг/га), в составе которых значительную долю занимают щелочные металлы (табл. 20). Натриевые соли, образующиеся при минерализации органических остатков и при внутрпочвенном выветривании, не вымываются глубоко, поэтому создаются условия для внедрения натрия в почвенный поглощающий комплекс, что обуславливает развитие в бурых аридных (бурых полупустынных) почвах солонцового процесса. К характерным особенностям этих почв относятся солонцеватость и слабая выщелоченность от карбонатов,

легкорастворимых солей и гипса. Поэтому в современной классификации почв России (Классификация..., 2004) подтипы в типе бурых аридных почв выделяются по наличию солонцеватости, засоления, гидрометаморфизации и по признакам нарушения верхней части почвенного профиля (турбированности).

Профиль типичных бурых аридных (бурых полупустынных) почв выглядит следующим образом:

AKL (*ксерогумусовый*) — с поверхности может отслаиваться хрупкая, пористая корочка (1–5 см); сероватый или светло-бурый, листоватой или слоисто-чешуйчатой структуры. Мощность на суглинистых породах 8–10 см, на песчаных породах до 20 см.

ВМК (*ксерометаморфический*) — бурый, часто ореховатой или глыбистой структуры. Наблюдаются признаки солонцеватости, уплотнен. Мощность 10–20 см.

ВСА (*карбонатный*) — темно-бурый с рассеянными грязно-белыми пятнам карбонатов, плотный, комковато-ореховатый, часто глыбистый. Мощность на суглинистых породах 30–35 см, на супесчаных 35–40 см.

Са (*почвообразующая порода*) — начинается с глубины 75–80 см, обычно карбонатная и гипсоносная.

В целом почвы отличаются слабой цветовой, но ясной структурной и текстурной дифференциацией профиля. Коэффициент дифференциации горизонта ВКМ равен 1,4–1,5. Содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 1,0–1,5%, гумус гуматно-фульватного состава. Реакция почв слабощелочная в верхней части профиля и щелочная в нижней. Емкость поглощения 15–20 м-экв/100 г при содержании обменного натрия 2–3% и обменного магния 20–25% от емкости катионного обмена. Бурые аридные (бурые полупустынные) почвы обычно карбонатны с поверхности. Содержание  $\text{CO}_2$  в карбонатах увеличивается с глубиной и достигает максимума в ВСА-горизонте (4,5–5,5%). Исключение составляют почвы легкого гранулометрического состава, где верхняя граница вскипания от 10%-ной HCl находится на глубине 10–15 см.

В более засушливых пустынных условиях преобладают *серобурые пустынные* почвы (Ак-А-В-С), имеющие много общих черт с бурыми аридными (бурыми полупустынными). Различия связаны с еще большей аридностью климата, большей изреженностью растительного покрова (проективное покрытие < 15–20%), представленного полынно-солянковыми и солянковыми группировками.

Почвообразовательный процесс в серо-бурых пустынных почвах отличается прерывистостью и кратковременностью гумусообразования. В короткий весенний период интенсивно развивается растительность и одновременно резко усиливается биологическая активность почвенной микрофлоры и фауны. Растительные остатки за один сезон почти полностью минерализуются, поэтому гумуса здесь образуется крайне мало. В летний очень жаркий и сухой период биологические процессы в почве почти полностью затухают.

Слабое накопление гумуса и засоленность почв обусловлены не только климатическими условиями, но и особенностями биологического круговорота веществ. Под покровом пустынной растительности опад очень мал. Общая биомасса составляет 50–100 ц/га, причем 80% биомассы приходится на корневую систему. Опад пустынных растений отличается высокой зольностью. В зеленых частях полукустарниковых растений она составляет 15–20%, солянок — 50%. Зольность эфемеров не превышает 5–8%. В общем балансе химических элементов велика роль хлора и натрия.

Серо-бурые пустынные почвы приурочены к каменистым пустыням наиболее древних плато. Они развиваются на породах различного гранулометрического состава, обогащенных скелетом. Преобладают супесчаные и легкосуглинистые разновидности.

В. В. Добровольский (1999) приводит следующее описание серо-бурых пустынных почв:

Ак — *поверхностная корка* с характерными округлыми порами, растрескавшаяся на полигональные элементы. Мощность 3–6 см.

А — *гумусовый*, серо-бурого цвета, в верхней части слабо скреплен корнями, книзу рыхлый, легко развеиваемый ветром. Мощность 10–15 см.

В — *уплотненный горизонт* бурого цвета, призмовидно-глыбистой структуры, с редкими плохо выраженными пятнами белоглазки. Мощность от 10–15 см.

С — *рыхлый лессовидный суглинок*, переполненный мелкими (0,5–1,0 мм) изометричными кристаллами гипса, иногда образующими рыхлые стяжения. Мощность лессовидного суглинка сильно варьирует. Часто на глубине 1,5 м и ниже залегает своеобразный горизонт шестоватого гипса, представленный скоплениями вертикально ориентированного игольчатого гипса. Этот горизонт не связан с формированием серо-бурых почв. Мощность его не постоянна (от 10–20 см до 2 м и более), часто он полностью эродирован. При наличии крупных обломков шестоватый гипс образует длинные бородчатые наросты.

Содержание гумуса в серо-бурых пустынных почвах невелико (до 1%). Состав гумуса фульватный, характерно узкое отношение гумуса к азоту (C:N 4–5). Распределение гумуса по профилю равномерное, иногда наблюдается слабый максимум на глубине 10–20 см (именно здесь сосредоточена основная масса корней, так как в верхней части почва сильно иссушается). Почвы характеризуются низкой емкостью поглощения и щелочной реакцией. Максимум карбонатов приурочен к верхнему горизонту. Иногда отмечаются два максимума карбонатов: в поверхностной корке и в нижней части уплотненного горизонта на глубине 30–50 см. С глубины 30–50 см появляются постоянные признаки засоления. Широкое распространение засоления и солонцеватости в почвах — следствие бессточности рельефа при высокой зольности растительных остатков и засоленности пород.

В условиях суббореальных пустынь на глинистых почвообразующих породах формируются *такыры* (Alca–Vca–Cca) и *такыровидные* почвы. Эти почвы имеют четкую приуроченность к рельефу: занимают днища плоских понижений, древние речные русла, нижние выположенные части конусов выноса и слепых речных дельт на подгорных равнинах. Местами они встречаются на землях древнего орошения. Условия рельефа способствуют их кратковременному обводнению за счет разливов рек или поверхностного стока редких весенних и осенне-зимних осадков. В периоды затопления слой воды может составлять несколько сантиметров и сохраняться несколько дней. С током воды приносятся тонкие илистые частицы, которые осаждаются на поверхности почвы. В этот период в воде обильно развиваются сине-зеленые и зеленые водоросли. Из всего комплекса пустынного почвообразования в такырах отчетливо выражены процессы преобразования минеральной основы и засоление, в результате чего почвы приобретают характерный облик: идеально ровная поверхность, разбитая на мелкие полигоны трещинами усыхания глубиной от 2 до 8–10 см.

На поверхности ровных полигонов часто можно наблюдать свернувшиеся в трубочку слоевища водорослей, присыпанные пылеватоглинистой массой. Такыры лишены высшей растительности и покрыты водорослями и лишайниками. Биомасса опада, по подсчетам Л. Е. Родина и Н. И. Базилевич (1965), составляет примерно 1 ц/га.

Почвенный профиль такыров, по описанию А. Н. Геннадиева и М. А. Глазовской (2005), выглядит следующим образом:

Непрочно пористая светло-серая корочка с характерным трещинно-поровым сложением. Верхняя ее часть (до 2 см) более пористая, пылеватая, непрочно сложения и слегка напоминает осолоделый горизонт. Нижняя часть более плотная с призмовидными отдельностями и округлыми белесоватыми головками. Общая мощность корочки 2–7 см.

*A1ca (подкорковый)* — светло-серый, слоегато-чешуйчатый, рыхлый, пористый. Мощность 5–10 см.

*Ва* (*переходный*) — слабо уплотненный, бесструктурный горизонт, до глубины 20–30 см.

*Са* (*почвообразующая порода*) — представлена пылевато-суглинистым слабослоистым материалом.

Такыры — малогумусные почвы; они содержат < 1%, а чаще 0,1–0,3% гумуса. В составе гуминовых веществ преобладают фульвокислоты. Отношение Сгк/Сфк 0,4–0,5. Емкость поглощения составляет 5–10 м-экв/100 г. Обменные основания представлены кальцием, магнием и натрием, который часто занимает более 20% от емкости катионного обмена. Реакция почвенного раствора сильнощелочная (рН 8–10). Большинство такыров засолено (плотный остаток насчитывает от 0,3 до 3%). Наибольшее содержание солей приурочено к подкорковому горизонту, а сама корка засолена слабо. Для такыров характерен сульфатно-хлоридно-натриевый тип засоления. В такырах, лишенных легкорастворимых солей, наблюдается процесс солонцеватости, что отражается в уплотнении средней части профиля. Карбонаты в такырах встречаются с поверхности, гипс залегает неглубоко. Почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, где значительную долю занимают фракции тонкой пыли и ила.

*Такыровидные* почвы не имеют строгой приуроченности к каким-либо определенным геоморфологическим позициям, растительным ассоциациям или отложениям, хотя чаще встречаются на относительно низких аккумулятивных поверхностях и песчано-суглинистых наносах. Они представляют собой переходные образования. Такыровидные почвы не обладают какими-либо яркими диагностическими горизонтами, для них характерен монотонный профиль небольшой мощности (30–50 см). В почвах наблюдаются все признаки пустынного почвообразования: тенденция к коркообразованию, накопление карбонатов с поверхности, солончаковатость, иногда солонцеватость, расположение гипса на незначительной глубине, ничтожное содержание гумуса.

На пустынных равнинах Средней Азии, на перевеянных коренных песках или на древнеаллювиальных песчаных отложениях, характеризующихся богатым минеральным составом, в условиях барханных, грядовых или котловинных форм рельефа широко распространены *песчаные пустынные* почвы.

Важный фактор почвообразования в пустыне — устойчивость песчаного субстрата, обусловленная его закреплением корнями растений. Условия существования растительности на песках наиболее благоприятны по сравнению с другими породами пустыни. В песчаных субстратах атмосферная влага проникает на большую глубину и ее хватает на вынос солей, поэтому верхняя часть почвенного профиля (20–40 см) почти не содержит легкорастворимые соли (плотный остаток водной вытяжки составляет 0,04–0,08%).

Важную роль в почвообразовании играют эфемеры и эфемероиды — песчаная осочка (илак), луки, а также многолетние травяные растения (селин). Эти растения стабилизируют корневой системой пески и создают единственный ясно выраженный горизонт, который так и называется «корешковатым». Он располагается на глубине 2(6)–10(20) см под слоем постоянно перевеваемого песка, имеет слабые признаки структуры и содержит 0,1–0,3% гумуса. Перевеваемый песок исполняет роль мульчи, защищая корешковатый горизонт от перегрева и чрезмерного иссушения, так как температура поверхности почвы летом может достигать 70 °С. Ниже корешковатого горизонта располагается карбонатный горизонт с элементами комковатой структуры. На поверхности почвы возможно образование тонкой, хрупкой карбонатной корочки.

В понижениях эолового рельефа иногда встречаются черные пятна пустынного мха (*Tortula desertorum*), под которыми формируются *пустынные корковые песчаные* почвы межгрядовых понижений. Подобные почвы встречаются в пустынях Туркмении.

#### Контрольные вопросы:

1. Особенности климата в пределах суббореального пояса.
2. Элементарные почвообразовательные процессы, формирующие почвы пояса.
3. Причины развития процессов эрозии почв, меры борьбы с ними.
4. Формы новообразований карбонатов в почвах суббореального пояса.

5. Особенности использования почв суббореального пояса, лимитирующие факторы развития растений.

6. Отличительные признаки сегрегационных черноземов по сравнению с текстурно-карбонатными черноземами.

7. Особенности поступления органических остатков и процесса гумусообразования в почвах суббореального пояса.

8. Основные причины развития солончаковатого и солонцового процессов.

## СУБТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС

Субтропический пояс распространен как в Северном, так и в Южном полушарии на территории в 2,5 млрд га, что составляет 20% от площади Земли. На долю горных областей приходится 29,2% от его площади. Пояс характеризуется как сухой и теплый. Он ограничен суммами положительных температур  $>10^{\circ}\text{C}$  в 4000–8000 $^{\circ}\text{C}$ . Величина годового радиационного баланса равна 50–75 ккал/см<sup>2</sup>. Среднегодовые температуры колеблются от  $+13^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, для субтропического пояса характерна повышенная обеспеченность теплом, что способствует интенсивному биологическому круговороту элементов и более высокой энергии почвообразования.

По сходству режима атмосферного увлажнения территорию можно подразделить на четыре области: на долю *гумидной* приходится примерно 20% площади пояса (4% площади Земли); *семигумидная* область составляет 5% площади пояса (1% площади Земли); *семиаридные* территории занимают около 35% площади пояса (6% площади Земли) и 40% площади пояса приходится на долю *аридной* области. Таким образом, преобладают аридные и семиаридные ландшафты. Почвообразование протекает преимущественно на силлитных карбонатных и засоленных корках выветривания. Горизонтальная зональность в пределах данного пояса имеет ограниченное распространение, но хорошо выражены фациальные проявления. Смена ландшафтов и почв в субтропиках обусловлена главным образом увлажнением, которое убывает по мере удаления от океанических побережий.

К основным процессам, формирующим почвы субтропического пояса, относятся: *ферраллитизация, латеритообразование, метаморфическое огливание, лессиваж, гумусонакопление, выщелачива-*

ние легкорастворимых солей, слитообразование, а также солонцовый и солончаковый процессы.

Субтропическое слитообразование характеризуется оглинением всей почвенной толщи (преобладают глинистые частицы монтмориллонитово-бейделлитового состава), а также значительным гумусонакоплением.

### Субтропические гумидные области

Лесные субтропические гумидные области, как и суббореальные, занимают 4% площади Земли или около 600 млн га; из них 43% или 285 млн га приходится на горные территории. Эти области распространены в основном на восточных гумидных окраинах материков с муссонным характером климата, где выпадает от 1000 до 2500 мм осадков в год, причем бóльшая их часть приходится на лето и осень. На западных побережьях континентов влажные субтропики встречаются лишь в особых региональных орографических условиях. Таковы, например, территории их распространения в субтропических районах Южной Америки (Чили), Северной Африки (Марокко). В целом для субтропических гумидных областей характерны следующие климатические показатели (табл. 21).

Таблица 21. Средние климатические показатели для субтропических гумидных областей

Средняя температура, °С		Сумма t > 10 °С	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
+6 — +12	+24 — +28	4500–8000	1000–2500	1,2–2,5	210–365

Влажные субтропики отличаются высокими температурами в течение всего года. Лишь на некоторых территориях Закавказья в отдельные годы наблюдались отрицательные температуры (–0,5 °С; –1,5 °С). Почвы не промерзают. Большое количество осадков способствует развитию здесь промывного типа водного режима.

Наиболее значительные площади субтропических гумидных областей расположены в Северном полушарии — это *Северо-Американская* и *Восточно-Азиатская* области. Северо-Американская охватывает юго-восточные штаты США. Восточно-Азиатская включает юго-восточные провинции Китая, остров Тайвань, юг Японии. Кроме того, отдельные влажно-субтропические районы встречаются в Западном и Юго-Восточном Закавказье (Краснодарском крае России, западной части Грузии и восточной части Азербайджана), в Турции и Марокко.

В Южном полушарии площадь влажных субтропиков значительно меньше — это *Южно-Американская* (юго-восток материка — территории Парагвая, Уругвая и юго-восток Бразилии) и *Австралийская* (юго-восточное горное побережье Австралии, Северный остров Новой Зеландии и северное побережье Тасмании) области.

Для субтропических гумидных территорий характерны обширные территории широколиственных лесов с кленами и дубами. В Восточно-Азиатской области часто встречаются южные хвойные леса, леса с веерными пальмами и лавролиственные леса. В Северо-Американской области развиты сосновые и дубово-гикориевые леса со значительной долей участия платана, вяза, ильма, ясеня, клена, красного каменного дерева. Для Австралии и Тасмании характерны эвкалиптовые леса. Общая биомасса, накапливаемая растительными сообществами, составляет 410 т/га, ежегодный опад — 21 т/га. С опадом поступает значительное количество зольных элементов — до 700 кг/га.

К преобладающим корам выветривания относятся ферраллитные и ферраллитно-сиаллитные. Незначительная часть почв формируется на продуктах выветривания известняков. По мнению Б. Б. Полынова (1956), И. П. Герасимова и М. А. Глазовской (1960), формирование красноцветной коры выветривания вначале протекало в условиях щелочной среды. В это время и происходили интенсивный вынос из нее кремнезема и накопление полуторных оксидов. Почвенный покров большинства рассмотренных областей на мировых почвенных картах представлен красноземами и желтоземами.

Главный процесс почвообразования в субтропических гумидных областях — это процесс *ферраллитизации* (остаточного накопления железа и алюминия). Он протекает медленно и выражается главным образом в желтоземо- и красноземообразовании. Красноземы при-

урочены в основном к древним ферраллитным корам выветривания пород среднего и основного состава. Желтоземы формируются на феррсиаллитных продуктах выветривания.

**Красноземы** (АО–A1f–Bm–Cferal — индексы горизонтов предложены А. Н. Геннадиевым и М. А. Глазовской, 2005) получили название благодаря своей окраске, связанной с составом почвообразующих пород (продуктами выветривания, имеющими кирпично-красные или оранжевые тона). Цвет толщи обусловлен присутствием на поверхности глинистых частиц прочно связанных гидроксидов трехвалентного железа, не разрушающихся даже при длительном промывании толщи кислыми почвенными растворами. Гидроксиды железа, покрывая и цементируя глинистые частицы, соединяют их в прочные агрегаты, что обеспечивает хорошую микроагрегированность красноземов. Все особенности красноцветных продуктов выветривания устойчиво сохраняются в сформированных на них почвах. Следовательно не только цвет, но и многие другие свойства красноземы получили не в процессе почвообразования, а унаследовали от почвообразующих пород. Характерной чертой почвообразования в красноземах служит продолжающаяся аллитизация минеральной части почвы.

Современное почвообразование в зоне влажных субтропиков протекает под пологом лесной растительности с обширной биомассой, богатой зольными элементами. Поэтому опад является главным фактором, влияющим на развитие почв. Несмотря на то, что почвы формируются в кислой среде, признаки подзолообразования в красноземах не проявляются или в ряде случаев проявляются неотчетливо. Это связано с большим количеством оснований, образующихся при разложении органических остатков и нейтрализующих кислые продукты. Процессы оподзоливания ослабляются и вследствие поступления полуторных оксидов, также высвобождающихся при минерализации растительного опада.

Морфологический профиль краснозема, описанный А. Н. Геннадиевым и М. А. Глазовской (2005), выглядит следующим образом:

АО (*горизонт подстилки*) — состоит из сухих листьев, иногда отсутствует. Мощность 1–2 см.

A1f (*гумусовый горизонт*) — имеет в верхней части до глубины 5–7 см серую или коричневатую окраску, копролитовую или мелкокомковатую структуру. Нижняя часть гумусового горизонта до глубины 25–35 см окрашена в бурый, желто-бурый, красновато-бурый цвет; структура комковатая,

местами на гранях структурных отдельностей заметны глянцевитые коллоидные пленки. Мощность 25–35 см.

*Bm (метаморфический горизонт)* — буровато-красного или буровато-желтого цвета, рыхлый, непрочно-комковатой структуры, пронизан корнями, ходами насекомых. Мощность 80–100 см.

*Cferal (почвообразующая порода)* — пестро окрашена, переход к ней хорошо заметен по появлению признаков структуры исходной выветрелой породы или наноса. В ней отчетливо видны псевдоморфозы вторичных минералов (например, каолинита) по зернам ранее присутствовавших полевых шпатов.

Красноземы на всем протяжении профиля имеют кислую реакцию среды ( $pH_{H_2O}$  4,0–5,5). Максимальная кислотность свойственна нижней части гумусового горизонта. В целинных почвах содержание гумуса в верхнем слое толщиной 3–5 см достигает 8–12%, но уже на глубине 10–15 см его количество падает до 2–3%, а в метаморфическом горизонте составляет всего 1%. В составе гумуса преобладает группа фульвокислот (отношение  $C_{гк}/C_{фк}$  0,5–0,6 в верхней части и 0,2–0,1 — в нижней части гумусового горизонта). Группа гуминовых кислот представлена бурыми гуминовыми кислотами, связанными с железом в органо-минеральные комплексы. Несмотря на значительное поступление опада (главным образом на поверхность почвы), гумусовый горизонт малоразвит, так как процессы минерализации органических остатков протекают очень быстро.

Емкость поглощения в красноземах невелика: в гумусовом горизонте — 10–12 м-экв/100 г, в горизонте *Bm* — 7–8 м-экв/100 г. Содержание поглощенных  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  очень мало. В сумме они составляют 0,5–1,5 м-экв/100 г и лишь в самой верхней части почвенного профиля их количество увеличивается до 3,5–4,0 м-экв/100 г. Основная масса поглощенных катионов представлена алюминием, обуславливающим высокую обменную кислотность ( $pH_{KCl}$  3,5–3,8) и занимающим вместе с водородом 85–95% от емкости катионного обмена. Низкая поглотительная способность связана с преобладанием в илистых фракциях красноземов минералов типа каолинита, галлуазита, гетита, гиббсита.

Почвы характеризуются высоким валовым содержанием полуторных оксидов — до 55–65% от массы. В кислой среде оксиды алюминия и железа частично растворяются и выносятся за пределы профиля. На это указывает возрастание в почве отношений

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$  по сравнению с почвообразующей породой. Наблюдается некоторое обеднение верхних горизонтов полуторными оксидами и увеличение их содержания в горизонтах Вм и С. Повышается по сравнению с породой и относительное содержание подвижных форм железа.

В естественных условиях вынос полуторных оксидов из верхней части почвенного профиля компенсируется их привнесением с огромной массой растительного опада. Красноземы характеризуются низким содержанием азота (0,2–0,4%), калия и фосфора (0,08–0,1%). Особенно бедны они подвижными формами фосфора, что связано со слабой растворимостью фосфатов железа и алюминия, преобладающих в этих почвах.

В субтропических гумидных областях наряду с процессом ферралитизации развиты процесс *кислотного выщелачивания*, свойственный всем лесным почвам гумидных областей, и *лессиваж*, которые приводят к образованию красноземов с резко дифференцированным профилем, включающим элювиальный горизонт.

**Желтоземы** (А0–А1–А2–В–С — индексы горизонтов предложены Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в «Программе почвенной карты СССР», 1972), как и красноземы, формируются в условиях субтропического влажного и теплого климата. Они отличаются от красноземов значительно меньшим содержанием полуторных оксидов (25–30%) и большим — кремнезема (50–65%). Желтоземы формируются в результате феррсиаллитного характера выветривания, в связи с чем не имеют такой яркой окраски, как красноземы. Профиль более дифференцирован. Выделяются следующие горизонты:

А0 (*лесная подстилка*) — мощность 3–4 см.

А1 (*гумусово-аккумулятивный*) — серовато-палевый, комковатый или комковато-ореховатый, уплотненный, тяжелосуглинистый. Мощность 10–15 см.

А2 (*элювиальный*) — буровато-палевый, неясно оподзоленный, с желтым оттенком, с неотчетливо выраженной структурой, суглинистый, уплотненный.

В (*иллювиальный*) — светло-желтый, с железисто-марганцевыми пятнами, комковато-призмической структурой, уплотненный, суглинистый.

С (*почвообразующая порода*) — неоднородно окрашена, желтовато-оранжевая, содержит железисто-марганцевые конкреции.

Желтоземы характеризуются преимущественно глинистым или суглинистым гранулометрическим составом. Наблюдается более

высокое, чем у красноземов, валовое содержание  $\text{SiO}_2$  по всему профилю, причем наибольшее количество кремнезема отмечается в элювиальном горизонте. Почвы содержат меньше гумуса в верхнем горизонте (4–5%), хотя иногда его количество достигает 10%; азота — 0,2–0,4%. С глубиной содержание гумуса и азота резко падает. Состав гумуса фульватный (Сгк/Сфк 0,5). Преобладают фракции гумусовых кислот, связанные с полуторными оксидами. Среди обменных катионов кальций занимает 60–80% от емкости поглощения, значительная доля принадлежит магнию и водороду. Реакция среды слабокислая (рН 5–6).

Процессы преобразования почвообразующих пород, характерные для красноземов, свойственны и желтоземам. В профилях желтоземов происходит вымывание полуторных оксидов и тонкодисперсных частиц как поверхностно-боковым, так и вертикальным током вод. Осветление верхних горизонтов за счет выноса полуторных оксидов сочетается с процессом поверхностного оглеения, которому благоприятствует низкая водопроницаемость почвообразующих пород при большом количестве осадков. Все это приводит к дифференциации почвенного профиля, степень которой увеличивается по мере развития поверхностного оглеения, сопровождаясь обогащением верхних горизонтов железистыми конкрециями. Среди желтоземов, как и среди красноземов, выделяют оподзоленные и глеевые разности.

### Субтропические семигумидные области

В некоторых влажных лесных субтропических областях на границе с сухими субтропиками в условиях меньшего общего увлажнения при равномерном распределении осадков по сезонам формируются травянистые прерии с разнотравно-злаковой мезофильной растительностью. Субтропические семигумидные области занимают примерно 1% площади Земли, что составляет около 150 млн га. Эти области распространены в основном в Южной Америке (на юге Бразилии и в Уругвае), в Северной Америке (в США — штаты Оклахома и Техас). Небольшие площади встречаются в Юго-Восточной Африке (на восточном склоне Драконовых гор) и в Восточной Австралии (в Квинсленде). В целом эти территории характеризуются следующими климатическими показателями (табл. 22).

Таблица 22. Средние климатические показатели для субтропических семигумидных областей

Средняя температура, °С		Сумма t > 10 °С	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
+6 — +10	+24 — +28	4500–8000	800–1000	0,6–1,5	210–365

Климатические условия субтропических семигумидных областей характеризуются достаточным увлажнением в течение большей части года, но имеют короткий засушливый сезон (1–2 месяца). Это создает благоприятные условия для развития травянистой растительности прерий. Промывной тип водного режима способствует удалению из почвы легкорастворимых солей и карбонатов. В автоморфных условиях формируются *красновато-черные* («*брюниземы*»), *красно-коричневые* и *черноземные красноватые* почвы прерий, в полугидроморфных — *лугово-черноземовидные* и *черноземно-луговые* почвы. Общими признаками почв этой области являются: красноватая окраска, наличие в средней части профиля оглиненного метаморфического горизонта (Вm), свойственного почвам сухих субтропиков. Красноватый оттенок чаще всего унаследован почвами от красноцветных почвообразующих пород и древних кор выветривания.

*Красновато-черные* почвы (A1–AB–Bm–B(Cca)–C(Cca)) — индексы горизонтов предложены Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в «Программе почвенной карты СССР», 1972) формируются в результате феррсиаллитных процессов выветривания почвенной массы. Подобные почвы описаны М. А. Глазовской (1983) в Северной Америке. Они образуются на пониженных равнинах, покрытых субтропическими высокотравными прериями с преобладанием злаков рода бородач. Эти почвы характеризуются темно-гумусовым горизонтом (до 20 см) с зернистой структурой, в верхней части которого может содержаться около 4% гумуса. По данным Н. Н. Розова и М. Н. Строгановой (1979), встречаются красновато-черные почвы с мощным (50–60 см) гумусовым горизонтом, содержащим до 10%

гумуса. С глубиной гумус убывает постепенно. Ферраллитизация проявляется слабо в красноватом оттенке всего профиля почвы, особенно его нижних горизонтов. Красновато-черные почвы имеют, как правило, тяжелый гранулометрический состав с хорошо выраженным оглиниванием в горизонте Вm. Реакция среды по всему профилю кислая (рН 4,2–4,8). Состав гумуса преимущественно фульватный. Иллювиально-карбонатный горизонт отсутствует, что связано с промывным типом водного режима. В гумусообразовании наблюдается сходство с суббореальными буроземами. Эти особенности существенно отличают красновато-черные почвы от черноземов.

Главные массивы красновато-черных почв распространены на юге Бразилии и в Уругвае. На «Почвенной карте мира масштаба 1:10 000 000» (1975) в южно-бразильских и уругвайских прериях эти почвы выделены как «брюниземы». Именно это название наиболее широко распространено за рубежом.

Уругвайские брюниземы характеризуются небольшой мощностью, более темной окраской; они тяжелее по гранулометрическому составу, хуже дренированы. В профиле часто присутствуют марганцовистые и железистые конкреции. С глубины 50 см выделяется красновато-бурая глина третичного или мелового возраста (Лобова, Хабаров, 1983).

Для красновато-черных почв характерны следующие горизонты:

*A1 (гумусово-аккумулятивный)* — черного, реже серо-бурого цвета, комковатой или зернистой структуры. Мощность от 15–25 см.

*AB (переходный)* — почти черный вследствие образования и накопления прочных темноокрашенных органо-минеральных соединений, комковато-глыбистый. Мощность около 10–15 см.

*Bm (метаморфический)* — желтовато-бурый или желтовато-бурый с красноватым оттенком. Мощность 10–15 см.

*C (почвообразующая порода)* — красновато-бурого цвета, выделяется на глубине около 60 см.

В горизонтах A1 и AB наблюдается слабая вязкость и пластичность, которая увеличивается в горизонте Bm и исчезает в породе. Почвы по гранулометрическому составу пылевато-суглинистые. В минералогическом составе илистых частиц наблюдается значительное количество смектитоподобных минералов, придающих почвам признаки слитости. Реакция среды в верхней части профиля слабокислая

(рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> 5,3–6,0), а в нижних горизонтах — нейтральная или слабощелочная (рН 7,0–7,6). Емкость поглощения варьирует в зависимости от гранулометрического состава от 15 до 40 м-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями в горизонте А1 составляет 80–90%, в горизонтах АВ и Вm — 95%. Среди обменных оснований до 70% от емкости катионного обмена занимает кальций, от 5 до 20% приходится на долю магния, 3–10% составляет калий, 1–2% — натрий; в верхних горизонтах может присутствовать и поглощенный водород. Содержание гумуса 3–5% в горизонте А1, вниз по профилю его количество постепенно уменьшается. Отношение Сгк/Сфк 1,0–1,6. Содержание общего азота достигает вверху 0,1–0,2%.

**Красновато-коричневые** почвы (А1–Вm–Вса–Сса — индексы горизонтов предложены Почвенным институтом им. В. В. Докучаева в «Программе почвенной карты СССР», 1972) описаны М. А. Глазковской (1983) в субтропиках Северной Америки на относительно повышенных поверхностях с близким залеганием коренных пород под кустарниками вечнозеленого дуба с богатым травяным покровом. Почвы также имеют красноватый оттенок, унаследованный от почвообразующей породы.

Профиль красновато-коричневых почв представлен следующими горизонтами:

А1 (*гумусово-аккумулятивный*) — коричневого цвета, среднесуглинистый или легкосуглинистый.

Вm — (*метаморфический*) — красно-коричневый или красный, глинистый, хорошо оструктуренный. Мощность 45–50 см.

Вса — (*карбонатный*) — красновато-коричневый или желто-коричневый, со стяжениями и конкрециями карбонатов.

Сса — (*почвообразующая порода*) — красного цвета, стяжений и конкреций карбонатов меньше.

Почвы содержат от 1,5 до 3% гумуса, реакция среды меняется от слабокислой в верхней части профиля до нейтральной в нижней. Они имеют высокую емкость поглощения — 30–40 м-экв/100 г почвы, насыщены основаниями. Подобные почвы характерны также для некоторых территорий Австралии.

## Субтропические семиаридные области

К этим областям относятся засушливые ксерофитно-лесные и кустарничково-степные территории. Их общая площадь достаточно велика — около 800 млн га или 6% площади Земли. Они распространены в субтропиках всех материков, огибая (часто полукольцом) субтропические полупустынные и пустынные области. В одних случаях семиаридные области отделяются от берегов влажными субтропиками, в других — выходят непосредственно на океанические и морские побережья. Горные территории занимают 35% поверхности.

Выделяют шесть главных субтропических ксерофитно-лесных и кустарничково-степных областей: три в Северном полушарии и три в южном. В Северном полушарии: *Средиземноморская* область, охватывающая прибрежные средиземноморские страны, Малую и Переднюю Азию (к ней примыкают территории, встречающиеся на Кавказе и на южном берегу Крыма); *Восточно-Азиатская* область, занимающая горы Тянь-Шаня, обширные районы Китая и выходящая на побережье Тихого океана у полуострова Шаньдун; *Северо-Американская* область, которая располагается в юго-западных штатах (Техас, Нью-Мексика, Аризона, Калифорния) и захватывает большую часть Мексики, огибая калифорнийские пустыни.

В Южном полушарии выделяется прежде всего *Австралийская* область на южном побережье материка и западных склонах Австралийских гор, далее *Южно-Африканская*, огибающая с юга пустыню Калахари, и, наконец, *Южно-Американская*, расположенная между влажными субтропиками Бразилии и Уругвая и полупустынными предгорьями Анд. В целом для территории характерны следующие климатические показатели (табл. 23).

Таблица 23. Средние климатические показатели для субтропических семиаридных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-4 — +8	+22 — +30	4500-8000	250-300	0,3-0,6	200-365

Климатические условия семиаридных областей субтропиков характеризуются высокими температурами в течение всего года. В отдельные влажные годы может наблюдаться сквозное промачивание почв, что приводит к выносу легкорастворимых солей из верхней части профиля, но карбонаты накапливаются, образуя иллювиально-карбонатный горизонт, а иногда подтягиваются к поверхности. Почвы не промерзают.

Рельеф засушливых областей субтропиков расчлененный, подвержен воздействию интенсивной водной эрозии. Преобладают силлитные коры выветривания (85% поверхности); монтмориллоновые коры занимают 5,5%.

В почвенном покрове выделяются две почвенные зоны: зона коричневых почв и зона серо-коричневых почв. Среди тех и других распространены своеобразные черные субтропические почвы. Гидроморфные почвы, включая пойменные, занимают 13% площади.

**Коричневые почвы** (AU–BM–BCA–Cca — по классификации почв 2004 г.) формируются в условиях средиземноморского или муссонного климата с сухим жарким летом и теплой влажной зимой (температура не ниже 0°C) при непромывном типе водного режима (вклейка, рис. 16). Общее количество осадков составляет около 500 мм в год, испаряемость — 900–1100 мм. Коричневые почвы встречаются на территории Крымского полуострова. В «Классификации и диагностике почв России» (2004) они включены на уровне типа в отдел структурно-метаморфических почв.

Эти почвы образуются под характерной растительностью — низкорослыми разреженными ксерофитными лесами из особых субтропических видов дуба (каменного, пробкового), можжевельника, фисташек и т. д. Опад травянистого покрова, развитого под пологом этих разреженных лесов, и служит главным источником органического вещества почвы. В Австралии коричневые почвы формируются под сухими эвкалиптовыми лесами.

Коричневые почвы, а также коричневые почвы, образованные на красноцветных породах («terra rossa»), распространены в сухих субтропиках Средиземноморья в Южной Европе и Северо-Западной Африке, в Мексике, Калифорнии, в центральной части Чили, в Южной Африке, Южной и Юго-Восточной Австралии. Небольшие ареалы коричневых почв имеются в субтропических горных районах Восточной Азии в Китае. Коричневые почвы и почвы

«terra rossa» встречаются на южном склоне Крымских гор и на Инкерманском плато (Крымский п-ов), поднимаются до высоты 100–300 м н. у. м. В Крыму они развиваются под пологом сухих лесов, лесо-кустарников (шибляка) и кустарничковых степей. Вечнозеленые черноморские формы представлены фисташкой, земляничным деревом, иглицей. В травостое преобладают: типчак, ковыль, житняк, костер береговой, чабрец, дубровник. По опушкам произрастают более влаголюбивые растения (ясенец, марьянник гребенчатый, кизил). В зоне распространения коричневых почв растительность хорошо приспособилась к засушливому лету: периоды бурной вегетации падают на весну и осень. Зимой вегетация ослабевает, однако период зимнего покоя почвы не выражен, характерен период «жаркого покоя» летом.

Почвообразовательный процесс наиболее активно развивается в течение зимнего влажного и относительно теплого периода, когда наблюдается глубокое проникновение почвенных растворов, происходит выветривание почв и их сильное оглинение, выражающееся в образовании вторичных глинистых минералов гидрослюдисто-монтмориллонитового состава. Подвижные продукты выветривания в этот период вымываются из верхней части почвенной толщи на большую или меньшую (в зависимости от количества осадков) глубину. Обычно легкорастворимые соли (хлориды, сульфаты) полностью удаляются из почвенного профиля, в то время как менее растворимые (карбонаты) задерживаются на глубине 30–50 см, образуя карбонатный горизонт. Во влажный период наблюдаются гумификация и, в значительной мере, минерализация растительных остатков, происходящие в условиях нейтральной или слабощелочной среды. В течение жаркого и сухого лета процессы выветривания значительно замедляются, особенно в верхнем, наиболее сухом горизонте, а на некоторой глубине, где почва менее иссушена, эти процессы продолжают. Поэтому наиболее оглиненным оказывается не самый верхний горизонт почвы, а горизонт, находящийся на глубине 30–80 см.

Иссушение поверхности почвы обуславливает подтягивание влаги и растворенных веществ из более глубоких слоев. При испарении влаги, растворенные в ней вещества, в частности карбонаты кальция, кристаллизуются, заполняя капиллярные промежутки в почвенной толще над карбонатным конкреционным горизонтом. Но-

вообразования карбонатов кальция, выделившиеся при испарении поднимающейся влаги, имеют форму белой тончайшей плесени, или псевдомицелия. Во время дождливого зимнего периода при промывании почвы водой, насыщенной углекислотой (за счет разложения органических остатков), карбонатная «плесень», растворяясь, снова оттесняется в более глубокие части профиля. Тем не менее периодическое поднятие почвенных растворов кверху и биологическое накопление кальция, преобладающего в составе зольных элементов растительного опада, обуславливают постоянную нейтральную реакцию среды в верхней части почвенной толщи и насыщенность поглощающего комплекса основаниями, в частности кальцием, что способствует устойчивости органического вещества.

Морфологический профиль коричневых почв выглядит следующим образом:

*Лесная подстилка* — сухая, рыхлая, соломенно-желтая; состоит из листовых пластинок дуба, мелких веточек. Мощность до 1 см. Переход резкий, граница ровная.

*AU(са) (аккумулятивно-гумусовый)* — коричневый или темно-серый с буровато-коричневатым оттенком, тяжелосуглинистый, зернисто-мелкокомковатый, плотный. Часто вскипает от 10%-ной HCl. Обилие червороин, копролитов. Корни деревьев, кустарников, травянистой растительности. Мощность около 30 см.

*BM (структурно-метаморфический)* — коричневато-бурый (окраска граней педов и внутриведной массы одинаковая), тяжелосуглинистый, крупноореховатый, распадается на мелкие орешки, книзу призматически-плитчатый, очень плотный. Новообразования карбонатов в виде псевдомицелия. Вскипает от 10%-ной HCl. Наблюдается некоторое обогащение илистыми частицами по сравнению с верхними горизонтами. Мощность 30–50 см.

*BCA (аккумулятивно-карбонатный)* — палево-бурый или неоднородно окрашенный: на общем желтовато-буром фоне желтовато-белесые и светло-желтые пятна карбонатных новообразований и включений; тяжелосуглинистый, пористый. Обилие сегрегационных новообразований карбонатов (белоглазки), встречается псевдомицелий. Иногда наблюдаются очень тонкие буроватые глинистые кутаны по граням структурных отдельностей. Вскипает от 10%-ной HCl. Могут присутствовать включения карбонатной щебенки. Мощность 20–30 см.

*Cca (почвообразующая порода)* — темно-бурый с рыжеватым оттенком, тяжелосуглинистый, плитчатый, плотный. Аккумуляции карбонатов в виде округлых и изоморфных пятен. Включения карбонатной щебенки.

Среднее содержание гумуса в верхних горизонтах коричневых почв составляет 5–7%, но может доходить до 13%. Снижение количества гумуса с глубиной происходит постепенно. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием, силикатными полуторными оксидами и глинистыми минералами. По гранулометрическому составу это тяжелосуглинистые и глинистые почвы. Содержание фракции физической глины больше, чем в почвообразующей породе, но максимум ила находится ниже горизонта AU — в метаморфическом горизонте (BM). При этом не наблюдается заметного изменения в распределении по профилю  $\text{SiO}_2$  и  $\text{R}_2\text{O}_3$ . В составе ила преобладают смешаннослойные минералы и монтмориллонит, что определяет высокую емкость поглощения (30–40 м-экв/100 г). В верхней части профиля почвы нейтральны; ниже, в карбонатном горизонте, реакция становится щелочной. Почвы полностью насыщены  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ , а обменный  $\text{Na}^+$  отсутствует. В типичных коричневых почвах карбонаты появляются в нижней части гумусового горизонта, но максимум их находится на глубине 60–80 см.

Коричневые почвы подразделяются (Классификация..., 2004) на *типичные, глинисто-иллювирированные* (AU-BMt-BCA-Cca), *слизитизированные* (AU-AUv-BMv-BCA-Cca) и *глееватые* (AU-BMg-BCAg-Cca,g). Типичные коричневые почвы описаны выше.

Глинисто-иллювирированные диагностируются по наличию тонких глинистых кутан по граням педов в структурно-метаморфическом горизонте.

Слитизированные подтипы отличаются признаками слитизации в нижней части гумусового и/или структурно-метаморфического горизонтов. Слитая часть профиля с поверхностями скольжения, вязкая и плохо водопроницаемая во влажном состоянии, при высыхании характеризуется плотностью и трещиноватостью.

Глееватые диагностируются по присутствию в профиле или в его нижней части признаков оглеения в виде сизых и ржавых пятен.

Оригинальная разновидность почв зоны сухих субтропиков представлена красноцветными почвами «*terra rossa*». Они развиты на красноцветных продуктах выветривания известняков, широко распространенных в области средиземноморского климата. Эти образования встречаются на Южном берегу Крыма. Они приурочены к формам древнего карста и покрывают отдельные участки яйлы

сплошным слоем мощностью около 1 м, а также встречаются на неогеновых известняках Тарханкутского полуострова.

Интенсивность и оттенки окраски «terra rossa» зависят от выщелоченности почвообразующих пород. Чем больше выщелочены продукты выветривания от  $\text{CaCO}_3$ , тем краснее и темнее их окраска, изменяющаяся от желтых до вишнево-красных оттенков. Относительно невысокое содержание железа в этих почвах свидетельствует о том, что их яркая окраска связана не с обилием железа, а с его присутствием в форме хорошо окристаллизованных оксидов (например, гематита, гетита).

Выщелоченность от карбонатов и значительная (1–1,5 м) мощность, несмотря на интенсивный смыв, указывают на древность этих образований. По своему генезису «terra rossa» близки к коричневым почвам, поэтому и выделяются как красно-коричневые или как красноцветные коричневые почвы.

**Серо-коричневые** почвы (A1h-Bm(ca)-Bca-Cca — индексы горизонтов предложены М. А. Глазковской, 1972) занимают наиболее засушливые территории субтропической семиаридной области с количеством осадков 250–350 мм в год. Серо-коричневые почвы развиваются в районах, где осадки выпадают преимущественно зимой или равномерно в течение всего года, что приводит к полному выщелачиванию солей. Поэтому они не засолены и не содержат в почвенном профиле гипс. В нижней части их профиля, как и в коричневых почвах, формируется карбонатный иллювиальный горизонт. По сравнению с коричневыми эти почвы образуются в условиях переменного влажного климата, но более сухого, при меньшем годовом количестве осадков. Зимой серо-коричневые почвы не промерзают.

Растительный покров — кустарниковые субтропические степи, чаще с зимне-весенней вегетацией, так как зима теплая, часто бесснежная, а лето продолжительное, жаркое и сухое.

Серо-коричневые почвы имеют следующее морфологическое строение:

A1h (*аккумулятивно-гумусовый*) — коричневато-серый; в верхней части пластинчатый, в нижней — комковато-ореховатый; вскипает от 10%-ной HCl с поверхности. Мощность 20–25 см.

Bm(ca) (*метаморфический*) — серовато-коричневый, более тяжелый по гранулометрическому составу, более плотный, ореховато-мелкоглыбистый; выделения карбонатов в виде псевдомицелия или прожилок. Мощность до 50 см.

Вса (*аккумулятивно-карбонатный*) — коричневато-палевый, с многочисленными выделениями карбонатов в виде пятен и конкреций, более плотный. Мощность 25–30 см.

Сса (*карбонатная почвообразующая порода*) — палевый, с меньшим количеством карбонатных новообразований.

В настоящее время серо-коричневые почвы рассматриваются как переходный тип в субтропическом ряду почвообразования между коричневыми почвами и сероземами. Этим определяется и их название. Снижение количества осадков обуславливает более скудную растительность и меньшее поступление органических остатков, а следовательно относительно невысокое содержание гумуса (2–4%) и небольшую мощность гумусового горизонта (около 30 см). Однако, подобно коричневым почвам, в них на глубине 40–80 см протекает внутрипочвенное сиаллитное выветривание (метаморфический процесс), но менее выраженное, так как период и степень увлажнения в субтропических кустарничковых полусаваннах меньше, чем в субтропических жестколистных сухих лесах.

Во время летнего сухого периода верхние горизонты серо-коричневых почв сильно иссушаются и в них также, как и в коричневых, происходит подтягивание влаги кверху. Это приводит к ежегодному вторичному окарбоначиванию гумусового горизонта и щелочной реакции всей почвенной толщи.

Поглощающий комплекс серо-коричневых почв насыщен кальцием и магнием. Поглощенный натрий присутствует редко, и солонцеватость у этих почв обычно не наблюдается. Она возможна только в условиях грунтового увлажнения или на тяжелых соленосных породах. Все эти морфогенетические особенности, а также иной тепловой режим и почти круглогодичное течение почвенных процессов коренным образом отличают серо-коричневые почвы от каштановых почв суббореального пояса.

Заметное место среди почв засушливых и сухих областей занимают *черные субтропические* почвы (Alhm–Bmmt–Bmtca–Cmtca — индексы горизонтов предложены М. А. Глазовской, 1972). В разных странах они носят различные названия. На международных почвенных картах и по международной номенклатуре ФАО/ЮНЕСКО все эти темные почвы, независимо от термических поясов, объединены названием вертисоли (Vertisols). На почвенной карте мира (Почвенная карта..., 1983) и в русской учебной литературе они названы сли-

тоземами. На Балканском полуострове они носят название «смолицы», в Марокко — «тирсы», в Южной Америке — «терра негра». Их следует рассматривать в качестве субтропических аналогов тропических почв и темноцветно-луговых черноземовидных почв суббореального пояса.

Черные субтропические почвы формируются на продуктах выветривания и переотложения основных пород (базальтов, траппов), а также в районах, где грунтовые воды обогащены щелочноземельными элементами. Многие исследователи считают, что большинство черных почв пережило фазу гидроморфизма, хотя в настоящее время они встречаются в автоморфных условиях. Почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, слитым сложением, сильной оглиненностью, высоким содержанием поглощенного магния, преобладанием в минералогическом составе глинистых минералов группы монтмориллонита.

Своеобразие строения генетического профиля черных субтропических почв связано с особенностями минерального состава почвообразующих пород и гидротермическим режимом. А. Н. Геннадиев и М. А. Глазовская (2005) дали следующее объяснение генезиса этих почв.

Для черных субтропических почв характерно наличие гумусово-аккумулятивного горизонта темно-серого цвета, комковато-зернистой структуры, который имеет мощность от 15 до 20 см и в сухом состоянии разбит трещинами усыхания. Переход этого горизонта в следующий диагностируется по плотности, ярко выраженным зеркалам скольжения, по изменению структуры и появлению глинистых пленок по граням структурных отдельностей. Трещины образуются в сухой период и достигают глубины 100–150 см и ширины 2 см. Во влажный период или в период поверхностного затопления в трещины попадает материал с поверхности почвы. По мере увлажнения и набухания почвенной массы трещины закрываются, а намывтый в них материал оказывается включенным в глубокие горизонты, где подвергается уплотнению и перемешиванию. В почвах, содержащих большое количество монтмориллонита, при увлажнении происходит сильное набухание (монтмориллонитовые глины во влажном состоянии занимают почти в два раза больший объем, чем в сухом). Поэтому возникает сильное внутрпочвенное давление, вызывающее разрушение и деформацию структурных отдельностей, скольжение

пластичных глинистых масс относительно друг друга и выпирание их к поверхности. В результате появляются гляцевитые, зеркальные плоскости скольжения, имеющие по отношению к поверхности почвы наклон в 45° или больше. Эти плоскости хорошо видны при высыхании почвы и получили название «сликенсайдов». Давление и внутрпочвенное скольжение обуславливают очень плотную упаковку частиц и расслоение почвенной толщи на крупные чечевицеобразные отдельности. При последующем иссушении почвы трещины образуются в другом месте. В результате происходит периодическое перемешивание всей почвенной массы (гидротурбация), что, по мнению В.Цеха и Г.Хинтермайера-Эрхарда (2007) является основным процессом формирования вертисолей. Этим объясняется недифференцированный характер верхней части профиля; глубокое и равномерное прокрашивание почвы в темно-серый, коричневато-оливковый или черный цвет, не меняющийся на всю глубину распространения трещин; наличие в бескарбонатной толще рассеянных известковых конкреций. Ниже горизонта распространения трещин начинается карбонатный горизонт, который имеет желтовато-бурую окраску и содержит новообразования карбонатов в виде мучнистых стяжений и плотных конкреций. Этот горизонт сменяется монтмориллонитовой глинистой карбонатной почвообразующей породой.

Черные субтропические почвы характеризуются незначительным накоплением гумуса (3–4%), но мощным гумусовым горизонтом (100–180 см). Наблюдается слабое убывание содержания гумуса с глубиной. В верхней части профиля преобладают гуминовые кислоты. В составе гумуса значительная доля приходится на гумины. В почвах наблюдаются нейтральная или слабощелочная реакция среды (рН 7–8), высокая емкость поглощения (40–60 м-экв/100 г), преобладание среди обменных оснований кальция и высокая доля магния. Максимум карбонатов приурочен к нижней границе распространения трещин. Почвы имеют тяжелый гранулометрический состав. Содержание илистых частиц составляет более 40% (обычно 60–70%). Илистая фракция характеризуется накоплением минералов монтмориллонит-вермикулитовой группы и отношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  3,5–4,5 при высоком содержании магния. Максимальное оглинивание почв приурочено к глубине 30–100 см.

Темную окраску слитоземов объясняют по-разному. Ее связывают с преобладанием глинистых минералов вермикулит-монтмориллони-

того состава, имеющих темный оливково-серый цвет. Но чаще темную окраску объясняют особым составом гумуса, высокой степенью его дисперсности, наличием устойчивых глино-гумусовых комплексов.

Значительное накопление гумуса, непромывной тип водного режима и наличие иллювиально-карбонатного горизонта сближает эти почвы с черноземами. Однако интенсивное оглинивание, большое содержание поглощенного магния, слитое сложение, а также иной тепловой режим существенно отличают их от черноземов.

Важное значение для рассматриваемой области имеют *аллювиальные* почвы (60 млн га), которые сменяются в долинах рек на более высоких террасах *лугово-коричневыми* и *лугово-серо-коричневыми* почвами.

### Субтропические аридные области

Полупустынные и пустынные области занимают в субтропическом поясе значительные площади (1056 млн га или 9% от площади Земли). На долю горных территорий приходится 162 млн га. Выделяется несколько субтропических аридных областей. Наиболее обширная из них — *Афро-Азиатская*, захватывающая северную часть Сахары, север Аравийского полуострова и пустыни Передней и Средней Азии. *Австралийская* область находится в центральной части материка, *Южно-Американская* занимает центральную часть Чили, *Северо-Американская* — район Калифорнии, *Южно-Африканская* — юг Калахари. В целом для этих территорий характерны следующие климатические показатели (табл. 24).

Климат характеризуется резкой сезонной и суточной контрастностью температур, низким количеством атмосферных осадков. Осадки

Таблица 24. Средние климатические показатели для субтропических аридных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ °С}$	Среднегодовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
-2 — +12	+24 — +34	4000–5500	< 250	< 0,3	210–365

выпадают в зимне-весенний сезон, а лето и большая часть осени крайне сухи. Это создает резкую дифференциацию гидротермического режима в течение года. На всей территории субтропических аридных областей отчетливо выражена контрастность сравнительно влажной и теплой мезотермической фазы вегетационного периода и жаркой, сухой летней ксеротермической фазы.

К преобладающим почвообразующим породам относятся сиалитные карбонатные коры выветривания (76%). Они частично засолены и имеют грубообломочный характер. Окарбоначенные пески занимают 18% площади. На долю бескарбонатных, грубощебнистых кор выветривания приходится 4,6%. Остальная территория (1,4%) представлена монтмориллонитовыми и такыровыми корами.

В субтропических аридных областях выделяются две почвенные зоны: зона малоразвитых и примитивных почв субтропических пустынь и зона сероземов и сопутствующих им почв. Для зоны субтропических пустынь характерно малое количество осадков (около 100 мм в год) при значительной испаряемости. Коэффициент увлажнения низок ( $<0,12$ ), что служит лимитирующим фактором для развития биологических процессов. В таких условиях особое значение приобретают различия в характере породы, ее физических параметрах.

Почвы субтропических пустынь отличаются от других пустынных почв широким развитием процесса физического выветривания, что связано с низкой влажностью и очень высокими температурами в дневное время в летний период, а также с большой устойчивостью пустынных ландшафтов субтропических широт на протяжении последних периодов геологической истории. Наивысшие температуры воздуха и почвы зарегистрированы именно в пустынных субтропических областях (в Сахаре).

Наибольшую площадь занимают *почвы каменистых и каменисто-глинистых пустынь* (430 млн га). Для этих территорий характерны элементы первичного почвообразования, которые представлены формой «пустынного загара» или «защитных корок». *Пустынный загар* представляет собой тонкую (0,5 мм) корочку темного или черного цвета на поверхности щебня или обнажившейся скалы, обогащенную оксидами железа и марганца. Образование этих корочек связывают с конденсацией влаги в трещинах породы в холодное ночное время и с подтягиванием пленочных растворов

при сильном нагревании поверхности днем. Очевидно, с пленочной влагой связаны и многочисленные солевые, карбонатные и гипсовые корочки и «бородки» — характерные для каменистых пустынь новообразования. Возможно, влага конденсируется в почвах и в более прохладный зимний период. Вследствие этого векового процесса происходит заполнение солями трещин и пор в массивных и рыхлых породах. Соли выделяются и на нижней поверхности камней, покрывающих почву. Здесь образуются ярко-белые корочки извести; крупные, сложенные из длинных кристаллов «бородки» гипса, а также выделения хлористого и серноокислого натрия. В тех местах, где каменистый панцирь не покрывает почву, максимальное накопление солей происходит у ее поверхности. Соли цементируют почвенную массу, образуя солевую корочку мощностью от нескольких сантиметров до полуметра. Формирование солевых корок чрезвычайно характерно для субтропических пустынь. Возможно, этот процесс усиливается редкими ливневыми осадками в зимнее время, когда почвы глубоко промачиваются, а затем влага постепенно возвращается к поверхности.

*Песчаные субтропические пустыни* занимают значительно меньшую площадь (около 180 млн га) и представлены перевеваемыми, незакрепленными песками, лишенными почв и растительности (барханные пески). Барханы представляют собой скопления песков, располагающихся перпендикулярно направлению ветров. Обычно барханы имеют пологий наветренный склон (5–15°) и крутой подветренный (28–35°). Песок характеризуется большой водопроницаемостью, поэтому песчаные отложения барханов не засолены и в межбарханных понижениях накапливается пресная верховодка. Влажные слои могут обнаруживаться и на глубине 30–40 см.

Для закрепленных песков характерны грядовые и бугристые образования. Грядовые пески имеют вытянутые формы. Высота гряд от 5 до 30 м. Грядовые пески образуются при одном направлении преобладающего ветра в результате развеивания в понижениях и навевания песков на повышенные участки. Бугристые пески формируются при ветрах взаимно перпендикулярных или многосторонних направлений.

В состав растительного покрова пустынной зоны входят илак, селин, кумарчик, а из древесно-кустарничковых пород — саксаул, песчаная акация, джужун, черкез, астрагал и др.

Значительные массивы субтропических аридных областей занимают субтропические *солончаки* (21 млн га), формирующиеся при близком залегании грунтовых вод и имеющие солевые накопления не столько в толще, сколько на поверхности почвы. Кроме этих почв для пустынных территорий характерны и *серо-бурые пустынные* почвы. Важное значение имеют *аллювиальные* почвы и почвы *оазисов*, располагающиеся в главных районах земледелия пустынь.

Природные условия сероземной почвенной зоны несколько отличаются от рассмотренных выше территорий. В основном *сероземы* (Ahfca-Bca-Cca(cs) — индексы горизонтов предложены М. А. Глазковской, 1972) распространены в предгорьях и на подгорных равнинах. В частности, они характерны для предгорных хребтов Средней Азии и для некоторых равнинных районов Закавказья. Встречаются на подгорных равнинах и в низкогорьях Передней Азии и Пакистана, во внутренних, наиболее сухих областях лессового плато в Китае. В Северной Америке они распространены в сухих предгорьях Скалистых гор, в Южной Америке — в сухих субтропических районах Аргентины, у подножия Анд в провинции Гран-Чако.

Климат в областях формирования сероземов континентальный, сухой, жаркий, с продолжительным безморозным периодом (175–240 дней). Сумма положительных температур  $> 10^{\circ}\text{C}$  у подножия гор составляет 5500–5800 $^{\circ}\text{C}$ , в предгорьях — 3500–4000  $^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовое количество осадков в зоне полупустынь около 200 мм, по мере поднятия в горы оно увеличивается до 400–500 мм в год. Важная особенность климата — резко выраженная контрастность весеннего и летнего периодов. Весна теплая, влажная, но короткая; лето жаркое, сухое и продолжительное. До 70% осадков выпадает в зимне-весенний период. Испаряемость в 5–8 раз превышает годовое количество осадков.

Рельеф представлен предгорными и подгорными равнинами, сильно расчлененными речными долинами и временными водотоками. По мере приближения к горам подгорные равнины переходят в холмистые предгорья.

Наиболее характерными почвообразующими породами являются лессы и лессовидные суглинки, а также облессованные элювиально-делювиальные, делювиальные, пролювиальные и древнеаллювиальные отложения, иногда подстилающиеся галечниковыми наносами. Породы высококарбонатные (10–20%  $\text{CaCO}_3$ ).

Сероземы образуются под эфемерово-мятликово-полукустарничковыми пустынными степями. По количеству ежегодного опада эти растительные сообщества не уступают умеренно-засушливым и сухим степям (65–100 ц/га). На корневые остатки приходится 75–85% от общего поступления биомассы. С опадом ежегодно возвращается от 240 до 390 кг/га зольных элементов. В весенний период пышно развивается эфемерная растительность, в летнее время вегетируют многолетники.

Первые исследования сероземных почв, позволившие выделить их в самостоятельный тип, были выполнены С. С. Неуструевым (1909) в Сырдарьинской области, который и дал им название «сероземы». В дальнейшем этот термин вошел как в отечественную, так и в зарубежную литературу. Позднее существенный вклад в познание генезиса сероземов внес А. Н. Розанов (1951).

Тепловой режим этих почв характеризуется отсутствием промерзания или кратковременным промерзанием на глубину 25–30 см, благоприятными температурами во влажный весенний период (10–25°) и устойчивыми высокими температурами летом (до 30°С в верхнем слое толщиной 30 см и до 20–25°С на глубине более 1 м). Отсутствие зимнего промерзания и благоприятное сложение определяют глубокое промачивание сероземов в зимне-весенний период (на 1 м и более). В это время увлажнение соответствует величине полевой влагоемкости (20–21%).

С мая по октябрь идет непрерывное иссушение почвы до глубины 1 м и более. Максимального иссушения почва достигает в летний ксеротермический период (июль-август), когда верхние горизонты теряют влагу до величины максимальной гигроскопичности, что приводит к подавлению биологических процессов.

Весной при обилии влаги и благоприятном температурном режиме происходит бурное развитие растительности, наблюдается вспышка биологической активности почвы. В этот период интенсивно протекает процесс гумификации и вместе с тем происходит активная минерализация органических остатков.

Сероземы характеризуются высокой численностью и большим видовым разнообразием почвенной биоты: среди микроорганизмов преобладают нитрифицирующие бактерии и азотобактер, широко распространены представители всех классов простейших, интенсивно развиваются водоросли. Очень активна почвенная мезо-

и макрофауна — черви, термиты, жесткокрылые, пресмыкающиеся. Их деятельность существенно отражается в строении профиля, который характеризуется своеобразным кавернозным обликом благодаря большому количеству ходов и других следов деятельности насекомых и червей. Именно высокой активностью почвенной биоты можно объяснить обедненность сероземов гумусом.

В сухое время года происходит подтягивание к поверхности карбонатов и легкорастворимых солей. Зимой и весной наблюдается опреснение профиля почвы благодаря выпадающим осадкам. Гумусированность и опресненность почв тесно связаны с абсолютной высотой местности: с увеличением высоты растет количество осадков, возрастает глубина промачивания, поэтому интенсивнее развивается растительность, удлиняется срок ее вегетации и усиливается гумификация. Таким образом, наблюдается увеличение гумусированности и опресненности профиля от сероземов предгорных равнин и аллювиальных террас к сероземам предгорий и низкогорий. Процессы внутрипочвенного выветривания также интенсивно протекают в весенний период, что приводит к оглиниванию верхней и средней частей профиля почвы.

Профиль сероземов, описанный А. Н. Геннадиевым и М. А. Глазовской (2005), имеет следующее строение:

*Ah<sub>1</sub>fc<sub>a</sub> (гумусовый)* — серый или светло-серый, пылевато-суглинистый, в верхней части задернован, чешуйчато-мелкокомковатой структуры, рыхлый. Бурно вскипает при действии 10%-ной HCl, что свидетельствует о наличии карбонатов. Мощность 12–20 см.

*Vca (переходный)* — серовато-палевый, пылевато-суглинистый, непрочнo-комковатой структуры, ячеистый, ноздреватый от обильных ходов и камер насекомых. Многочисленные капсулы от личинок, преимущественно жуков, заполнены минеральным материалом и образуют хорошо оформленные овальные структурные отдельности; по стенкам пустот карбонаты выделяются в виде псевдомицелия. Мощность 15–30 см.

*Vca (карбонатно-иллювиальный)* — пылевато-суглинистый, уплотненный, с новообразованиями карбонатов в виде белесоватых пятен, мучнистых стяжений и конкреций. Мощность 50–80 см.

*Sca(cs) (почвообразующая порода)* — палевого, желто-палевого цвета, пылевато-суглинистая, с рассеянными мелкими выделениями карбонатов; с глубины 1,5–2,5 м появляются прожилки мелкокристаллического гипса.

Почвы характеризуются невысоким содержанием органического вещества (1,5–3,5%) с постепенным уменьшением его вниз по профилю. Быстрое течение процессов новообразования и распада гуминовых веществ способствует образованию фульвокислот и низкомолекулярных фракций гуминовых кислот (Сгк/Сфк 0,7–0,9), поэтому гумусовый горизонт окрашен в светлые тона. Карбонаты кальция обнаруживаются с самой поверхности почвы, что также служит осветлению верхней части профиля. Максимальное количество карбонатов наблюдается на глубине 20–80 см. Реакция среды щелочная (рН 7,5–8,5), емкость поглощения невелика (10–20 м-экв/100 г почвы). Преобладающий катион —  $\text{Ca}^{2+}$  (80%), 10–15% составляет  $\text{Mg}^{2+}$ . Содержание поглощенных  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  в сумме не превышает 5%. Легкорастворимых солей в верхней части профиля мало, с глубиной их содержание увеличивается. Наблюдается незначительное накопление ила в верхней части профиля по сравнению с породой, так как кратковременность влажного периода ограничивает процесс оглинивания. Почвы характеризуются высокой микроагрегированностью и пористостью (50–60%).

### Контрольные вопросы

1. Как субтропический пояс подразделяется по условиям атмосферного увлажнения?
2. Какие общие особенности имеют рыхлые почвообразующие породы субтропического пояса?
3. Какие типы растительности характерны для гумидных субтропических областей?
4. Морфологическое строение и свойства почв субтропических гумидных областей.
5. В чем проявляется главное различие наиболее широко распространенных почв субтропических гумидных областей?
6. Наиболее распространенные почвы семигумидных областей, их морфология и свойства.
7. Назовите основные типы почв семиаридных субтропических областей, дайте характеристику их морфологических и химических свойств.
8. Особенности почвообразования в сухих субтропиках.

## ТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС

Тропический пояс занимает самую большую площадь (более 5,6 млрд га, что составляет 42% поверхности суши). На долю горных территорий приходится 0,7 млрд га или 12,8% от площади пояса. Тропический пояс располагается на всех континентах.

Пояс характеризуется величиной годового радиационного баланса  $Q > 75$  ккал/см<sup>2</sup>, суммой положительных температур  $> 8000^\circ\text{C}$  и среднегодовыми температурами  $> +20^\circ\text{C}$ . Климат жаркий, средняя температура воздуха самого холодного месяца не менее  $20-22^\circ\text{C}$ . Наблюдается равномерность распределения температур по сезонам года.

Из-за сходства термических условий распределение почв обусловлено в основном увлажнением и особенностями почвообразующих пород, которые в процессе выветривания приобретают ферраллитный состав. Наиболее влажные территории распространены в приэкваториальных широтах (1500–2500 мм осадков в год). К северу и к югу от них находятся области пассатной и муссонной циркуляции атмосферы, которые характеризуются либо недостатком увлажнения, либо неравномерностью его распределения по сезонам (1000–1200 мм осадков в год), поэтому водный режим почв разнообразен. В период дождей наблюдается сплошное промачивание почвы, в сухой период — ее сильное иссушение.

Большое значение приобретает длительность периода увлажнения. Так как для тропиков характерна высокая испаряемость, то годовая сумма осадков не дает представления о степени атмосферного увлажнения. Даже при весьма значительной годовой сумме осадков в тропических почвах на протяжении года может наблюдаться смена промывного типа водного режима непромывным. Принято считать сухими месяцы с количеством атмосферных осадков  $< 60$  мм, а влажными —  $> 100$  мм. Количество осадков  $< 60$  мм в месяц составляет величину, которая меньше испаряемости. Вся вода расходуется на транспирацию, поэтому в это время почва не только не промывается, но даже теряет запас воды, доступной для растений, и высыхает. В периоды дождей, наоборот, процессы транспирации не в силах уравновесить количество выпадающей атмосферной влаги. В результате усиленного поверхностного стока и подъема уровня грунтовых вод понижения рельефа и низменные равнины на некоторое время заболачиваются.

По различиям в режиме атмосферного увлажнения тропический пояс можно подразделить на четыре области: *гумидную* (на ее долю приходится примерно 18,3% площади пояса, что составляет около 1 млрд га), *семигумидную* (28,5% площади или 1,6 млрд га), *семиаридную* (около 30% площади или 1,7 млрд га) и *аридную* (23,2% площади или 1,3 млрд га). Таким образом, на долю влажных и сухих ландшафтов в тропическом поясе приходятся примерно равные площади.

Почвообразование протекает преимущественно на ферраллитных корках выветривания (55,4%), которые приурочены в основном к влажным территориям. В засушливом климате преобладают феррсиаллитные коры выветривания (31,8%); незначительная доля приходится на маргалитовые и монтмориллонитовые коры, а также песчано-кварцевые, большей частью карбонатные, которые распространены, главным образом в пустынях.

К основным процессам, формирующим почвы тропического пояса, относятся: ферраллитизация, слитизация, латеритизация, феррсиаллитизация, рубефикация, гумусонакопление, лессивирование.

*Ферраллитизация* — наиболее распространенный процесс тропического пояса — заключается в глубоком преобразовании минеральной части почвенной массы, при котором происходит распад алюмо- и феррисиликатов. Этот процесс характерен для влажных тропиков (норма осадков > 1000 мм в год) и развивается при свободном дренаже. Подвижные продукты (кальций, магний, калий, натрий, значительная часть кремнезема) выносятся из выветривающейся толщи, в которой сохраняется щелочная среда, поэтому образующиеся при гидролизе минералов гидроксиды железа, алюминия, марганца не растворяются. По мере выноса подвижных компонентов относительное содержание нерастворимых форм в коре выветривания увеличивается и часто составляет в сумме более 50% с максимумом в верхних горизонтах выветривающейся толщи. Ферраллитное преобразование пород иногда достигает нескольких десятков метров. Выветривание сопровождается образованием минералов группы каолинита или галлуазита, поэтому молекулярные отношения  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  в илистой фракции всегда меньше 2,0–2,5. При кристаллизации гидроксидов железа образуются гетит и гематит — минералы охристо-ржавого и красного цветов. Оксиды алюминия при кристаллизации дают гидраргиллит и бемит, часть алюминия участвует совместно с кремнеземом в образовании каолинита.

Железо играет важную роль в морфогенезе ферраллитных почв: оно обуславливает их окраску и влияет на структуру. В зависимости от соотношения  $Al_2O_3/Fe_2O_3$  в илистой фракции коры выветривания подразделяют на аллитные ( $>4$ ), ферраллитные (4,0–1,5), альферритные (1,0–0,5) и ферритные ( $<0,5$ ). Различные формы железа придают почвам окраску от ярко-красной до желтой. В большинстве случаев ярко-красный и кирпичный цвета обусловлены преобладанием маловодных оксидов железа. При насыщении водой происходит переход оксидов в гидратную форму, и почвы приобретают желтые тона. Ферритные почвы формируются на ультраосновных породах, обогащенных железом и марганцем и содержащих минимум свободного кварца. Такие почвы описаны на Кубе (Зонн, 1982). Для ферритных и альферритных почв характерна малая емкость катионного обмена, слабокислая и нейтральная реакция среды, связанная с наличием большого количества положительно заряженных свободных оксидов и гидроксидов железа. Подобные почвы формируются во влажных условиях, но при наличии сухого периода около 3 месяцев.

*Феррсиаллитизация* — процесс, характерный для тропических территорий с небольшим количеством осадков (менее 800–1000 мм/год) и длительным сухим периодом (до 8 мес). В этих условиях не происходит глубокого промачивания и преобразования минеральной части почвы. Высвобождается только железо, которое в форме малогидратных оксидов равномерно пропитывает почвенную массу или выпадает в осадок в форме мелких конкреций. То есть феррсиаллитизация — это процесс накопления подвижных форм железа в виде  $Fe(OH)_3$  и  $Fe_2O_3$  на фоне интенсивного химического выветривания. При аккумуляции гидроксида железа почвы приобретают желтые тона, а при накоплении оксида железа — красные. На долю каолинита здесь приходится 20–30%, остальная часть принадлежит иллиту, гидрослюдам и другим минералам. Отношение  $SiO_2/Al_2O_3$  в феррсиаллитных почвах составляет 3,0–3,2.

*Латеритизация (плинтитизация)* — это почвенно-геологический процесс, приводящий к образованию ожелезненных внутрипочвенных прослоев конкреционного или панцирного строения различной структуры с различными соотношениями Si, Al, Fe. Накопление Fe происходит за счет привноса его из грунтовых вод при их боковом перемещении в аккумулятивные ландшафты. Для формирования латеритов необходимы: 1) дополнительный приток

ожелезненных вод; 2) изменение кислой рН среды на щелочную на пути движения железистых вод; 3) смена грубого крупнопесчаного или гравелистого гранулометрического состава на суглинистый или глинистый, что обуславливает усиление бокового стока и ослабление вертикальной миграции влаги по профилю.

*Слитизация* — процесс обратимой цементации монтмориллиново-глинистых горизонтов почв в условиях периодического чередования увлажнения и иссушения. Природа этого процесса до сих пор остается невыясненной. Процесс слитизации характерен для территорий с перемененно-влажным климатом и наблюдается на основных породах или на глинистых аллювиально-озерных отложениях, часто при недостаточном дренаже. В результате слитогенеза:

- 1) происходит оглинивание всего профиля почвы;
- 2) наблюдается преобладание минерала монтмориллонита;
- 3) появляется темная окраска, обусловленная образованием монтмориллиново-гумусовых комплексов и не согласующаяся с содержанием гумуса (1–3%);
- 4) происходит образование натечных форм глины в средней части профиля;
- 5) наблюдается пластичность и вязкость почвы во влажном состоянии; плотность, трещиноватость и глыбистость — в сухом.

Соотношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  колеблется от 3 до 5. Процесс протекает при нейтральной или щелочной реакции среды.

*Рубефикация (ферритизация, ожелезнение)* — процесс необратимой коагуляции и последующей кристаллизации оксидов железа в почвенном профиле в результате привноса железа во влажные периоды года и его кристаллизации во время просыхания. Наблюдается некоторая цементация почвенной массы — образование псевдопеска.

### Тропические гумидные области

Тропические гумидные области распространены на площади 1,0 млрд га, что составляет 18,3%. Это зона так называемых дождевых тропических лесов. В тропическом поясе выделяются три влажные лесные области: *Американская*, охватывающая Центральную Америку и большую часть Южной Америки; *Африканская*, включающая бассейн реки Конго и побережье Гвинейского залива; *Австрало-Азиатская*, занимающая полуострова Южной Азии

(часть Индостана и Индокитай), северное побережье Австралии и все острова, расположенные между этими материками.

В целом для территории характерны следующие климатические показатели (табл. 25).

**Таблица 25. Средние климатические показатели для тропических гумидных областей**

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ °С}$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
+24 — +25	+26 — +28	> 8000	1800–5000	1,5–5,0	365

Для тропических гумидных областей характерен постоянно влажный, жаркий климат. Сухого сезона нет или его продолжительность не превышает 1–2 месяцев. Осадков в год выпадает более 1800 мм, но в отдельных случаях эта величина достигает 3000–5000 мм и даже 8000 мм, а иногда снижается до 1500–1700 мм. Количество осадков в течение года имеет два слабых максимума во время весеннего и осеннего равноденствия. Среднегодовая температура 25–26 °С. Различие между средними температурами разных месяцев не превышает 5 °С. Примерно половина атмосферных осадков не достигает поверхности почвы из-за высокой плотности растительного покрова, поэтому круглый год сохраняется «парниковый климат» с постоянно высокой влажностью воздуха. По степени гумидности различают климаты: а) пергумидный (> 100 мм осадков в месяц, годовое количество 4000–8000 мм); б) эвгумидный (годовое количество осадков 1600–3000 мм); в) субгумидный (с непродолжительным периодом (2 мес) отсутствия дождей).

Преобладающая растительность представлена вечнозелеными тропическими лесами (гилеями), состоящими из нескольких ярусов различного возраста. Самый высокий ярус образован деревьями-великанами высотой 30–50 м (деревья-гиганты — 80 м). Нижние древесные ярусы приспособлены к рассеянному свету. Важное место в этих лесах занимают растения-эпифиты, которые не имеют связи с почвой, поселяются на стволах и ветвях древесных растений,

используют влагу и минеральные вещества из атмосферных осадков и пыли. Среди них множество орхидей, различных лиан. Деревья отличаются тонкими стволами, доскообразными корнями, отсутствием годичных колец и незначительным возрастом (около 100 лет). Часто наблюдается развитие цветков на стволе (каулифлория). Из-за высокой затененности травянистый покров почти не развит.

Обилие тепла и влаги обуславливает самую большую среди биоценозов мира биомассу — в среднем 5000 ц/га, а иногда более 15000 ц/га сухого органического вещества. Величина общего опада оценивается в 250 ц/га, листового — 100–150 ц/га. Большая часть опада поступает на поверхность почвы. Несмотря на столь значительную массу, опад практически полностью разрушается в течение года. Это происходит благодаря интенсивной деятельности почвенных беспозвоночных животных и микроорганизмов. Сплошной лесной подстилки нет, тонкий слой мертвых листьев перемежается участками оголенной земли. Вместе с опадом на 1 га почвы поступает 80–100 кг кальция, 40–50 кг магния, 5–100 кг калия, 140–220 кг азота. Однако большая часть биогфильных элементов захватывается сложной корневой системой многоярусного леса и вновь вовлекается в биологический круговорот. В подстилке тропических лесов сохраняется незначительное количество зольных элементов и азота (от 80 до 300 кг/га).

Описанный комплекс факторов почвообразования обуславливает интенсивное развитие процесса ферралитизации в почвах и корах выветривания. Для почв постоянно влажных лесов тропиков в научной литературе предлагались различные названия: латериты, красноземы, красноземно-латеритные, латеритные оподзоленные, красно-желтые ферраллитные, аллитные (Розов, Строганова, 1979); ферраллитные почвы (Добровольский, Урусевская, 2004); латосоли, хромосоли, фульвоферраллиты (Глазовская, 1972; Геннадиев, Глазовская, 2005); ферральсоли (Цех, Хинтермайер-Эрхард, 2007) и др. В настоящее время наиболее распространены термины ферральсоли и ферраллитные почвы (Добровольский, 1999). Название почв связано с присутствием в них свободных оксидов железа и алюминия.

**Ферраллитные** почвы (A1f–Bm–C) тропических гумидных областей имеют следующее морфологическое строение:

A1f (*гумусовый*) — серо-бурого цвета, копролитовой комковатой структуры; нижняя часть — бурого, желто-бурого цвета, комковатой структуры;

по граням структурных отдельностей глянцевые коллоидные пленки. Мощность 20–25 см.

**Вп** (*метаморфический*) — желто-бурого или красновато-бурого цвета, с ходами насекомых. Мощность до 80–100 см.

**ВС** (*переходный*) — кирпично-красный или красно-бурый, глинистый, с мелкими конкрециями; при высыхании сильно твердеет, превращаясь в плинтит.

**С** — ферраллитная почвообразующая порода.

Иногда в глубоких горизонтах появляется плотный, сцементированный гидроксидами железа латеритный горизонт с ячеистым или конкреционным сложением. Образование этого горизонта связано с воздействием грунтовых вод, содержащих соединения двухвалентного железа —  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  и др. Наличие латеритного горизонта свидетельствует о том, что в прошлом грунтовые воды находились близко к поверхности, в капиллярной кайме происходило окисление железа, выпадение его гидроксидов в осадок и образование железистой плиты. Если по условиям рельефа и дренирования не исключается периодический подъем грунтовых вод, то гидрогенная аккумуляция гидроксидов железа может продолжаться и в настоящее время. Ферраллитные почвы с латеритным горизонтом выделяются в особый ряд конкреционных или латеритизированных ферраллитных почв, которые в Атласе почв мира названы плинтитамы (Цех, Хинтермайер-Эрхард, 2007).

Почвообразованием охвачена значительная толща породы. Несмотря на большое количество поступающих ежегодно на поверхность почвы органических остатков, гумуса в верхнем горизонте почв накапливается немного (3–4%). В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Растворимые фракции фульвокислот в среде, бедной основаниями, легко перемещаются по профилю, поэтому в горизонте **Вп** может содержаться от 1,5 до 2,0% гумуса. Полуторные оксиды равномерно прокрашивают почвенную массу, местами образуя микроконкреции диаметром 0,05–1,5 мм.

Ферраллитные почвы характеризуются кислой реакцией среды, низкой емкостью поглощения (10–12 м-экв/100 г). Сумма обменных кальция и магния составляет 1,5–2,0 м-экв/100 г, водорода и алюминия — 8–10 м-экв/100 г. Степень насыщенности основаниями 15–25%. Присутствие в почве положительно заряженных коллоидов гидроксидов железа и алюминия обуславливает высокое поглоще-

ние анионов. Ферраллитный характер почв проявляется в высоком содержании оксидов железа и алюминия и низком отношении  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , не превышающем 2,0.

### Тропические семигумидные области

Тропические семигумидные области распространены на площади примерно 1,6 млрд га (28,5% от площади пояса). Эти области окружают с периферии территории постоянно влажных тропиков и имеют заметно выраженный сухой период (3–4 мес). В Северном полушарии они выделяются в Центральной Америке; в северной части Южной Америки; в западной, центральной и восточной части Африки; на полуостровах Южной Азии (часть Индостана и Индокитая). В Южном полушарии тропические семигумидные области занимают центральную часть Южной Америки, обширные территории западной, центральной и восточной части Африки, север Австралии.

Летне-влажные тропики лежат в зоне влияния дующих в направлении к экватору пассатов (Северное полушарие — северо-восточный пассат, Южное полушарие — юго-восточный пассат), которые в течение года меняют свое направление. В результате создается типичный семигумидный климат с более коротким засушливым зимним периодом и более продолжительным летним периодом дождей. В целом для территории характерны следующие климатические показатели (табл. 26).

Таблица 26. Средние климатические показатели для тропических семигумидных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ °С}$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
+20 — +25	+28 — +30	>8000	1000–1800	0,6–1,5	365

Тропические семигумидные области характеризуются переменнo-влажным, жарким климатом. Сухой сезон длится 3–4 месяца. Среднегодовая температура составляет  $\geq 28\text{ °С}$ . Зимние месяцы

заметно прохладнее. Амплитуда колебаний дневной температуры высокая, достигает 12–15 °С. Исходя из условий увлажнения, различают: *сухие саванны*, для которых характерны 4,5–7 дождливых месяцев, среднее количество осадков 500–1000 мм в год, сухой период зимой; *влажные саванны* — 7–9 дождливых месяцев, среднее количество осадков 1000–1800 мм, сухой период зимой. С приближением к экватору резко выражен период дождей.

*Саваннами* называют обширные пространства, покрытые травянистой растительностью с одиночными или образующими группы деревьями и кустарниковыми зарослями. Растительный покров из-за сухого зимнего сезона испытывает весьма значительные изменения. Флористический состав становится менее разнообразным. В лесах уменьшается сомкнутость крон деревьев, намечается господство определенных древесных пород. Количество лиан сокращается, и под пологом леса возможно развитие кустарников и трав. Характерна смешанная растительность из травянистого подлеска и древостоя различной плотности покрытия, возрастающей от сухих саванн к влажным. Травянистое покрытие обычно сплошное.

Сухие саванны представлены сухими лесами, сбрасывающими листву в засушливый период и зеленеющими во влажный. Распространены низкорослые (< 8 м) деревья (акации), преобладают жестколистный виды, низкорослые злаки (< 0,8 м). Вдоль русел рек развиты галерейные леса.

*Парковые саванны* — переходный тип от сухих к влажным саваннам с низкорослыми бутылочными деревьями (6–10 м), акациями, колючими кустарниками и травами высотой 0,4–0,8 м.

Влажные саванны — зеленые в период дождей влажные леса. Представлены высокими видами деревьев (8–25 м), например баобабами, и высоким травяным покровом (> 0,8 м, иногда до 4 м).

В светлых тропических лесах и высокотравных саваннах в почвы ежегодно попадает от 70 до 120 ц/га растительных остатков (Денисов, 1971). Вместе с ними поступает 300–700 кг/га зольных элементов (без учета кремнезема).

В минерализации и переработке этой огромной массы растительных остатков главную роль играют микроорганизмы, термиты, черви. Микроорганизмы в тропиках проявляют большую активность, так как для деятельности большинства из них климатические условия этой зоны оптимальны (температура 27–37°С при

относительной влажности воздуха 50–70%). В сухой сезон жизнедеятельность бактерий затухает, но резко возрастает активность актиномицетов (они продолжают функционировать и при температуре выше 40°C).

Почвы чаще всего формируются на породах феррсиаллитного состава. Отношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ , как правило, выше 2 и обычно составляет 3,0–3,2. Соотношение глинистых минералов меняется: на долю каолинита здесь приходится 20–30%, остальную часть составляют иллит, гидрослюды и смешаннослойные минералы иллит-монтмориллонитовой группы. В толще коры выветривания и почвах присутствуют и разнообразные первичные минералы: сохраняются полевые шпаты и даже такой малоустойчивый минерал, как биотит. Минералы гидроксидов алюминия (гиббсит) в этих почвах и породах отсутствуют. В заметном количестве содержатся гидраты оксидов железа — гематит и гидрогематит.

К наиболее распространенным почвам тропических семигумидных областей относятся *красные альферритные* или *красные ферритные* почвы. По характеру почвообразования они близки к почвам тропических гумидных областей, но существуют и некоторые отличия:

- 1) почвы глубоко просыхают в сухой период;
- 2) верхние горизонты вследствие прогревания в сухой период приобретают красный цвет как результат термической дегидратации оксидов железа;
- 3) гумусовый горизонт имеет темно-бурю окраску; возрастают его мощность (до 30–40 см), содержание гумуса (до 4%); состав гумуса преимущественно фульватный;
- 4) увеличивается возможность выпадения конкреционных форм гидроксидов железа.

Почвенный профиль красных ферритных почв (A1f–AfBmf–BmfBt–Cfesial) имеет следующее морфологическое строение:

A1f (*гумусовый*) — темно-серого, темно-бурого, красно-бурого цвета; крупитчатой или комковатой структуры, легкого гранулометрического состава. Иногда на поверхности можно наблюдать железистый или кремневый щебень либо округлые железистые конкреции, остающиеся на поверхности в результате смывания или выдувания мелкозема. Мощность 20–25 см.

AfBmf (*гумусово-метаморфический*) — красного цвета; более яркий, чем предыдущий; более тяжелого гранулометрического состава, непрочной комковатой структуры. Мощность 30–40 см.

*BmfBt (метаморфический)* — кирпично-красного или оранжевого цвета с темными железистыми и марганцевыми конкрециями. Более тяжелого гранулометрического состава, с хорошо выраженной комковато-ореховатой структурой. По граням структурных отдельностей местами видны глянцевые пленки коллоидного вещества. Наблюдаются ходы насекомых. Мощность 50–90 см.

*Cfesial (почвообразующая порода)* — феррсиаллитного или феррсиаллитно-аллитного состава; в случае залегания продуктов выветривания *in situ* сохраняет структуру породы. В некоторых случаях над почвообразующей породой выделяется карбонатный конкреционный горизонт  $Bcaco_3$ .

Для данных почв характерны процессы рубефикации, феррализации и феррсиаллитизации, латеритообразования, лессиважа. Во всем почвенном профиле наблюдается значительная биотурбация.

Почвы отличаются невысоким содержанием гумуса (от 2–3% до 4%), несмотря на обильное поступление органических остатков. Это связано с их быстрой минерализацией во влажный и жаркий период. Состав гумуса фульватный (Сгк/Сфк 0,3–0,5), хотя и появляется некоторое количество гуминовых кислот, связанных с кальцием (Зонн, 1968). Реакция среды слабокислая (рН 5,6–6,5). Емкость поглощения незначительная (10–20 м-экв/100 г почвы), несмотря на тяжелый гранулометрический состав. Содержание обменных катионов насчитывает 1–3 м-экв/100 г почвы. Причина низкой емкости поглощения состоит в накоплении малосорбирующих глинистых минералов и в наличии оксидов железа на поверхности тонкодисперсных частиц. Наблюдается увеличение содержания ила в средней части профиля с максимальным его накоплением на глубине 50–100 см. Здесь же иногда обнаруживаются и обильные натёки ориентированного глинистого вещества, покрывающего стенки пор и грани структурных отдельностей, что свидетельствует о вымывании тонких фракций из вышележащих горизонтов. Оглинивание средней части профиля связано не столько с выносом ила, сколько с выветриванием первичных минералов на месте.

В сухой период года верхняя часть профиля иссушается, процессы выветривания здесь несколько замедляются, а на глубине сохраняется еще достаточно влаги, что при высокой температуре позволяет процессам выветривания протекать более активно. В верхней, наиболее прогреваемой части профиля происходит дегидратация оксидов железа и их сегрегация. Это увеличивает здесь долю наименее

растворимых форм железа. Оксиды железа цементируют глинистые частицы в прочные агрегаты, что придает верхним горизонтам псевдопесчаный характер. Почвы характеризуются малым содержанием или отсутствием пылеватых частиц. Таким образом, обеднение верхних горизонтов почв илом связано не только, а, возможно, даже не столько, с выносом илистых частиц, сколько с различиями в интенсивности внутripочвенного выветривания в разных частях профиля и с неодинаковой цементацией мелких частиц оксидами железа.

Яркая окраска почв далеко не всегда свидетельствует о большом валовом содержании оксидов железа (часто оно составляет 2–5%). В большинстве случаев она обусловлена высокой степенью дисперсности: тончайшие пленки гетита и гематита равномерно покрывают как крупные зерна минералов, так и глинистые частицы. В красных ферраллитных почвах также местами наблюдаются горизонты цементированных железистых конкреций (латеритов), в образовании которых, вероятно, принимали участие грунтовые воды.

Среди других почв, встречающихся во влажных тропических областях, необходимо отметить прежде всего *темно-красные* и *темные лесные тропические* почвы, формирующиеся на основных породах и известняках. Эти почвы характеризуются глинистым гранулометрическим составом, значительной емкостью поглощения (30 м-экв/100 г), более высокой степенью насыщенности основаниями, увеличением содержания гумуса, слабокислой или нейтральной реакцией среды.

Кроме перечисленных почв значительные площади занимают *лесные ферраллитные глеевые* почвы, приуроченные к пониженным территориям речных бассейнов Амазонки и Конго, *тропические аллювиальные* и *тропические болотные* почвы. В зоне приливов на океанических побережьях распространены *мангровые* почвы.

## Тропические семиаридные области

Тропические семиаридные области занимают площадь примерно 1,7 млрд га (около 30% площади пояса). Они находятся главным образом в Восточном полушарии и приурочены к территориям с чередованием коротких сезонов дождей и длительных сухих периодов. Наибольшая среди них — *Индо-Африканская* область, огибающая

тропическую влажно-лесную область бассейна Конго и включающая западную часть полуострова Индостан. Она расположена по обе стороны экватора. Второе место занимает *Австралийская* ксерофитно-лесная область, протянувшаяся в широтном направлении на севере Австралии между влажными тропическими лесами и пустыней. В Западном полушарии ландшафты ксерофитных тропических лесов и саванн распространены на Антильских островах и в Венесуэле (*Центральноамериканская* почвенно-биоклиматическая область), в бассейне р. Сан-Франциско на северо-востоке и юго-западе Бразилии, в Парагвае (предгорья Анд), в области Чако (*Южно-Американская* почвенно-биоклиматическая область). Горные территории в пределах засушливых ксерофитно-лесных и саванных областей занимают около 16,2%.

Состав кор выветривания пестрый: господствуют феррсиаллитные коры (53,7% поверхности) и реликтовые ферраллитные коры (37,1%). Оставшаяся территория покрыта монтмориллонитовыми корами выветривания.

В целом для территории характерны следующие климатические показатели (табл. 27).

Таблица 27. Средние климатические показатели для тропических семиаридных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10^{\circ}\text{C}$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Кoeffициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
+16 — +25	+28 — +32	>8000	300–1000	0,3–0,6	Соответствует влажному периоду

Тропические семиаридные области характеризуются засушливым климатом. Сухой сезон длится 7–10 месяцев. Амплитуда колебаний температур сухого и влажного периодов составляет 10–15 °С. Продолжительный недостаток влаги резко сказывается на развитии растительности и почвообразовании.

Растительность представлена ксерофитными фитоценозами, которые характеризуются сочетанием сухих зарослей и низких трав, вегетирующих на протяжении коротких влажных сезонов. Древесная и кустарничковая растительность большую часть года находится без листвы. В сухие сезоны под кустарничковой растительностью отсутствует не только трава, но даже сухие опавшие листья, которые поедаются травоядными животными.

В почвенном покрове тропических семиаридных областей выделяются *коричнево-красные* почвы ксерофитных лесов и *красно-бурые* почвы сухих саванн.

*Коричнево-красные* почвы формируются в условиях, которые характеризуются значительным количеством осадков (около 1000 мм) и зимним сухим сезоном продолжительностью 6 месяцев. Почвообразование протекает под сухими тропическими редколесьями и зарослями кустарников (в Австралии это в основном заросли акации формации «скреб», в бассейне р. Сан-Франциско — колючекустарничково-кактусовая формация «каатинга»). Опад наземной части растительности семиаридных тропических ландшафтов в зависимости от степени засушливости меняется от 10 до 30 ц/га (Родин, Базилевич, 1965). Примерно такое же количество приходится на корневую массу. Органические остатки быстро разлагаются.

Почвы формируются на древних ферраллитных корях выветривания или на современных породах, но под воздействием феррсиаллитного процесса со слабым накоплением каолина. Мощность кор выветривания сильно сокращается, так как из-за недостатка влаги задерживаются процессы химического выветривания. При снижении мощности кор выветривания все большее количество свежих продуктов распада горных пород включается в состав минерального субстрата почв.

Почвы формируются при периодически промывном типе водного режима. За короткий период выпадает большое количество осадков, которые глубоко промачивают почву, поэтому в пределах почвенного профиля не накапливаются не только легкорастворимые соли, но и карбонаты.

Коричнево-красные почвы характеризуются гумусовым горизонтом мощностью 25–30 см, содержащим 3–4% гумуса гуматно-фульватного состава. Они имеют слабокислую среду (рН 5,0–6,0), насыщены основаниями. Образование иллювиального горизонта

чаще всего связано с процессом метаморфизации, что обусловлено более интенсивным выветриванием на некоторой глубине от поверхности, где более длительное время сохраняется влага. Но иногда в формировании этого горизонта принимает участие и процесс лессивирования, поэтому в этих иллювиальных горизонтах наблюдается некоторое накопление глинистых частиц. В почвенной массе преобладают минералы каолиновой группы, определяющие глинистый гранулометрический состав и небольшую емкость поглощения (4,0–6,0 м-экв/100 г почвы). Взаимодействие кислого гумуса с минеральной частью почвы обуславливает миграцию и осаждение полуторных оксидов железа, что способствует современному латеритообразованию.

Для этих почв также характерна яркая окраска. Она зависит не столько от количества трехвалентного железа, обволакивающего в виде пленки минеральные частички и скрепляющего их между собой, сколько от степени гидратации оксидов, которая в засушливом климате остается очень высокой. По наблюдениям некоторых исследователей (Денисов, 1971), в коричнево-красных почвах идет интенсивное образование железистых конкреций, а на поверхности возникают железистые корки, плохо смачиваемые водой, которые местами могут переходить в железистые панцири.

На территориях, занятых коричнево-красными почвами, интенсивно развиваются процессы эрозии во влажное время года, что связано с ливневым характером дождей и бедным растительным покровом. Эрозионные процессы способствуют разрушению почвы и выходу на поверхность плотных латеритных горизонтов.

*Красно-бурые* почвы сухих саванн формируются при несколько меньшем увлажнении. Годовое количество осадков 300–800 мм, продолжительность сухого сезона от полугода и больше. Растительный покров представлен своеобразной формацией, получившей название сухой саванны. Все растения сухой саванны относятся к ксерофитам. В травяном покрове преобладают злаки. Деревья преимущественно низкорослые, нередко с сучковатым стволом, с широко распространенной формой кроны в виде зонтика. Некоторые содержат в стволах запасы воды (баобаб, бутылочное дерево). Корневая система деревьев развита чрезвычайно широко и мощно, что обеспечивает сохранение растений в засушливое время года. С увеличением длительности сухого периода сухая саванна замещается опустынен-

ной. Во влажные летние периоды, когда выпадает более 75% годового количества осадков, сухая саванна зеленеет, растут травы, достигающие высоты более 1 м. Зимой, когда наступает засуха, деревья сбрасывают листву, травы выгорают, опад минерализуется главным образом на поверхности почвы.

Красно-бурые почвы формируются под воздействием феррсиаллитного процесса в его типичном проявлении. Гумусовый горизонт менее развит (20–25 см), характеризуется низким содержанием гумуса (около 1%), реакцией среды от слабокислой до слабощелочной. Немного повышается емкость поглощения (10–15 м-экв/100 г почвы), поглощающий комплекс обычно насыщен основаниями. В нижних частях профиля наблюдается иллювиально-карбонатный горизонт.

Образование железистых конкреций идет менее интенсивно, чем в коричнево-красных почвах; железистые поверхностные корки образуются редко. В гранулометрическом составе верхних горизонтов красно-бурых почв также иногда наблюдается уменьшение содержания ила, хотя дифференциация по илу менее выражена.

Во влажный сезон почвы сухих саванн при хорошем дренаже интенсивно и глубоко промываются. При этом легкорастворимые соли, как правило, уходят из сферы почвообразования.

Е. В. Лобова и А. В. Хабаров (1983) приводят морфологическое описание красно-бурых почв, характерных для Африки. Они имеют профиль, состоящий из гумусового горизонта (А), оглиненного (метаморфического) горизонта (В<sub>m</sub>), иллювиального карбонатного горизонта (В<sub>CaCO<sub>3</sub></sub>) и почвообразующей породы (С) сиаллитного состава. Цвет этих почв может быть коричневым или красным (местами темно-красным). Степень насыщенности основаниями верхних горизонтов превышает 50%. Почвы богаты первичными минералами, унаследованными от почвообразующей породы. Илистая фракция состоит из монтмориллонита, гидрослюд, аллофанов.

Во французской классификации почв как коричнево-красные, так и красно-бурые почвы имеют одно название — «sols ferrugineux tropicaux». М. А. Глазовская (1972) относит их к семейству ферроземов и рассматривает вместе с красными почвами.

В почвенном покрове тропических семиаридных областей наряду с красно-бурыми и красно-коричневыми почвами встречаются *черные слитые тропические* почвы. Эти почвы, как и черные почвы субтропиков, развиваются на богатых основаниями почвообразующих

породах, часто вулканического происхождения (габбро, базальты, траппы, осадочные бескварцевые глинистые породы, известняки), и формируются теми же процессами, что и почвы субтропиков. Черные слитые тропические почвы образуются преимущественно под травянистой растительностью саванного типа. Выветривание богатых основаниями пород в условиях переменного-влажного климата, но при недостаточном дренаже и при нейтральной и щелочной реакции среды ведет к образованию вторичных минералов не каолиновой, а монтмориллонитовой группы. Черные слитые тропические почвы имеют тяжелый гранулометрический состав (до 60–70% ила), высокую емкость поглощения (от 15–20 до 40 м-экв/100 г почвы). Они насыщены кальцием и магнием, иногда встречается натрий.

Молекулярное отношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  более широкое (3–5), чем в ферраллитных почвах. Гумусовый горизонт хорошо развит, черного цвета; имеет мощность до 1 м и более, но содержит мало гумуса (1,0–1,5%) — почти столько же, сколько в красно-бурых почвах. Черный цвет горизонта объясняется как особой формой органического вещества, характеризующейся высокой дисперсностью и наличием устойчивых глиногумусовых комплексов, так и преобладанием глинных минералов вермикулит-монтмориллонитового состава, имеющих темный оливково-серый цвет.

*Аллювиальные* почвы также присутствуют в почвенном покрове сухих саванн, но их значительно меньше, чем во влажных тропиках. С соленосными породами и условиями гидроморфизма связано развитие тропических *солонцов* и *солодей*.

## Тропические аридные области

Тропические аридные области распространены на площади примерно 1,3 млрд га (23,2% площади пояса). Они приурочены к наиболее сухим частям тропического пояса, которые находятся под воздействием сухих пассатных ветров и смыкаются с субтропическими пустынями. Выделяются четыре тропические полупустынные и пустынные области. Наиболее крупная из них — *Афро-Азиатская*, охватывающая юг Сахары и южную часть Аравийского полуострова; затем *Австралийская*, занимающая значительную часть материка; *Южно-Африканская* (пустыня Калахари); *Южно-Американская*, включающая пустынную высокогорную область на севере Чили

и примыкающую к ней тропическую пустыню тихоокеанского побережья Южной Америки (пустыню Атакама). Горные территории занимают небольшие площади (6,3%).

Преобладают суглинистые и каменистые коры выветривания, карбонатные и местами засоленные, с поверхности ожелезненные (около 70%). Пустынные пески, также местами ожелезненные и окарбоначенные, составляют около 24%. Оставшаяся территория занята опустыненными саваннами.

В целом для территории характерны следующие климатические показатели (табл. 28).

Таблица 28. Средние климатические показатели для тропических аридных областей

Средняя температура, °С		Сумма $t > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$	Средне-годовая сумма осадков, мм	Коэффициент увлажнения (КУ)	Продолжительность вегетационного периода, дни
наиболее холодного месяца	наиболее теплого месяца				
+14 — +25	+28 — +35	> 8000	< 300	< 0,3	Соответствует влажному периоду

Тропические аридные области характеризуются жарким и засушливым климатом. Во многих пустынях осадки выпадают нерегулярно (< 125 мм в год), а во внутренних частях пустынь их не бывает годами, поэтому сухой период может продолжаться много лет. Наряду с малым количеством осадков пустыни характеризуются повышенной испаряемостью, которая усиливается ветрами и песчаными бурями. Самая сильная испаряемость в мире наблюдается в пустыне Сахара. Здесь находится абсолютный температурный максимум — +58 °С в тени. Недостаток влаги может восполняться сильными росами и туманами.

Для пустынь характерны резкие суточные и годовые температурные колебания. Так, в пустыне Намиб (Южная Африка) особенно резкие колебания суточных температур наблюдаются зимой: при дневных температурах +25°С температура ночью падает до 0°С, а часто до -5°С. Для континентальной пустыни Австралии (Алисс-Спрингс) средний летний максимум соответствует +35°С, средний

зимний минимум — +3,9, а с мая по август отмечаются напочвенные заморозки.

Растительность приспособлена к засушливому климату. Вегетация может начаться в любое время года после выпадения дождей. Территории с количеством атмосферных осадков 125–300 мм/год представлены полупустынями или колючко-кустарниковыми саваннами. Увеличивается видовое разнообразие и степень покрытия территории растениями, появляются жесткие многолетние злаки, заросли колючих кустарников и небольших деревьев, главным образом акаций и тамарисков.

В полупустынных зонах аридных областей под низкотравной опустыненной саванной развиты *красновато-бурые* почвы. Они формируются при слабом воздействии феррисиалитного процесса. От красно-бурых почв они отличаются меньшей степенью ферритизации, более бурой окраской, малым содержанием гумуса (около 1%), гуматным его составом (Денисов, 1971), отсутствием дифференциации содержания ила по профилю. Почвы характеризуются слабощелочной реакцией среды (рН 7,0–7,5), наличием карбонатов и отсутствием легкорастворимых солей.

Красновато-бурые почвы Южной Африки (пустыня Калахари) имеют хорошо дифференцированный профиль (Van der Merwe, 1954). Он состоит из маломощного светло-бурого опесчаненного горизонта, 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, содержащей карбонаты кальция в трещинах и на поверхности щебня, переполняющего нижние горизонты. Содержание гумуса в этих почвах 1,0–1,5%.

Красновато-бурые почвы, по данным Н. Н. Розова и М. Н. Стrogановой (1979), занимают примерно 33% территории аридных тропических областей. Остальная часть представлена *песчаными* и *каменистыми пустынными* почвами, а также *черными тропическими аридными*. В понижениях рельефа, в руслах рек часто формируются *аллювиальные* почвы, *солончаки* и *солончаковые* почвы.

Почвы тропических пустынь также имеют красноватый цвет благодаря слабой ферритизации и последующей дегидратации оксидов железа при очень высоких температурах поверхности почвы

(до +60 °С). Явление ферритизации в почвах тропических пустынь может быть связано как с прошлыми, более гидроморфными условиями формирования кор выветривания и почв, так и с влиянием современных периодов с ливневыми осадками.

**Каменистые пустыни** характеризуются преобладанием физического выветривания и дробления пород, а также аккумуляцией солей в депрессиях при близком залегании уровня грунтовых вод.

Значительные площади занимают **песчаные пустыни** — главным образом движущиеся барханные или грядовые пески, лишённые какой бы то ни было растительности и почв. Самый большой песчаный массив в мире — Ливийская пустыня (Африка). Пустыни Центральной Австралии представлены грядовыми песками, расположенными параллельно друг другу в направлении господствующих ветров. Песчаные гряды имеют протяжённость в сотни километров, ширину в несколько сотен метров и высоту в несколько десятков метров. Некоторые гряды прослеживаются на расстоянии в 100–120 км. Пространство между песчаными грядами или покрыто маломощным слоем песка, или, при выдувании песка, представляет собой голую каменистую пустыню, покрытую железистым щебнем.

### Контрольные вопросы

1. Как варьируют современные биоклиматические условия в пределах тропического пояса?
2. Какие коры выветривания распространены в тропическом поясе?
3. Основные процессы, формирующие почвы тропиков.
4. Морфологическое строение и свойства почв тропических гумидных областей.
5. Морфологическое строение и свойства почв тропических семигумидных областей.
6. Морфологическое строение и свойства почв тропических семиаридных областей.
7. Морфологическое строение и свойства почв тропических аридных областей.

## ПОЧВЫ ПОЙМ

Многие реки имеют хорошо развитые долины. Часть территории речной долины, периодически заливаемая полыми водами, называется *поймой*.

Главная особенность почвообразования в поймах рек — развитие поемных и аллювиальных процессов. Под *поемными* процессами понимают затопление той или иной территории поймы полыми водами. Поемность способствует поднятию уровня грунтовых вод, смягчает климат, влияет на интенсивность и направленность микробиологических процессов в почве, а также на характер растительности и ее продуктивность, на солевой режим почв и почвенно-грунтовых вод.

Под *аллювиальными* процессами следует понимать принос паводковыми водами взмученного материала, размывание поймы и перетложение на ее поверхности взвешенных в воде частиц в виде слоя наилка, или аллювия. На характер аллювиального процесса прежде всего влияет положение отдельных частей поймы по отношению к руслу реки.

Территория поймы в зависимости от удаленности ее от русла делится на три части: прирусловую, центральную и притеррасную (рис. 11). Они различаются по составу аллювиальных отложений, рельефу, гидрологическим условиям и, как следствие, по растительности и почвенному покрову.

Гранулометрический состав аллювия связан со скоростью движения полых вод в пойме: чем она выше, тем крупнее размер оседающих частиц; по мере замедления скорости выпадают все более мелкие частицы. Скорость потока падает от русла вглубь поймы. В центральной и притеррасной частях пойм, где скорость полых вод меньше и длительность затопления больше, откладывается аллювий, состоящий преимущественно из пылеватых и илистых частиц.

Поскольку русло реки постепенно мигрирует, скорость полых вод в пойме на одних и тех же участках изменяется. Кроме того, скорость потока и длительность затопления на одних и тех же участках поймы может зависеть от особенностей весеннего паводка. В связи с этими особенностями аллювиальные наносы характеризуются слоистостью, т. е. неоднородностью гранулометрического состава.

На гранулометрический и химический составы, а также на количество отлагаемого аллювия влияют состав почв и пород водосбор-

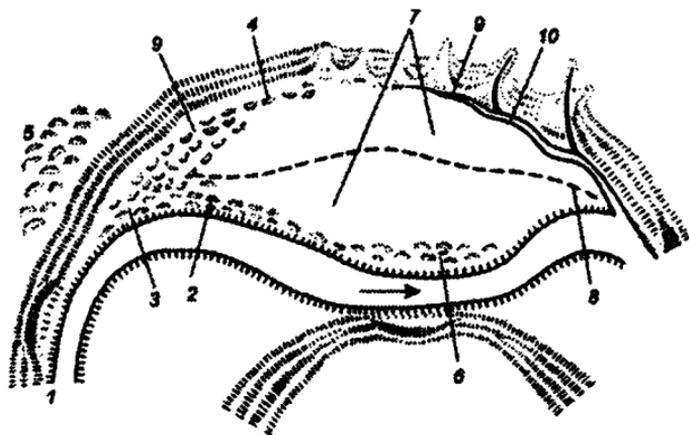


Рис. 11. Схема строения поймы (по: В. Р. Вильямс; цит. по: Кауричев, 1982):

1 — бечевник, 2 — прирусловые дюны, 3 — область наибольшего скопления песков, 4 — притеррасные дюны, 5 — притеррасные вздутые пески, 6 — прирусовая пойма, 7 — центральная пойма, 8 — водоток (талъвег) центральной поймы, 9 — притеррасная пойма, 10 — притеррасная речка

ной территории, климатические особенности, облесенность и распаханность бассейна водосбора.

*Прирусовая* пойма имеет обычно волнистый рельеф с резко выраженными валами и высокими гривами. По мере перехода к центральной пойме рельеф становится более спокойным. В *центральной* пойме на общем фоне равнинного рельефа хорошо различаются приподнятые участки (гривы) и понижения (лога). Характерная черта ландшафта центральной поймы — старицы. Это вытянутые вдоль русла озера, заросшие по берегам кустами ивы, иногда окруженные крупными деревьями. *Притеррасная* пойма представляет собой несколько пониженную по отношению к центральной пойме территорию, большей частью заболоченную.

Растительность пойм чрезвычайно разнообразна. Как правило, господствуют луговые разнотравно-злаковые группировки. Наиболее богатый и ценный травостой формируется в центральной пойме, где преобладают: костер безостый, тимофеевка, лисохвост, овсяница луговая, мятлик луговой, бекмания, канареечник, чина луговая, клевер, вика, герань луговая, конский щавель, лютик и другие травы. На повышенных элементах рельефа центральной поймы (гривах)

травостой беднее. Прирусловая пойма характеризуется довольно неоднородным и более бедным травостоем. Сильно заболоченные участки в центральной и притеррасной поймах заняты щучкой, осоками, канареечником, мхами и другой болотной растительностью.

В поймах произрастают и древесные породы, состав которых определяется природными особенностями зоны. В таежно-лесной зоне в поймах преобладают ель, пихта, береза, осина, ива; в лесостепной и степной — дуб, вяз, клен, ива, тополь, осокорь, черная ольха. В поймах рек полупустынных и пустынных зон встречаются тугайные (приречные) травянистые леса, состоящие из тополя, шелковицы, ивы, лоха, саксаула, тамарикса и других пород.

В соответствии с современной классификацией почв России (Классификация..., 2004) почвы пойм относятся к стволу синлитогенных почв, в которых процесс почвообразования протекает одновременно с аккумуляцией свежего минерального материала, формируя отдел аллювиальных почв. В этом отделе выделяют следующие типы: аллювиальные серогумусовые, аллювиальные серогумусовые глеевые, аллювиальные торфяно-глеевые, аллювиальные перегнойно-глеевые, аллювиальные темногумусовые и аллювиальные темногумусовые гидрометаморфические (табл. 29).

*Аллювиальные серогумусовые (дерновые) (AY-C<sup>-</sup>)* почвы формируются на относительно возвышенных элементах рельефа центральной части поймы рек таежно-лесной зоны при глубоком залегании грунтовых вод в условиях кратковременного затопления полыми водами. Почвы отличаются хорошей водопроницаемостью и аэрацией, преобладанием нисходящих токов влаги и формируются под злаковыми лугами и пойменными лесами. Почвообразовательный процесс развивается без влияния грунтовых вод в условиях господства окислительной обстановки.

Профиль включает серогумусовый (дерновый) горизонт серого или буровато-серого цвета, комковатый, часто с плохо диагностируемой слоистостью. Заметны следы деятельности почвенной фауны. Мощность горизонта составляет 20–30 см. Содержание гуматно-фульватного гумуса 3–6%, иногда достигает 10%. Реакция среды кислая или слабокислая (рН < 6), насыщенность основаниями 60–80%. Основные подтипы выделяются по признакам оподзоливания (AYe-C) и оглеения (AYg-Cg).

*Аллювиальные серогумусовые глеевые (AYg-G-CG<sup>-</sup>)* почвы формируются на плоских равнинных участках и в неглубоких по-

Таблица 29. Корреляция названий пойменных почв по классификациям 1977 и 2004 гг.

Классификация и диагностика почв России (2004)	Классификация и диагностика почв СССР (1977)
<b>СТВОЛ: СИНЛИТОГЕННЫЕ ПОЧВЫ</b> Отдел: аллювиальные почвы Тип:	
Аллювиальные серогумусовые АУ-С <sup>~</sup>	Подтипы дерновых кислых и дерновых кислых оподзоленных в типе аллювиальных дерновых кислых почв
Аллювиальные темногумусовые АУ-Сса <sup>~</sup>	Подтип собственно дерновых насыщенных в типе аллювиальных дерновых насыщенных почв
Аллювиальные торфяно-глеевые Т-Г-СГ <sup>~</sup>	Тип аллювиальных болотных иловато-торфяных почв
Аллювиальные перегнойно-глеевые Н-Г-СГ <sup>~</sup>	Тип аллювиальных болотных иловато-перегнойно-глеевых почв
Аллювиальные серогумусовые глеевые АУg-Г-СГ <sup>~</sup>	Подтип собственно луговых кислых в типе аллювиальных луговых кислых почв
Аллювиальные темногумусовые гидрометаморфические АУ-Q-CQ <sup>~</sup>	Подтип собственно луговых насыщенных почв в типе аллювиальных луговых насыщенных почв
Аллювиальные слитые АУ-V-C <sup>~</sup>	Как самостоятельный тип не выделялись; отчасти соответствуют роду слитых почв в типе аллювиальных луговых карбонатных и аллювиальных луговых насыщенных почв

нижениях центральной части поймы в условиях затопления спокойными паводковыми водами. Капиллярная кайма постоянно находится в пределах профиля. Почвы развиваются под влажными разнотравно-злаковыми лугами и влажными лесами таежной зоны. Характеризуются присутствием серогумусового горизонта серого или буровато-серого цвета со стальным оттенком. Мощность от 25–30 до 50 см. Горизонту свойственны творожистое сложение, комковато-порошистая структура, тяжелый гранулометрический состав, слабо выраженная слоистость и обилие ржаво-бурых пятен и прожилок. Ниже залегает грязно-серый с ржавыми и голубовато-сизыми пятнами глеевый горизонт, переходящий в аллювиальную оглеенную толщу, бесструктурную, часто слоистую. Почвы характеризуются фульватным типом гумуса, кислой и слабокислой реакцией

среды, невысокой емкостью поглощения, не насыщены основаниями, обогащены подвижными оксидами железа. Выделяется подтип *оруденелых аллювиальных серогумусовых (дерновых) глеевых почв (AY-Gfn-CG)*, диагностирующийся по присутствию в нижней части профиля железистой пропитки (вплоть до цементации оксидами железа) и скоплению органо-марганцево-железистых конкреций.

*Аллювиальные торфяно-глеевые (T-G-CG<sup>-</sup>)* почвы формируются в депрессиях центральной части поймы и понижениях вблизи склонов террас или коренного берега под богатой эуτροφной травянистой и кустарниковой растительностью в лесной и лесостепной зонах. Избыточное увлажнение создается благодаря затоплению полами водами, подтоку грунтовых и склоновых вод.

Почвы диагностируются по наличию торфяного и глеевого горизонтов. Торфяной горизонт характеризуется высокой степенью разложения органогенного материала, имеет темно-бурый или черный цвет с ржавыми примазками и пятнами гидроксидов железа. Горизонт часто содержит прослойки мелкозема тяжелого гранулометрического состава или в целом заилен. За счет заиливания торфяная масса приобретает высокую зольность (иногда более 30%), а при высыхании — комковатую структуру. Под торфяным горизонтом залегает глеевый горизонт, покрашенный потечными гумусовыми веществами, который сменяется слоистым оглененным аллювием. В профиле могут присутствовать оруденелые или мергелистые прослойки.

Основные подтипы выделяют по признакам оруденения, омергелывания и заиливания.

*Оруденелые (T-Gfn-CG<sup>-</sup>)* — формируются в притеррасной части пойм южнотаежных рек при подтоплении грунтовыми водами, содержащими закисное железо. Диагностируются по наличию марганцево-железистых прослоек, иногда прослоек вивианита.

*Омергеленные (T-Gml-CGml<sup>-</sup>)* — формируются в условиях гидrogenной аккумуляции карбонатов. Распространены в притеррасных частях пойм рек лесостепной зоны. Диагностируются по мергелистым прослойкам в минеральной части профиля.

*Торфяно-минеральные (Tmr-G-CG<sup>-</sup>)* — диагностируются по наличию в массе торфяного горизонта прослоек минерального материала.

*Аллювиальные перегнойно-глеевые (H-G-CG<sup>-</sup>)* почвы формируются в наиболее пониженных и влажных частях пойм южнотаежной, лесостепной, реже степной зон под зарослями черной оль-

хи и осоково-тростниковой растительностью. Источниками переувлажнения служат паводковые, грунтовые и склоновые воды. Эти почвы обычно вытянуты узкими полосами вдоль притеррасной части поймы или по дну стариц.

Почвы отличаются наличием с поверхности черного или сизовато-черного мажущегося перегнойного горизонта с плохо выраженной икряной структурой, обычно заиленного, переходящего в грязно-сизую глеевую толщу. Профиль в течение длительного времени насыщен водой, возможны карбонатные прослойки. Иногда поверхность почв покрыта ржавыми железистыми пленками. Основные подтипы выделяются по признакам засоления, омергеливания, оруденения и заиливания.

*Аллювиальные темногумусовые* (AU-Cca<sup>++</sup>) почвы формируются под луговыми ассоциациями на относительно повышенных, кратковременно затопляемых участках центральной части поймы рек лесостепной и степной зон. Профиль состоит из мощного (50 см и более) зернисто-комковатого темногумусового горизонта. В переходном от гумусового горизонта к почвообразующей породе горизонте часто содержатся карбонаты, не имеющие в большинстве случаев морфологического выражения. Почвы характеризуются высоким содержанием гумуса (от 4–9 до 12%), постепенно убывающим вниз по профилю. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, связанные с кальцием. Почвы имеют высокую емкость поглощения, нейтральную или слабощелочную реакцию среды, насыщены основаниями, характеризуются высокой водопроницаемостью и аэрацией.

Основные подтипы выделяются по признакам солонцеватости, засоления, слитизации, оглеения и гидрометаморфизма.

*Солонцеватые* (AU<sub>sn</sub>-Cca<sup>++</sup>) почвы характеризуются уплотнением, наличием элементов призматической структуры в гумусовом горизонте, потечностью гумуса; имеют щелочную реакцию среды за счет присутствия обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе.

*Засоленные* (AU<sub>s</sub>-Cca<sup>++</sup>) почвы диагностируются по присутствию в пределах верхних 100 см профиля легкорастворимых солей в количестве >0,1%.

*Слитизированные* (AU-AU<sub>v</sub>-Cca<sup>++</sup>) почвы отличаются признаками слитизации. Слитая часть профиля, вязкая и плохо водопроницаемая во влажном состоянии, при высыхании разбита трещинами,

характеризуется высокими плотностью и твердостью, наличием поверхностей скольжения.

*Глееватые* (AUg-Csa,g<sup>-</sup>) почвы выделяются по присутствию в профиле признаков оглеения.

*Гидрометаморфизованные* (AU-AUq-Csa,q,mI<sup>-</sup>) почвы диагностируются по признакам гидроморфизма в виде оливковых, грязно-серых, серо-стальных пятен в нижней части профиля. Иногда выделяются пропиточно-конкреционные формы карбонатных новообразований.

*Аллювиальные темногомусовые гидрометаморфические* (AU-Q-CQ<sup>-</sup>) почвы наиболее характерны для основных поверхностей центральной поймы рек лесостепной и степной зон, где формируются под луговыми и кустарниковыми ассоциациями. Почвы подвержены регулярному и достаточно длительному затоплению паводковыми водами при неглубоком (до 2 м) залегании грунтовых вод и характеризуются чередованием промывного и выпотного типов водного режима.

В профиле этих почв присутствует темногомусовый горизонт мощностью 40–60 см и более, темно-серого или черного цвета с сизоватым оттенком и хорошо выраженной зернисто-творожистой структурой. Темногомусовый горизонт через переходную грязно-серую толщу сменяется гидрометаморфическим горизонтом серых и оливковых тонов. Карбонаты обычно морфологически не выражены или представлены мергелистой пропиткой. Почвы имеют суглинисто-глинистый гранулометрический состав, содержат от 4 до 12% гумуса. В составе гумуса преобладают гуматы кальция. Почвы характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией среды, высокой емкостью поглощения, насыщены основаниями. Подтипы выделяются по признакам солонцеватости, засоления, слитизации и омергеливания.

*Аллювиальные слитые* (AU-V-C<sup>-</sup>) формируются по вершинам грив и бугров, в неглубоких депрессиях центральных и притеррасных частей пойм крупных рек степной зоны под разреженной злаково- или осоково-разнотравной растительностью. Имеют поемно-непромывной водный режим.

Почвенный профиль представлен глыбисто-комковатым темногомусовым горизонтом серого цвета с буроватым или коричневатым оттенком, поверхность которого часто покрыта рыхлой порошисто-крупитчатой мульчей. Под гумусовым горизонтом залегает оливково-серый слитой горизонт с глыбисто-столбчатой или крупноприз-

мовидной структурой, ярким глянцем на поверхности педов и ясно выраженными педотурбациями в виде микрооползней. В сухом состоянии профиль рассечен глубокими трещинами, заполненными оструктуренным материалом верхнего горизонта. В нижней части обычны стяжения карбонатов, гнезда и прожилки гипса.

Почвы характеризуются глинистым гранулометрическим составом, причем в слитом горизонте содержание ила составляет 40–60%. Количество гумуса в гумусовом горизонте 2,5–6%, емкость поглощения высокая, почвенный поглощающий комплекс насыщен основаниями, реакция почв нейтральная или слабощелочная. Основные подтипы выделяются по признакам засоления и гидрометаморфизма.

Почвенный покров пойм характеризуется разновозрастностью и динамичностью. Здесь можно встретить разные почвы: от свежих аллювиальных наносов и примитивных слоистых до хорошо развитых с признаками и свойствами зональных почв.

Потенциальное плодородие пойменных почв изменяется от прирусловой части поймы к центральной и притеррасной. В этом направлении в почвах увеличиваются общий запас органического вещества, содержание азота и других биофильных элементов, растет сумма обменных оснований. Лучшими считаются незаболоченные и незасоленные почвы с зернистой структурой. Они имеют мощный гумусовый горизонт, значительный общий запас органического вещества (до 350–550 т/га), высокое содержание питательных элементов, обладают благоприятными агрохимическими свойствами.

Пойменные территории служат важнейшей кормовой базой животноводства. Для повышения производительности пойменных сенокосов необходимы мелиоративные и агротехнические мероприятия: осушение заболоченных участков, удаление кустарника и кочек, посев трав, внесение удобрений и извести, регулирование пастбищного содержания животных.

### Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте процессы поемности и аллювиальности.
2. Опишите строение поймы.
3. Процессы почвообразования прирусловой части поймы.
4. Процессы почвообразования центральной части поймы.
5. Процессы почвообразования притеррасной части поймы.
6. Перечислите почвы пойм.

## ПОЧВЫ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Горные территории занимают немногим более пятой части общей площади суши земного шара — 30,65 млн км<sup>2</sup> или 21%. На разных континентах их доля в общей площади неодинакова. Наиболее распространены горные ландшафты на Азиатском континенте, занимая 47% его площади, и в Северной Америке (45%). В Африке на них приходится 24%, в Южной Америке — 23%, в Европе — 20%. Меньше всего горных ландшафтов в Австралии и на островах Океании, где их площадь составляет 9% от общей площади суши.

Основной фактор формирования ландшафтов горных систем — высотная поясность, под которой понимается закономерная смена климата, растительности и почв с высотой местности. Высотная поясность определяется изменением климатических условий. С увеличением высоты происходит уменьшение средней температуры воздуха в среднем на 0,5 °С на каждые 100 м. С высотой уменьшается влажность воздуха, однако количество выпадающих осадков в целом возрастает. Суммарная солнечная радиация с увеличением высоты растет, при этом доля прямой радиации возрастает, а рассеянной — уменьшается. Поглощенная радиация и радиационный баланс закономерно уменьшаются с высотой.

Почвообразование в горах протекает в основном на плотных породах. Это обуславливает малую мощность почвенного профиля, высокую щебнистость и очень плохую сортированность материала, слагающего почвенную толщу.

В горах формируются коры выветривания в основном элювиального и реже транзитного типов. Лишь в отдельных плохо дренированных бессточных межгорных впадинах и котловинах образуются коры аккумулятивного типа. Почвообразующие породы обогащены первичными минералами, доля вторичных минералов в них невелика.

Формирование и распределение почв в горных районах подчиняется закону вертикальной зональности, установленному В. В. Докучаевым. Почвенные зоны в горных странах, подобно равнинным территориям, располагаются в виде поясов. Однако отмечаются случаи, когда с высотой местности последовательная смена почв нарушается. Явление обратного, или «неправильного», залегания почв получило название *инверсии почвенных зон*. Кроме того, не-

редко одна почвенная зона внедряется в другую, что обусловлено, например, экспозицией склона или проникновением почвенных зон по долинам горных рек. Такое смещение одной зоны в другую известно как *миграция почвенных зон*. Наконец, в ряде горных стран в системе нормальных рядов совсем выпадают отдельные почвенные зоны. Это явление известно под названием *интерференции почвенных зон*.

Господствующим видом поверхности в горах являются склоны различной формы, крутизны и экспозиции. Такой характер рельефа обуславливает сильное развитие процессов склоновой денудации, а также формирование интенсивного бокового внутрпочвенного и подпочвенного геохимического оттока. Процессы денудации, в результате которых постоянно удаляются верхние слои продуктов выветривания и почвообразования, определяют малую мощность почвенного профиля.

На процессы почвообразования в горах большое влияние оказывает экспозиция склона. В Северном полушарии склоны южной и близких к ней экспозиций получают больше тепла, они более сухие, снежный покров на них держится меньше, а снеготаяние более бурное. На таких склонах сильнее проявляются процессы денудации (табл. 30).

**Таблица 30. Проявление процессов денудации на склонах разной экспозиции**

Экспозиция склона	Площадь смытых почв, %
Северная	14
Южная	38
Восточная	30
Западная	18

Основная черта растительности горных стран — ее распределение по высоте в соответствии с системой высотной поясности, что проявляется в смене с высотой лесных поясов на пояса травянистые, чаще всего луговых растительных сообществ. Пояс лиственных лесов с высотой сменяется поясом темнохвойных лесов, выше которого располагается пояс среднетравных субальпийских лугов. Еще выше находится пояс низкотравных альпийских лугов и, наконец, субнивальный пояс, отличительной чертой которого служит

отсутствие сплошного растительного покрова. На самом верху расположен нивальный пояс — пояс господства скал, осыпей, ледников и снежников. По мере увеличения сухости и континентальности климата уменьшается протяженность по высоте лесных поясов и в конце концов они могут исчезать вообще.

В горных условиях резко возрастает роль рельефа, который оказывает непосредственное влияние на формирование почв, определяет интенсивность процессов денудации и бокового стока, гидротермический режим почв в соответствии с экспозицией склона и т. п. Он формирует климатические особенности как горной страны в целом, так и отдельных ее частей. Своеобразное распределение растительности в горных странах также тесно связано с рельефом. Вся высотная поясность обусловлена большими перепадами высот, характерными для горного рельефа.

Влияние материнской породы на почвообразование в горах также проявляется сильнее. Относительная молодость почв, постоянное вовлечение в почвообразование новых слоев породы, высокая щебнистость профиля приводят к тому, что почва наследует многие свойства почвообразующей породы.

Как следует из балансовой концепции почвообразования (Ковда, 1973), баланс почвообразования в горах формируют три составляющие: биогенная аккумуляция (Ab), механическая аккумуляция или вынос (Am), геохимическая аккумуляция или вынос (Ag). Биогенная аккумуляция всегда положительна. Вторая статья баланса в целом отрицательна. Однако на общем фоне господства процессов выноса на горных склонах может иметь место и накопление веществ за счет их транзита, перемещения с вышележащих элементов рельефа. Количественно процесс накопления уступает место доминирующим процессам денудации, а в уравнении баланса механическая аккумуляция имеет вид  $\pm Am$ . Геохимическая составляющая баланса формируется без участия грунтовых вод в почвообразовательном процессе, но особенности горного рельефа обуславливают интенсивный геохимический вынос веществ за счет поверхностного, а также внутрпочвенного и подпочвенного бокового стоков. Как и в процессах механического переноса, здесь может наблюдаться и накопление веществ, однако значительно меньшее по сравнению с геохимическим выносом. Геохимическая составляющая в балансе горного почвообразования записывается в виде  $\pm Ag$ .

В целом баланс веществ в горном почвообразовании выражается следующим уравнением:

$$S = f(P + Ab \pm Am \pm Ag) t,$$

где  $S$  — почва,  $P$  — почвообразующая порода.  $t$  — время почвообразования.

Общий баланс веществ в горном почвообразовании отрицателен. Механическая денудация и геохимический вынос преобладают, биогенная аккумуляция сопровождается постоянной потерей продуктов почвообразования. Интенсивная денудация вызывает значительно большее по сравнению с равнинными ландшафтами вовлечение веществ в большой геологический круговорот.

Своеобразие рельефа, климата, растительного покрова отражается и на гумусном состоянии горных почв. Содержание органического вещества в них велико и может достигать 15–20% и более в верхней части гумусового горизонта, однако в его составе преобладают слабогумифицированные вещества, много неразложившихся растительных остатков. Горным почвам свойственна слабая дифференциация почвенного профиля.

Характер чередования почв в системе высотной поясности имеет свои особенности в различных горных странах и даже в разных частях одной горной страны. Самым большим разнообразием отличается почвенный покров самых нижних частей горных стран.

В лесном поясе наиболее широко распространены буроокрашенные слабодифференцированные почвы — горные буроземы и близкие к ним почвы. Этому способствует активное выветривание плотных почвообразующих пород, поставляющих для процесса почвообразования новый материал, и активность денудационных процессов. Выше распространения лесной растительности под горными лугами и степями преобладают гумусовые слабодифференцированные почвы — горно-луговые, горные лугово-степные, горно-степные. Их образование связано с отрицательным балансом горного почвообразования (механический и геохимический вынос), обуславливающего маломощность, слабую дифференциацию профиля.

Характер высотной поясности зависит от положения горной страны в системе широтной зональности, от сухости и континентальности климата. Он может также существенно осложняться биоклиматическими и литологическими условиями.

Среди горных почв присутствуют как почвы, характерные только для гор и не встречающиеся на равнинах, так и почвы, имеющие аналоги на равнинных территориях. К первым относятся горно-луговые, горные лугово-степные, а также горно-тундровые почвы.

**Горно-тундровые** (O-G-CG) почвы представляют собой обычно самое верхнее звено в системе высотной поясности почвенного покрова. Характерными чертами условий их образования служат: господство низких температур; малая продолжительность безморозного и вегетационного периодов; мощный, долго сохраняющийся снежный покров. Высшая растительность в таких условиях развивается плохо, поэтому преобладают мхи и лишайники. Встречаются мелкие кустарники. Названные климатические условия обуславливают низкую биологическую активность почв и накопление слабогумифицированного органического вещества, иногда образующего сухоторфяный горизонт (Т) малой мощности.

Профиль горно-тундровых почв имеет небольшую мощность, не превышающую обычно 50–60 см. Эти почвы обладают кислой реакцией, связанной с накоплением кислых продуктов разложения растительных остатков, и слабо насыщены основаниями. В составе гумусовых веществ преобладают фульвокислоты.

В высокогорьях, за пределами распространения лесной растительности, в альпийском и субальпийском поясах формируются горно-луговые и горные лугово-степные почвы.

**Горно-луговые** (A<sub>дерн</sub>-AY-AC-C, иногда выделяется горизонт B) почвы образуются на выщелоченных продуктах выветривания плотных пород, занимая вершины и верхние части склонов хребтов и гор всех экспозиций. Почвы развиваются в условиях избыточного увлажнения (1000–1500 мм осадков в год) и промывного типа водного режима. Растительность представлена сообществами среднетравных субальпийских и низкотравных альпийских лугов.

Профиль горно-луговых почв отличается слабой дифференцированностью и небольшой мощностью (60–70 см). Характерная особенность данных почв — наличие мощной дернины (до 10 см и более). Под ней располагается гумусовый горизонт AY (10–20 см, увеличивающийся в горно-луговых почвах субальпийского пояса до 50 см и более) темно-бурого цвета, мелкокомковатой или зернисто-мелкокомковатой структуры, часто содержащий каменистые включения. Переход в горизонт AC постепенный. Горизонт AC мощ-

ностью 15–25 см отличается более светлой буровой окраской. Количество каменистых включений возрастает. Переход в горизонт С заметный. Горизонт С представляет собой элювий, делювий (или их сочетание) коренных пород, часто окрашенный в различные оттенки желто-бурого цвета. Верхние горизонты обогащены гумусовыми веществами (8–20%) с преобладанием фульвокислот. Наличие слабогумифицированных соединений придает гумусу «грубый» характер. Минеральная часть отличается высоким содержанием свободных оксидов железа, вплоть до образования конкреций. Почвы имеют кислую реакцию, которая обусловлена в основном алюминием. Емкость катионного обмена невысокая, почвенный поглощающий комплекс слабо насыщен основаниями.

*Горные лугово-степные* ( $A_{\text{дерн}}-AU-AC-C$ ) почвы, в отличие от горно-луговых, развиваются в более засушливом лугово-степном поясе гор на менее выщелоченных почвообразующих породах в условиях периодически промывного типа водного режима.

Дернина имеет мощность 5–10 см. Под ней расположен горизонт AU мощностью около 15 см серовато-бурого или серовато-коричневого цвета, комковато-зернистой структуры, с копролитами, содержащий каменистые включения. Переход в следующий горизонт постепенный. Переходный горизонт AC мощностью 15–20 см светлее гумусового, его структура менее прочная, преобладают комковатые отдельности, доля каменистых включений увеличивается. Переход в горизонт С более четкий. Почвообразующая порода (горизонт С) представляет собой элювий, делювий, элюво-делювий коренных пород. Он, как правило, бесструктурен, мелкозем окрашен в бурые, коричневые тона различных оттенков.

Горные лугово-степные почвы, в отличие от горно-луговых, менее кислые. Значения рН обычно находятся в пределах 5,5–7,2. Кислотность обусловлена ионами как водорода, так и алюминия. Емкость катионного обмена составляет 30–35 м-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями 70% и выше. Почва богата гумусом (в горизонте AU — до 10%), в его составе возрастает доля гуминовых кислот.

Среди горных лугово-степных почв выделяются *горные лугово-степные черноземовидные* почвы. Они развиваются под субальпийской остепненной растительностью, преимущественно на продуктах выветривания карбонатных пород (известняков, карбонатных сланцев и др.). Содержание гумуса достигает 20%. Отношение

Сгк/Сфк около 1. Емкость катионного обмена 40–50 м-экв/100 г почвы.

В степной и лесостепной вертикальных почвенных зонах бореального пояса формируются почвы *горно-каштановые* (АJ–ВМК–САТ–Сса), *горные черноземы* (АU–ВСА–Сса) и *серые горно-лесные* (АУ–АЕL–ВЕL–ВТ–С). В этом поясе появляются *горные бурые лесные* (АУ–ВМ–С) и *горно-луговые* почвы.

В суббореальном поясе, в отличие от бореального, в верхней вертикальной почвенной зоне преобладают *горно-луговые* почвы. В лесной зоне этого же пояса ведущее место принадлежит *бурым лесным* почвам вместо *горно-подзолистых* (О–ЕL–ВЕL–ВТ–С).

В аридной области субтропического пояса распространены *горные сероземы* или *горные коричневые* почвы (АU–ВМ–ВСА–Сса), а в области влажных субтропиков нижняя вертикальная почвенная зона представлена *красноземами* и *желтоземами*.

Рассмотрим краткую характеристику почвенного покрова гор Большого Кавказа (рис. 12).

Горные системы расположены в различных широтных зонах, имеют неодинаковые протяженность и экспозицию склонов, поэтому вертикальная поясность в каждом конкретном случае подчиняется своим закономерностям. Вертикальная зональность почв начинается с того широтного зонального типа, который примыкает к данной горной стране. Наиболее полно вертикальные почвенные зоны представлены на северном склоне Кавказа. Здесь по мере подъема к вершинам гор чередуются почти все зональные почвы, встречающиеся в равнинной части России.

Прилегающая со стороны Каспийского моря пустынно-степная сероземная зона сменяется в предгорной части Кавказа горно-степной с характерными для нее горными каштановыми почвами и черноземами. На высоте 300 м начинается горно-лесная вертикальная почвенная зона, разделяющаяся по составу древесных пород на полосы. От 300 до 800 м распространены лиственные леса, под которыми формируются серые почвы; от 800 до 1200 м — буковые леса с буроземами. На высоте 1200–1800 м расположены хвойные леса, под которыми развиваются горно-лесные подзолистые почвы. На высоте 1800–2800 м находятся субальпийские луга, сменяющиеся на высоте 2800–3500 м — альпийскими лугами с горно-луговыми почвами. Выше 3500 м располагаются вечные снега и ледники.

В причерноморской части горного Кавказа вертикальная почвенная зональность начинается с красноземов и желтоземно-подзолистых почв, развивающихся под субтропической растительностью. С высотой местности красноземы сменяются бурями горно-лесными почвами. Далее выше вертикальная зональность и приуроченные к ней почвы в причерноморской и каспийской частях горного Кавказа не отличаются друг от друга.

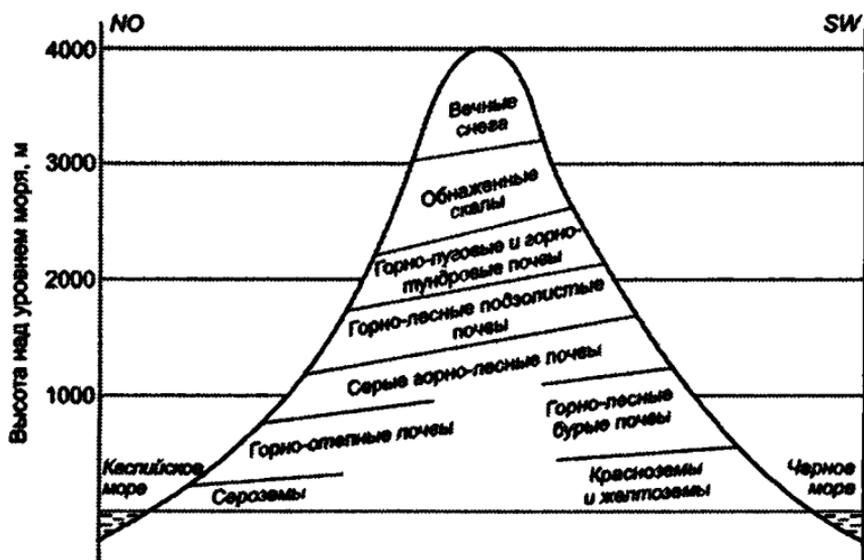


Рис. 12. Схема вертикальных почвенных зон северного и южного склонов Большого Кавказа (по: Захаров, 1927)

### Контрольные вопросы

1. В чем особенности процесса почвообразования в горных областях?
2. Назовите параметры энергетического баланса в горных областях.
3. Особенности строения профиля почв горных областей.
4. Назовите почвообразующие породы горных почв.
5. Роль факторов почвообразования при формировании горных почв.
6. Горная поясность почв и ее отличительные черты от горизонтальной зональности.
7. Сравнительная характеристика почв Кавказа (Черноморская и Каспийская экспозиции).

## 4. ОХРАНА ПОЧВ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

---

Площадь земельных ресурсов мира составляет 120 млн км<sup>2</sup> или 86,5% площади суши. Пашня и многолетние насаждения в составе сельскохозяйственных угодий занимают около 15 млн км<sup>2</sup> (10% суши), сенокосы и пастбища — около 37,4 млн км<sup>2</sup> (25% суши). Общая площадь пахотно-пригодных земель оценивается различными исследователями по-разному: от 25 до 32 млн км<sup>2</sup>.

Земельные ресурсы планеты позволяют обеспечить продуктами питания большее количество людей, чем имеется в настоящее время и будет в ближайшем будущем. Вместе с тем в связи с ростом населения, особенно в развивающихся странах, количество пашни на душу населения сокращается. Если в 70-х гг. 20 века душевая обеспеченность пашней населения Земли составила 0,45–0,5 га, то в 2000 г. она снизилась до 0,23 га (табл. 31).

Таблица 31. Площадь пахотных земель на душу населения (по: Добровольский, Никитин, 2000)

Показатель	1960	1975	1995	2000
Площадь пашни мира, млрд га	1,5	1,5	1,5	1,5
Население мира, млрд чел	3,0	4,0	5,0	6,5
Площадь пашни на душу населения, га	0,50	0,38	0,30	0,23

Прежде всего, имеет место абсолютное уменьшение продуктивных земельных ресурсов планеты. Происходит это вследствие ежегодного выведения из пахотного фонда для несельскохозяйственных нужд около 6 млн га продуктивных пахотных земель, которые превращаются в застроенные или затопленные участки, овраги, пустыни. Для компенсации потерь распахиваются целинные земли

(тоже около 6 млн га), в первую очередь лучшие пастбища, луга, вырубаются леса. Кроме этого, из общего земельного фонда изымаются земли, отводимые для добычи полезных ископаемых, растет число земель, подвергающихся процессам опустынивания, техногенного загрязнения. При этом общая площадь пашни с небольшими годовыми колебаниями в ту или иную сторону изменяется мало, оставаясь в течение нескольких десятилетий на одном и том же уровне.

Для обеспечения приемлемого уровня жизни при современной агротехнике размер пашни на душу населения должен составлять 0,5 га, но, как видно из таблицы, уже сейчас этот показатель значительно меньше. В некоторых районах Земли положение особенно тяжелое. Так, в Азии где сосредоточено 31% мировой пашни, на душу населения приходится лишь 0,15 га.

В России положение существенно лучше, хотя и здесь происходит уменьшение этого показателя. Так, в 1965 г. в Российской Федерации на одного жителя приходилось 1,06 га пахотных угодий, а в 1990 г. — 0,89 га. Особое беспокойство вызывает нарастание в целом скорости потерь почв и скорости потерь продуктивных почв мира (табл. 32).

**Таблица 32. Потери продуктивных почв**  
(по: Добровольский, Никитин, 2000)

Показатель	За 10 тыс лет	За последние 300 лет	За последние 50 лет
Площадь потерь, млн га	2000	700	300
Среднегодовые темпы потерь, млн га	0,2	2,3	6,0

В сельскохозяйственных районах России в направлении с севера на юг наблюдается закономерное уменьшение площади слабокультурных угодий и возрастание площади пашни. Если в северных областях Нечерноземья площадь пашни составляет 5–7% от общей площади сельхозугодий, то в лесостепной и степной зонах она достигает 60–70%. По оценочным данным в России имеется 50–60 млн га пахотнопригодных земель, из которых 80% приходится на южнотаежную зону и зону широколиственных лесов. Однако освоение новых земель требует больших капиталовложений и длительных сроков.

В связи с ограниченностью земельных ресурсов и их интенсивным использованием, что приводит к их сокращению, возникают проблемы экологической и продовольственной безопасности страны, охраны почв.

Охрана почв — это острейшая глобальная проблема сегодняшнего дня. Возникновение проблемы охраны почв связано с тем, что подавляющая часть антропогенных воздействий отличается разрушительной направленностью, приводя к изменениям компонентов биосферы, к структурно-функциональной разбалансировке и деградации гео- и экосистем и почвенной оболочки Земли. Охрана почв необходима для сохранения земельных ресурсов и преумножения плодородия почв, для поддержания устойчивости биосферы, в которой почва выполняет незаменимую функцию (табл. 33).

**Таблица 33. Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям**

Категории земли	Площадь, млн га			Площадь, %		
	1995	2000	2007	1995	2000	2007
Земли с/х назначения	656,7	440,1	403,2	38,4	25,7	23,6
Земли населенных пунктов	38,6	18,6	19,2	2,3	1,1	1,2
Земли промышленности, транспорта, связи и иного назначения	17,6	17,4	16,7	1,0	1,0	1,0
Земли ООПТ	28,9	31,7	34,4	1,7	1,9	2,0
Земли лесного фонда	843,8	1059,8	1105,0	49,4	62,0	64,6
Земли водного фонда	19,4	27,8	27,9	1,1	1,6	1,6
Земли запаса	104,7	114,4	103,4	6,1	6,7	6,0
Сумма:	1709,8	1709,8	1709,8	100	100	100

До последнего времени охрана почв воспринималась упрощенно, а именно как система мероприятий по защите от ветровой и водной эрозии, химического загрязнения почв. Важнейшим направлением рационального использования и охраны земельных ресурсов становится экологизация землепользования. Она включает оптимальное соотношение площадей пашни, лесов, населенных пунктов, лугов, пастбищ и других угодий; максимальное сохранение продуктивности сельскохозяйственных земель, прекращение отвода плодород-

ных пахотных земель, мелиорированных угодий и ценных лесных территорий для несельскохозяйственных целей; осуществление противоэрозионных мер с введением почвозащитных севооборотов и посадкой лесных полос и насаждений, задерживающих поверхностный сток, снижающих скорость ветра и предохраняющих почву от разрушения; возврат угодий, временно изъятых из сельскохозяйственного производства, рекультивацию нарушенных земель.

Анализ проблемы охраны почв показывает, что это весьма многоплановая задача, в которой выделяется несколько взаимосвязанных уровней (Никитин, 1990, 1997; Добровольский, Никитин, 2006).

## УРОВНИ И ВИДЫ ОХРАНЫ ПОЧВ

**Первый уровень** — защита почв от прямого уничтожения и полной гибели. Особенно слабо контролируются изменения природной среды, в том числе и почвенного покрова, при добыче, переработке и транспортировке полезных ископаемых (загрязнение атмосферы, поверхностных вод и почв, отчуждение земель с нарушением почвенного покрова и биоты, истощение запасов подземных вод в результате искусственного дренажа, развитие ветровой и водной эрозии на отвалах и др.). Эта проблема имеет место во многих странах мира, в том числе и в России, где добывается: нефти — около 17%, газа — 25%, каменного угля — 15%, железной руды — 14% от объема мировой добычи этих ископаемых (Протасов, Молчанов, 1995).

Деградация почвенного покрова может происходить и в результате воздушного загрязнения различными поллютантами (тяжелыми металлами, радионуклидами, оксидами серы и азота, органическими хлорсодержащими соединениями и др.). Ведь выбросы в атмосферу ежегодно составляют около 375 млн т. Вокруг крупных горно-металлургических комбинатов (таких как «Североникель», «Печенганикель», «Норильский ГОК» и др.) благодаря большим количествам газопылевых выбросов образуются зоны различного загрязнения почвенного покрова (очень высокого, высокого, повышенного, умеренного, низкого). В зоне очень высокого загрязнения возникают техногенные пустоши, достигающие сотен квадратных километров. На этих территориях практически отсутствует органогенный горизонт почв, а на обнаженных минеральных горизонтах активно

развивается плоскостная и овражная эрозия. Восстановление почв на этом уровне возможно только при условии полного исключения источника загрязнения и проведения интенсивных мероприятий по рекультивации территории, включающих химическую и биологическую мелиорацию.

Второй уровень охраны почвенного покрова — защита освоенных и используемых почв от качественной деградации. Главным фактором деградации почв является эрозия. Наибольшие масштабы эрозии почв проявляются при сельскохозяйственном использовании земель и при массовых вырубках лесов, особенно в горных ландшафтах и на территориях, подвергшихся техногенному загрязнению. Все эти почвы нуждаются в противоэрозионных мероприятиях.

Для того чтобы добиться ощутимых результатов в борьбе с водной и ветровой эрозией, необходимо знать основные закономерности, механизмы и факторы, стимулирующие ее развитие, и на их основе разработать принципиальные, наиболее действенные схемы противоэрозионных мероприятий, учитывающие особенности конкретных территорий. Противоэрозионные мероприятия на осваиваемых почвах должны носить комплексный характер и при их реализации обеспечивать: 1) уменьшение силы воздействия факторов эрозии вплоть до их исключения (запрет на распашку крутых склонов; на склонах, допускающих распашку, при опасности развития водной эрозии проведение вспашки только поперек склона; исключение из структуры севооборотов пропашных культур; внедрение минимальной системы обработки почв); 2) оптимальные условия для развития растительности или внесение мульчирующих противоэрозионных материалов, защищающих поверхность почвы от эродирующих агентов; 3) повышение противоэрозионной устойчивости почв (увеличение запасов гумуса, повышение степени насыщенности основаниями, создание водопрочной структуры и др.); 4) своевременное и полное восстановление эродированных почв.

Другой фактор качественной деградации почв — внедрение в практику водной мелиорации (например, осушение торфяных болотных почв, орошение черноземов). Так, орошение черноземов приводит к неблагоприятным последствиям независимо от качества используемой для орошения воды. Развитию негативных последствий способствуют несколько обстоятельств: увеличение степени

минерализации почвенного раствора; изменение состава почвенного поглощающего комплекса; повышение уровня грунтовых вод. На практике орошаемое земледелие страдает от шаблонных подходов. Как правило, орошение ведется, исходя из теоретических расчетов по заданному графику, а не по фактическому дефициту влажности. Это приводит к переполивам и появлению названных выше неблагоприятных побочных эффектов орошения.

При проведении другого вида водной мелиорации — осушения заболоченных земель без учета географического положения территории, особенностей формирования бассейна водосбора рек, специфики почвообразующих пород — также возникают негативные проявления деградации почв, заключающиеся чаще всего в переосушении почв, особенно легкого гранулометрического состава.

При осушительной мелиорации необходимо соблюдение набора требований по охране ландшафтов и почв: 1) при строительстве осушительных систем и регулировании речного стока часто целесообразен отказ от спрямления русел рек; 2) недопустимо сплошное осушение заболоченных земель, особенно при осушении верховых болот, питающих истоки рек гумидной зоны, и добыча на них торфа; 3) при строительстве мелиоративных систем необходимо в полной мере учитывать деформации просадочных карбонатных и лессовых пород, приводящие к прорывам каналов, провалам, образованию полостей и др. (Добровольский, Никитин, 2006).

Для предотвращения качественной деградации необходима защита почв от химического, биологического и радиоактивного загрязнений, источниками которых служат твердые, жидкие и газообразные отходы производства, технологические выбросы промышленности и транспорта (тяжелые металлы, соединения серы и азота, оксиды углерода, радиоактивные изотопы, бензопирен, нефтепродукты). Их накопление связано с мощностью подстилки и гумусового горизонта, с сорбционными свойствами почв и наличием геохимических барьеров (кислотно-основного, окислительно-восстановительного, карбонатного, криогенного и др.).

К третьему уровню охраны относится предотвращение негативных структурно-функциональных изменений освоенных почв. До настоящего времени имеет место недооценка важности профилактики возможных негативных изменений. Профилактика представляет собой систему опережающей защиты почв от деградации.

К важным составляющим этой системы относятся: регулирование пищевого, водного, теплового и газового режимов почв; поддержание на должном уровне их биохимической активности и сохранение качественного (видового) и количественного (численного) состава почвенной биоты; оптимизация физических свойств почв. Проявление действия комплекса профилактических мероприятий отражается на величине урожая сельскохозяйственных культур и особенно на их качестве. Качество культурных растений зависит как от оптимизации уровня минерального питания, так и от соотношения макро- и микроэлементов в различные периоды роста и развития растений. Избыток азота в почвенном растворе ухудшает качество овощной продукции за счет изменения структуры урожая, накопления небелкового, нитритного и нитратного азота, способствует развитию болезней в период зимнего хранения. В то же время оптимизация калийного и фосфорного питания овощных культур существенно улучшает их товарные и биохимические качества, способствует повышению устойчивости к болезням как в период вегетации, так и при хранении продукции.

Применение агрохимикатов (минеральных удобрений, средств защиты растений от болезней и вредителей, гербицидов) имеет и другую негативную сторону — отравление почвообитающих организмов. Поэтому защита почв от загрязнения агрохимикатами является важным условием сохранения здоровья почв и окружающей среды. Многие аспекты такой защиты получили научное обоснование (Минеев, 1984, 1990). Стало очевидным, что к основным условиям охраны почв и ландшафтов от загрязнения биоцидами относятся: разработка и применение менее токсичных и менее персистентных соединений, производство более экологичных форм, уменьшение количества порошковидных препаратов, совершенствование технологий внесения биоцидов в почву и способов обработки растений. На практике часто нарушаются требования по применению таких препаратов. Это касается: изменения дозировок (превышение или занижение); игнорирования того, что в отличие от удобрений биоциды эффективны лишь в сравнительно узких рамках оптимальных доз; нарушения установленных сроков и времени обработки посевов; несоблюдения требований защиты людей и животных при применении биоцидов.

Для предотвращения негативных структурно-функциональных изменений сельскохозяйственных земель необходимо знать масшта-

бы их загрязнения экотоксикантами. Установлено, что от 40 до 99% применяемых биоцидов попадают в почву, водотоки и водоемы. Ощутим вклад в загрязнение почв тяжелыми металлами в результате внесения их с минеральными и органическими удобрениями. Повышенной загрязненностью отличаются фосфорные удобрения, с которыми в почвы попадают: медь — 127 г/т действующего вещества, цинк — 164 г/т, кадмий — 3 г/т, свинец — 34 г/т, никель — 92 г/т, хром — 121 г/т (Добровольский, Никитин, 1990, 2000, 2006)

Важным звеном действенной охраны земель является *восстановление деградированных освоенных почв*. Оно предполагает несколько этапов: 1) диагностику патологии почв; 2) исключение действия факторов, вызвавших деградацию почв; 3) выведение деградированных почв из активного хозяйственного использования; 4) очищение почв от загрязнителей (промывки, известкование, активизация микробиологических процессов, внесение сорбирующих материалов, фитореимидация); 5) восстановление численности и видового состава почвенной биоты, плодородия с последующим включением в сельскохозяйственное использование; 6) контроль за экологическим состоянием восстановленных земель.

Восстановление деградированных почв идет по двум главным направлениям: *комплексное агротехническое и естественно-природное*. В первом случае восстановление почв происходит с участием человека, при этом современные технологические и технические средства используются не только для восстановления плодородия до уровня зональных почв, но и для его повышения. Создаются условия для экономического стимулирования развития высокопродуктивного земледелия, производящего экологически чистую продукцию высокого качества, для проведения почвозащитных и охранных мероприятий.

Во втором случае восстановление деградированных почв идет с участием естественных почвообразовательных процессов. Наиболее наглядно это можно видеть на примере степных агроценозов: многолетняя залежь .... → залежь без дернины (бурьянистая — 1–2 года, пырейная — 5–7 лет) ... → твердая залежь с дерниной (тонконоговая — 3–5, типчаковая — 10–15 лет ..... → целина (ковыльная степь).

В качестве самостоятельного направления охраны почв выступает *сохранение и восстановление естественных почв*, включающее:

резервирование (выделение) целинных почв; полное соблюдение требований охраны почв особо охраняемых территорий; исключение части освоенных редких и эталонных почв из хозяйственного оборота и восстановление их естественного состояния; соблюдение особого режима использования и охраны «высокобонитетных» и «опытных» почв; организация новых комплексных и почвенных заказников, заповедников и памятников природы.

Особая охрана земель в ее высшей форме — *заповедование ландшафтов и почв*, что обеспечит рациональное использование и сохранение педосферы в целом. Актуальность и в то же время слабая разработанность проблемы особой охраны почв вызывают необходимость рассмотреть ряд ее основных аспектов: становление и место особой охраны почв в общей природоохранной системе, основные положения Красной книги почв и Кадастра ценных почвенных объектов (Добровольский, Никитин, 2006).

Известно, что еще задолго до промышленного бума 19-20 вв. ученые различных стран вполне определенно, на основе существующего опыта формулировали природоохранную проблему и немало делали для ее решения. Так, на острове Тобаго в 1764 г. были организованы лесные заповедники; в Южной Африке в 1858 г. вышел закон об охране лесов и трав; в Индии в 1864 г. была организована лесная служба; в России изданы указы Петра Великого о запрещении рубки приречных лесов и бесконтрольной охоты в государственных заказниках.

Несмотря на достаточно давние проявления природоохранного движения, в нем в течение длительного периода просматривалась определенная ограниченность, преобладали антропоцентрические, биоцентрические подходы к охране природы, в которых почва выпадала из сферы интересов экологов. Ситуация изменилась в 60–70 гг. 20 века. В этот период деградация почв достигла глобальных масштабов, но и это обстоятельство не изменило направленность природоохранных мероприятий. Их рассматривали лишь как защиту почв от эрозии и химического загрязнения, а не как составную часть природоохранных комплексов, без которой невозможно достигнуть прогресса в вопросах охраны растений и животных в силу того, что почва выполняет ряд важных экологических функций и служит связующим звеном компонентов биосферы.

Такой подход к роли почв в биосфере позволяет сформулировать концепцию особой охраны почв, в основе которой лежит сохране-

ние эколого-генетического разнообразия почв и биосферы в целом.

Для реализации этой концепции необходимо разработать положение о Красной книге почв. Данный документ не только создаст юридическую основу для практических работ по сбережению почвенного разнообразия, но и приведет в целостную систему сам процесс борьбы за сохранение почвенного царства природы. Без такого правового документа попытки сберечь почву как естественно-историческое тело не дадут нужного эффекта и окажутся тщетными (Добровольский, Никитин, 2006).

До недавнего времени имелась лишь Красная книга растений и животных. Красные же книги исчезающих экосистем, почв, геологических образований находятся в основном в стадии разработки, что тормозит их полноценную охрану из-за отсутствия охранной грамоты на этот вид деятельности.

Для сохранения биосферы и многообразия почвенных разностей в Красную книгу почв прежде всего следует включить те из них, которые находятся под угрозой исчезновения. Это необходимо не только в природоохранных целях, но и для успешного решения многих практических задач. Так, для проведения мониторинга и сравнительного анализа процессов, происходящих в целинных и освоенных землях, следует иметь эталонные почвы. Окультуренные почвы в процессе функционирования испытывают действие факторов почвообразования. Знать, какие изменения в освоенных землях обязаны антропогенным воздействиям, а какие — природе, необходимо для выработки оптимальных систем земледелия и максимального использования почвенного плодородия, как естественного, так и искусственного.

У сторонников создания Красной книги почв могут появиться и противники, которые в качестве доводов против приведут Красную книгу растений и животных, содержащую сведения и о почвах. Однако заповедные территории выделялись для защиты растений и животных, а почвы попадали лишь как места обитания. В результате многие исчезающие почвенные разности не попали в ныне существующую сеть заповедников, заказников, памятников природы, биосферных резерватов и не могут в нее попасть, так как не внесены в Красную книгу. От того, как будет заповедоваться почва, во многом зависит успешное решение всей природоохранной проблемы. Поэтому весьма актуально своевременное включение программы

почвенного заповедования в общую систему долгосрочных мероприятий по развитию сети особо охраняемых территорий.

При разработке Красной книги почв целесообразно использовать опыт создания Красной книги растений и животных, которая распространяется на редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды. Есть основания считать, что и Красная книга почв также должна преследовать подобную цель применительно к почвенным телам и иметь ряд отличительных особенностей, отражающих разнообразие почв, специфику почвенных образований, особенности воздействия на них человека и т. д.

В связи с этим возникает необходимость в определении почвенных объектов, подлежащих высшим формам охраны. Для этого следует выделить три основные категории почвенных образований: *целинные* (естественные), *освоенные человеком* и *окультуренные*, при этом цели и формы их охраны могут заметно различаться.

Из категории целинных земель в Красную книгу целесообразно включить: эталонные представители тех почв, для которых существует угроза значительного изменения, деградации или исчезновения под влиянием антропогенных факторов; эталоны широко распространенных почвенных разностей для всестороннего их изучения, устранения опасности их бесконтрольного освоения и сохранения наибольшего разнообразия естественных почвенных разностей, структур почвенного покрова и их биоценозов.

Из освоенных почв в первую очередь следует включать наименее измененные разности, близкие к целинным почвам и нуждающиеся в охране. Наиболее распространенной формой охраны таких почв должна стать организация почвенных заказников общего режима. На их территории исключается широкомасштабная хозяйственная деятельность; проводятся в полном объеме мероприятия по защите среды от загрязнения; возделывание сельскохозяйственных культур допускается только при условии действительного соблюдения всех мероприятий, предотвращающих эрозию и деградацию почв. На отдельных участках наименее измененных освоенных почв целесообразна организация заказников специального режима и в дальнейшем заповедников для сохранения эталонных освоенных и редких почв.

Для освоенных высокоплодородных и высококультуренных почв (прежде всего черноземов, дерново-подзолистых и поймен-

ных) желательное введение для таких территорий статуса заповедника. Однако это довольно сложный вопрос вследствие того, что эти почвы сплошь распаханы и интенсивно используются.

Почвенные заповедники могут быть трех видов — раритетные, агрономические и в виде моделей высокого плодородия. *Раритетные*, как правило, имеют небольшие площади, на них распространены почвы с уникальными процессами почвообразования, обусловленными редкими почвообразующими породами с особым минеральным составом. *Агрономические* заповедники характеризуют главные в хозяйственном отношении эталонные освоенные почвы. Заповедники *моделей высокого плодородия* предполагают особую охрану почв, доведенных до высокого уровня плодородия (табл. 34).

Таблица 34. Виды почвенных объектов особой охраны  
(по: Добровольский, Никитин, 2006)

Объект	Основные формы охраны
Целинные эталонные почвы	Комплексные и почвенные заповедники и заказники
Редкие целинные и освоенные почвы	Почвенные заповедники и заказники, памятники природы
Почвы мемориального значения	Памятники истории, почвенные заказники
Почвы опорных пунктов исследовательских учреждений	Почвенные заказники
Почвы ключевых учебных полигонов	То же
Сильноокультуренные почвы — модели высокого плодородия	Агропочвенные заказники, опытные станции, государственные сортоиспытательные участки
Почвы как среда обитания растений и животных, включенных в Красную книгу	Комплексные заповедники и заказники
Реперные почвы — объекты мониторинга	Ценные почвенные объекты специального использования
Огородные высокоокультуренные почвы	Ценные почвенные объекты, защищаемые от застройки и загрязнения
Ископаемые природные почвы	Почвенно-палеонтологические заказники и памятники
Почвы археологических объектов	Почвенно-археологические заказники
Городские почвы повышенной экологической значимости	Ценные почвенные объекты, защищаемые от застройки и загрязнения

К числу почв, подлежащих первоочередному заповедованию, следует отнести почвенные профили, формирующиеся на редких для зоны почвообразующих породах и в необычных экологических условиях: почвы на шунгитовых сланцах, карбонатных и других породах. Эти почвы обладают высоким естественным плодородием, поэтому сохранение уцелевших целинных или слабо измененных аналогов имеет большое природоохранное значение.

К группе почв первоочередной особой охраны относятся также эталонные профили, всестороннее изучение которых является базой для разработки теоретических и прикладных вопросов учения о генезисе, географии и экологии почв лесной зоны. В эту же группу должны быть включены почвы, на базе которых были проведены фундаментальные исследования свойств и режимов почв различного генезиса. Многочисленные экспериментальные результаты позволят создать электронный банк данных и послужат основанием для придания этим объектам статуса заказников и заповедников специального режима. Их создание будет способствовать преемственности научных исследований прежних лет, сделает мониторинговые наблюдения более значимыми и научнообоснованными, особенно в части прогноза их изменений под влиянием антропогенных воздействий.

Важным объектом особой охраны должны стать почвы с ярко выраженным полигенетическим профилем, в котором «записаны» различные этапы его эволюции и отчетливо проявляются функции памяти биogeоценоза. В лесной зоне равнинных районов к таким почвам относятся подзолистые и дерново-подзолистые со вторым гумусовым горизонтом, почвы с карбонатными конкрециями, автоморфные песчаные подзолы с мощными ортзандровыми горизонтами (Добровольский, Никитин, 2006).

Практическое воплощение идей по созданию Красной книги почв и создание банка данных почв, требующих особой охраны, происходит недопустимо медленными темпами. Причин, способствующих такому положению дел, много — как объективных, так и, чаще, субъективных. Отрадно отметить тот факт, что в последние годы активизировалась работа по реализации предлагаемого проекта. Появились предложения об особой охране конкретных ценных почвенных объектов из Московской, Ленинградской, Оренбургской, Ростовской и Тульской областей, Калмыкии.

## ПОДГОТОВКА СВОДНОГО КАДАСТРА ЦЕННЫХ ПОЧВЕННЫХ И ДРУГИХ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Продолжение роста антропогенной нагрузки во всем мире и как следствие изменение функционирования компонентов окружающей среды все настоятельнее требуют сохранения и резервирования природных и природно-культурных объектов особой экологической значимости. Россия не является исключением. Наоборот, для нее это имеет особую актуальность, так как на огромной площади территория, защищенная режимом специальной охраны, составляет лишь 3%. Одним из эффективных механизмов реализации данной проблемы является создание сводного кадастра указанных объектов, в котором должны быть отражены местоположение и основные параметры различных природных и природно-культурных образований (почвенных, биологических, географических, геологических, природно-исторических и др.), подлежащих сохранению и ранжированных по категориям ценности и предложенному режиму охраны.

Кадастры природных ресурсов — это систематизированные своды или банки данных, включающие качественные и количественные описания ресурсов, а в ряде случаев и их эколого-экономическую оценку. Они необходимы для организации эффективного использования ресурсов, рационального размещения и определения специализации хозяйственных объектов, определения оценки ресурсов, их продажной цены, стоимости мер по восстановлению и оздоровлению окружающей среды. В России имеются кадастры полезных ископаемых, а также земельный, водный и лесной, реестры охотничьих животных и рыбных запасов. Из природных и природно-культурных объектов выделено значительное количество биологических, гидрологических, геологических памятников природы с рекомендациями по режиму их сохранения.

Для конкретного решения вопроса об уникальности какого-либо природного объекта и включении его в сеть особо охраняемых территорий может быть использована методика компьютерной оценки с учетом набора факторов и их значимости. Среди них приоритетную роль играют: научная ценность, роль в культурном наследии, познавательная и эстетическая ценность, состояние объекта и его действующий статус, использование в эколого-просветительской работе и образовании, рекреационные возможности и доступность.

При подготовке кадастра ценных почвенных образований (ЦПО) на каждый выделенный объект заполняется экологический паспорт ценного почвенного объекта, на основе которого тот или иной почвенный участок рассматривается в качестве возможного претендента на включение в сеть особо охраняемых территорий (табл. 35).

**Таблица 35. Экологический паспорт ценного почвенного объекта**  
(по: Добровольский, Никитин, 2006)

№	Общие сведения
1	Назначение ЦПО, площадь (в га), кто является землепользователем
2	Значение ЦПО, характер использования
3	Административный район, область
4	Состояние и стадия оформления охраны ЦПО
5	Ф. И. О., рекомендовавших ЦПО для особой охраны, год рекомендации
6	Местоположение ЦПО, схема расположения с указанием масштаба
7	Геолого-географические условия и экзогенные процессы в районе ЦПО
8	Почвы, генетические горизонты и их мощность
9	Антропогенные процессы, изменения ЦПО и прилегающих территорий, прогнозные оценки изменений
10	Основные особенности ЦПО, являющиеся основанием для занесения его в Красную книгу почв
11	Рекомендуемые мероприятия по особой охране ЦПО, по режиму охраны, ответственные за охрану организации
12	Основная литература по ЦПО (если имеется или готовится)

В настоящее время проведена классификация почв по возможным формам охраны (Никитин, 1990, Никитин, Скворцова, 1994). К объектам первоочередной охраны относятся: целинные эталонные почвы; редкие целинные и освоенные разности; реперные почвы — объекты мониторинга; почвы опорных пунктов исследовательских учреждений, учебных полигонов и архелогических объектов; высококультурные огородные почвы и сильнокультурные земли различных хозяйств — модели высокого плодородия; городские почвы повышенной экологической значимости и др.

Для сохранения разнообразия особо ценных почв необходимо использовать различные формы охраны: комплексные и почвенные заповедники и заказники, почвенные памятники природы, агропоч-

венные заказники, почвенно-палеонтологические и почвенно-археологические заказники и памятники и др.

Охрана почв — это не самоцель. Необходима разносторонняя защита от внешних воздействий природных комплексов, ландшафтов, когда главной целью защиты окружающей среды становится не спасение отдельных ее компонентов, а сохранение природы как единого целого со всеми ее составляющими. В процессе достижения такой цели спасение почвенного разнообразия оказывается одной из центральных задач. Только такой подход обеспечит сохранение многообразия природных объектов, реальную защиту биосферы.

## ЛИТЕРАТУРА

Абакумов Е. В. Почвы Западной Антарктики. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2011.

Базилевич Н. И. Лесостепные солоды. М.: Наука, 1967.

Гедройц К. К. Осолодение почв. Носовская опытная станция, № 44, Носовка, 1926.

Геннадиев А. Н., Глазовская М. А. География почв с основами почвоведения. (Учебник) М.: Высшая школа, 2005.

Герасимов И. П. О почвенно-климатических фациях равнин СССР // Почвоведение, 1933. № 6.

Герасимов И. П., Глазовская М. А. Основы почвоведения и географии почв. М.: Мысль, 1960.

Герасимова М. И. География почв России. (Учебник) М., 2007.

Глазовская М. А. Геохимические основы типологии и методики исследования природных ландшафтов. М., 1964.

Глазовская М. А. Почвы мира. Т. 1 и 2. М., 1972.

Глазовская М. А. Почвы зарубежных стран. М.: Наука, 1983.

Горячкин С. В. Почвенный покров Севера. М.: ГЕОС, 2010.

Горячкин С. В., Гиличинский Д. А., Мергелов Н. С. и др. Почвы Антарктиды: первые итоги, проблемы и перспективы исследований // Геохимия ландшафтов и география почв (к 100-летию М. А. Глазовской). 2012. С. 361–388.

Григорьев А. А. Некоторые итоги разработки новых идей в физической географии (о предмете географии, физ.-геогр. процессе, физ.-геогр. районировании и о законе интенсивности физ.-геогр. процесса) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз. 1946. Т. 10, № 2. С. 139–167.

Григорьев А. А. Режим тепла и влаги и географическая зональность // Материалы к 3-му съезду Геогр. общ-ва СССР: докл. по пробл. «Водно-тепловой режим земной поверхности». Л.: Геогр. общ-во СССР, 1959.

Григорьев А. А. Типы географической среды: избранные теоретические работы. М.: Мысль, 1970.

Григорьев А. А., Будыко М. И. О периодическом законе географической зональности // Докл. АН СССР. 1956. Т. 110, № 1. С. 129–132.

Денисов И. А. Основы почвоведения и земледелия в тропиках. М.: Колос, 1971.

Добровольский В. В. География почв с основами почвоведения. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.

- Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, Изд-во «Колос», 2004.
- Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М., 1990.
- Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. Функционально-экологический подход. М.: Наука, 2000.
- Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Экология почв. М., 2006.
- Докучаев В. В. К учению о зонах природы. М.; Л., 1951.
- Захаров С. А. Курс почвоведения. М.; Л.: Госиздат, 1927.
- Захаров С. А. Вертикальная зональность почв на Кавказе // Почвоведение, 1934. № 6. С. 795–823.
- Зонн С. В. Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов. М.: Наука, 1968.
- Зонн С. В. Железо в почвах (генетические и географические аспекты). М.: Наука, 1982.
- Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зона земного шара. «Записки Всесоюз. геогр. об-ва». Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1948.
- Иванова Е. Н. Мерзлотно-таежные почвы Северной Якутии // Почвоведение, 1965, № 7.
- Карта почвенного районирования СССР. Масштаб 1:8 000 000 / сост.: Добровольский Г. В., Урусевская И. С., Розов Н. Н. М.: ГУГК, 1983.
- Исаченко А. Г., Шляпников А. А. Ландшафты. М.: Мысль, 1989.
- Кауричев И. С. Почвоведение. М.: Колос, 1982.
- Классификация и диагностика почв России / авт. и сост.: Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004.
- Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977.
- Ковда В. А. О факторах почвообразования // Почвоведение, 1946, № 3.
- Ковда В. А. Процессы почвообразования в дельтах и поймах рек континентальных областей СССР // Сб. Проблемы современного почвоведения, 1946, сб. 14.
- Ковда В. А. Основы учения о почвах. М.: Наука, 1973.
- Ковда В. А. Основы учения о почвах. Кн. 2. М.: Наука, 1975.
- Корреляция почвенных классификаций / Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И., Красильников П. В., Дубровина И. А. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2005.
- Лобова Е. В., Хабаров А. В. Почвы. М.: Мысль, 1983.
- Минеев В. Г. Агрохимия и биосфера. М., 1984.
- Минеев В. Г. Агрохимия. М., 1990.
- Михайлов И. С. Почвы // Советская Арктика. М.: Наука. 1970. С. 236–249.
- Неуструев С. С. Чикменский уезд С. Д. области. Предварительные отчеты по исследованию почв Аз. России, 1908. С.-Петербург, 1909.
- Никитин Е. Д. Берегите почву. М., 1990.
- Никитин Е. Д. Эффективность жизни и сохранение биосферы // Жизнь Земли: Землеведение и экология. М., 1997. С. 22–33.

- Никитин Е. Д., Скворцова Е. Б.* Роль почв в сохранении биосферы // Почвоведение, 1994. № 5. С. 80–87.
- Полюнов Б. Б.* Избранные труды // под ред. И. В. Тюрина, А. А. Саукова, со вступ. ст. А. И. Перельмана. М.: Изд-во АН СССР, 1956.
- Пономарева В. В.* Теория почвообразовательного процесса. Биохимические аспекты. М.; Л.: Наука, 1964.
- Почвенная карта мира для высших учебных заведений 1982, 1983.
- Почвенная карта мира масштаба 1:10 000 000 (9 листов) / гл. редактор В. А. Ковда, отв. ред. Е. В. Лобова. М., 1975.
- Почвенная карта Российской Федерации и сопредельных государств. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, Роскартография, 1995.
- Почвенная карта СССР, М 1: 4 000 000. М.: ГУГК, 1955.
- Почвы СССР. Справочник-определитель / под ред. Г. В. Добровольского. Т. В. Афанасьева, В. И. Василенко, Т. В. Терешина, Б. В. Шеремет М.: Мысль, 1979.
- Прасолов Л. И.* Почвенные области Европейской России. Пг. 1922.
- Программа почвенной карты СССР масштаба 1:2 500 000 // Почвенный институт им. В. В. Докучаева. М., 1972.
- Протасов В. Ф., Молчанов А. В.* Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995.
- Родин Л. Е., Базилевич Н. И.* Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.: Наука, 1965.
- Розанов А. Н.* Сероземы Средней Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1951.
- Розанов Б. Г.* Морфология почв. М., 2004.
- Розов Н. Н., Строганова М. Н.* Почвенный покров мира. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1979.
- Соколов И. А.* Вулканизм и почвообразование. М.: Наука, 1973.
- Таргульян В. О.* Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука, 1971.
- Тонконогов В. Д.* Автоморфное почвообразование в тундровой и таежной зонах Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. М., 2011.
- Указания по классификации и диагностике почв, 1967.
- Федоров А. С.* Почвоведение и география почв. СПб., 2005.
- Федорова Н. Н., Касаткина Г. А., Орлова Н. Е.* и др. Органическое вещество почв сельгового ландшафта Приладожской части Карельского перешейка // Вестн. С.-Петербург. ун-та. Сер. 3, №3. 1999. С. 134–142.
- Фридланд В. М.* Структура почвенного покрова. М., 1972.
- Цех В., Хинтермайер-Эрхард Г.* Почвы мира. Атлас. М.: «Академия», 2007.
- Goryachkin S. V., Blume H. P., Beyer L.* et. al. Similarities and differences in arctic and antarctic soil zones / ed. J. Kimble. Cryosols. Permafrost-affected soils. Springer. 2004. P. 49–70.
- Van der Merwe C. R.* Kalahari and Sahara sandysoils – C.R. V Congr. Int. Sc. Sol. 1954.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Основные законы географии почв.....	6
Закон горизонтальной почвенной зональности.....	7
Закон фаціальности почв.....	10
Закон вертикальной почвенной зональности.....	13
Закон аналогичных топографических рядов почв.....	15
2. Классификация почв.....	17
3. Закономерности географического распространения и формирования почв и почвенного покрова.....	30
Полярный пояс.....	36
Арктическая и тундровая зоны.....	37
Высокоарктические тундропустоши.....	50
Среднеарктические тундры.....	56
Низкоарктические тундры и лесотундры.....	62
Бореальный пояс.....	68
Бореальные таежно-лесные континентальные гумидные области	75
Бореальные лугово-лесные океанические области.....	95
Бореальные мерзлотно-таежные области.....	101
Суббореальный пояс.....	111
Суббореальные гумидные области.....	114
Суббореальные семигумидные области.....	119
Суббореальные семиаридные области.....	133
Суббореальные аридные области.....	165
Субтропический пояс.....	174
Субтропические гумидные области.....	175
Субтропические семигумидные области.....	180
Субтропические семиаридные области.....	184
Субтропические аридные области.....	193

Тропический пояс.....	200
Тропические гумидные области.....	203
Тропические семигумидные области.....	207
Тропические семиаридные области.....	211
Тропические аридные области.....	216
Почвы пойм.....	220
Почвы горных областей.....	228
4. Охрана почв и рациональное использование земельных ресурсов	236
Уровни и виды охраны почв.....	239
Подготовка сводного кадастра ценных почвенных и других природных объектов.....	249
Литература.....	252

---

Учебное издание

*Федоров Анатолий Семенович, Горячкин Сергей Викторович,  
Касаткина Галина Алексеевна, Федорова Нина Николаевна*

## ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

*Учебное пособие*

Редактор *Е. В. Гуреева-Преображенская*  
Компьютерная верстка *Е. М. Воронковой*

Подписано в печать 05.04.13. Формат 60×84 1/16.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 15,36. Тираж 300 экз. Заказ 59

Издательство Санкт-Петербургского университета.

199004, С.-Петербург, В.О., 6-я линия, 11/21.

Тел. (812)328-96-17; факс (812)328-44-22

E-mail: editor@unipress.ru

www.unipress.ru

Типография Издательства СПбГУ.

199061, С.-Петербург, Средний пр., 41.



**Рис. 1. Перегнойно-темногумусовая  
(перегнойно-темногумусовая типичная)**



**Рис. 2. Криозем (криозем глееватый грубогумусированный)**



**Рис. 3. Дерново-подбур (дерново-подбур иллювиально-железистый)**



**Рис. 4. Подзол (подзол иллювиально гумусово-железистый)**



***Рис. 5. Подзолистая (подзолистая  
грубогумусовая)***



***Рис. 6. Дерново-подзолистая  
(дерново-подзолистая типичная)***



**Рис. 7. Дерново-элювиально-метаморфическая (дерново-элювиально-метаморфическая типичная)**



**Рис. 8. Бурозем (бурозем типичный)**



*Рис. 9. Темно-серая (темно-серая типичная)*



*Рис. 10. Чернозем (чернозем миграционно-мицелярный)*



**Рис. 11. Чернозем текстурно-карбонатный (чернозем текстурно-карбонатный типичный)**



**Рис. 12. Каштановая (каштановая типичная)**



**Рис. 13. Солончак темный  
(солончак темный типичный)**



**Рис. 14. Солонец темный (солонец  
темный типичный глубокий)**



**Рис. 15. Солонец светлый  
(солонец светлый типичный)**



**Рис. 16. Коричневая  
(коричневая типичная)**

А. С. Федоров,  
С. В. Горячкин,  
Г. А. Касаткина,  
Н. Н. Федорова

## ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



”...Изложив новую индексацию почвенных горизонтов, новые названия почв и их классификационную принадлежность, авторы учебного пособия впервые в столь полной и доступной форме представили классификацию и диагностику почв, рекомендованную еще в 2004 году на съезде общества почвоведов им. В. В. Докучаева.

*Главный научный сотрудник  
А. А. Комаров,  
ГНУ АФИ РАСХН*

”...Охрана почв — это не самоцель. Необходима комплексная защита от внешних воздействий природных комплексов, ландшафтов, когда главной целью защиты окружающей среды становится не спасение отдельных ее компонентов, а сохранение природы как единого целого со всеми ее составляющими. В процессе достижения такой цели спасение почвенного разнообразия оказывается одной из центральных задач. Только такой подход обеспечит сохранение многообразия природных объектов, реальную защиту биосферы [с. 252].



9 785288 054068

