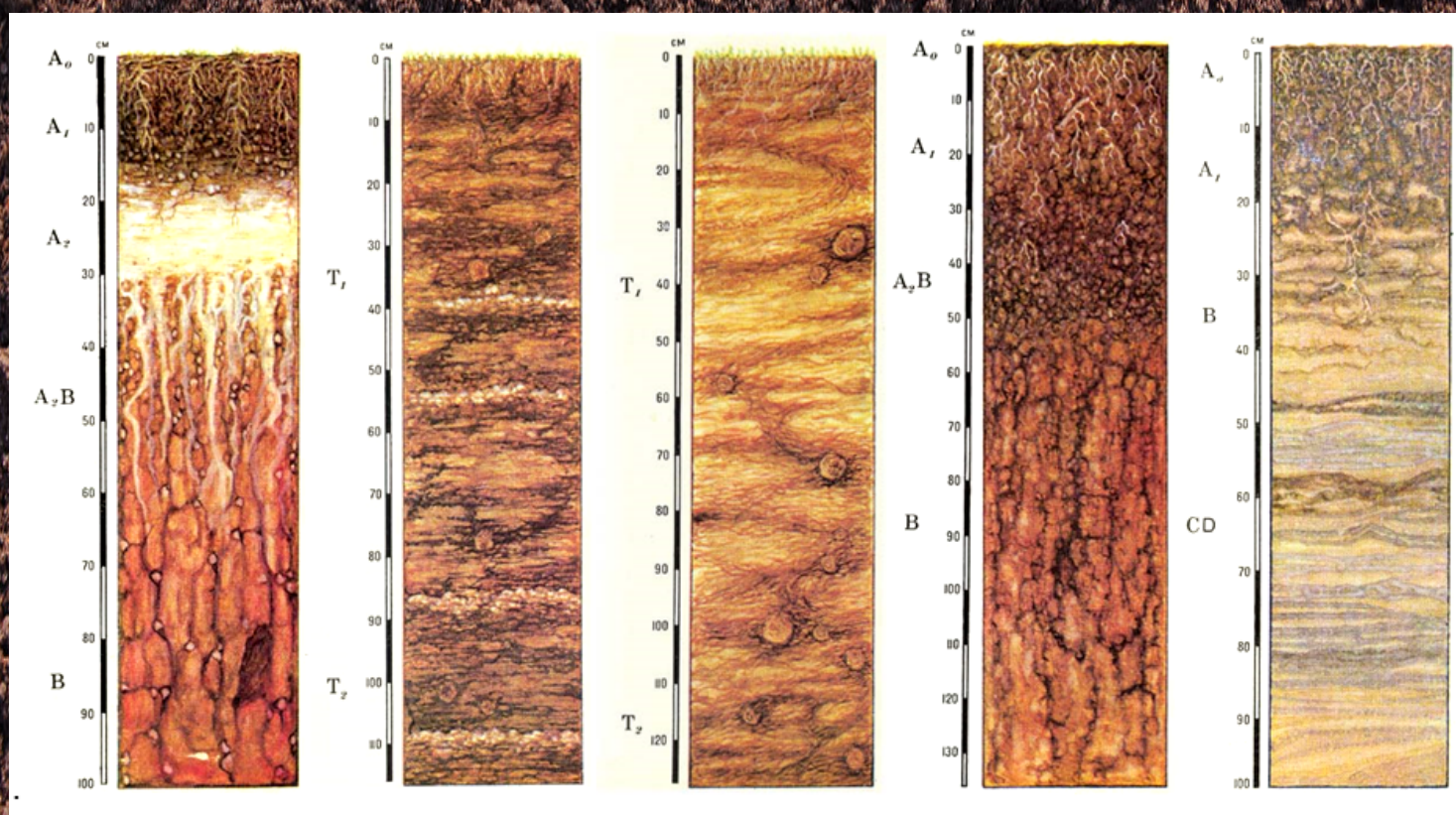


ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ



ВЛАДИВОСТОК
2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет
Школа естественных наук

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Учебное пособие

Ответственный редактор Б.Ф. Пшеничников

Владивосток



2021

© Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф.,
Трегубова В.Г., Брикманс А.В., 2021

© Оформление. ФГАОУ ВО ДВФУ, 2021

ISBN 978-5-7444-5022-9

УДК 613.4(075.8)
ББК 40.3я73

Авторы:

Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова, В.Г. Трегубова, А.В. Брикманс

Рецензенты:

О.В. Нестерова, канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры почвоведения ШЕН ДВФУ;
Б.И. Семкин, д-р биол. наук, профессор, старший научный сотрудник
лаборатории биогеографии и экологии ТИГ ДВО РАН

Основы почвоведения : учебное пособие / Б.Ф. Пшеничников, Н.Ф. Пшеничникова, В.Г. Трегубова, А.В. Брикманс ; ответственный редактор Б.Ф. Пшеничников. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021. – [69 с.]. – ISBN 987-5-7444-5022-9. – URL: <https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>. – Дата публикации: 14.04.2021. – Текст. Изображения : электронные.

Пособие составлено в соответствии с учебной программой курса, а также требованиями образовательного стандарта к учебной дисциплине. Рассматриваются основы почвоведения, а также экологии почв и общие закономерности формирования и распространения почв.

Для студентов, обучающихся по направлениям «Почвоведение», «География», «Экология и природопользование», а также всех, кто прямо или косвенно связан с изучением и использованием почв.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:
Веб-браузер Internet Explorer версии 6.0 или выше,
Opera Версии 7.0 или выше, Google Chrome 3.0 или выше.
Компьютер с доступом к сети Интернет.

Минимальные требования к конфигурации и операционной системе компьютера определяются требованиями перечисленных выше программных продуктов.

Размещено на сайте 14.04.2021 г.
Объем 8,30 Мб

Дальневосточный федеральный университет
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10.

E-mail: prudkoglyad.sa@dvfu.ru
Тел.: 8 (423) 226-54-43

© Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Трегубова В.Г., Брикманс А.В., 2021
© Оформление. ФГАОУ ВО ДВФУ, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
Введение. ИСТОРИЯ, ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ	6
ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ.....	9
Тема 1. МОРФОЛОГИЯ ПОЧВ	9
Типы строения почвенного профиля	10
Техника полевого почвенного исследования.....	11
Тема 2. МИНЕРАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПОЧВ	19
Минералогический состав.....	21
Тема 3. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ.....	25
Тема 4. ОРГАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПОЧВ	29
Тема 5. ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ.....	33
Тема 6. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ.....	39
ЧАСТЬ II. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ ПОЧВ	42
Тема 7. КЛИМАТ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ	42
Тепловой режим почв.....	42
Водный режим почв	43
Тема 8. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ, ЖИВОТНЫЙ МИР И МИКРООРГАНИЗМЫ КАК ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ	45
Географические закономерности гумусообразования	45
Закономерности биологического круговорота веществ.....	46
Накопление и динамика азота и зольных элементов в основных типах растительных сообществ	48
Влияние животных на формирование и распространение почв.....	50
Тема 9. ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ	51
География почвообразующих пород и их влияние на распределение почв.....	52
Тема 10. РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ	55
Рельеф как перераспределитель солнечной энергии и атмосферной влаги на земной поверхности.....	55
Роль рельефа в вертикальной природной зональности и миграции твердого вещества почв...55	
Роль рельефа в географии почв и структуре почвенного покрова.....	56
Тема 11. РАЗВИТИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	58
Методы изучения эволюции почв.....	59
Изменение почв под воздействием хозяйственной деятельности человека	60
Тема 12. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ. Полевой почвенный дневник.....	67

ПРЕДИСЛОВИЕ

В науках о земле почва занимает особое положение, так как она является биокосным телом, то есть производным взаимодействия живой части природы – биоты (растений, животных, микроорганизмов) с косной (мертвой) частью природы – горными породами. Этим объясняется большое внимание к изучению почвоведения при подготовке специалистов по естественным наукам.

Почва является непосредственным объектом изучения почвоведов. Наряду с этим вопросам почвоведения уделяется большое внимание не только при подготовке специалистов в области почвоведения, но и при подготовке специалистов в области экологии, природопользования, биологии, географии. Это обусловлено тем, что почва является составным компонентом экосистем, биогеоценозов, эпигеосферы (географической оболочки), ландшафтов, изучением которых и занимаются экологи, биологи, географы. Интерес к изучению почв выходит далеко за рамки вышеперечисленных специальностей.

Научное и практическое значение изучения почв определяется многообразием интересов человечества в использовании почв. Оно будет возрастать по мере осознания общественностью положения, что почва является не только национальным достоянием России (Добровольский, 2004), но и одним из необходимых условий существования человека на Земле.

Почва является составной частью биосферы. В настоящее время, когда экологические проблемы стали проблемой существования, а порой и выживания людей на нашей планете, изучение почв приобретает особую актуальность.

Почвообразование прямо или косвенно контролирует ряд важнейших процессов, происходящих в литосфере (верхней оболочке Земли), во многом определяя минералообразование, осадконакопление, энергетическое состояние отдельных слоев литосферы. Жизнь гидросферы, атмосферы, а также биосферы в целом и ее отдельных компонентов во многом зависит от почв, почвенного покрова планеты (Никитин, 1982; Никитин, Добровольский, 1992).

Необходимость написания учебного пособия «Основы почвоведения» обусловлена прежде всего тем, что в библиотеках вузов Дальнего Востока учебники, учебные пособия по курсу «Почвоведение» имеются в небольших количествах или вовсе отсутствуют, чем лимитируется их доступность для студентов и других читателей. Ряд учебных пособий и учебников, к большому сожалению, едва успев выйти, становится библиографической редкостью. В связи с этим и возникла необходимость каким-то образом компенсировать недостаток учебной литературы по вопросам почвоведения. С этой целью на основании обобщения авторского и литературного материала составлено настоящее учебное пособие.

Содержание учебного пособия в значительной степени соответствует программе курса «Почвоведение» по специальностям «Почвоведение», «География» и «Экология и природопользование», разработанным согласно требованиям образовательного стандарта.

При определении содержания учебного пособия мы исходили из того, что неотъемлемой составной частью программ по перечисленным курсам является рассмотрение (с различной степенью подробности) двух составных групп вопросов, характеризующих: 1) основы почвоведения (морфология, состав, свойства, процессы почвообразования, классификация почв); 2) основы экологии почв (факторы почвообразования, их влияние на формирование и распространение почв). Их последовательное рассмотрение определило структуру и содержание учебного пособия. Оно включает предисловие, введение, две составные части, приложение.

Во введении рассматриваются предмет, задачи и история развития почвоведения.

Первая часть – «Основы почвоведения» – включает информацию о морфологии почв, минеральной и органической частях почвы, поглотительной способности почв, процессах почвообразования, классификации почв.

Во второй части – «Основы экологии почв» – рассматривается роль отдельных факторов почвообразования в формировании и распространении почв, современные представления о развитии и эволюции почв, общие закономерности географического распространения почв.

В работе приводится список основной и дополнительной литературы, который поможет студенту ориентироваться в процессе его самостоятельной внеаудиторной работы.

Приложение включает стандартную форму полевого почвенного дневника.

Введение

ИСТОРИЯ, ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Почвоведение (педология) – наука о происхождении, строении, составе, свойствах, функционировании почв, их роли в природе, а также о путях рационального использования и охраны почв. Закономерности формирования и распространения почв рассматриваются в географии почв.

Объектом изучения почвоведения является почва. Отправной точкой ее начала является день, «...когда выдающийся русский естествоиспытатель В.В. Докучаев после длительных и бурных дебатов блестяще защитил в Петербургском университете свою докторскую диссертацию «Русский чернозем», совершил революцию в знаниях о почве и положил начало современному генетическому почвоведению как самостоятельной естественноисторической науки». Это случилось 10 декабря 1883 г. (Белицина и др., 1988).

Появлению этой работы предшествовал длительный процесс накопления и систематизации знаний о почве большим числом исследователей. Как отмечает Г.В. Добровольский и И.С. Урусевская (1984), «к началу XVIII века в России было накоплено большое количество практических сведений о свойствах различных почв; сведения эти были часто эмпирическими, разрозненными. Выдающийся вклад в науку о почве внес М.В. Ломоносов. Наиболее полно он изложил свои взгляды на происхождение, свойства и географическое разнообразие почв в знаменитой книге «О слоях земных» (1763). Более двухсот лет назад М.В. Ломоносов совершенно правильно сформулировал тезис о том, что почва образуется в результате воздействия мира организмов на горные породы. При этом он особо подчеркнул, что почва, как и все природные тела, не есть нечто раз и навсегда данное и неизменное: возникнув, она со временем изменяется и развивается. Большое внимание Ломоносов уделял вопросу о происхождении и свойствах черноземов, тесной связи почв с характером покрывающей растительности, определенными типами горных пород». Это и послужило основой того, что В.И. Вернадский назвал М.В. Ломоносова первым почвоведом. Однако научное представление о почве еще не сложилось, оно было сформулировано В.В. Докучаевым в ряде его работ, в которых изложены теоретические основы почвоведения как самостоятельной науки.

На примере чернозема (Глазовская, 1981) В.В. Докучаев доказал, что почва подобно минералам, растениям и животным представляет собой естественноисторическое тело; впервые дал определение понятию «почва»: *«Я предложил бы разуметь под почвой исключительно только те дневные или близкие к ним горизонты горных пород, которые были более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов – живых и мертвых, что сказывается известным образом на составе, структуре и цвете таких продуктов выветривания. Где этих условий нет, там нет и естественных почв, а есть или искусственная смесь, или горная порода».*

В современном почвоведении известны и другие определения почвы: *почва – это обладающая плодородием сложная полифункциональная и поликомпонентная открытая многофазная структурная система в поверхностном слое коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени* (Белицина и др., 1988). Согласно американским почвоведом, *почва – биологически активная, структурная, пористая среда, сформировавшаяся на дневной поверхности нашей планеты* (Возможности ..., 2000).

На основании обширного материала почвенно-картографических исследований В.В. Докучаев пришел к глубокому убеждению, что различные почвы, подобно различным животным и растениям, имеют «свой» специфический внешний облик, свою «физиономию» или, как принято в современной литературе, определенный генетический профиль. Для того чтобы познакомиться с профилем той или иной почвы, необходимо изучение почвы с поверхности на всю глубину ее толщи, включая и верхнюю часть материнской породы. С этой целью В.В. Докучаев предложил закладывать почвенный разрез – это прямоугольной формы яма, передняя вертикальная стенка которой и дает представление о «физиономии» почвы. После заложения почвенного разреза им предложено, и опять-таки впервые, описание морфологического строения почв, являющегося базисным при проведении полевых почвенных исследований и полевой диагностики почв.

В работе «Картография русских почв» В.В. Докучаев (1879) приходит к выводу, что почва – это «... вполне самостоятельное естественноисторическое тело, которое является продуктом совокупной деятельности: а) грунта, б) климата, в) растений и животных, г) возраста страны и отчасти д) рельефа местности». Это положение, в дальнейшем получившее название учения Докучаева о факторах почвообразования, легло в основу изучения почв, их пространственной дифференциации. Почва является функцией климата, растительного и животного мира, почвообразующих пород, рельефа и возраста. Их сочетание и определяет своеобразие строения почвенного профиля, состава и свойств почвенной массы, его отдельных горизонтов, географического местоположения самой почвы.

Отсюда следует, что, изучив условия, т.е. факторы почвообразования, мы можем сделать заключение о строении почвенного профиля, его составе и свойствах, определить классификационную принадлежность почв. Практическая реализация этого метода выглядит следующим образом (Глазовская, 1982): на изучаемой территории серии почвенных разрезов проектируют и закладывают таким образом, чтобы были охарактеризованы почвы на различных элементах рельефа, на различных породах, в различных условиях увлажнения, под различной естественной растительностью и на различных сельскохозяйственных угодьях.

Сопоставление изменений морфологического строения почв, их химических и физических свойств с изменением того или иного фактора почвообразования или их совокупности, позволяет установить определенные связи между ними, вскрыть причины, приведшие к образованию тех или иных свойств почв, выявить закономерности изменения в пространстве самих факторов и связанных с ними почв. Лишь на основании такого всестороннего сравнительно-географического анализа можно составить почвенную карту со строго обоснованными контурами, вскрывающую все разнообразие свойственных данной территории почв и закономерности их распределения. Этот метод, получивший название «сравнительно-географический», был, есть и будет основным в изучении почв, почвенного покрова.

В.В. Докучаевым заложены основы почвенной картографии, которая рассматривает методы и принципы составления почвенных карт. Обобщая материалы почвенно-географических исследований, В.В. Докучаев открывает законы географического распространения почв – законы горизонтальной (широтной) и вертикальной зональности почв.

Закон горизонтальной зональности почв (1899) изложен в работе «К изучению о зонах природы». Этот закон гласит, что занимающие наибольшую площадь типы почв распространены на поверхности континентов земного шара широкими полосами (зонами), имеющими широтное простираие и последовательно сменяющимися друг друга по мере изменения широты местности в соответствии с изменением климата, характера растительности, животного мира и других условий почвообразования.

Закон вертикальной зональности почв установлен на основе изучения почв Кавказа. Согласно ему в горах 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. С подъемом к вершине горной системы наблюдается та же смена почвенных зон, что и на равнине, если двигаться с юга на север. В дальнейшем в горах были выделены горно-луговые почвы под субальпийскими лугами, которых нет на равнинных территориях.

Последователями В.В. Докучаева установлено, что дифференциация почвенного покрова, помимо закона широтной и вертикальной зональности, обуславливается еще и другими законами: меридиональной зональности, фациальности, аналогичных топографических рядов.

В.В. Докучаев внес большой вклад в разработку вопросов классификации, номенклатуры и диагностики почв.

Важнейшей задачей почвоведения, географии почв является всестороннее изучение строения, состава, свойств, закономерностей дифференциации почвенного покрова с целью рационального использования земельных ресурсов. Как отмечают Г.Д. Белицина и др. (1988) почвоведение дифференцируется в зависимости от характера использования почв на сельскохозяйственное, лесное, санитарное, инженерное.

Решение продовольственной программы во многом зависит от состояния сельскохозяйственного почвоведения. Так, еще В.В. Докучаев (1954) писал, что «только после основательного знакомства с географией почв можно удовлетворительно решать вопрос и об их использовании, а в связи с этим и об их свойствах, плодородии и т.п.».

Агрочесоведение является научной основой для разработки методики регулирования плодородия почв с учетом региональных особенностей различных частей нашей страны.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Охарактеризуйте содержание предметов «Почвоведения» и «Географии почв».
2. Дайте определение почвы по В.В. Докучаеву.
3. Какова роль живой и косной (мертвой) части природы в формировании почв?
4. Раскройте сущность учения В.В. Докучаева о факторах почвообразования.
5. Какое значение имеет почва в существовании и развитии жизни на Земле?
6. Назовите закономерности пространственной дифференциации почв, выявленные В.В. Докучаевым.

ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Тема 1. МОРФОЛОГИЯ ПОЧВ

Почва – это биокосное тело природы, которое формируется в течение длительного времени в верхней части литосферы в результате взаимодействия горных пород, рельефа, климата, почвенно-грунтовых вод, растений, животных, деятельности человека и обладает плодородием.

Почва – полидисперсное, многофазное тело природы. В ее составе выделяются следующие фазы: твердая, жидкая, газовая и живая фаза.

Твердая фаза характеризуется гранулометрическим (механическим), минералогическим и химическим составом, а также сложением, структурой и порозностью. Так как твердая фаза почвы формируется в процессе почвообразования из горной материнской породы, она унаследует состав и свойства последней.

Жидкая фаза почвы – это почвенный раствор, вода в почве очень динамичная по объекту и составу. Она выполняет роль «крови» в почвенном теле, служит ведущим фактором дифференциации почвенного профиля.

Газовая фаза – это воздух пор, свободных от воды, его состав отличается от атмосферного воздуха и очень динамичен.

Живая фаза – представлена организмами, населяющими почву, которые, как правило, активно участвуют в процессе почвообразования. Сюда относятся многочисленные микроорганизмы: бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли; представители почвенной микро- и мезофауны: простейшие, насекомые, черви и др.; корневые части растений.

Динамика твердой, жидкой, газовой, живой фаз почв предопределяет облик той или иной почвы, ее морфологическое строение.

Тело почвы – это система генетических горизонтов, которые формируются в ходе преобразования, генезиса материнской породы процессами почвообразования. Представление о специфике строения тела той или иной почвы мы получаем в ходе изучения почвенного профиля. Следуя Б.Г. Розанову (1975), *почвенным профилем* называется определенная вертикальная последовательность генетических горизонтов в пределах почвенного индивидуума, специфичная для каждого типа почвообразования.

Американские почвоведы считают «важнейшей и уникальной чертой почвы, отличающей почву от геологического субстрата и содержащей в себе критерии для ее классификации, наличие закономерной вертикальной последовательности слоев, созданных совместной работой просачивающейся воды и живых организмов. Слои в почве называются горизонтами, а вся вертикальная последовательность горизонтов образует почвенный профиль» (Возможности..., 2000).

Строение почвенного профиля любого типа почв специфично и является его ведущим диагностическим показателем. В.В. Докучаев в профиле почвы выделил три генетических горизонта: А – поверхностный гумусо-аккумулятивный; В – переходный к материнской породе; С – материнская горная порода. В настоящее время выделяется значительно большее количество генетических горизонтов, хотя нет единообразия в их диагностике и символике.

Рассмотрим некоторые из них.

Апах. – *пахотный горизонт*. Во всех пахотных почвах он расположен с поверхности, образуется за счет верхних слоев почвы.

A0 – лесная подстилка. Это маломощный поверхностный слой разлагающегося органического вещества (более 70% от объема), перемешанного с минеральными компонентами.

A1 – аккумулятивно-гумусовый горизонт. Поверхностный или лежащий под горизонтом A0 темно окрашенный аккумулятивно-гумусовый горизонт с высоким содержанием органического вещества и элементов питания.

A2 – элювиальный (подзолистый) горизонт. Осветленный горизонт, обычно белесый (палево-белесый, серо-белесый, сизо-белесый, белый), располагающийся под каким-либо из органических горизонтов. По происхождению он может быть подзолистый (кислотный гидролиз минералов и вынос продуктов разрушения), лессивированный или псевдоподзолистый (вынос пылеватых или илестых частиц без их разрушения), отбеленный или сегрегированный (снятие и вынос или сегрегация полутораокисных пленок с минеральных зерен), осолоделый (щелочной гидролиз минералов и вынос продуктов разрушения), глеево-элювиальный или псевдоглеевый (разрушение и вынос в переменнo-восстановительной среде на контакте с подстилающим водоупорным горизонтом).

B – иллювиальный горизонт. Это минеральный внутрипочвенный горизонт, находится в средней части профиля. В нем откладываются вещества, которые выносятся из вышерасположенных почвенных горизонтов, а иногда приносятся током почвенно-грунтовых вод с повышенных элементов рельефа. Среди иллювиальных горизонтов принято различать: глинисто-иллювиальные – Bt; железисто-иллювиальные – Bf; гумусо-иллювиальные – Bh; карбонатно-иллювиальные Bca и метаморфические, образованные не за счет иллювиирования (вымывания) вещества, а в ходе метаморфизации минералогического состава на месте. При этом образуются сиаллитно-метаморфический горизонт Bm и ферраллитно-метаморфический горизонт Bоx.

G – глеевый горизонт. Образуется в условиях постоянного избыточного увлажнения и недостатка кислорода, что способствует развитию анаэробно-восстановительных процессов, приводящих к возникновению закисных соединений железа и марганца, подвижных форм алюминия, дезагрегированию почвы и формированию глеевого горизонта, обладающего голубоватой, сизой, оливковой окраской с ржавыми пятнами.

При проявлении признаков глеевого процесса в других горизонтах к их буквенному обозначению добавляется буква «g», например A2g, Bg.

T – торфяной горизонт. Формируется в условиях постоянного избыточного увлажнения. Торф различается по степени разложения и по ботаническому составу. Он может быть древесным, травяным, моховым или смешанным.

C – почвообразующая порода. Представляет собой породу, слабо затронутую почвообразовательными процессами.

D – подстилающая порода. Выделяется в том случае, когда почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже лежит порода с другими свойствами.

A1A2, A2B, BC – переходные горизонты. Обладают свойствами как вышележащего, так и нижележащего горизонтов.

ТИПЫ СТРОЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ

Различное сочетание факторов почвообразования обуславливает большое разнообразие строения почвенных профилей. По соотношению генетических горизонтов среди всего многообразия почвенных профилей выделяют две большие группы – простые и сложные.

Б.Г. Розанов (1975) выделяет пять типов простого строения почвенного профиля: 1) *примитивный* профиль с маломощным горизонтом А либо АС, лежащим на материнской поро-

де; 2) *неполноразвитый* профиль, характеризуется наличием всех генетических горизонтов для данного типа почв, но укороченных и маломощных; 3) *нормальный* профиль, имеет набор всех генетических горизонтов данного типа почв с мощностью, типичной для почв плакоров; 4) *слабодифференцированный* профиль, в котором генетические горизонты выделяются с трудом и постепенно сменяются друг другом; 5) *нарушенный (эродированный)* профиль, в котором часть верхних горизонтов уничтожена эрозией.

Сложное строение почвенного профиля, согласно Б.Г. Розанову, характеризуется также пятью типами: 1) *реликтовый* профиль – профиль, для которого характерно наличие погребенных горизонтов или погребенных профилей палеопочв; 2) *многочленный* профиль – формирующийся в условиях литологических смен в пределах почвенной толщи; 3) *полициклический* профиль – формирующийся в условиях периодического привноса (отложения) почвообразующего материала (речной аллювий, вулканический пепел, эоловый нанос); 4) *нарушенный (перевернутый)* – это профиль с перемещенными на поверхность нижележащими горизонтами в результате деятельности человека, ветровала и т.п.; 5) *мозаичный* профиль – генетические горизонты расположены в виде пятен, сменяющие друг друга на небольшом протяжении.

Характер перехода между почвенными горизонтами в профиле почв имеет диагностическое значение, в частности, может свидетельствовать об интенсивности почвообразования, его направлении, а иногда и возрасте.

По форме граница может быть ровной, волнистой, карманной, языковатой, затечной, размытой, пильчатой. По степени выраженности *переход между горизонтами* может быть: *резким* – граница между соседними горизонтами прослеживается четко и не превышает 1 см; *ясным* – граница между соседними горизонтами прослеживается четко в пределах от одного до трех сантиметров; *заметным* – граница прослеживается с неопределенностью в пределах 3–5 см; *постепенным* – граница может быть выделена с неопределенностью в пределах 5 см.

Наиболее часто граница между горизонтами выделяется по окраске, хотя могут использоваться и другие морфологические признаки почв.

ТЕХНИКА ПОЛЕВОГО ПОЧВЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения и определения почв, установления ареалов их распространения закладываются специальные ямы, которые принято называть *почвенными разрезами* (рис. 1). Среди них выделяют *основные разрезы*, на почвенной карте они обозначаются крестиком (+), *полуямы (контрольные разрезы)* – обозначаются кружком (○), *прикопки* – обозначаются точкой (⊙).

Разрез вскрывает почвенную толщу, включая верхнюю часть неизменной или малоизменной материнской породы. Глубина его варьирует от 1,5 до 5 метров, ширина – 80 см, длина 150 см. Он служит для изучения морфолого-генетических признаков почв, взятия образцов по генетическим горизонтам для физико-химических анализов.

Полуямы закладывают на меньшую глубину, до начала материнской породы, а *прикопки* вскрывают лишь верхние (один, два) горизонта, закладываются для уточнения почвенных границ, выявленных разрезами и полуямами. Все почвенные разрезы должны быть описаны, иметь единую нумерацию.

Выбор места заложения разреза проводится с учетом ряда обстоятельств: а) разрез должен быть заложен на типичном для данного места участке, лучше всего на ровном месте; б) при выборе места заложения разреза следует избегать их расположения на границах природных комплексов, береговых обрывов, оврагах, тропинках, в местах каких-либо строений, скотных дворов и иных местах, где почва может быть нарушена.

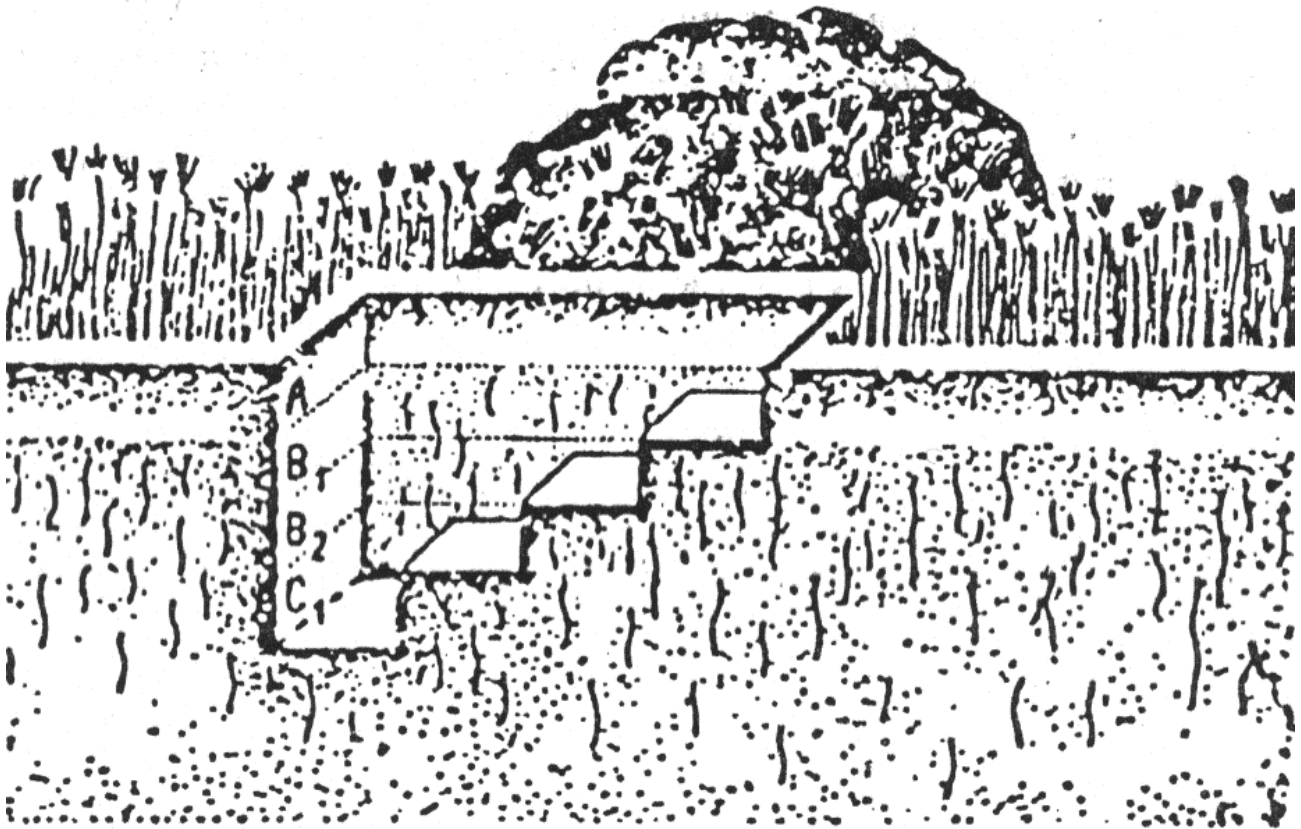


Рис. 1. Почвенный разрез

Почвенный разрез на равнинных территориях закладывается так, чтобы его передняя стенка при описании была освещена солнцем, если разрез закладывается на горном склоне, то располагается вдоль склона, а его описание ведется по лицевой стенке, расположенной ближе к вершине хребта.

При копке разреза землю из него выбрасывают за боковые стенки, при этом почвенную массу наиболее плодородных горизонтов нужно складывать в одну, а нижних, менее плодородных, в другую сторону. После изучения и описания почвы закапывать разрез надо в обратном порядке, т.е. последовательно сбрасывается почвенная масса нижележащих горизонтов, а затем – вышележащих.

Описание почвы состоит из двух частей: описания условий ее формирования и описания морфологических признаков почв. Описание проводится в полевом журнале – дневнике наблюдений (прил. 1) установленной формы. В частности, отмечается дата заложения разреза, административный район, название землепользователя. Дается привязка разреза – указывается его положение относительно двух точек со строго определенным местоположением, далее следует описание макро-, мезо-, микрорельефа, экспозиции и крутизны склона, характера растительности, наличия или отсутствия грунтовой воды, вида угодья и его состояния, характера материнской породы.

После описания условий формирования исследуемой почвы переходят к непосредственному описанию морфологического строения ее профиля. Предварительно «лицевую» освещенную стенку разреза гладко зачищают лопатой и одну – правую половину стенки – препарировывают ножом для того, чтобы лучше рассмотреть морфологические признаки почв, а вторую – левую половину стенки – оставляют в гладко зачищенном виде для сравнения и контроля.

Полевое описание почвы начинается с подразделения ее профиля на генетические горизонты, их определения и индексации. После этого приступают к описанию каждого из них в

отдельности. Мощность горизонтов определяется в сантиметрах с помощью сантиметровой ленты, которая перед началом работы крепится булавкой на переднюю стенку разреза. Необходимо, чтобы нулевое деление сантиметра точно совпадало с поверхностью почвы, иначе измерения будут ошибочны. В журнале мощность горизонтов обозначается записью глубины залегания их верхней и нижней частей. Далее идет описание их *морфологических признаков*: окраски, влажности, структуры, механического состава, плотности, новообразований, включений, корневой системы, характера перехода одного горизонта в другой.

Окраска (цвет) почвы – один из важных признаков почв. Она отражает внутрипрофильные изменения химического, минералогического состава почв, уровень ее плодородия, характер почвообразовательных процессов.

По С.А. Захарову наиболее важными для окраски почв являются следующие группы соединений: гумус, соединения железа, кремнекислота, углекислая известь, каолинит (рис. 2).

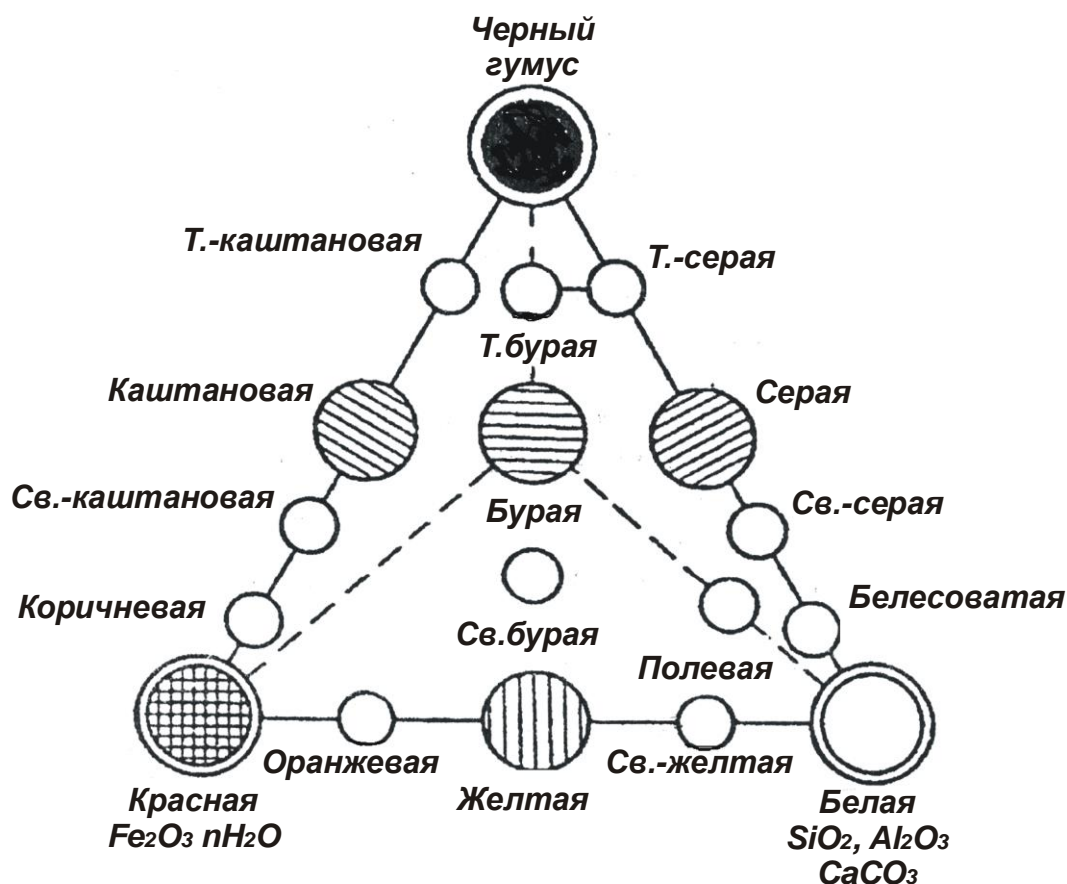


Рис. 2. Треугольник цветов по С.А. Захарову

Окраску трудно охарактеризовать каким-либо одним цветом, поэтому указывается ее степень (например темно-бурая, светло-бурая) или ее оттенки (белесая с желтоватым оттенком), или называются промежуточные тона (коричнево-серая, серо-бурая). Черная или темно-серая окраска почвы свидетельствует о ее богатстве перегноем, а следовательно, и об уровне ее плодородия. Фульватный состав гумуса обуславливает светло-желтую, бурую, а гуматный – темно-серую, черную окраску почв. Однако не всегда наблюдается прямая взаимосвязь между содержанием гумуса и черной окраской горизонта. Такие почвы, как вертисолы, при низком содержании гумуса 1–2% имеют черную окраску, которая обуславливается наличием в них большого количества гумусо-монтмориллонитовых комплексов.

Соединения окисного железа окрашивают почву в красные, оранжевые, желтые цвета, а закисного – в сизые и голубоватые тона.

Кремнекислота и углекислый кальций, каолинит обуславливают белую и белесую окраску.

Часто в почвах встречается неоднородная окраска, она в значительной степени зависит от увлажнения, степени агрегированности почв.

Влажность почвы, ее отдельных горизонтов зависит не только от количества воды, но и от механического состава, количества гумуса. В практике полевых почвенных исследований принято различать пять степеней влажности почв:

1) *сухая* – пылит, присутствие влаги в ней на ощупь не ощущается, не холодит руку;

2) *слегка увлажненная (свежая)* – холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;

3) *влажная* – при взятии в руку явно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу; сохраняет форму, приданную ей при сжатии рукой;

4) *сырая* – при сжатии в руке почва превращается в тестообразную массу, мажет руку;

5) *мокрая* – при сжимании в руке из почвы выделяется капельножидкая вода.

Механический состав почв. Твердая фаза почв состоит из частиц различной величины, которые называются механическими элементами. В табл. 1 приводится классификация механических элементов по Н.А. Качинскому.

Сумму всех механических элементов почвы размером менее 0,01 мм называют *физической глиной*, а более 0,01 мм – *физическим песком*, под *мелкоземом* понимают частицы менее 1 мм, а под *почвенным скелетом* – частицы более 1 мм.

Таблица 1

Классификация механических элементов почв

Название механических элементов	Размер механических элементов, мм
Камни	более 3
Гравий	3–1
Песок крупный	1–0,5
Песок средний	0,5–0,25
Песок мелкий	0,25–0,05
Пыль крупная	0,05–0,01
Пыль средняя	0,01–0,005
Пыль мелкая	0,005–0,001
Ил	менее 0,001
Коллоиды	менее 0,0001

Отдельные группы механических элементов, в силу разнообразия их минералогического и химического состава, по-разному влияют на свойства почвы.

Относительное содержание в почве или породе механических элементов называется *механическим составом*, а количественное определение их – *механическим анализом*, который

проводится в лаборатории или непосредственно в поле. Полевое определение механического состава менее точное.

Для определения механического состава того или иного горизонта почв непосредственно в поле (рис. 3) берут небольшой образец описываемого горизонта, тщательно растирают его на ладони в порошок, отбирают корешки растений, мелкие камешки, увлажняют почву до тестообразного состояния, хорошо перемешивают, скатывают шнур толщиной 3–5 мм и сворачивают в кольцо диаметром 3 см.

Механический состав определяют по следующим признакам:

- 1) если почва в шнур не скатывается, она песчаного механического состава;
- 2) если образуются лишь зачатки шнура, который неустойчив и распадается, то почва супесчаная;
- 3) если почва скатывается в шнур, а он при сворачивании в кольцо:
 - а) распадается на отдельные «колбаски» (дольки) в самом начале сворачивания – почва легкосуглинистая;
 - б) глубоко трескается и распадается – почва среднесуглинистая;
 - в) трескается только по поверхности – почва тяжелосуглинистая;
 - г) совершенно не трескается – почва глинистая.

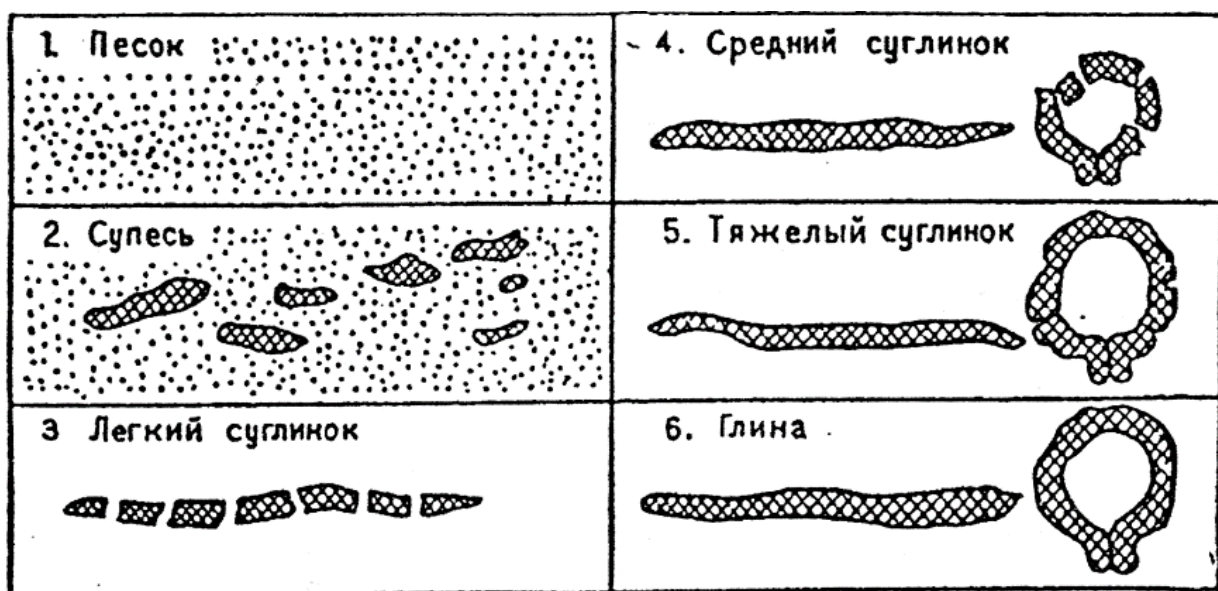


Рис. 3. Показатели «мокрого» способа определения механического состава почв (по Н.А. Качинскому): 1 – шнур не образуется; 2 – зачатки шнура; 3 – шнур дробится при раскатывании; 4 – шнур сплошной, кольцо распадается при свертывании; 5 – шнур сплошной, кольцо с трещинами; 6 – шнур сплошной, кольцо стойкое

При описании скелета обязательно указывается форма скелета и его количество (табл. 2).

Структура почв – это один из важных морфологических показателей почв. Под структурой понимают отдельности (агрегаты), на которые способна распадаться почва. Структурные отдельности состоят из соединенных между собой механических элементов.

Форма, размер, качественный состав структурных отдельностей различных генетических горизонтов и разных почв неодинаковы. По С.А. Захарову (рис. 4) различают три основных типа структуры: *кубовидная* – структурные отдельности равномерно развиты по трем взаимно-перпендикулярным осям; *призмовидная* – отдельности развиты преимущественно по вертикаль-

ной оси; *плитовидная* – отдельные развиты преимущественно по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении. Каждый из перечисленных типов в зависимости от характера ребер, граней и размера подразделяется на более мелкие единицы.

Таблица 2

Классификация скелета по форме и размерам

Диаметр, см	Скелет	
	угловатый	окатанный
0,1–1	хрящ	гравий
1–10	щебень	галька
10–1000	камни	валуны

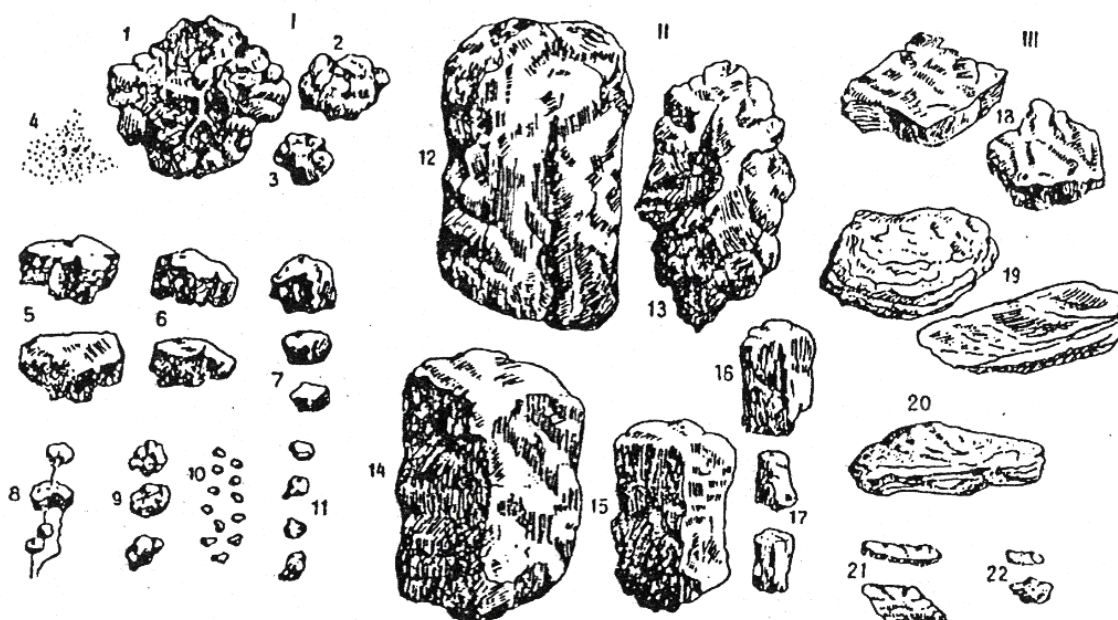


Рис. 4. Типичные структурные элементы почв (по С.А. Захарову):

- I тип: 1 – крупнокомковатая, 2 – среднекомковатая, 3 – мелкокомковатая, 4 – пылеватая, 5 – крупноореховатая, 7 – мелкоореховатая, 8 – крупнозернистая, 9 – зернистая, 10 – порошистая, 11 – «бусы» из зерен почвы; II тип: 12 – столбчатая, 13 – столбовидная, 14 – крупнопризматическая, 15 – призматическая, 16 – мелкопризматическая, 17 – тонкопризматическая; III тип: 18 – сланцеватая, 19 – пластинчатая, 20 – листоватая, 21 – грубочешуйчатая, 22 – мелкочешуйчатая

В любом из почвенных горизонтов структурные отдельные не бывают одного размера и формы. Разным генетическим горизонтам характерны определенные формы структуры. Так, комковато-зернистая свойственна дерновым горизонтам, пластинчато-листоватая – элювиальным, ореховатая – иллювиальным (особенно серым лесным почвам), призматическая – для иллювиальных горизонтов черноземов и каштановых почв.

При определении структуры почв целесообразно пользоваться классификацией структурных отдельных С.А. Захарова (табл. 3), которая есть в большинстве учебников и практикумов по почвоведению.

Классификация структуры

Род	Вид	Размер
I тип – кубовидная		
Глыбистая – неправильная форма и неровная поверхность	Крупноглыбистая	>10 см
	Мелкоглыбистая	10–1 см
Комковатая – неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены	Крупнокомковатая	10–3 мм
	Комковатая	3–1 мм
	Мелкокомковатая	1–0,25 мм
	Пылеватая	<0,25 мм
Ореховатая – более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые	Крупноореховатая	>10 мм
	Ореховатая	10–7 мм
	Мелкоореховатая	7–5 мм
Зернистая – более или менее правильная форма, иногда округлая с выраженными гранями, то шероховатыми, матовыми, то гладкими и блестящими	Крупнозернистая (гороховатая)	5–3 мм
	Зернистая (крупитчатая)	3–1 мм
	Мелкозернистая (порошистая)	1–0,5 мм
II тип – призмовидная		
Столбовидная – отдельности слабо оформлены, с неровными гранями и округлыми ребрами	Крупностолбовидная	>5 см
	Столбовидная	3–5 см
	Мелкостолбовидная	<3 см
Столбчатая – правильной формы с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми и вертикальными гранями, с округлым верхним основанием (головкой) и плоским нижним	Крупностолбчатая	3–5 см
	Мелкостолбчатая	<3 см
Призматическая – грани хорошо выражены, с ровной гляцеватой поверхностью, с острыми ребрами	Крупнопризматическая	5–3 см
	Призматическая	3–1 см
	Мелкопризматическая	1–0,5 см
	Тонкопризматическая	<0,5 см
	Карандашная (при длине отдельностей >5 см)	<1 см
III тип – плитовидная		
Плитчатая (слоеватая) – с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности	Сланцеватая	>5 мм
	Плитчатая	5–3 мм
	Пластинчатая	3–1 мм
	Листоватая	<1 мм
Чешуйчатая – со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями (отдаленное сходство с чешуей рыбы)	Скорлуповатая	>3 мм
	Грубочешуйчатая	3–1 мм
	Мелкочешуйчатая	<1 мм

Сложение – это внешнее выражение плотности и порозности почвы. Оно зависит от механического состава почв, структуры, деятельности растительных и животных организмов. По плотности различают почвы: 1) *очень плотные* – копать яму лопатой невозможно, приходится применять лом или кирку; 2) *плотные* – чтобы выкопать яму, требуются значительные усилия, но можно обойтись без лома и кирки; 3) *рыхлые* – яму копать легко, а почва, сброшенная с лопаты, рассыпается на мелкие отдельности; 4) *рассыпчатые* – это сложение характерно для пахотных горизонтов песчаных и супесчаных почв.

Пористость – характеризуется формой и величиной пор. По величине и форме воздушных полостей различают несколько типов сложения почв: *тонкопористое* – почвенная масса пронизана порами диаметром менее 1 мм; *пористое* – почвенная масса пронизана порами в 1–3 мм; *губчатое* – почвенная масса богата пустотами от 3 до 5 мм; *ноздреватое* или *дырчатое* – почвенная масса содержит полости от 5 до 10 мм; ячеистое – пустоты крупнее 1 см; *трубчатое* и *тонкоканальное* – пустоты обусловлены жизнедеятельностью в почве землероев. Кроме того, образуемые при высыхании почвы полости между структурными элементами могут создавать *трещиноватое* или *щелеватое* сложение, которое является характерным для солонцеватых почв, солонцов и солончаков.

Новообразования. Новообразованиями называют скопления веществ различной формы и химического состава, которые образуются и откладываются в почве. Различают новообразования химического и биологического происхождения.

Новообразования химического происхождения по форме разделяются на следующие группы:

1) *выцветы и налеты* – химические вещества (например растворимые соли) выступают на поверхности почвы или стенки разреза в виде тончайшей пленочки;

2) *корочки, примазки, потеки* – выступая на поверхности почвы или по стенкам трещин, образуют слой небольшой толщины;

3) *прожилки и трубочки* – вещества занимают ходы червей, корней, поры и трещины почвы;

4) *конкреции и стяжения* – скопления различных веществ более или менее округлой формы;

5) *прослойки* – вещества накапливаются в больших количествах, пропитывая отдельные слои почвы.

Новообразования биологического происхождения встречаются в следующих формах: *червоточены, капролиты* (экскременты дождевых червей), *корневины* (сгнившие корни растений) и др.

По новообразованиям почвы можно судить о ее генезисе и агрономических свойствах.

Включения. Включениями называют тела органического или минерального происхождения, находящиеся в почве, образование которых не связано с почвообразовательным процессом. К включениям относятся обломки горных пород, валуны, кости животных, кусочки стекла, кирпича, угля и тому подобное.

Взятие почвенных образцов. Почвенные образцы отбираются для физико-химического исследования почв. Образцы берут из средней части каждого генетического горизонта в пределах 10 см. Если мощность горизонта менее 10 см, то образец берется из всей его толщи.

Образцы почв отбираются из передней стенки разреза снизу вверх, так как при обратном порядке их отбора будет засыпаться нижняя часть лицевой стенки.

Образец весом не менее 0,5 кг снабжают этикеткой, помещают в мешочек, затем его просушивают.

По окончании описания разреза определяется название почвы.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение почвенного профиля.
2. Охарактеризуйте символику и диагностику генетических горизонтов почв.
3. Чем отличаются основные разрезы от контрольных разрезов и разрезов-прикопок?
4. Перечислите морфологические признаки почв.
5. Как в полевых условиях определяются: окраска, механический состав, влажность, плотность отдельных горизонтов почв?
6. Опишите правила выбора места заложения почвенного разреза, описания его морфологического строения, отбора почвенных образцов.

Тема 2. МИНЕРАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПОЧВ

Твердая фаза почвы подразделяется на минеральную и органическую. Минеральная часть почвы составляет главную по весу часть почвенной массы – 90–95%. В связи с этим целесообразно рассмотреть минеральную часть почвы и ее минералогический состав.

Почвообразующие (материнские) породы в значительной степени определяют состав твердой фазы почв. Почвообразующие породы предопределяют ряд важнейших свойств почв: 1) механический состав почв; 2) минералогический и химический состав почв; 3) физические и физико-химические свойства; 4) водно-воздушный и тепловой режим почв.

Наряду с этим почвообразующие породы во многом определяют строение почв, их плодородие, влияют на многие факторы и процессы почвообразования. Изменения свойств почвообразующих пород в разной степени связаны и с генезисом почв. Почвообразующие породы по своему происхождению подразделяются на магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические породы образуются при остывании расплавленной жидкой массы магмы внутри земной коры (глубинные или интрузивные) и вытекшей в виде лавы на земную поверхность (излившиеся или эффузивные). По своему составу магматические породы в зависимости от содержания в них кремнезема подразделяются на четыре группы: кислые (более 65%), средние (52–65%), основные (40–52%) и ультраосновные (меньше 40%). Химический состав этих групп определяет своеобразие генезиса, эволюции и свойств формирующихся на них почв. Так, почвы, развитые на кислых магматических породах (гранитах, пегматитах, риолитах, дацитах и др.), относительно обогащены кремнеземом и обеднены железом и алюминием и содержат очень мало кальция и магния. В условиях гумидного климата из них быстро выносятся щелочноземельные элементы, что и обуславливает кислую реакцию среды этих почв и низкий уровень их плодородия. На основных *магматических породах* (базальты, габбро и др.) формируются почвы с повышенным содержанием железа, марганца, хрома. Продукты выветривания основных горных пород быстро приобретают глинистый характер, долгое время сохраняют близкую к нейтральной реакцию среды.

Осадочные породы – образовались на земной поверхности путем выветривания и переотложения продуктов выветривания магматических и метаморфических пород или из отложенных остатков различных организмов. Осадочные породы делятся на обломочные, глинистые, породы химического и органического происхождения. Обломочные, или кластические, по-

роды представляют собой продукты механического разрушения различных пород. Они дифференцируются по величине и форме обломков и степени цементации на грубообломочные или псефиты (рыхлые: валуны, галька, гравий, глыбы, щебень, хрящ; сцементированные: конгломераты и брекчии), песчаные или псамиты (пески и песчаники) и алевритовые породы или алевриты. Алевриты (супеси, суглинки, лессы) состоят из тонкозернистых частиц размером 0,1–0,01 мм. Они занимают промежуточное положение между песками и глинами. Глинистые породы или пелиты состоят преимущественно из частиц меньше 0,01 мм.

Плотные очень твердые глинистые породы, образовавшиеся в ходе цементации глин, называются аргиллитами.

Среди осадочных пород химического и органического происхождения выделяют следующие основные группы: карбонатные (известняки, мергели, доломиты и мел), кремнистые (диатомиты, трепелы, опоки и кремневые конкреции), сернокислые и галлоидные (гипс, каменная соль и др.), железистые, фосфоритные и каустобиолиты – органические горючие породы (торф, угли, нефть и др.).

Метаморфические породы образуются из осадочных и магматических пород в глубоких слоях земной коры под воздействием высокой температуры и большого давления. К ним относятся гнейсы, сланцы (глинистые, слюдяные, кремнистые), мраморы (формирующиеся из известняков), кварциты (возникающие из песчаников).

По генезису почвообразующие породы подразделяются на следующие основные категории: *элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерно-ледниковые, озерные, эоловые, морские.*

Элювиальными породами или элювием называются продукты выветривания исходных горных пород, залегающие на месте своего образования. Элювиальные породы развиты на плоских водораздельных участках, на склонах элювий отсутствует или слабо развит.

Делювиальные отложения или делювий – это склоновые отложения, сложены топографически смещенными продуктами физико-химического выветривания горных пород. В местах, где трудно провести границу между делювием и элювием, их выделяют как элюво-делювиальные отложения.

Пролувиальные отложения – это отложения мощных временных водотоков у подножия гор, в межгорных долинах, в устьях речных долин, овражно-балочных систем.

Аллювиальные отложения представляют осадки проточных вод или пойменные наносы, отлагаемые паводковыми водами, сюда же относятся донные отложения озер и дельтовые отложения рек. Для аллювиальных отложений характерна слоистость, литологическая неоднородность.

Ледниковые отложения представлены *моренами, флювиогляциальными* или *ледниково-озерными* осадками.

Моренами называют отложения рыхлого обломочного материала, перенесенные движущимся ледником. Морены имеют неоднородный механический состав, состоят из смеси глины, песка, гравия, щебня, валунов. Окраска моренных отложений в пределах таежно-лесной зоны красно-бурая, желто-бурая; в лесостепной она буро-желтая с белесыми пятнами углекислого кальция.

Флювиогляциальные или *ледниково-озерные* отложения образуются вне пределов ледников за счет отложений из текучих ледниковых вод.

Озерно-ледниковые отложения представлены ленточными глинами, образуются в ходе отложения взвесей из воды приледниковых озер. Для них характерно чередование тонких песчаных прослоек и более мощных глинистых.

Эоловые отложения формируются в результате отложения частиц, привнесенных ветром. В их составе преобладают частицы размером 0,05–0,25 мм. Эоловые пески слагают дюны, барханы.

Морские четвертичные отложения имеют ясную горизонтальную слоистость, хорошую послойную отсортированность. Морские отложения засолены.

Покровные суглинки распространены в зоне ледниковых отложений. По механическому составу они суглинистые, покрывают морену с поверхности, мощность их может достигать нескольких метров.

Лесс – тонкозернистая карбонатная осадочная пылевато-суглинистая порода, содержащая до 70% частиц крупной пыли (0,05–0,01 мм). Лесс имеет палевый или желто-палевый цвет, пористый.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ

В состав почвообразующих пород, почв входят минералы, принадлежащие по своему происхождению к двум большим группам: *первичным и вторичным*.

Первичные минералы магматического и метаморфического происхождения, образовывались в недрах земной коры и перешли в состав почв из массивно-кристаллических пород.

Несмотря на большое разнообразие первичных минералов (более двух тысяч), входящих в состав массивно-кристаллических пород магматического и метаморфического происхождения, лишь часть их (50–60 минералов) встречается повсеместно в значительном количестве и они называются почвообразующими минералами. Среди первичных минералов наиболее широко распространенные можно по происхождению и по их химической природе объединить в несколько групп.

Окислы:

Кварц (SiO_2) – безводная соль кремния. Среди первичных минералов он наиболее распространенный в горных породах и почвах (40–60% и более); очень прочный, устойчивый к выветриванию. Не встречается в почвах, сформировавшихся на основных породах. Кварц находится в крупных фракциях, но встречается и в составе тонкодисперсной части почв и составляет 2–3%. Значение кварца велико. От количества и размера его зерен зависит механический состав почв и многие физические и физико-химические свойства, в частности такие, как водопроницаемость, связанность, влагоемкость. Содержание кварца может являться косвенным признаком интенсивности процессов выветривания.

Опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – аморфный минерал и аморфный порошковидный коллоидный кремнезем. Содержит воды от 1 до 34%. Возникает при разрушении силикатов многих пород. Образуется в живых организмах. Встречается в форме фитолитов, скелетов диатомовых водорослей, в составе тонкодисперсной части почв. От содержания в почве опала и подобных ему соединений зависит максимальная гигроскопичность, а последняя является показателем гидрофильности почвы и доступности воды растениям.

Гематит (Fe_2O_3) – безводная окись железа, легко подвергающаяся процессам выветривания; в почвах встречается в количестве до 0,5%.

Магнетит (Fe_3O_4) – безводная закись-окись железа, так же как и гематит, легко выветривается; в почвах встречается в количестве около 0,5–1,0%.

Лимонит ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – гидрокись железа. Лимонит образует охристо-желтые и желто-бурые агрегаты, покрывающие почвенные частицы и обломки горных пород.

Рутил (TiO_2) – безводная окись титана. Подобно кварцу этот минерал очень прочен и устойчив в коре выветривания, встречается в почвах в количестве около 0,3–0,5%.

Корунд (Al_2O_3) – безводная окись алюминия; в некоторых почвах встречается в виде единичных зерен.

Силикаты. Эта группа минералов является производной метакремневой (H_2SiO_3) и ортокремневой (H_4SiO_4) кислот.

Кальциевые, магниевые и железистые соли метакремневой кислоты (метасиликаты – CaSiO_3 , MgSiO_3 , FeSiO_3) образуют большую группу минералов *амфиболов* и *пироксенов*. Эти минералы сравнительно легко подвергаются выветриванию, но, несмотря на это, содержание их в почве составляет 5–15%. Они имеют окраску темно-зеленого, черного цвета; характерны для молодых почв и при выветривании служат источником пополнения почв карбонатами кальция, соединений железа и кремния.

Магнезиально-железистые соли ортокремневой кислоты (ортосиликаты MgSiO_4 , MgFeSiO_4 , FeSiO_4) представляют группу минералов оливина. Их содержание в почве варьирует от 0,5 до 1%.

Алюмосиликаты представлены различными солями алюмокремневых кислот. Наиболее часто встречаются минералы, представляющие соли каолиновой ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), пиррофиллитовой ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$), полевошпатовой ($\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$) кислот. Среди породообразующих минералов известны соли названных кислот: соли каолиновой кислоты – $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ – минерал *анортит* и $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ – *нефелин*; соли пиррофиллитовой кислоты – $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ – *лейцит*; соли полевошпатовой кислоты – $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ – *ортоклаз (микроклин)* и $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ – *альбит*. Чаще всего среди них встречается ортоклаз. Эти минералы составляют 10–15% почвы, хорошо выветриваются.

Изоморфные смеси анортита и альбита, кристаллизуясь в различных соотношениях друг с другом, образуют обширную группу *плаггиоклазов*. Плаггиоклазы, в которых преобладает анортит, называют основными, а альбит – кислыми.

Полевые шпаты наряду с кварцем широко распространены в почве (около 20%) и почвообразующих породах (в изверженных породах до 60%). Выветривание горных пород, содержащих полевые шпаты идет медленно, поэтому их кристаллы встречаются главным образом в песчаной и пылевой фракциях. Полевые шпаты являются источником образования глинистых минералов. Они существенно влияют на плодородие почв. Крупные зерна полевых шпатов, аналогично кварцу, влияют на физические свойства почв. Из натриевых полевых шпатов образуется сода, что является причиной возникновения содовых солончаков. Ортоклаз является одним из источников калийного питания растений, из которого он усваивается при измельчении частиц минерала до размера менее 0,001 мм (Горбунов, 1974).

К группе алюмосиликатов принадлежат также *слюды* – кислые соли алюмокремневых кислот. В группу слюд входят мусковит (калийная слюда, глиноземистая слюда), серицит – тонкочешуйчатая разновидность мусковита, биотит, железисто-магнезиальная слюда. Содержание их в почвах доходит до 10%. Слюды довольно легко выветриваются, в связи с чем наименьшее их содержание отмечается в древних корах выветривания и в почвах, распространенных в зоне влажного климата.

В кислых изверженных породах и развитых на них почвах преимущественно встречается светлая слюда (мусковит), а в основных – темноцветная (биотит). Количество слюд в почве обуславливается составом исходной горной породы и ее гранулометрическим составом. Слюды имеют большое значение для агрохимических и физических свойств почв. Они, особенно мусковит, являются источником калийного питания для растений. По мере перехода слюд в гидрослюды подвижность и доступность растениям калия увеличивается. Недостаток калия в красноземах объясняется малым содержанием в них гидрослюд. Если в почве много

крупнозернистых слюд, то они, как кварц и полевые шпаты, увеличивают водо- и воздухопроницаемость почвы.

Сульфиды. Из обширной группы сульфидов в почвообразующих породах и почвах чаще всего присутствует сульфид железа FeS_2 в виде пирита, который встречается в количестве от 0,2 до 0,5%. При выветривании сульфидов железа происходит окисление серы и образуется сернокислородное железо и свободная серная кислота. Далее происходит окисление железа из двухвалентного в трехвалентное и его гидратация. При этом в почвах накапливается гидрат окисла железа и серная кислота. Таким образом, окисление и последующая гидратация пирита сопровождаются образованием гидратов окислов железа различных сернокислых солей и подкислением почв.

Фосфаты. Среди первичных минералов, представляющих фосфорнокислые соли, наиболее широко распространен апатит $\text{Ca}_5(\text{Cl},\text{F})(\text{PO}_4)_3$, содержание которого составляет 0,3–0,5%. Помимо фосфора апатит является источником хлора и фтора.

Первичные минералы находятся преимущественно в механических элементах больше 0,001 мм, а вторичные – менее 0,001 мм.

Значение первичных минералов для почвы разносторонне: от их количества зависят водно-физические свойства почв, они являются источником зольных элементов питания растений, основной для образования глинистых минералов.

Вторичные минералы образуются в коре выветривания и почве в результате разрушения первичных минералов и путем синтеза из промежуточных продуктов выветривания.

Разрушение первичных минералов тесно связано с процессами физического, химического, биологического выветривания, в ходе которого образуются вторичные минералы.

Физическое выветривание. Под физическим выветриванием понимают механическое разрушение горных пород и минералов без изменения их химического состава. Оно связано с действием корней, периодическим нагреванием и охлаждением горных пород, породообразующих минералов, которые имеют различный коэффициент расширения (даже у одного и того же минерала) по их разным кристаллооптическим осям. В силу этого попеременное нагревание и охлаждение приводит к образованию трещин в горной породе. Трещины заполняются водой, которая, замерзая, способствует расширению трещин с последующей дезинтеграцией горных пород.

Химическое выветривание. Под химическим выветриванием горных пород следует понимать изменения, связанные с гидролизом, растворением, гидратацией и окислением. Оно связано с воздействием воды, насыщенной кислородом, углекислотой, которая, соприкасаясь с породой, приводит к гидратации, окислению и растворению ряда минералов.

Биологическое выветривание. Под биологическим выветриванием следует понимать изменения горных пород, происходящие под влиянием организмов, продуктов их жизнедеятельности.

Микрофлора (сине-зеленные и диатомовые водоросли, грибы, бактерии), а также мхи и лишайники активно химически видоизменяют минералы. Деятельность высших растений своими выделениями способствует химической трансформации минералов и горных пород. В результате деятельности микрофлоры и высших растений в почвенных растворах появляется ряд агентов химического выветривания горных пород, первичных минералов – кислород, углекислота, различные органические соединения кислотного типа, продуцируемые растительными и животными организмами или образующиеся в ходе разложения их отмерших частей.

Из продуктов физико-химического выветривания первичных минералов – гидратов окислов кремния, гидратов окислов железа и алюминия и других соединений – синтезируются вторичные или, как их еще называют, *глинистые* минералы.

Вторичные минералы. Вторичные минералы преимущественно сосредоточены в тонкодисперсной части почвы – фракциях размером менее 0,001 мм. В число вторичных минералов входят минералы простых солей, минералы гидроокислов и окислов, глинистые минералы.

К числу *простых солей* относятся: кальцит – CaCO_3 ; сода – $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; галит – NaCl и ряд других. Содержание простых солей в почвах и в их различных горизонтах варьирует от сотых долей процента до десятка процентов. Некоторые из них, как, например, хлористый натрий, карбонат кальция, существенно влияют на ход почвообразовательных процессов и свойства почв. В частности, в условиях засушливого климата происходит накопление этих солей, качественный и количественный состав которых определяет степень и характер засоления почв.

Минералы *гидроокислов и окислов* – это гидроокислы кремния, алюминия, железа, марганца, образующиеся в виде гидратированных гелей, в дальнейшем дегидратируются и кристаллизуются с образованием окислов и гидроокислов кристаллической структуры. Степень окристаллизованности минералов обуславливает их растворимость: чем больше окристаллизованность, тем меньше их растворимость. На растворимость полуторных окислов большое влияние оказывает реакция среды: при pH меньше 5 в почвенный раствор переходит алюминий, а при pH меньше 3 – трехвалентное железо. Содержание и профильная дифференциация аморфных форм полуторных окислов, гуминовых кислот, фульвокислот и их отдельных фракций тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Это находит свое отражение как в свойствах почв, так и в их генезисе.

Среди вторичных минералов наиболее распространенными являются *глинистые минералы*, представленные минералами групп *монтмориллонита, гидрослюд, каолинита*. Они характеризуются слоистым кристаллическим строением, высокой дисперсностью, поглощательной способностью, наличием в них химически связанной воды. Каждая из выделенных групп глинистых минералов обладает специфическими свойствами и определенным значением в плодородии почв.

Монтмориллонит имеет трехслойное строение с сильно расширяющейся при увлажнении кристаллической решеткой, что определяет высокое поглощение воды минералом и, как следствие, сильное его набухание. Гидрофильность обуславливается не только мобильной кристаллической решеткой, но и их высокой дисперсностью. В их составе до 80% частиц размером менее 0,001 мм.

Монтмориллонит имеет высокую емкость поглощения катионов – 80–120 мг/экв на 100 г почвы.

Минералы группы монтмориллонита преобладают в составе вторичных минералов почв с нейтральной, слабощелочной реакцией среды. Их много в черноземах и особенно в темных слитных почвах. В сочетании с гуминовыми кислотами монтмориллонит образует водопропрочные агрегаты, что способствует оструктуриванию почвенной массы. Почвы, богатые минералами монтмориллонитовой группы, характеризуются повышенными значениями поглощательной способности, сильным набуханием, липкостью и высокой максимальной гигроскопичностью.

Каолинитовая группа минералов встречается в почвах в небольших количествах и преобладает только лишь в ферраллитных почвах, где каолинит является основным глинистым минералом.

Минералы групп каолинита имеют жесткую двухслойную кристаллическую решетку, в силу чего они не набухают. Дисперсность у них небольшая, емкость поглощения не превышает 20 мг/экв на 100 г почвы. Преобладание каолинита в почвах – один из признаков бедности их основаниями.

Гидрослюды (гидромусковит, гидробиотит и др.) имеют широкое распространение в осадочных породах и присутствуют в различных количествах почти во всех почвах, особенно в подзолистых и сероземах. Их кристаллическая решетка аналогична минералам группы монтмориллонита. Формируются гидрослюды в ходе преобразования первичных минералов – слюд и полевых шпатов. Гидрослюды являются важным источником калия для растений, так как его содержание достигает в них 6–8%. Емкость поглощения гидрослюд составляет 45–50 мг/экв на 100 г почвы.

Среди глинистых минералов в почвах сравнительно широко распространены *вермикулит* и *хлориты*.

В почвах содержится много смешанослойных минералов. В их кристаллической решетке чередуются октаэдрические и тетраэдрические слои разных минералов: монтмориллонита с гидрослюдами, вермикулита с хлоритом.

Соотношение вторичных и первичных минералов взаимосвязано с механическим составом. По мере утяжеления механического состава почв, почвообразующих пород в них увеличивается содержание глинистых минералов. В песках и супесях преобладают первичные минералы.

Состав и содержание минералов, особенно глинистых, определяют многие свойства и в целом плодородие почв.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте характеристику магматических, метаморфических и осадочных пород.
2. Дайте определение отдельных генетических категорий почвообразующих пород.
3. Перечислите наиболее распространенные в почвах и горных породах первичные минералы и их взаимосвязь со свойствами почв.
4. Охарактеризуйте вторичные минералы почв и их взаимосвязь со свойствами почв.
5. Какова роль физического, химического, биологического выветривания в формировании минералогического состава почв?

Тема 3. ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Преобразование горных пород в почву обуславливается сочетанием двух процессов – выветривания и почвообразования, которые протекают в верхней части профиля совместно, что затрудняет их дифференциацию.

Выветривание – это процесс разрушения и химического изменения горных пород в условиях земной поверхности или вблизи ее под влиянием температуры, химического и механического воздействия атмосферы, воды, организмов. Различают физическое, химическое и биологическое выветривание.

Выветривание сопровождается высвобождением из кристаллической решетки элементов питания растений, которые частично поглощаются растениями, а частично выносятся за пределы почвенного профиля и перемещаются в конечном итоге в моря и океаны.

Круговорот веществ, при котором происходит их перемещение с участков суши в моря и океаны, В.Р. Вильямс предложил рассматривать как *большой геологический круговорот*.

Почвообразовательный процесс, согласно А.А. Роде, представляет совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще. Эти явления имеют различную природу – биологическую, физическую, химическую, физико-химическую и протекают во взаимодействии друг с другом. Большая часть разнообразных явлений протекает при активном участии живых организмов, при ведущей роли высших зеленых растений и микроорганизмов, а также продуктов их жизнедеятельности.

Роль растений и микроорганизмов в процессе почвообразования наиболее полно становится понятной при рассмотрении малого биологического круговорота.

Под *биологическим круговоротом* веществ понимают поступление из почвы, горных пород и атмосферы в организмы химических элементов, синтез органического вещества и возвращение химических элементов в почву и атмосферу (с ежегодным опадом части органического вещества или с полностью отмершими организмами). Таким образом, зольные элементы, аккумулированные в вегетативных органах растений, по мере отмирания последних вновь попадают в почву, но в форме других соединений. Отличительной чертой малого биологического круговорота, согласно А.А. Роде, является концентрация в поверхностных слоях горной породы, превращающейся в почву, элементов зольной пищи растений.

С учетом вышеизложенного почвообразовательный процесс следует рассматривать как функцию большого геологического и малого биологического круговорота веществ, как результат взаимодействия живой и неживой частей природы.

Элементарные процессы почвообразования. Сочетание взаимосвязанных физических, химических, биологических явлений, складывающихся при определенных внешних условиях и стадиях развития почвы, И.П. Герасимов предложил назвать элементарными процессами почвообразования. Среди них он предложил выделять три группы:

I. Элементарные почвообразовательные процессы, в которых ведущую роль играет превращение минеральной части почвенной массы:

- 1) первичное или примитивное почвообразование;
- 2) оглинение (сиаллитизация);
- 3) аллитизация (латеризация).

II. Элементарные почвенные процессы, в которых ведущую роль имеет превращение органической части почвенной массы:

- 1) гумусонакопление;
- 2) торфонакопление.

III. Элементарные почвообразовательные процессы, в которых ведущая роль принадлежит превращению и передвижению минеральных и органических продуктов почвообразования:

- 1) засоление (солончаковый процесс);
- 2) рассоление (солонцовый процесс и осолодение);
- 3) оглеение;
- 4) выщелачивание (лессиваж или псевдоподзоливание);
- 5) оподзоливание.

Развитие конкретных почвообразовательных процессов или их сочетания определяет формирование той или иной почвы с характерными для нее свойствами, морфологией.

Первичное (примитивное) почвообразование представляет собой первую ступень развития почвообразовательного процесса, прослеживается на выходах плотных горных пород при участии низших организмов. Под воздействием микроорганизмов, лишайников и мхов на поверхности скальной массивно-кристаллической породы образуется первичная почва. Она состоит из минералов исходных горных пород, промежуточных продуктов их разрушения и вторичных

синтетических глинистых минералов. Образование рыхлой минеральной почвенной массы является характерной чертой первичного (примитивного) почвообразования.

Первичное почвообразование подготавливает условия для поселения и развития травянистых, древесных, кустарниковых пород.

Оглинение (сиаллитизация) – образование вторичных глинистых минералов. Оно начинает развиваться при первичном почвообразовании, но достигает своего максимального развития в полноразвитых почвах, формирование которых идет не только при участии низшей, но и высшей растительности. Оглинению способствует высокое увлажнение при длительном периоде положительных температур и высокой напряженности биологического круговорота.

Оглинение сопровождается активным разрушением первичных минералов, образованием и накоплением глинистых минералов. Этот процесс сопровождается увеличением содержания в почвах илистой фракции и физической глины в целом, что обнаруживается по данным механического состава – увеличение содержания тонкопылеватой и илистой фракций. Наряду с этим в почвах, по сравнению с материнской породой, отмечается накопление железа, алюминия, марганца, магния, кальция. Оглинение может быть выражено в разной степени и захватывать большую или меньшую часть почвенного профиля.

Образующиеся при оглинении почв вторичные алюмо- и ферросиликаты имеют характерные молекулярное отношение кремнезема к оксиду алюминия, равное 3 или 4.

Латеризация (аллитизация) – почвообразовательный процесс, развивается в условиях жаркого и влажного климата, где под влиянием тепла и влаги, энергичного воздействия вышних и низших растительных организмов разрушаются не только первичные, но и вторичные глинистые минералы. При этом в почве накапливаются маловодные гидраты окислов железа и алюминия (до 80–90%), которые придают почвенной массе красную, желтую окраску. Относительное накопление окислов железа и алюминия в процессе латеризации является типичным явлением. Оно происходит за счет выноса всех остальных продуктов выветривания и почвообразования в условиях влажного климата и сквозного промачивания почвы. Латеризация не сопровождается оглинением почв. Латеризованная почвенная масса теряет свойства связности и пластичности и часто классифицируется по механическому составу как псевдопесок. В этих почвах молекулярное отношение кремнезема к алюминию меньше двух.

Гумусонакопление. Гумусонакопление – процесс превращения исходных материалов растительного и животного происхождения, сопровождающийся образованием новых, специфической природы гумусовых веществ. Образование гумуса и формирование гумусового горизонта является характерной чертой всякого почвообразования. Наиболее активно гумусообразование протекает при следующих определенных условиях: 1) ежегодное поступление в верхние горизонты почвы и на ее поверхность большого количества органических остатков, обогащенных зольными элементами, что наиболее характерно для травянистых растительных ассоциаций; 2) богатство материнской породы основаниями и в частности кальцием; 3) климатические условия, в которых периоды хорошего увлажнения почвы сменяются периодами ее иссушения, что препятствует быстрой минерализации органических остатков и способствует накоплению органического вещества в форме гумуса; 4) нейтральная или даже слабощелочная реакция среды; 5) обильная, преимущественно бактериальная почвенная микрофлора.

Дерновый процесс является одной из форм гумусонакопления. С увеличением гумуса в почве увеличивается содержание питательных элементов: азота, фосфора, калия.

Торфонакопление сопровождается *торфообразованием*, то есть накоплением на поверхности почвы, благодаря замедленной гумификации и минерализации органических веществ,

полуразложившихся растительных остатков. Предпосылкой для развития торфонакопления является продолжительный застой в почвенной толще влаги атмосферных осадков или ее грунтовое переувлажнение.

При интенсивном торфообразовании мощность торфяных горизонтов может превышать 1 метр.

Засоление почв – солончаковый процесс развивается под влиянием засоления почвенной толщи чаще всего в условиях сухого климата, где испаряемость больше количества осадков, почва не промывается, легкорастворимые соли накапливаются и засоляют почву. Содержание водорастворимых солей в почве может составлять единицы, а в солевых корках десятки процентов от веса почвы. Водорастворимые соли представлены карбонатами, сульфатами, хлоридами, нитратами кальция, магния, натрия. Соли последнего преобладают.

Солонцовый процесс развивается в условиях *рассоления* почвы. Его предпосылкой является присутствие в поглощающем комплексе почв ионов натрия и возможность передвижения почвенных растворов сверху вниз.

Под *солонцовым процессом* понимается внедрение в поглощающий комплекс иона натрия, в результате чего резкое повышение дисперсности органической и минеральной части, снижение устойчивости коллоидов по отношению к воде и возникновение щелочной реакции почв.

Осолодение – это глубокий распад вторичных и первичных минералов, совершающийся при активном участии диатомовых водорослей и сопровождающийся накоплением в верхней части профиля аморфного кремнезема и выносом в условиях щелочной среды диспергированных натрием коллоидных частиц.

Осолодение является более глубокой стадией рассоления солончаков. С развитием процесса рассоления солонцов складывается обстановка для резкого снижения водопроницаемости солонцового горизонта и периодического застоя вод на поверхности. Это способствует созданию в условиях щелочной среды благоприятной обстановки для развития диатомовых водорослей. Диатомовые водоросли для построения скелета используют кремнезем первичных и вторичных минералов, тем самым способствуют их разрушению. На месте бывшего солонцового горизонта формируется белесый, обогащенный кварцем и аморфными формами кремнезема горизонт осолодения.

Оглеение (глеевый процесс) представляет собой сложный биохимический восстановительный процесс, протекающий в анаэробных условиях при обязательном наличии органического вещества и участии анаэробных микроорганизмов. Есть и более лаконичное определение оглеения – процесс образования глинных минералов, содержащих закисное железо.

При длительном избыточном увлажнении, что является условием развития оглеения, образуются вторичные алюмо-ферросиликаты, в состав которых входит закисное железо. Они имеют сизоватую, грязно-зеленоватую или голубоватую окраску. Горизонты, в которых накапливаются эти минералы называются глеевыми. Если избыточное увлажнение непродолжительное, то образуется не сплошной глеевый горизонт, а появляются отдельные сизоватые, голубоватые пятна. Подобного рода горизонты называются оглеенными.

Выщелачивание (лессиваж) – это процесс удаления из почвенной толщи или перемещение в ее пределах не только водорастворимых солей, но и мелких илистых частиц. Французские почвоведы подобного рода процесс называют «лессиве». В отличие от подзолообразовательного процесса развитие процесса лессиве не сопровождается разрушением илистой фракции.

Оподзоливание (подзолистый процесс) – это сложный биохимический процесс сопровождающийся разрушением минеральной и, прежде всего, тонкодисперсной части почв под преимущественным воздействием кислых гумусовых веществ и выносом из верхней части почвенного профиля наиболее трудно подвижных продуктов выветривания и почвообразования – гидратов полуторных окислов. Оподзоливание является одним из процессов, приводящих к формированию подзолистого горизонта А2 (Е) с характерной для него белесой, серовато-белесой окраской.

Предпосылками развития подзолистого процесса являются:

- 1) сравнительно ограниченное поступление органических остатков в почву, а в случае их обильного поступления быстрое разложение и малая зольность;
- 2) специфические условия гумификации растительного опада, приводящие к образованию и накоплению преимущественно агрессивных фульвокислот и подвижных слабоконденсированных гуминовых кислот;
- 3) бедность материнских пород основаниями;
- 4) промывной водный режим и активный вынос из почвы подвижных продуктов выветривания и почвообразования.

Подзолообразование наиболее интенсивно развивается в таежной зоне под темнохвойными лесами. Водорастворимые фульвокислоты, перемещаясь с нисходящим током влаги из места своего образования – подстилки, вступают в контакт с зернами первичных и вторичных минералов и частично разрушают их. Продукты разрушения выносятся, что приводит к обеднению почвы в верхней части профиля коллоидами и полуторными окислами, одновременно накапливается устойчивый против процессов разложения кварц. Так формируется элювиальный (оподзоленный) горизонт. В средней части профиля, где осаждаются большая часть иллювирированных (вмытых) продуктов из вышележащих горизонтов, формируется иллювиальный горизонт.

Из вышеизложенного следует, что трансформация органических и минеральных веществ в почвах является производной взаимодействия живой и неживой природы.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение процессам выветривания и почвообразования.
2. Охарактеризуйте элементарные почвообразовательные процессы (ЭПП), в которых ведущую роль играет превращение минеральной части почвенной массы.
3. Охарактеризуйте ЭПП, в которых ведущую роль играет превращение органической части почвенной массы.
4. Охарактеризуйте ЭПП, в которых ведущая роль принадлежит превращению и передвижению минеральных и органических продуктов почвообразования.
5. Какова роль большого геологического и малого биологического круговоротов в формировании почв?

Тема 4. ОРГАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПОЧВ

Органическая часть почвы представлена органическими остатками растительных и животных организмов и гумусом и во многом определяется состоянием живой фазы почв.

Живая фаза почв представлена совокупностью организмов: растительных и животных микроорганизмов (водоросли, бактерии, грибы, актиномицеты); почвообитающих животных (простейшие, черви, моллюски, членистоногие).

Вся масса живого вещества выполняет большую и очень разнообразную работу: водоросли синтезируют новое органическое вещество путем фотосинтеза; бактерии, грибы, актиномицеты являются основными разрушителями органических остатков; некоторые микроорганизмы вызывают разрушение глинистых минералов, а мелкие животные, в частности дождевые черви, играют важную роль в переработке органических остатков и перемешивании их с минеральной частью почвы. Подавляющая часть процессов, протекающих в почве, так или иначе связана с участием в них живой фазы.

Элементарный состав органических остатков включает преимущественно углерод, водород, кислород и азот. Эти элементы входят в состав углеводов, лигнина, азотистых веществ, жиров, восков, смол, дубильных веществ, из которых состоят тела растительных и животных организмов. В них присутствуют и зольные вещества. *Зольными* называются вещества, остающиеся после сжигания растительных остатков. Основную массу золы составляют кальций, магний, калий, натрий, кремний, фосфор, сера, железо, алюминий, марганец. В составе золы растений преобладают кальций, калий, кремний. Зольность древесных растений 4–6%, травянистых 10–12%, у некоторых мхов – 1–2%, а у галофитов может достигать 50%.

Зольные элементы входят в состав различных соединений. Например, калий в виде солей органических кислот – в состав клеточного сока, кальций входит в состав хлорофилла, а фосфор и сера – в состав белков.

Отмершие органические остатки, поступив на поверхность почвы или в почву, подвергаются различного рода превращениям, которые представляют собой совокупность процессов разложения: *минерализации, микробного синтеза, гумификации.*

Минерализация органических остатков – это совокупность явлений, лежащих в основе разложения органических веществ на более простые соединения, которые в дальнейшем способны распадаться вплоть до образования углекислоты и воды.

Микробный синтез – это синтез более сложных органических соединений из более простых в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Гумификация, согласно Л.Н. Александровой, – сложный биофизико-химический процесс трансформации промежуточных высокомолекулярных продуктов разложения органических остатков в особый класс органических соединений – гумусовые кислоты.

В ходе гумификации часть промежуточных продуктов разложения органических веществ подвергается частичному окислению, полимеризации, уплотнению, соединению друг с другом.

Гумификация протекает при активном участии микроорганизмов. В результате гумификации в почве образуются совершенно новые гумусовые вещества, которых нет ни в исходных органических остатках, ни в продуктах микробного синтеза.

Скорость и характер гумификации, по мнению Л.Н. Александровой, зависят от своеобразия биологического круговорота в пределах той или иной территории, почвенно-экологических условий: влажности и аэрации, реакции среды, окислительно-восстановительных условий, интенсивности микробиологической деятельности, качественного состава микроорганизмов, механического, минералогического, химического состава минеральной части почвы.

Гумусовые вещества – это система высокомолекулярных азотосодержащих органических соединений циклического строения и кислотной природы. Кислотная природа последних предопределяет взаимодействие их с почвой и их закрепление в ней. Гумусовые вещества (*гумус*) – это гетерогенная полидисперсная система, составные части которой характеризуются различной степенью гумификации, что определяет специфичность их свойств и

возможность разделения на ряд фракций: *гуминовые кислоты, фульвокислоты и негидролизуемый остаток*, или *гумин*.

Гумусовые вещества составляют от 80 до 90% общего количества содержащего в почве органического вещества.

Интерес к гумусу уходит в далекое прошлое. В начале XIX столетия появилась теория гумусового питания растений, разработанная германским ученым Тэером, который отмечал «перегной – есть большая или меньшая часть почвы, и плодородие ее, в сущности, совершенно зависит от перегноя, ибо после воды он – единственное, что доставляет пищу растениям». Эта теория получила широкое распространение и активизировала изучение гумуса.

Генезис, плодородие почв во многом определяются качественным составом, величиной содержания гумуса.

Гуминовые кислоты (ГК) имеют непостоянный элементный состав, и он закономерно изменяется при переходе от северных лесных почв к южным степным. При этом уменьшается обводненность и понижается окисленность гуминовых кислот, повышается содержание углерода.

Элементный состав гуминовых кислот в процентах к массе варьирует в различных почвах: углерод – 52–62; водород – 3–4,5; азот – 3,5–4,5; кислород – 32–39 (Герасимов, 1965).

Содержание углерода лежит в основе дифференциации гуминовых кислот на две большие группы. В первую группу (серых или черных гуминовых кислот) входят ГК с содержанием углерода 40–42%, а во вторую (бурых) ГК с содержанием углерода 37–38%. Бурые гуминовые кислоты находятся в почве преимущественно в свободном состоянии, а черные ГК образуют соли с кальцием и магнием (гуматы кальция и магния). Бурые ГК называются еще ульминовыми кислотами. Они имеют менее конденсированное ядро и более подвижные. По химическому строению гуминовые кислоты представляют собой органические кислоты, то есть соединения, в состав которых входят карбоксильные группы (COOH), фенольные (OH), спиртовые группы (OH), а также метоксильные (OCH₃) и карбонильные (CO) группы. Ядра молекул ГК составляют бензольные кольца. Однозначной формулы гуминовых кислот пока нет.

Гуминовые кислоты имеют темный цвет – от темно-бурого до темно-коричневого. Они растворяются в едких щелочах и водных растворах аммиака, образуя растворы от вишнево-коричневой до черной окраски. ГК не растворяются в воде и минеральных кислотах. Со щелочными катионами – натрием, калием, аммонием, литием – гуминовые кислоты дают соли, легко растворяющиеся в воде. С двухвалентными катионами кальция, магния, бария и др., а также с трехвалентными катионами железа и алюминия ГК дают соли, не растворимые в воде.

Фульвокислоты (ФК), как и ГК, представляют высокомолекулярные азотосодержащие органические кислоты. Содержание углерода в ФК значительно ниже, а кислорода значительно выше, чем в ГК.

От гуминовых кислот они отличаются светлой окраской: ФК, выделенные из почвы в виде сухого препарата, имеют светло-бурый цвет, а их растворы – от соломенно-желтого до оранжевого.

ФК характеризуются более высоким содержанием функциональных групп. ФК, в отличие от ГК, растворяются в кислотах, воде, характеризуются большей гидрофильностью и способностью к кислотному гидролизу.

Соли фульвокислот (фульваты) со щелочными и щелочноземельными катионами – натрием, калием, аммонием, магнием, кальцием – растворимы в воде. С алюминием и желе-

зом ФК дают соединения, не растворимые в воде при нейтральной реакции, но растворимые при кислой и щелочной реакции среды.

Гумины – комплекс гуминовых кислот и фульвокислот, очень прочно связанный с минеральной частью почвы.

И.В. Тюрин внес в практику почвенных исследований определение группового и фракционного состава гумуса. Как отмечает Д.Е. Орлов (1985), количественное соотношение гуминовых кислот и фульвокислот характеризует *групповой состав гумуса*. Количественной мерой (показателем) *типа гумуса* является отношение содержания углерода гуминовых кислот к содержанию углерода фульвокислот – $C_{гк}:C_{фк}$. В зависимости от величины этого отношения различают четыре типа гумуса:

<i>гуматный</i>	$C_{гк}:C_{фк}$ больше 2;
<i>фульватно-гуматный</i>	$C_{гк}:C_{фк} = 1-2$;
<i>гуматно-фульватный</i>	$C_{гк}:C_{фк} = 0,5-1$;
<i>фульватный</i>	$C_{гк}:C_{фк}$ меньше 0,5.

Фракционный состав ГК *характеризуется набором следующих фракций*:

Фракция 1 – растворимая в непосредственной 0,1н щелочной вытяжке; это свободные и связанные с подвижными полуторными окислами ГК.

Фракция 2 – растворимая в 0,1н щелочной вытяжке только после декальцирования; это ГК, связанные преимущественно с кальцием.

Фракция 3 – растворимая в 0,2н щелочной вытяжке при нагревании; это ГК, связанные с устойчивыми полуторными окислами и глинистыми минералами.

Во *фракционном составе ФК* выделяются:

Фракция 1а – растворимая в 0,1н серной кислоте; это ФК свободные и связанные с подвижными полуторными окислами.

Фракция 1 – растворимая непосредственно в 0,1н щелочной вытяжке; это ФК, связанные с фракцией 1 гуминовых кислот.

Фракция 2 – растворимая в 0,1н щелочной вытяжке после декальцирования; это ФК, связанные с фракцией 2 гуминовых кислот.

Фракция 3 – растворимая в 0,2н щелочной вытяжке при нагревании; это ФК, связанная в почве с фракцией 3 гуминовых кислот.

Групповой и фракционный состав гумуса закономерно изменяется в зональном ряду почв. Так, в почвах тайги отношение $C_{гк}:C_{фк}$ варьирует от 0,3 до 0,6; в серых лесных почвах, черноземах лесостепной зоны это отношение возрастает соответственно от 0,9–1 до 2,5; а южнее черноземов вновь сужается в связи с увеличением содержания фульвокислот.

Групповой и фракционный состав гумуса в различных типах почв закономерно изменяется по профилю почв. Чаще всего в большинстве почв с глубиной нарастает доля фульвокислот, а соответственно отношение $C_{гк}:C_{фк}$ снижается до 0,1–0,3.

С содержанием гумуса тесно взаимосвязаны содержание питательных элементов в почве и прежде всего азота, состояние структуры, а также гидротермический режим почв, их генезис.

Содержание гумуса является одним из диагностических показателей качества почвы – ее бонитета.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте характеристику состава органических остатков.
2. Приведите определение процессов разложения органического вещества – минерализации, микробного синтеза, гумификации.
3. Рассмотрите состав и свойства гуминовых кислот.
4. Охарактеризуйте состав и свойства фульвокислот.
5. Назовите типы гумуса и их диагностические показатели.
6. Какова роль гумуса в плодородии почв?

Тема 5. ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Газообразная и жидкая фазы почв обладают большой динамичностью, наибольшей изменчивостью, тогда как большая часть ее твердой фазы инертна, так как входящие в ее состав соединения не растворимы в воде. Лишь некоторая часть твердой фазы почв способна все же принимать участие в целом ряде быстро протекающих реакций, так как имеет большую удельную поверхность, которая зависит от размера частиц.

Часть твердой фазы почв, способную принимать участие в быстрых реакциях обмена с элементами почвенных растворов, выделяют как *почвенные коллоиды* или *почвенно-коллоидный комплекс*. С почвенно-коллоидным комплексом тесно связана поглотительная способность почвы.

Поглотительная способность почв – это способность почв обменно либо необменно поглощать различные твердые, жидкие и газообразные вещества или увеличивать их концентрацию у поверхности содержащихся в почве коллоидных частиц.

Поглотительная способность почв во многом определяет свойства, плодородие, генезис почв.

К.К. Гедройц (1887–1932) является основоположником развития учения о почвенных коллоидах, поглотительной способности почв.

К.К. Гедройц, отметив, что почва обладает способностью «задерживать те или другие вещества, приходящие в соприкосновение с ее твердой фазой через циркулирующие в ней воды», предложил различать несколько видов поглотительной способности: *механическую, физическую, физико-химическую (обменную), химическую и биологическую*.

Механической поглотительной способностью К.К. Гедройц назвал «свойство почвы, как всякого пористого тела, не пропускать через себя, задерживать частицы, взмученные в фильтрующейся через почву воде, раз эти частицы больше некоторой величины».

Физической поглотительной способностью почв К.К. Гедройц назвал способность почв поглощать из растворов «целые молекулы растворенных в почвенной влаге электролитов, а также основные продукты гидролитического расщепления солей слабых кислот и сильных оснований». При этом могут поглощаться не только целые молекулы, но и коллоиды вследствие их коагуляции.

Физико-химическая (обменная) поглотительная способность почв – способность почв «обменивать некоторую часть содержащихся в твердой ее фазе катионов на эквивалентное количество катионов, находящихся в соприкасающемся с нею растворе... Поглощаемый из раствора при этом катион или поглощаемые катионы, если в растворе их несколько, в том или другом количестве исчезают из раствора и становятся в соединения твердой фазы почвы, а вместо них в раствор... переходит из твердой фазы почвы эквивалентное количество дру-

гого или других катионов» (Роде, 1955). Обменно почвой могут поглощаться не только катионы, но и анионы, хотя подобное встречается значительно реже.

Химическая поглотительная способность почв, согласно К.К. Гедройцу, заключается в том, что «те анионы растворенных солей, которые дают с катионами, находящимися в почвенном растворе, нерастворимые или малорастворимые соли будут выпадать из раствора в виде соответствующих солей». Например, находящийся в растворе ион фосфорной кислоты PO_4^{-3} поглотится почвой в результате образования фосфата железа.

Биологическая поглотительная способность почв связана с наличием в ней микроорганизмов и корней растений. «Те и другие, – подчеркивает К.К. Гедройц, – в процессах жизнедеятельности поглощают из почвенного раствора различные вещества». Отличительной ее чертой является избирательность, то есть микроорганизмы и корни растений усваивают те или иные ионы в количествах, совершенно иных, чем они находятся в почве.

К.К. Гедройц установил законы, определяющие физико-химическую (обменную) поглотительную способность почв. Он ввел такие понятия, как *обменные катионы*, *емкость обмена*, показал, насколько велико влияние обменных катионов на реакцию почв, способность к ее набуханию, структуру, фильтрационную способность, дисперсность и ряд других показателей почв. Им установлено, что носителем обменной способности почв является коллоидальная часть почвы, которую он назвал *почвенно-поглощающим комплексом*. К.К. Гедройц доказал, что определенному типу почв характерен свой состав обменных катионов. Им была разработана классификация почв, основанная на их коллоидно-химических признаках.

Почвенно-поглощающий комплекс (ППК) – это совокупность минеральных, органических и органоминеральных соединений в высокой степени дисперсности, нерастворимых в воде и способных поглощать и обменивать поглощенные ионы (Розанов и др., 1988).

Коллоидным состоянием вещества называют его состояние в высокой степени дисперсности или раздробления.

Дисперсные системы по величине частиц делятся на три группы: *предколлоидные системы* (диаметр частиц 0,001–0,0001 мм), *коллоидные системы* (диаметр частиц 0,0001–0,000001 мм), *молекулярные растворы* (диаметр частиц меньше 0,000001 мм).

Поглотительной способностью обладают как коллоидные, так и предколлоидные частицы. Образуются почвенные коллоиды двумя путями – *конденсационным* и *дисперсионным*.

Конденсационный путь – соединение молекулярно раздробленных веществ, а *дисперсионный* – это образование почвенных коллоидов в процессе выветривания и почвообразования в результате дробления крупных частиц.

В материальном отношении почвенные коллоиды подразделяются на три группы: *минеральные*, *органические* и *органоминеральные*. В большинстве почв преобладают минеральные коллоиды, состоящие преимущественно из глинистых минералов.

Органические коллоиды представлены главным образом гумусовыми веществами.

Органоминеральные коллоиды часто представлены соединением фульвокислот с оксидом железа и алюминия.

Характерной особенностью почвенных коллоидов является их большая поверхность. Для примера рассмотрим динамику поверхности грани кубика объемом 1 см³ твердого вещества при его измельчении. При длине ребра кубика 1 см общая поверхность кубика составляет 6 см²; при длине ребра 0,1 см общая поверхность возрастает до 60 см², а при длине ребра 0,000001 см общая поверхность всех кубиков составит 60000000 см² или 0,6 га.

Если учесть, что в реакциях обмена участвуют только молекулы и ионы, входящие в состав поверхностного слоя частиц, то станет понятным, почему появляются коллоидные свойства, степень выраженности которых нарастает с уменьшением размера почвенных частиц.

А.А. Роде и В.Н. Смирнов (1972) так описывают строение почвенных коллоидов (рис. 5). Внутри коллоидной частицы находится *ядро*, представленное пластинчатым кристаллом какого-нибудь глинистого минерала. Некоторые ионы, входящие в поверхностный слой ядра, имеют свободные заряды (энергетически ненасыщенные валентности), совокупность которых и определяет заряд самого ядра. Слой поверхностных ионов ядра называется *внутренним* или *потенциалопределяющим слоем*, так как от него зависит величина и знак заряда ядра. Большинство коллоидов, находящихся в почве, имеют отрицательный заряд.

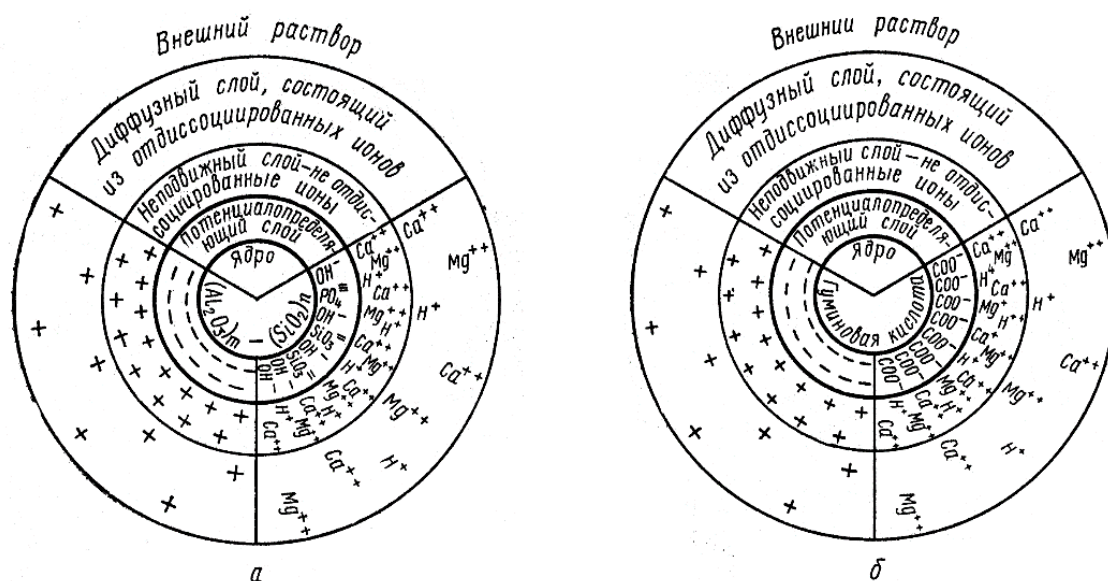


Рис. 5. Схема строения коллоидных почвенных частиц (по Н.И. Горбунову):
а – минеральный, б – органический

В потенциалопределяющем слое могут быть ионы OH^- , PO_4^{3-} , SiO_3^- . Отрицательный заряд ядра уравновешивается расположенными вокруг него положительно заряженными катионами (Ca^{++} , Mg^{++} , H^+ , Fe^{+++} , Al^{+++}), образующими *слой компенсирующих ионов*.

Компенсирующие ионы расположены вокруг *гранулы* (гранула – это совокупность ядра и потенциалопределяющего слоя) двумя слоями. Один – внутренний – неподвижный слой, непосредственно прилегает к потенциалопределяющему слою (гранула с неподвижным слоем называется *коллоидной частицей*) и второй – внешний – так называемый диффузный слой компенсирующих ионов. Ионы компенсирующего слоя обладают способностью к эквивалентному обмену на ионы того же знака заряда из окружающего почвенного раствора. Наиболее легко обмениваются ионы диффузного слоя, несколько труднее – ионы неподвижного слоя. Коллоидная частица совместно с диффузным слоем образует *мицеллу*.

Коллоидная мицелла в целом нейтральная. Основная масса мицеллы принадлежит грануле, поэтому заряд последней рассматривается как заряд всего коллоида.

Свойства почвенных коллоидов. Коллоиды, в потенциалопределяющем слое которых содержатся отрицательно заряженные ионы и диссоциирующие в раствор водородные ионы, называются *ацидоидами* (кислотоподобными коллоидами). Сюда относятся почвенные коллоиды, представленные кремнекислотой, фульвокислотами, кристаллическими глинистыми минералами.

Базоидами называются почвенные коллоиды, несущие положительный заряд и диссоциирующие в раствор ионы гидроксила (OH^-). Они обладают свойствами оснований. Базоиды способны к поглощению и обмену анионов. К группе базоидов относятся почвенные коллоиды, представленные белками, гидратами окислов железа и алюминия.

Некоторые коллоиды способны менять знак заряда: в кислой среде они заряжены положительно, а в щелочной – отрицательно. Такие коллоиды называются *амфолитоидами*. К ним относятся гидраты окислов железа и алюминия. В кислой среде они выступают как базоиды, а в щелочной – как ацитоиды.

По отношению к воде коллоиды подразделяются на *гидрофильные* и *гидрофобные*. Гидрофильные коллоиды способны гидратироваться, т.е. удерживать на своей поверхности большие пленки воды, а гидрофобные слабо гидратируются. К первым относятся монтмориллонит, кремнекислота, гуминовые кислоты, фульвокислоты, белки, а ко вторым – гидроокись железа, каолинит.

Почвенные коллоиды при одних условиях могут находиться в состоянии *золя* (коллоидного раствора), а при других могут осаждаться из растворов в виде студнеобразного осадка – *геля*.

Переход коллоидов из состояния золя в состояние геля называется *коагуляцией*, или свертыванием, а обратный переход из геля в золь – *пептизацией*. Предпосылкой коагуляции является либо дегидратация (в ходе высушивания почвы, замораживания), либо изменение электрокинетического потенциала частиц вследствие прибавления в коллоидный раствор электролитов.

Состав обменных катионов и *емкость поглощения почв* зависят от состава и свойств ППК, а также от свойств растворов, взаимодействующих с почвой.

Способность катионов при обменном поглощении внедряться в компенсирующий слой ионов неодинакова. Наиболее распространенными в почвах обменными катионами являются Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Al^{+++} , H^+ . Способность поглощения нарастает с увеличением атомного веса и валентности катионов. Степень поглощения иона водорода наибольшая, у кальция она несколько ниже, чем у иона водорода, но выше, чем у остальных вышеперечисленных катионов.

Состав обменных катионов различных типов почв неодинаков. В черноземах обменными катионами преимущественно являются кальций и магний, у подзолистых помимо них есть водород и алюминий, для засоленных почв характерно наличие среди поглощенных оснований натрия, а у красноземов в числе обменных катионов преобладают алюминий и водород.

Почвы, в зависимости от состава поглощенных катионов, подразделяются на *насыщенные* и *ненасыщенные*. Насыщенные основаниями почвы не содержат водорода и алюминия (черноземы, каштановые почвы). Ненасыщенные основаниями почвы содержат кроме кальция и магния поглощенный водород и алюминий (подзолы, красноземы).

Сумма поглощенных оснований и *емкость поглощения* являются параметрами, характеризующими *поглотительную способность почв*.

Суммой поглощенных оснований называют общее количество поглощенных оснований. Суммарное количество способных к обмену поглощенных катионов называется *емкостью поглощения почвы*. Сумма поглощенных оснований и емкость поглощения выражаются в миллиграмм-эквивалентах (мг/экв) на 100 г почвы.

Емкость поглощения зависит от содержания гумуса, механического, минералогического состава почв, от ее реакции.

Глинистые минералы имеют различную емкость поглощения: каолинит от 3 до 15 мг/экв, гидрослюда 20–40 мг/экв, монтмориллонит от 60 до 100 мг/экв на 100 почвы, тогда как у гуминовых кислот она составляет 350–450 мг/экв.

Содержание поглощенных оснований, их качественный состав оказывают большое влияние на физико-химические свойства почвы, реакцию среды, подвижность органического вещества, степень дисперсности минеральной части почвы, ее агрегированность.

Почвенная кислотность и щелочность. Физико-химическая поглотительная способность почв и почвенная кислотность и щелочность тесно взаимосвязаны.

Носителем кислотности могут быть почвенные коллоиды, а также почвенные растворы.

Кислотность определяется ионами водорода. Различают *актуальную (активную)* и *потенциальную (обменную)* формы кислотности.

Актуальная кислотность обуславливается ионами водорода почвенного раствора. Он появляется в почвенном растворе в ходе диссоциации фульвокислот, угольной, уксусной, щавелевой, лимонной и других кислот.

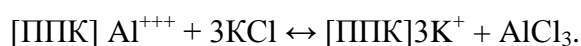
Реакция почвенного раствора характеризуется концентрацией ионов водорода в г/л и выражается *величиной рН*, представляющей отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода. При кислой реакции раствора величина рН меньше 7, при щелочной – больше 7 и при нейтральной – равна 7. При этом по величине рН различают: сильнокислые почвы – 3,0–4,5; кислые – 4,5–5,5; слабокислые – 5,5–6,5; нейтральные 6,5–7,0; слабощелочные 7,0–7,5; щелочные – 7,0–8,5; сильнощелочные – 8,5 и более.

Потенциальная кислотность обуславливается поглощенными ионами водорода и алюминия. Она обнаруживается в ходе взаимодействия почвы с растворами солей, когда катионы этих солей вытесняют ионы водорода и алюминия в раствор. Различают две формы потенциальной кислотности – *обменную и гидrolитическую*.

Обменная кислотность проявляется при обработке почвы раствором нейтральной соли. Схематически реакцию обмена можно выразить так:



Ионы водорода, перешедшие в раствор, и обусловили подкисление водного раствора. Несколько иначе выглядит схема взаимодействия с поглощенным алюминием:



Хлористый алюминий подвергается гидролизу, в результате которого в растворе появляется соляная кислота:



Величину обменной кислотности выражают в единицах рН солевой вытяжки.

Гидролитическая кислотность проявляется при воздействии на почву гидролитически щелочных солей. При обработке почвы раствором нейтральной соли вытесняются не все поглощенные ионы водорода и алюминия. Более полное вытеснение происходит при обработке почвы раствором гидролитически щелочной соли, например CH_3COONa . Эту реакцию можно представить так:



Количество уксусной кислоты характеризует величину гидролитической кислотности, она больше обменной, выражается в мг/экв на 100 г почвы и обозначается символом Н.

Доля участия в ППК поглощенных водорода и алюминия определяется *степенью насыщенности основаниями*.

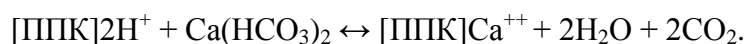
Степень насыщенности основаниями (V) – это количество обменных оснований (обычно $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$), выраженное в процентах от емкости поглощения:

$$V = \frac{S}{E} \cdot 100 \text{ или } V = \frac{S}{(S + H)} \cdot 100,$$

где V – степень насыщенности основаниями, %; S – сумма обменных оснований, мг/экв на 100 г почвы; E – емкость поглощения, мг/экв на 100 г почвы; H – гидролитическая кислотность, мг/экв на 100 г почвы.

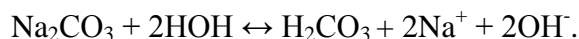
В разных почвах степень насыщенности основаниями колеблется от 5 до 100%. При степени насыщенности основаниями ниже 50% нуждаемость почв в известковании сильная, от 55 до 70 % – средняя, от 70 до 80 % – слабая.

Для установления оптимальной реакции почвенного раствора разработаны способы, основой которых является регулирование состава обменных оснований. Наиболее известный способ уменьшения кислотности – *известкование*. В присутствии углекислоты известь переходит в растворимый бикарбонат: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и происходит необменное поглощение H^+ . Кальций бикарбоната замещает поглощенный водород.



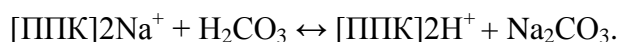
Щелочность. Различают *актуальную* и *потенциальную* щелочность.

Актуальная щелочность обуславливается присутствием в почве гидролитически щелочных солей – Na_2CO_3 , NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgCO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и других, которые при диссоциации обуславливают появление в почвенных растворах гидроксил-ионов.

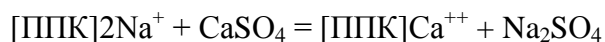


Актуальная щелочность обычно выражается величиной pH.

Потенциальная щелочность обнаруживается в почвах, содержащих поглощенный натрий. При взаимодействии почв с угольной кислотой поглощенный натрий ППК замещается водородом и появляется сода, подщелачивающая раствор:



Известно, что щелочная реакция, обуславливая неблагоприятные физические и химические свойства почв, негативно сказывается на их плодородии. Так, при pH 9–10 почвы во влажном состоянии выделяются большой вязкостью, липкостью, слабой водопроницаемостью, а в сухом состоянии – значительной твердостью, цементированностью и бесструктурностью (Белицина и др., 1988). Для химической мелиорации содово-засоленных почв для устранения избыточной щелочности проводится гипсование:



Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Назовите типы поглотительной способности и дайте их определение.
2. Охарактеризуйте состав и строение почвенных коллоидов.
3. Рассмотрите свойства почвенных коллоидов.
4. Дайте определение видов почвенной кислотности.
5. В каких пределах изменяется значение pH почвы?
6. Как определяется степень насыщенности почв основаниями?
7. Какова роль известкования и гипсования в регулировании pH почвы?

Тема 6. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ

Классификация почв – это объединение почв в группы по их важнейшим свойствам, происхождению и особенностям плодородия.

Принципы и методы классификации почв эволюционировали вместе с развитием науки о почве. Среди существующих выделяется следующий ряд классификаций: *эколого-генетические, факторно-генетические, собственно-генетические, эволюционно-генетические, историко-генетические.*

Эколого-генетические классификации строятся на основании учета свойств почв, режимов почвообразования и их взаимосвязи с факторами почвообразования. Факторно-генетические классификации строятся преимущественно на учете факторов почвообразования. Собственно-генетические классификации основываются прежде всего на учете важнейших свойств почв с анализом условий почвообразования. В 1997 и 2004 годах предприняты попытки разработки классификации и диагностики почв России (Шишов и др., 2004).

При разработке классификации почв необходимо решение ряда вопросов: установление и точная формулировка принципов классификации; разработка таксономических единиц, составление систематического списка почв, разработка номенклатуры почв, установление диагностических признаков почв.

В классификации почв России 2004 года в качестве ее основной единицы, как и в более ранних классификациях, выделяется тип почвы. Тип почвы – это основная таксономическая единица, характеризующаяся единой системой основных генетических горизонтов и общностью свойств, обусловленных сходством режимов и процессов почвообразования.

Согласно решению междудеятельственной комиссии по номенклатуре, систематике и классификации почв при АН СССР 1958 года в один тип объединяются почвы, которые развиваются в однотипно-сопряженных биологических, климатических и гидрологических условиях и характеризуются ярким проявлением основного процесса почвообразования при возможном сочетании с другими процессами.

«Характерные черты почвенного типа определяются: 1) однотипностью поступления органических веществ и процессов их превращения и разложения; 2) однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органоминеральных новообразований; 3) однотипным характером миграции и аккумуляции веществ; 4) однотипным строением почвенного профиля; 5) однотипной направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия почв». Примеры типов почв: бурые лесные почвы, черноземы, каштановые, серые лесные почвы, красноземы, солончаки, солонцы, солоды.

Типы почв могут быть разделены на более мелкие единицы, а также, наоборот, объединены в более крупные.

Ниже типа выделяется подтип, род, вид, разновидность и разряд почв.

Подтип почвы представляет группу почв в пределах типа, качественно отличающихся по проявлению основного и налагающегося процессов почвообразования и являющихся переходными ступенями между типами.

Как отмечают Л.Г. Богатырев и другие (1988), появление подтипа может быть обусловлено: 1) наложением дополнительного процесса почвообразования (глево-подзолистая почва, чернозем оподзоленный); 2) существенной динамикой основного признака типа (светло-серые, серые, темно-серые лесные почвы); 3) спецификой положения в пределах почвенной зоны (южный чернозем).

Род почвы выделяется в пределах подтипа. Представляет группы почв в пределах подтипа, качественные генетические особенности которых определяются рядом местных условий: составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод, реликтивными признаками почвообразующего субстрата (солонцеватые, остаточно-луговые, остаточно-подзолистые). Например, бурые лесные почвы на элювии гранита, бурые лесные почвы на базальтах.

Вид почвы – группы почв в пределах рода, различающиеся по степени развития основного почвообразовательного процесса (степени оподзоленности, гумусированности, степени засоленности). Например, в пределах подзолистых почв по степени выраженности подзолообразования выделяют виды: сильно-, средне-, слабооподзоленные почвы.

Разновидность почв – группы почв, в пределах вида, различающиеся по механическому составу верхних почвенных горизонтов (легкосуглинистые, супесчаные, глинистые).

Разряд почв – группы почв, формирующихся на однородных в генетическом отношении почвообразующих породах (на граните, известняке, аллювии).

Классификационное определение почвы связано с почвенной диагностикой. Как отмечают Л.Г. Богатырев и другие (1988), «под диагностикой почв понимается процесс описания почвы в соответствии с определенными правилами в целях ее систематического определения, то есть в целях отнесения к тому или иному известному либо новому типу и соответствующим более низким таксономическим единицам».

Для определения типа почвы необходимо:

- 1) определить тип почвенного профиля, составляющие его генетические горизонты, сравнив эти данные со схемой строения различных почв;
- 2) определить тип географического ландшафта;
- 3) определить географический ареал данной почвы;
- 4) определить основные и неосновные элементарные почвообразовательные процессы;
- 5) определить тип миграции и аккумуляции веществ в данной почве, сопоставив его с другими типами.

При диагностике почв в первую очередь используются данные морфологического строения профиля, условия формирования почв, данные по содержанию и характеру внутрипочвенной дифференциации гумуса, состава поглощенных оснований, а также внутрипрофильная дифференциация физической глины, песка, ила и валового химического состава.

В классификации почв России 2004 года введены две надтиповые категории – стволы и отделы, на целесообразность введения которых указывал еще в 1982 году В.М. Фридланд.

Ствол – высшая таксономическая единица, отражающая разделение почв по соотношению процессов почвообразования и накопления осадков. Среди них выделяются три категории: постлитогенные, синлитогенные, органогенные.

К стволу *постлитогенных* почв относятся почвы, в которых почвообразование осуществляется на сформировавшейся минеральной почвообразующей породе и существенно не нарушается отложением свежего материала.

В почвах *синлитогенного* ствола почвообразование протекает одновременно с осадконакоплением, что находит отражение в профиле почв (аллювиальные и вулканические почвы).

Ствол *органогенных* почв объединяет почвы, профиль которых (весь или его большая часть) состоит из торфа различной степени разложения и ботанического состава.

Отдел – группа почв, характеризующаяся единством основных процессов почвообразования, формирующих главные черты почвенного профиля.

В большинстве случаев сходство почв отдела проявляется в специфике средней части профиля (срединные горизонты). Например, все типы отдела альфегумусовых почв характе-

ризуются наличием иллювиального альфегумусового горизонта как следствия хемогенной дифференциации профиля; типы отдела глеевых почв объединяются глеевым горизонтом и т.д. Исключения составляют почвы, в которых специфика профиля определяется органическим или гумусовым горизонтом.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Что следует понимать под классификацией почв?
2. Назовите основную единицу классификации почв и дайте ее определение.
3. Назовите характерные черты типа почв.
4. Приведите определение надтиповых единиц классификации почв – почвенных створов, отделов.
5. Дать характеристику подтиповых единиц почвенной классификации.

ЧАСТЬ II. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ ПОЧВ

Тема 7. КЛИМАТ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ

Влияние климата на почву дифференцируется на прямое и косвенное. Прямое влияние проявляется в том, что климат предопределяет гидротермический режим почв, а косвенное – в его воздействии на растительность, жизнедеятельность организмов, почвообразующую породу.

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Тепловой, водный режимы почв в значительной мере определяют интенсивность всей совокупности процессов: химических, физических, биологических. С повышением температуры на 10 градусов скорость химических реакций возрастает в два-три раза. Интенсивность и скорость разложения органических остатков, жизнедеятельность организмов, гумусообразование и гумусонакопление тесно взаимосвязаны с температурными условиями и их динамикой. Поэтому в разных регионах земного шара мощности почвенного профиля и продуктов выветривания сильно различаются.

С отрицательными температурами связано развитие ряда почвообразовательных процессов. В почвах, расположенных в местах распространения многолетней мерзлоты, наблюдается надмерзлотное накопление гумуса (ретинизация гумуса), надмерзлотное оглеение даже при небольшом значении количества осадков, криотурбация (мерзлотное перемешивание почвенной массы), солифлюкция, термокарст. С криогенными явлениями связано ожелезнение верхней части профиля и его оструктуривание.

Тепловой режим почв представляет совокупность всех явлений поступления, перемещения и расхода тепла на определенном отрезке времени. Тепловой режим почв динамичен, определяется преимущественно радиационным балансом, который изменяется в зависимости от широты местности и времени года от 20–40 ккал/см² в год в тундровой зоне до 30–50 ккал/см² в черноземной и более 75 ккал/см² в тропиках. Тепловой и температурный режимы почв тесно взаимосвязаны между собой.

Средняя годовая температура почвы в пределах СНГ варьирует от -12°C до +20°C, т.е. выделяются области положительных и отрицательных температур на глубине 20 см. В пределах распространения многолетне мерзлотных пород преобладают отрицательные среднегодовые температуры.

В северном полушарии выделяются пять термических поясов: полярный, бореальный, суббореальный, субтропический и тропический. Каждому из них соответствует сумма активных температур. В пределах полярного пояса она равна 400–600°C, бореального 1800–2400°C, суббореального 3200–4000°C, субтропического 7000–8000°C, тропического больше 8000°C.

Среднемесячная температура почвы самого теплого периода меняется от 0° до 36°C. Изотерма ее значений в ряде случаев совпадает с границей распространения отдельных типов, подтипов почв. Например, изотерма в 8° отделяет северную часть таежной зоны с подзолистыми почвами от ее южной части с дерново-подзолистыми почвами, а изотерма 10° подходит близко к северной границе серых лесных почв, изотерма 16° проходит у северной границы полупустынь со светло-каштановыми почвами.

Изолинии зимних температур преимущественно идут в меридиональном направлении; чаще всего с ними связано проявление фациальных особенностей почвенного покрова.

Температура самого холодного месяца изменяется от 8° на юге до -32° на северо-востоке СНГ.

Годовой максимум температуры почвы на глубине 20 см наступает в августе, а минимум в феврале.

Согласно В.М. Димо (1960), почвы различаются по температурному режиму, который она предложила классифицировать на основе учета интенсивности промерзания, процессов нагревания и оттаивания, охлаждения и промерзания.

Выделяют следующие типы температурного режима почв:

Мерзлотный тип – процесс нагревания почвы сопровождается процессом протаивания. Преобладает процесс охлаждения почвы. Сезонная и многолетняя мерзлота смыкаются. Многолетняя мерзлота сплошная. Среднегодовая температура почвы всегда отрицательная.

Длительно сезоннопромерзающий тип – процесс нагревания сопровождается в начальный период процессом оттаивания, а процесс охлаждения сопровождается глубоким промерзанием. Длительность процесса промерзания не менее 5 месяцев, а глубина проникновения отрицательных температур не менее 1 метра. Сезонное промерзание не смыкается с многолетнемерзлыми породами, которые имеют островной характер распространения или вообще отсутствуют. Преобладает положительная среднегодовая температура.

Сезоннопромерзающий тип – оттаивание почв по мере развития процессов нагревания. Процесс охлаждения приводит к неглубокому промерзанию, а отрицательные температуры проникают не глубже 2 метров. Сезонное промерзание сохраняется от нескольких дней до 5 месяцев. Многолетняя мерзлота отсутствует, среднегодовая температура положительная.

Непромерзающий тип. Промерзание почв не отмечается, отрицательные температуры держатся от одного до нескольких дней. Температура самого холодного месяца на глубине 20 см положительная.

Условно выделяется тип *постоянной биологической активности*, температура более 10° в самый холодный период.

Данные температурного режима почв используются для выделения почвенно-биоклиматических провинций, способствуют решению ряда классификационных и генетических вопросов, уточнению диагностики почв.

Тепловой режим почв определяет общую широтно-зональную географическую закономерность дифференциации почв, которая тесно связана с энергетикой почвообразования. Тепловой режим почв теснейшим образом связан с их водным режимом.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Значение влаги в формировании и распространении почв очень важно. Даже в пределах одной зоны увлажнение почв на разных элементах рельефа различается. С.С. Неуструев предложил различать *автоморфные* и *гидроморфные* почвы. У первых источником увлажнения является влага атмосферных осадков, а у вторых – влага грунтовых или поверхностных вод.

Соотношение прихода и расхода влаги в почве определяет ее водный баланс, который и характеризует *тип водного режима почв*.

Под *водным режимом почв* понимается совокупность всех явлений поступления, перемещения, удержания и расхода влаги за определенный период. Водный режим определяет направление и интенсивность миграции продуктов выветривания и почвообразования, определяя тем самым облик самого почвенного профиля, структуры почвенного покрова.

Г.Н. Высоцкий выделил *пермацидный (промывной), импермацидный (непромывной), эксудационный (выпотной)* и *водозастойный* типы водного режима, а А.А. Роде – шесть типов водного режима.

Мерзлотный тип характерен для почв с постоянным мерзлотным водоупором. При обильном поступлении влаги на поверхность почвы в ее теле создается надмерзлотная верховодка. Подобный водный режим присущ мерзлотно-таежным почвам.

Промывной тип характерен для гумидных областей, где годовая сумма осадков превышает испаряемость. Почвы подвержены сквозному промачиванию профиля, влага осадков смыкается с грунтовыми водами. Нисходящие токи влаги преобладают над восходящими. Такой тип водного режима свойственен для почв таежной зоны (подзолистых, болотно-подзолистых почв).

Периодически промывной тип водного режима возникает в тех местах, где средняя многолетняя сумма атмосферных осадков приблизительно равна средней многолетней величине испаряемости. Равновесие неустойчивое, режим складывается то по типу промывного, то непромывного. Серые лесные и черноземы лесостепи имеют подобный тип водного режима.

Непромывной тип характерен для областей, где сумма осадков значительно меньше величины испаряемости. Почва промачивается осадками на некоторую глубину, а так как грунтовые воды залегают глубоко, то под промоченной толщей постоянно сохраняется слой с влажностью, близкой к завяданию. Влага, просачивающаяся в почву, возвращается в атмосферу за счет ее испарения и десукции. Для почв с таким типом водного режима характерно скопление гипса, карбонатов, водорастворимых солей, таковыми являются степные черноземы и каштановые почвы.

Дессуктивно-выпотной тип водного режима развит в пределах территорий, где сумма осадков значительно меньше величины испаряемости, а грунтовые воды заходят в почвенную толщу. Преобладает восходящее движение влаги, которая, выпотевая через растение, уходит в атмосферу. Такой тип водного режима характерен для лугово-черноземных, лугово-каштановых почв.

Выпотной тип водного режима создается при условиях, аналогичных дессуктивно-выпотному типу, но при более близком залегании почвенно-грунтовых вод к дневной поверхности. Влага испаряется непосредственно физически и в меньшей мере через растение.

Водный режим почв определяется общеклиматическими условиями, являясь важным фактором многообразия почв.

Изучение взаимосвязи между отдельными типами теплового и водного режимов почв привело к определению гидротермических коэффициентов. Гидротермические коэффициенты отражают количественное выражение взаимосвязи гидротермического режима почв и закономерности дифференциации почвенного покрова.

В 1904 г. Г.Н. Высоцкий ввел *коэффициент увлажнения*, соответствующий частному от деления среднегодовой суммы осадков на испаряемость с водной поверхности:

$$K_u = Q : \text{Исп},$$

где K_u – коэффициент увлажнения; Q – годовое количество осадков; Исп. – величина испаряемости, которая соответствует величине испарения с единицы водной поверхности.

Он выделил четыре зоны, для каждой из которых характерен определенный коэффициент увлажнения: лесная зона – 1,33; лесостепная – 1,0; степная черноземная – 0,66; южная сухостепная – 0,33.

Широко известен *радиационный индекс сухости*, соответствующий отношению R – величины годового радиационного баланса поверхности к L_g – количеству тепла, необходимо-

го для испарения годового количества осадков. Этот коэффициент связывает тепловые условия и степень влагообеспеченности. Значение радиационного индекса сухости возрастает от северной тундры (0,37) до пустынной зоны (15). Зоны, в которых соотношение тепла и влаги близко к единице, отличаются наивысшей продуктивностью биомассы. При этом наибольший прирост наземной растительной массы отмечается при индексе сухости немного меньше единицы, а наибольшие мощности профиля соответствуют значениям индекса сухости немного более единицы.

Таким образом, влияние климата на формирование и распространение почв проявляется в разных типах гидротермических условий почвообразования.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. В чем проявляется прямое и косвенное воздействие климата на почву?
2. Перечислите показатели теплового режима почв.
3. Охарактеризуйте типы температурного режима почв.
4. Какие существуют типы водного режима почв?
5. Как определяется коэффициент увлажнения и радиационный индекс сухости почв?
6. Определите тип водного режима в подзолистых, серых лесных и каштановых почвах.

Тема 8. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ, ЖИВОТНЫЙ МИР И МИКРООРГАНИЗМЫ КАК ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ

Роль живых организмов в формировании почв, почвенного покрова весьма разнообразна. География растительных сообществ в значительной мере обуславливает формирование и распространение почв, трансформируя минералогический, химический состав почв, физические свойства, тепловой и водный режимы почв. Существует тесная взаимосвязь между растительностью и содержанием гумуса, его качественным составом, географическими закономерностями гумусообразования.

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГУМУСООБРАЗОВАНИЯ

В.В. Докучаев (1883) впервые обратил внимание на закономерные изменения содержания гумуса в зависимости от географических условий.

Содержание гумуса различается в зависимости от типовой принадлежности почв. Оно увеличивается от подзолистых почв тайги (2–3%) к серым лесным (4–5%) и черноземам (в среднем 10%) лесостепи, а по мере дальнейшего продвижения на юг его содержание падает. Так, в каштановых почвах сухих степей оно снижается до 3–4%, в бурых полупустынных и серо-бурых почвах пустынь – до 0,3–0,5%. Одновременно с этим увеличивается валовое содержание гумуса в метровой толще почв: от 100 т/га в подзолистых, до 150–300 т/га в серых лесных почвах, достигая наибольших значений в черноземах – 700 т/га.

Закономерен и характер внутрипрофильной дифференциации гумуса. В подзолистых и серых лесных почвах около половины гумуса сосредоточено в слое 0–20 см, а в черноземах гумус распределен на большую глубину. С продвижением на юг в каштановых и бурых полупустынных почвах вновь наблюдается повышение концентрации гумуса в слое 0–20 см. Вышеназванные отличия обуславливаются особенностью поступления растительных остатков, из которых образуется гумус.

Параллельно с изменением содержания гумуса меняется его качественный состав. Так, величина отношения углерода к азоту, свидетельствующая об обогащении гумуса азотом в черноземах, составляет 11–12 и уменьшается как в почвах, расположенных севернее их (в подзолистых и серых лесных почвах – 8–10), так и южнее (в каштановых, серо-бурых почвах – 4–5). Гумус красноземов очень беден азотом, и отношение углерода к азоту составляет в них 18–19.

Закономерные изменения прослеживаются и в пространственной динамике содержания гуминовых кислот и фульвокислот. Абсолютное и относительное содержание гуминовых кислот увеличивается с нарастанием содержания общего гумуса, а содержание фульвокислот увеличивается лишь по данным его абсолютного содержания. При этом доля содержания фульвокислот в составе гумуса уменьшается. Отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот является одной из характерных черт для отдельных типов почв. В черноземах это отношение составляет 1,5–2,5, в серых лесных и каштановых около единицы, а к северу и югу от названных почв оно становится меньше единицы.

Установлены закономерности варьирования элементарного состава гуминовых кислот, их оптической плотности, порога коагуляции. Гуминовые кислоты черноземов являются наиболее сложными, конденсированными.

Различия в составе и свойствах гумусовых веществ обуславливают своеобразие процессов выветривания, почвообразования, внутривертикальной миграции веществ, преобразования минеральной массы почв.

Растения вовлекают минеральные компоненты породы в биологический круговорот, следствием чего и является концентрация в верхней части профиля зольных элементов пищи растений.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО КРУГОВОРОТА ВЕЩЕСТВ

Основные показатели биологического круговорота: *биомасса, мертвое органическое вещество, годичный прирост, опад, интенсивность разложения растительных остатков, зольность.*

Биомасса (фитомасса) – общее количество живого вещества в наземной и подземной сферах растительных сообществ.

Мертвое органическое вещество – количество органического вещества, заключенное в отмерших, но не упавших на почву растениях или их отдельных органах, а также накопившихся в лесной подстилке.

Годичный прирост – количество органического вещества, нарастающего за год в подземной и наземной сферах сообщества.

Опад – количество ежегодно отмирающего органического вещества на единицу площади.

Интенсивность разложения органического вещества – отношение подстилки к опадку зеленой части.

Зольность – содержание зольных элементов в растениях и их частях (в %), фитомассе, опаде, подстилке.

Характер биологического круговорота прежде всего определяется жизнедеятельностью земных растений (табл. 4).

Величина биомассы наибольших значений достигает в лесных сообществах, в частности, во влажных тропических лесах она равна 5000 ц/га и более (в тропических лесах Бразилии – 17000 ц/га), а в широколиственных лесах – 4000 ц/га и в хвойных лесах бореального пояса 1000–3300 ц/га.

**Показатели биологической продуктивности основных типов
растительности (по Л.Е. Родину и Н.И. Базилевич, 1965)**

Тип растительности	Биомасса		Прирост, ц/га (П)	Опад, ц/га (О)	Лесная подстилка (в степях лесной войлок), ц/га (Пд)	Отношение подстилки к опадку зеленой части (Ип)
	Общее количество, ц/га (Б)	Корни, %				
Арктические тундры	50	70	10	10	35	14
Кустарничковые тундры	280	83	25	24	835	92
Ельники северной тайги	1000	22	45	35	300	17
Ельники средней тайги	2600	23	70	50	450	15
Ельники южной тайги	3300	22	85	55	350	10
Дубравы	4000	24	90	65	150	4
Степи луговые (остепненные луга)	250	68	137	137	120	1,5
Степи сухие	100	85	42	42	15	1
Пустыни полукустарничковые	43	87	12,2	12	—	—
Субтропические лиственные леса	4100	20	245	210	100	0,7
Саванны (Гана)	666	6	120	115	13	0,2
Влажные тропические леса	>5000	18	325	250	20	0,1

В травяных сообществах значительно меньшая величина биомассы: 250 ц/га в луговых степях, 100 ц/га в сухих степях и 43 ц/га в полукустарничковых пустынях, в зоне арктических тундр – 50 ц/га и в зоне субарктических тундр около 280 ц/га. В биомассе лесов преобладает надземная часть, доля подземной части соответствует 18–26%, а в травянистых сообществах подавляющая часть биомассы находится под землей. Так, в степях корни составляют 70–85% биомассы.

Прирост – годовая продукция живой растительной массы. Наиболее высок во влажных тропиках и субтропиках (325 и 137 ц/га), значительно больше прироста широколиственных и хвойных лесов умеренного пояса (45–90 ц/га), а самый низкий прирост в зоне тундры (10 ц/га) и лесотундры (10–25 ц/га). Прослеживается географическая закономерность изменения величины прироста: резко падает прирост от гумидных к аридным областям.

Опад в лесных растительных сообществах сопряжен с величиной прироста. В травянистых сообществах в опад поступает вся нарастающая масса органического вещества, поэтому величины прироста и опада здесь равны. Прямой взаимосвязи между биомассой и опадом не наблюдается. Например, в луговых степях ежегодный опад в два с лишним раза выше опада широколиственных лесов (137 и 65 ц/га), хотя биомасса первых в 16 раз меньше биомассы широколиственных лесов (250 и 4000 ц/га). Это объясняется тем, что в травянистых сообществах в составе опада значительную роль играют корни.

Подстилка наибольшая в кустарничковых тундрах – 835 ц/га, в хвойных лесах бореального пояса – 450 ц/га, во влажных тропических лесах она равна 20 ц/га. С ростом значений величины подстилки уровень разложения органического вещества снижается.

Интенсивность разложения органического вещества характеризуется отношением величины подстилки к величине опада зеленой части. Она минимальная (0,1) в тундровой зоне и максимальная (92,1) в зоне влажных тропических лесов.

В ходе круговорота органического вещества в процессе жизнедеятельности растительных организмов происходит круговорот химических элементов, входящих в их состав.

Зольность отдельных растительных ассоциаций закономерно изменяется, что наглядно иллюстрируется данными табл. 5.

Таблица 5

**Содержание зольных элементов в различных типах растительности
(по Н.И. Базилевич, 1955)**

Тип растительности	Содержание золы, %
Хвойные древесные породы	0,5–0,3
Широколиственные древесные породы	1–8
Сообщества луговых степей	8–10
Пустынные эфемерно-полюнные сообщества	8–10
Галофитные сообщества	20–50

Зольный состав хвойных и широколиственных пород имеет большие различия. В хвое преобладает кремнезем (30–45%), в листьях его около 20%; листья обогащены кальцием (20–50%) и калием (около 20%). В стволах хвойных деревьев кальций содержится в большем количестве, чем в листьях, однако количество его уступает содержанию кальция в стволах лиственных пород. Зольность хвойных древесных пород 0,5–3,5%, широколиственных древесных пород 1–8%, сообщества луговых степей 8–10%, галофитных сообществ 20–50%. Из приведенных данных видно, что зольность травянистой растительности выше, чем древесной.

В лугово-степной растительности черноземной зоны и луговой растительности севера среди зольных элементов преобладают кальций и калий и довольно много фосфора, но в первой максимум в составе золы приходится на долю кремнезема, а во второй – на кальций. Сухостепная растительность (различные виды полыней, солянок) характеризуется преобладанием в составе золы натрия и хлора.

**НАКОПЛЕНИЕ И ДИНАМИКА АЗОТА И ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ОСНОВНЫХ ТИПАХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ**

Качественный и количественный состав зольных элементов опада различных растительных сообществ очень сильно различается. Это определяет специфику внутривидовой дифференциации целого ряда физико-химических показателей почв, на которых эти растительные сообщества формируются. Рассмотрим динамику и количество зольных элементов и азота под различными типами растительности (табл. 6).

Наибольшее количество азота и зольных элементов (более 10000 кг/га) содержится в биомассе влажных тропических лесов. Их содержание в широколиственных лесах умеренного пояса (5600 кг/га) и в луговых степях (более 1000 кг/га) заметно уменьшается. Эти разли-

чия не пропорциональны изменению величины в биомассе перечисленных растительных ассоциаций, так как накапливая значительно меньшую биомассу, травянистая растительность обладает значительно большей зольностью, чем лесная. В луговых степях с биомассой в четыре раза меньшей, чем в ельниках северной тайги, накапливается в полтора раза больше зольных элементов (биомасса соответственно равна 1000 и 250 ц/га, а содержание зольных элементов – 620 и 909 кг/га).

Таблица 6

Накопление и динамика азота и зольных элементов в основных типах растительных сообществ (по Л.Е. Родину и Н.И. Базилевич, 1965)

Тип растительности	Содержание в биомассе, кг/га		Ежегодно потребляется приростом, кг/га		Ежегодно возвращается с опадом, т/га		Средняя зольность опада, %	Содержание азота и зольных элементов в подстилке (степном войлоке), кг/га
	азота	зольных элементов	азота	зольных элементов	азота	зольных элементов		
Арктические тундры	81	78	21	17	20	17	1,7	280
Кустарничковые тундры	476	425	52	58	51	56	2,3	4200
Ельники северной тайги	350	620	58	60	48	52	1,4	1300
Ельники средней тайги	1350	2000	63	114	51	94	1,9	2100
Ельники южной тайги	720	1980	41	114	35	85	1,6	1300
Дубравы	1150	4650	95	235	57	198	3,3	800
Степи луговые (остепненные луга)	274	909	161	521	161	521	3,8	800
Степи сухие	103	242	45	116	45	116	2,8	70
Пустыни полукустарничковые	61	124	18	41	18	41	3,4	–
Субтропическилиственные леса	1359	3924	277	716	226	569	2,7	600
Саванны (Гана)	138	589	–*	–*	–*	–*	–*	16
Влажные тропические леса	2940	8141	427	1602	261	1279	4,6	178

Примечание: * – нет данных.

Поступление химических элементов в почву с опадом также не пропорционально их содержанию в биомассе, так как величина опада не находится в прямой связи с величиной биомассы из-за особенностей жизненных циклов лесной и травянистой растительности.

Максимум азота и зольных элементов поступает в почву влажных тропических лесов (1500 кг/га), а в почву луговых степей поступает 682 кг/га, что в пять раз больше, чем в ельниках северной тайги (120 кг/га), и в 2,5 раза больше, чем в дубравах (255 кг/га).

Часть зольных элементов, поступающих с опадом, задерживается в составе лесной подстилки. Различным растительным сообществам характерен определенный *тип химизма* биологического круговорота веществ. Типы химизма выделяются по двум преобладающим химическим элементам.

Для тундры характерен азотный тип химизма, для хвойных и хвойно-широколиственных лесов – кальциево-азотный, для широколиственных лесов – кальциевый, для экваториальных и тропических лесов – кремневый, для пустынь и полупустынь – хлоридный.

Таким образом, типы растительности и типы биологического круговорота тесно связаны с типами почвообразования, так как характер почвообразовательных процессов, формирования отдельных типов почв, почвенного плодородия связан с обменом вещества и энергии в системе: растение – почва – растение.

ВЛИЯНИЕ ЖИВОТНЫХ НА ФОРМИРОВАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОЧВ

Влияние животных на формирование и распространение почв изучено в меньшей степени, чем растений.

Основная часть зоомассы (97–99%) представлена беспозвоночными животными. Так, дождевых червей в почве содержится до 5 млн экземпляров на 1 га, а мелких членистоногих – до 10 млрд на 1 га. Большая роль в процессах почвообразования принадлежит червям. Они обогащают почву перегноем, поглощенными основаниями, снижают кислотность почв за счет биогенного кальцита, перемешивают почву, улучшают ее аэрацию и порозность, структуру. Среди позвоночных, живущих в почве, особое место занимают землерои, под их воздействием формируются очень своеобразные почвы, известные как «сурчинные черноземы». Последние настолько сильно перерыты землероями, что в них отдельные горизонты не просматриваются.

Общая численность, зоомасса, видовое разнообразие почвенных беспозвоночных возрастает параллельно увеличению мощности гумусового горизонта почв от тундры к лесной зоне, достигая максимума в степи. При дальнейшем продвижении на юг эти показатели падают и в пустыне достигают наименьших значений.

Велика роль микроорганизмов в формировании и распространении почв. Среди почвенных микроорганизмов выделяют бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли, почвенные простейшие. Они составляют от 0,2 до 19 % фитомассы. Микроорганизмы играют очень большую роль в процессах гумусообразования, минерализации растительных остатков, синтезе перегноя, разложении органо-минеральных соединений, фиксации атмосферного азота, в разрушении и образовании почвенных минералов. Микроорганизмы имеют широкий ареал распространения, поэтому трудно установить географические закономерности их пространственной дифференциации. Общая биогенность почв минимальна в южно-таежной подзоне, несколько увеличивается в тундровой зоне и довольно заметно увеличивается в почвах лесостепной и степной зонах. Каждому типу почв свойственен свой комплекс групп спорообразующих бактерий и видовой состав актиномицетов. Относительное участие грибов в почвах с севера на юг снижается. Исходя из

вышеизложенного, становится понятным утверждение В.И. Вернадского: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом».

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. В чем проявляются географические закономерности гумусообразования?
2. Назовите показатели биологического круговорота веществ.
3. Опишите закономерности динамики биологической продуктивности основных типов растительности.
4. Приведите данные отдельных типов растительности.
5. Как определяется тип химизма биологического круговорота?

Тема 9. ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ

Источником минеральной части являются горные породы. Минеральная часть составляет 80–90% от веса почвы. Почвообразующие породы в силу своего большого разнообразия оказывают разностороннее влияние на минералогический, механический состав, строение, физико-химические свойства почв. В силу этого с почвообразующими породами в значительной мере связано формирование и распространение почв.

Почвообразующие породы влияют на состав и свойства почв, от них зависит ее механический состав, который в свою очередь предопределяет их гидротермический режим. Так, песчаные почвы имеют хорошую водопроницаемость, большую мощность профиля из-за большей интенсивности процессов выщелачивания по сравнению с глинистыми почвами. Почвы на тяжелых по механическому составу породах сами тяжелосуглинистые, имеют слабую водопроницаемость, характеризуются меньшей выщелоченностью и мощностью профиля, накоплением подвижных продуктов в почвообразовании. В результате для почв на глинистых породах проявляются признаки солонцеватости на юге и заболачивания на севере.

На суглинистых породах в почвах складываются оптимальные условия для развития процессов почвообразования, а поэтому в них зональный почвообразовательный процесс выражен наиболее ярко.

Каменистые и песчаные почвы обладают меньшей теплоемкостью и большей теплопроводностью по сравнению с глинистыми почвами. Песчаные почвы на 1–3°, а местами на 5° теплее глинистых.

Почвы, сформированные на плотных коренных породах, отличаются щебнистостью, малой мощностью профиля, повышенной гумусностью из-за расположения корней в верхнем слое небольшой мощности.

Почвообразующие породы предопределяют минералогический и химический состав минеральной части почвы. На кислых изверженных породах почвы относительно обогащены кремнеземом и обеднены железом и алюминием, имеют мало кальция и магния, бедны основаниями, имеют кислую реакцию.

Почвы на основных изверженных породах не содержат свободного кварца, они обогащены железом и марганцем, значительное количество оснований, повышенное содержание гумуса, щелочную или нейтральную реакцию среды.

Рыхлые горные породы формируются в ходе выветривания изверженных горных пород, представляют собой смесь частиц первичных и вторичных минералов. Они обогащены кварцем,

полевыми шпатами, слюдами, роговыми обманками, находящимися в крупных песчаных фракциях, тогда как в тонких илистых фракциях преобладают вторичные глинистые минералы.

С изменением минералогического состава механических фракций меняется и их химический состав. В тонких фракциях меньше кремнезема и больше полуторных окислов, окислов магния и калия, что коррелирует с химическим составом вторичных минералов, преобладающих в этих фракциях.

Почвообразующие породы являются верхней частью коры выветривания. Поэтому для нас важно знать, как формируется кора выветривания, чем определяются ее свойства.

Под *корой выветривания* понимают рыхлую разрушенную массу коренных пород, залегающих на поверхности литосферы.

Формирование коры выветривания является результатом процессов *гипергенеза* (выветривания), *литогенеза* (формирования осадочных горных пород в условиях морских бассейнов) и *катагенеза* (преобразования горных пород и коры выветривания в верхней части литосферы под влиянием подземных вод).

Б.Б. Полынов выделил семь типов кор выветривания изверженных пород, которые он рассматривает как стадии единого процесса формирования коры выветривания.

Стадийность выветривания связана с различной подвижностью элементов. Так, ряд энергично выносимых элементов включает хлор, бром, йод, серу; легко выносимых – кальций, натрий, магний, калий; подвижных – кремнезем силикатов, фосфор, марганец; инертных или слабо подвижных – железо, алюминий, титан; практически неподвижных – кремнезем кварца. В процессе физико-химического выветривания породы происходит ряд стадий преобразования.

Первая стадия – это физическая дезинтеграция породы с образованием россыпи грубообломочного материала, его то и называют *обломочной корой выветривания*.

Вторая стадия – образование *обызвесткованной коры выветривания*. Сопровождается выносом хлоридов и сульфатов и накоплением карбонатов на поверхности обломков породы.

На третьей стадии продукты выветривания теряют кремнекислоту силикатов. Они разрушаются и частично преобразуются во вторичные глинистые минералы, которые активно накапливаются. Так формируется *сиаллитная кора выветривания*.

В четвертой стадии продукты выветривания лишаются большей части кремнезема и слагаются преимущественно гидроксидами железа и алюминия, формируется *аллитная кора выветривания*.

Грубообломочная, обызвесткованная, сиаллитная, аллитная коры выветривания были названы Б.Б. Полыновым остаточными корами или *элювием*, а в местах накопления продуктов выветривания, выносимых из остаточной коры выветривания, образуется *аккумулятивная* или *переотложенная кора выветривания*. Среди аккумулятивных кор выветривания различают: хлоридно-сульфатные, карбонатные, сиаллитные.

Общая направленность процесса выветривания определяется биоклиматическими условиями, а так как они зональны, то и для кор выветривания характерна географичность.

ГЕОГРАФИЯ ПОЧВООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЧВ

Обзор карты почвообразующих пород Европейской части СНГ показывает, что в пределах Русской равнины в направлении с северо-запада на юго-восток происходит закономерная смена почвообразующих пород.

Крайний северо-запад (Кольский полуостров, Карелия) – это ареал материнских пород, представленных *грубой щебнистой мореной*, состоящей преимущественно из кислых магма-

тических пород. Она формировалась в последнюю стадию оледенения, слабо выветрелая, песчаного и супесчаного механического состава.

Юго-восточнее на месте валдайского и калининского оледенения у поверхности распространена «смешанная» морена, состоящая из магматических пород Феноскандинавии и осадочных пород, которые были на пути движения ледника. Смешанная морена легкосуглинистая, суглинистая, а в пределах ее северной окраины – супесчаная. В северо-восточной части Русской равнины простирается морена новоземельского и уральского центров оледенения более тяжелого механического состава по сравнению со скандинавской мореной.

Среди моренных отложений валдайского оледенения выделяются участки *озерно-ледниковых отложений*, сформировавшихся на месте ледниковых озер. Эти отложения имеют слоистое строение, так как летом при активном таянии ледника в талых водах осаждались более крупные частицы, образующие светлый слой, а зимой из спокойной воды осаждались тонковзвешенные частицы и отлагался темный слой. Суглинистые, глинистые отложения подобного рода носят название «ленточных глин».

Южнее валдайского и калининского оледенений морена уходит под более молодые отложения, генетическая принадлежность которых не установлена. Эти отложения называются *лессовыми породами*. Одной из особенностей лессов является преобладание (до 70%) в них фракции крупной пыли, т.е. частиц размером 0,05–0,01 мм.

По содержанию карбонатов они подразделяются на несколько видов.

Некарбонатные лессовидные суглинки опоясывают моренные отложения с юга. Так как они залегают поверх морен и в них нет карбонатов, их выделяют как «покровные суглинки». Южнее их расположены лессовые породы различной карбонатности.

Слабокарбонатные лессовые суглинки простираются от дерново-подзолистой подзоны до лесостепи. Часто перемеживаются с флювиогляциальными отложениями, имеющими песчаный или супесчаный механический состав.

Южнее слабокарбонатных лессовидных суглинков располагается зона *карбонатных лессовидных суглинков и лесса*. Карбонатные лессовидные суглинки отличаются от лессов более тяжелым механическим составом, содержащим много ила.

На самом юге Европейской части выделяются *высококарбонатные лессовидные суглинки*, тяготеющие к побережьям Черного и Азовского морей. Почвы, развитые на них, вскипают с самой поверхности. В этих породах присутствует на некоторой глубине гипс, а местами легкорастворимые соли.

Карбонатные породы у восточной границы Русской равнины представлены элювием и делювием пестроцветных карбонатных пород пермского возраста.

Под *элювием* понимают продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте. Элювий разнообразных пород широко распространен в горах Кавказа, Крыма, Карпат, Урала, Хибин.

Делювиальные (склоновые) отложения широко распространены на Среднерусской, Приволжской возвышенностях, Приуралье.

На юго-востоке Русской равнины, по северному побережью Каспийского моря распространены *морские отложения*. Они очень разнообразны: от темно-коричневых отложений тяжелого механического состава до пылеватых супесей и даже песков, засолены легкорастворимыми солями. В Прикаспийской низменности образовались большие массивы *эоловых отложений*.

Морские отложения распространены по побережьям северных морей, чаще всего песчаного механического состава.

Речные долины сложены *аллювиальными отложениями*.

Вышеизложенное свидетельствует, что на Русской равнине четко прослеживается широтная зональность почвообразующих пород: ледниковые и водно-ледниковые отложения – некарбонатные лессовидные суглинки – карбонатные лессовидные суглинки и лессы – морские соленосные четвертичные отложения.

Северная часть Западно-Сибирской низменности покрыта ледниковыми отложениями: *мореной и флювиогляциальными наносами*.

Юг Западной Сибири – это обширные площади *озерно-аллювиальных лессовидных суглинистых и глинистых отложений*, подстилаемые третичными засоленными глинами, что способствует распространению солончаковатых гидроморфных почв.

В Казахстане широко распространены бурые суглинки – *элювий и делювий осадочных коренных пород*, преобразованных временем. Это породы лессовидные, карбонатные и часто засоленные.

Туранская равнина покрыта *древнеаллювиальными отложениями*, на территории песчаных пустынь преобладают эоловые песчаные отложения.

В пределах Средней, Восточной Сибири, на юго-востоке Западной Сибири распространены горные системы, где почвы формируются *на элювии, делювии, пролювии коренных пород*, а на Камчатке широко распространены *вулканические отложения*.

Несомненно влияние пространственной дифференциации почвообразующих пород на распространение почв.

Так, в Европейской части на грубощебенчатой морене формируются подзолистые почвы, а в южной части Русской равнины на карбонатных лессовидных породах – богатые гумусом черноземы.

На выходах известняков в подзолистой зоне формируются литогенные дерново-карбонатные почвы, а в Карелии на шунгитовых черных углеродисто-кремнистых сланцах образуются темноокрашенные дерновые почвы с нейтральной реакцией, высоким содержанием гумуса и поглощенных оснований. Из-за сходства с черноземами их ранее выделяли как олонецкие черноземы.

На бескарбонатных кварцевых песках в степной зоне формируются не черноземы, а малогумусные серые лесные супесчаные почвы.

На генезис и географию почв могут оказывать решающее влияние не только особенности минералогического, химического состава почвообразующих пород, но и механический состав пород.

Так, в холодных гумидных областях тундры, тайги облик почв, свойства зависят от реализации избыточного автоморфного увлажнения. В.О. Таргульян выделяет две надтиповые группы почв: *неглеевые* почвы свободного внутреннего дренажа, развитые на щебнистых, песчаных или супесчаных породах, и *глеевые* почвы затрудненного дренажа, развитые на глинистых, суглинистых породах.

Своеобразие механического, химического, минералогического состава вулканогенных отложений Камчатки определило развитие своеобразных охристых вулканических почв.

Среди черноземов своеобразие почвообразующих пород обуславливает выделение родов: солонцеватые, остаточнo-солонцеватые на засоленных породах. Механический состав, наследуемый почвой от пород, является критерием определения разновидности почв.

Наращение заболоченности почв с запада на восток в тундровой зоне вызвано утяжелением механического состава почвообразующих пород.

Неоднородность почвообразующих пород приводит к формированию почвенных мозаик, своеобразных почвенных комбинаций.

Таким образом, почвообразующие породы оказывают большое влияние на строение, состав, свойства почв и их географическое распространение.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Влияют ли почвообразующие породы на физические, физико-химические, химические свойства почв?
2. Дайте определение коры выветривания.
3. Назовите типы кор выветривания по Б.Б. Польшову и охарактеризуйте условия их формирования.
4. Рассмотрите основные закономерности географии почвообразующих пород России.
5. Проиллюстрируйте влияние пространственной дифференциации почвообразующих пород на географию почв.

Тема 10. РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ

Рельеф – важный фактор не только в почвообразовании, но и географического распространения почв. С ним связано перераспределение продуктов выветривания и почвообразования, тепла и влаги, структура почвенного покрова. Рельеф служит основой почвенной картографии.

РЕЛЬЕФ КАК ПЕРЕРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ И АТМОСФЕРНОЙ ВЛАГИ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Солнечная энергия и влага атмосферных осадков, поступающая на земную поверхность, трансформируется рельефом. В частности, солнечная энергия во многом определяется крутизной склонов и их экспозицией. Северные склоны северного полушария получают наименьшее количество радиации, а на южных поток солнечной энергии увеличивается даже в зимний период по сравнению с горизонтальной поверхностью.

В зависимости от теплового режима почв изменяется их водный режим и характер растительности. Южные склоны имеют почвы меньшей увлажненности, чем северные. Это явление резко проявляется в горах. Так, в Тянь-Шане еловые и арчевые леса тяготеют к северным склонам, а по южным высоко поднимается степная флора и степные почвы. Почвы южных склонов, как правило, менее развиты, часто более карбонатные, чем почвы северных склонов. У последних профиль менее каменистый, более мощный и более развит.

Рельеф трансформирует поверхностный сток, осадки с возвышенных элементов рельефа стекают в пониженные участки, за счет чего повышенные участки теряют часть атмосферных осадков, а почвы пониженных территорий получают дополнительную влагу за счет притока ее сверху. В связи с этим Г.Н. Высоцкий предложил возвышенно-равнинные участки, где нет застоя влаги и грунтовые воды не влияют на почвообразование, рассматривать как плакоры. Оро-климатологическая классификация почв Г.Н. Высоцкого (1906) свидетельствует о большой роли рельефа в перераспределении влаги и формировании почв.

РОЛЬ РЕЛЬЕФА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПРИРОДНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ И МИГРАЦИИ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

В пределах горных территорий наиболее контрастно проявляется роль рельефа в перераспределении солнечного тепла и атмосферной влаги в связи с сильным расчленением и большой крутизной горных склонов. На перераспределение влаги в горах сказывается и их абсолютная высота, с изменением которой меняются все климатические параметры: давле-

ние, инсоляция, температура, влажность воздуха, количество осадков. С увеличением высоты возрастает солнечная радиация, снижается температура (на каждые 100 м температура падает на $0,5^{\circ}$), возрастает количество осадков. Их максимум в горах Средней Азии отмечается на высоте не меньше 3000 м, в Альпах – около 2000 м, в Гималаях на высоте 1000–1500 м. Все это в конечном итоге приводит к высотной дифференциации растительности и почв. Почвенно-растительные зоны, последовательно меняя друг друга, образуют вертикальные почвенные структуры, поэтому В.В. Докучаев рассматривал рельеф как вершитель почвенных судеб.

Смыв и размывание почв и горных пород текучими водами, т.е. *эрозия*, протекают повсеместно. Различают *нормальную* и *ускоренную* эрозию. *Нормальная* – это естественная эрозия, протекающая в геологические отрезки времени, тогда как *ускоренная* носит катастрофический характер, часто возникает вследствие хозяйственной деятельности человека, уничтожения естественной растительности.

Под воздействием поверхностного стока вод наблюдается смыв и размыв верхних горизонтов почвы с последующим переносом их в более низколежащие участки. Интенсивность эрозии зависит от количества и характера выпадающих осадков, крутизны, длины, формы и экспозиции склона, состояния поверхности и свойств самой почвы.

С увеличением скорости воды, возрастающей с увеличением крутизны и длины склона, увеличивается количество почвенной массы, перемещаемой водой. Наибольший смыв наблюдается на выпуклых склонах, а наименьший – на вогнутых, тогда как прямые склоны занимают промежуточное положение.

По данным Д.Л. Арманда, на южных склонах эродированность составляет 38%, восточных – 30%, западных – 18%, северных – 14%.

Особенно интенсивно протекают процессы эрозии на крутых ($20\text{--}45^{\circ}$) и обрывистых (45°) склонах, в силу чего почвенный покров становится фрагментарным.

Антиэрозионные мероприятия: пахота поперек склона, прерывистое боронование, глубокая вспашка, террасирование склонов, почвозащитное лесоразведение регулируют поверхностный сток и повышают инфильтрационную способность почв.

РОЛЬ РЕЛЬЕФА В ГЕОГРАФИИ ПОЧВ И СТРУКТУРЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Различают три типа форм рельефа: *микро-*, *мезо-*, *макрорельеф*. Под *макрорельефом* понимают крупные формы земной поверхности с обширной площадью, с колебаниями высот от нескольких десятков до сотен метров (горные хребты, плоскогорья, равнины). *Мезорельеф* – формы рельефа, занимающие менее значительные площади (десятки или сотни квадратных метров) с колебаниями высот в пределах 1–10 м (склон, ложбина, увал, холм). *Микро-рельеф* – мелкие элементы рельефа площадью от нескольких квадратных дециметров до нескольких сотен квадратных метров с колебанием относительных высот в пределах не более одного метра (кочки, холмики землероев, бугорки пучения). *Нанорельеф* – самые мелкие элементы рельефа с диаметром от нескольких сантиметров до 1 метра и относительной высотой до 30 см.

Макрорельеф предопределяет вертикальную зональность в горах. С.С. Неуструев (1930) показал, что влияние абсолютной высоты на климат и почвы проявляется не только в горных странах, но и в там, где колебания высот не превосходит 300 м и территория имеет волнистый характер поверхности.

Так, по данным И.В. Тюрина, на территории Правобережной Украины серые лесные почвы приурочены к наиболее возвышенной и расчлененной части Волыно-Подольского плато, а на ее пониженной, периферийной, части оподзоленность серых лесных почв уменьшается и они сменяются черноземами.

В дифференциации почвенного покрова равнинных территорий со значительным вертикальным расчленением обнаруживаются изначальные проявления градиентного изменения тепла и влаги по высоте местных элементов рельефа.

Мезорельеф перераспределяет влагу, растворимые вещества, мелкозем. Закономерную смену почв, связанную с элементами мезорельефа, С.С. Неуструев предложил рассматривать как *почвенные сочетания*. В настоящее время под *почвенными сочетаниями* принято понимать такие почвенные комбинации, в которых регулярно чередуются довольно крупные ареалы контрастно различающихся почв, генетическая связь между которыми носит однонаправленный характер (одни компоненты находятся под преимущественным влиянием других). Факторы, определяющие формирование сочетаний, в своем возникновении и развитии, как правило, независимы от почвообразования.

Каждая зона характеризуется своими сочетаниями почв, образующими аналогичные топографические ряды почв или, согласно зарубежной литературе, *катены*. Например, общей закономерностью в распределении почв по мезорельефу в подзоне широколиственных лесов является уменьшение оподзоленности вниз по склону. Водоразделы заняты обычно светло-серыми лесными почвами, а к склонам приурочены светло-серые и серые лесные, а еще ниже – темно-серые и серые лесные глеевые почвы. Такой характер перераспределения почв диктуется выщелачиванием карбоната кальция с водоразделов и перемещением его с внутрипочвенным стоком к нижележащим частям склонов.

Закономерную смену пятен различных почв, в зависимости от микрорельефа С.С. Неуструев предложил называть *почвенным комплексом*. В.М. Фридланд (1972) почвенные комплексы рассматривает как почвенные комбинации с регулярным (через каждые несколько метров или несколько десятков метров) чередованием мелких пятен контрастно различающихся почв, взаимно обусловленных в своем развитии. Факторы, определяющие возникновение комплексов, как правило, тесно связаны с почвообразованием и изменяются одновременно с формированием компонентов почвенного комплекса. Хозяйственная ценность определяется свойствами комплекса в целом.

Пример почвенного комплекса в лесостепной зоне: на фоне типичных черноземов в блюдцах на водоразделах формируются лугово-черноземные почвы, а на приводораздельных склонах – выщелоченные черноземы.

Строение структуры почвенного покрова очень тесно связано с рельефом местности. Под *структурой почвенного покрова* понимают определенный тип его строения, т.е. состав, конфигурацию и положение относительно друг друга территориальных единиц почвенного покрова (почвенных групп или их сочетаний) различного таксономического уровня.

Кажущаяся хаотичность и пестрота почвенного покрова при внимательном изучении обнаруживает определенные закономерности, которые выявляются при изучении структуры почвенного покрова, теоретическую основу учения о которой заложил И.М. Сибирцев. Именно И.М. Сибирцев ввел понятие почвенной комбинации и считал, что каждой местности характерен свой набор почвенных комбинаций. С.С. Неуструев (1915) предложил провести разделение комбинаций по типам рельефа на две группы: *комплексы* и *сочетания*, а также предложил заменить понятие зональных почв понятием «*зональных или областных почвенных комбинаций*», включая автоморфные и гидроморфные почвы той или иной зоны.

Первичным компонентом почвенного покрова по В.М. Фридланду является элементарный почвенный ареал, представляющий почвы, относящиеся к какой-либо одной классификационной единице наиболее низкого ранга, занимающие пространство, со всех сторон окруженное другими элементарными почвенными ареалами или непочвенными образованиями.

Элементарный почвенный ареал имеет ряд характерных параметров. Одним из важнейших является содержание ареала – классификационное наименование образующей его почвы. Вторая группа характерных параметров описывает морфологию ареала – площадь, степень изрезанности, форму и характер границ и третья группа параметров – экология ареала – устанавливает его связи с условиями окружающей среды и возраст почвообразования. Такие показатели элементарного почвенного ареала (ЭПА), как классификационное положение и степень различия в свойствах почв, определяют контрастность различных ЭПА, а морфология ареалов и соотношение площадей – их сложность.

С учетом контрастности среди почвенных комбинаций, связанных с элементами мезорельефа, В.М. Фридланд предлагает различать: контрастные – *сочетания* и слабоконтрастные – *вариации*. Контрастные комбинации, компоненты которых не имеют генетической связи, выделяются как *мозаики*. Их формирование обуславливается неоднородностью почвообразующих пород.

Современная структура почвенного покрова является отражением современного состояния эволюции почвенного покрова во времени.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Приведите примеры влияния рельефа на трансформацию тепла и влаги в пределах горных территорий.
2. Какие климатические параметры наиболее резко изменяются с изменением высоты местности?
3. Что такое эрозия почв и от чего зависит интенсивность ее развития?
4. Назовите типы форм рельефа и охарактеризуйте их.
5. Каково значение макро-, мезо-, микрорельефа в географии почв?
6. Дайте определение структуры почвенного покрова.
7. Охарактеризуйте таксономические единицы структуры почвенного покрова.

Тема 11. РАЗВИТИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Современное состояние почв, почвенного покрова является *временной функцией* климата, рельефа, почвообразующих пород, биоты и антропогенного фактора. То есть *почва является совокупной производной континуальной трансформации почвообразующих пород под воздействием изменяющихся во времени климата, рельефа, биоты и человеческой деятельности*. Это и определяет почву как *естественно-историческое тело природы*, которое развивается не только в пространстве, но и во времени.

Согласно современным представлениям (Добровольский, Урусевская, 1984) при рассмотрении жизни почв принято различать *развитие и эволюцию* почв.

Развитие почвы – это постепенное образование из почвообразующей породы полностью сформированной (зрелой) почвы, находящейся в динамическом равновесии с комплексом факторов почвообразования. Развитие почв протекает в сравнительно короткий промежуток времени. Так, подзолистая почва формируется за 1000–1500 лет, а лугово-дерновая за 100–150 лет.

Эволюция почв – это изменение уже сформировавшихся почв в новые типы или подтипы, связанные с эволюцией всей природной среды. В эволюции принято различать несколько циклов: 1) *собственно биологический (биогенный)*; 2) *биогеоморфологический*; 3) *биоклиматический*.

Биогенный цикл или *цикл саморазвития* является функцией биологического и геологического круговорота веществ. При этом происходит накопление глубоких необратимых изменений в составе и строении самих почв в ходе почвообразования при относительно неизменном комплексе факторов почвообразования, что может иногда привести к обратному воздействию на растительный покров всего ландшафта (заболачивание подзолов вследствие уплотнения иллювиального горизонта; осолодение солонцов).

С развитием рельефа связан *биогеоморфологический цикл* эволюции, на что впервые указал С.С. Неуструев в работе «Почвы и циклы эрозии» (1922). Наглядно прослеживается связь эволюции почвенного покрова, почв в процессе развития речных долин. При переходе пойм в речные террасы с понижением базиса эрозии и врезания гидрографической сети происходит эволюция пойменно-аллювиальных почв в почвы аллювиального ряда той или иной зоны.

Так, Г.В. Добровольский (1960) описал, как по мере выхода из режима поемности луговые пойменные почвы эволюционируют в таежно-лесной зоне в дерново-подзолистые и подзолистые, в подзоне широколиственных лесов – в серые лесные, а в лесостепи и северной степи – в лугово-черноземные почвы. Однако часто в составе почвенного покрова в свойствах почв будут прослеживаться реликтовые признаки прежних фаз почвообразования.

Биоклиматический цикл эволюции почв обусловлен крупными изменениями климата в пределах отдельных отрезков геологического времени, которые влекут за собой изменения в растительном покрове, тепловом и водном режиме почв, характере почвообразования и свойствах почв. В современных почвах могут быть реликтовые признаки и свойства, связанные с изменением климата. Например, реликтовые подзолы обнаружены в тундровой зоне, что указывает на менее суровый климат и более северное положение границы лесов в недавнее геологическое время; по данным палеогеографических исследований, в среднем голоцене (2500–7700 лет назад) лесная зона в некоторых районах доходила до берегов Ледовитого океана. Другим примером являются серые лесные и дерново-подзолистые почвы со вторым гумусовым горизонтом южной части лесной зоны Западной Сибири. Большинство исследователей считают второй гумусовый горизонт реликтом степных, луговых или лугово-болотных почв засушливого времени среднего голоцена (около 7000 лет назад), когда степи простирались значительно дальше на север. Затем, вследствие похолодания и смещения климатических зон, под влиянием надвинувшейся темнохвойной тайги произошло оподзоливание почв и эволюция степных, луговых почв в серые лесные и дерново-подзолистые почвы со вторым гумусовым горизонтом с преобладанием в нем в составе гумуса гуматов кальция и отношением углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот около трех.

Изучение погребенных почв позволяет много узнать об эволюции почв.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ПОЧВ

Стационарный метод – это многолетние наблюдения за изменением процесса почвообразования на стационарном участке. Позволяет судить о годовых циклах почвообразования, связанных с динамикой теплового, водного, газового, солевого режимов почв, составом почвенного раствора.

Сравнительно-географический метод заключается в отождествлении пространственного ряда почвенных типов, существование которых связано с определенными географическими

условиями, с рядом последовательных стадий развития почвы во времени. Причину эволюции почв объясняют эволюцией фактора почвообразования, пространственное изменение которого соответствует наблюдаемому нами пространственному ряду почв.

Сравнительно-географический метод лежит в основе наших выводов, когда мы судим об эволюции почв на основании установления соответствия характерных для нее свойств и признаков современным или прежним (реликтовым) географическим условиям. Среди реликтовых признаков могут быть вторые гумусовые горизонты, наличие аморфной кремнекислоты и гидрогенных аккумуляций.

Сравнительно-аналитический метод основывается на сравнении состава и свойств почвенных горизонтов с составом и свойствами почвообразующей породы.

Метод моделирования – это искусственное экспериментальное воспроизводство процессов в почве. Например, промывание чернозема, в результате чего содержание гумуса упало с 8 до 2,5%, воспроизведение оглеения.

Методы определения возраста почв основаны на определении взаимосвязи между изменением почв и возрастом почв. Возраст чаще всего определяется радиоуглеродным методом.

Возраст почв варьирует от 40 тыс. лет до нескольких тысяч лет. Так, возраст типичного чернозема в образцах, взятых на глубине 10–20 см, 30–40 и 140–150 см, соответствует 1500, 3000, 7000 лет. Судя по возрасту отдельных генетических горизонтов, почва растет вверх, возможно, это связано с выпадением атмосферной пыли.

В дерново-подзолистых почвах со вторым гумусовым горизонтом Западной Сибири возраст верхнего гумусового горизонта 1230 лет, а второго гумусового – 7800 лет, что согласуется со временем смещения почвенно-климатических зон в середине голоцена.

Определение возраста позволяет делать выводы и о скорости почвообразования, развитии тех или иных процессов. Так, В.В. Докучаев установил, что перегнойно-карбонатные почвы Староладожской крепости сформировались за 400–500 лет.

В современных каштановых почвах отмечено некоторое понижение карбонатного горизонта и расслоение почвенного профиля по сравнению с такими же, но погребенными под курганами 2–3 тыс. лет тому назад.

Познание путей эволюции дает возможность прогноза и направленного воздействия его со стороны человека, который стал важнейшим фактором почвообразования и эволюции почв.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Влияние человека на почву, почвенный покров может быть прямым и косвенным. Прямое связано с использованием почв в земледелии.

Обработка почв, внесение органических, минеральных удобрений, известкование и гипсование почв, орошение, осушение, противоэрозионные мероприятия, влияющие на свойства почв. Среди почв, используемых в земледелии, различают следующие группы почв: освоенные, окультуренные, культурные, преобразованные и антропогенные. Освоенные почвы мало отличаются от целинных. Окультуренные и культурные почвы формируются при высокой агротехнике. Преобразованные почвы, это почвы, производные коренных мероприятий: осушения, орошения, глубокого плантожирования, которые меняют водный, воздушный, тепловой режимы, нарушают систему генетических горизонтов. В антропогенных почвах весь профиль как бы заново создается человеком: осушенные торфяные, «рисовые» почвы.

Косвенное влияние человека на почву и почвенный покров является менее заметным. С промышленными отходами в атмосферу попадает 0,5–1 млрд тонн кислотных агентов газо-

вого, аэрозольного характера, что приводит к подкислению атмосферных осадков, а с ними и почв. За последнее десятилетие рН атмосферных осадков уменьшилось с 5,5 до 4, а иногда до 2,8. С ростом кислотности осадков активизируется вынос из почвы кальция, магния, калия и мобилизация железа, алюминия, что способствует связыванию фосфора.

Большое влияние на почвенный покров оказывает антропогенная трансформация растительности.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Что определяет современное состояние почв, почвенного покрова?
2. Дайте определение понятий «развитие почв» и «эволюция почв».
3. Какие вы знаете циклы эволюции почв?
4. Рассмотрите методы изучения эволюции почв.
5. В чем проявляются прямое и косвенное влияние человека на почвы и почвенный покров?

Тема 12. ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ

Основными наиболее общими законами географии почв являются: 1) закон *горизонтальной (широтной) зональности*; 2) закон *фациальности почв*; 3) закон *вертикальной зональности*; 4) закон *аналогичных топографических рядов*.

Закон горизонтальной (широтной) почвенной зональности был сформулирован В.В. Докучаевым в 1889 году. Согласно ему почвы распространены на поверхности континентов земного шара широкими полосами (зонами), имеющими примерно широтное простирание и последовательно сменяющимися друг друга по мере изменения широты местности в соответствии с изменением климата, характера растительности, животного мира и других условий почвообразования. В настоящее время представление о законе широтной зональности несколько усложнилось.

Широтная зональность проявляется в наличии на земной поверхности почвенно-биоклиматических поясов, протягивающихся через континенты и в общих чертах соответствующих мировым почвенным зонам В.В. Докучаева, но значительно более сложных по составу слагающих их почв. Например, ни черноземные, ни субтропические пустынные почвы не образуют на современных картах сплошных лент, опоясывающих весь земной шар, а являются лишь фрагментами более сложных и разнообразных по составу почв мировых географических поясов.

В северном полушарии выделяют пять широтных почвенно-биоклиматических поясов, обусловленных преимущественно термическими особенностями климата: *полярный, бореальный, суббореальный, субтропический и тропический*. Аналогичные пояса могут быть выделены и в Южном полушарии.

Закон широтной зональности проявляется в наличии внутри мировых поясов серии широтных зон. Их И.П. Герасимов назвал «широтно-зональными спектрами», которые наиболее четко прослеживаются на внутриконтинентальных равнинах. «Широтно-зональный» спектр центральной части Евразии в пределах суббореального пояса включает следующие почвенно-географические зоны: лесостепь – серые лесные почвы, черноземы оподзоленные, выщелоченные и типичные; степь – обыкновенные и южные черноземы; сухая степь – темно-каштановые и каштановые почвы; пустыня – серо-бурые пустынные и такыровидные почвы.

Новые данные показали не только более разнообразный состав почвенных поясов мира, но и необязательное следование их параллельно широтным.

В зависимости от континентальности климата, аридности или гумидности различают зональную структуру и конфигурацию почвенных зон в различных частях континентов земного шара (Розов, 1954). На океанических окраинах Евразии и на континентах меньших размеров распределение почвенных зон вследствие расположения зон увлажнения параллельно очертаниям берегов, приближается к меридиональному простираению.

В.М. Фринланд (1959) предложил различать несколько типов зональных почвенных структур. В областях влажного и сухого климата смена почвенных зон определяется в основном динамикой термического режима почв, а в умеренно-влажных областях – изменением степени их увлажнения. При одновременном возрастании температур и сухости климата наблюдается быстрая смена почвенных зон на небольшом расстоянии. А если направление изменения увлажнения резко отличается от направления изменения температурного фактора, то почвенные зоны теряют широтно-полосную форму и приобретают во многих случаях меридиональное направление (южная половина Северной Америки).

Основываясь на том, что почвенные зоны во многих случаях не следуют широтному простираению и не покрывают все континенты земного шара сплошными широтными полосами, некоторые исследователи подвергают сомнению действительность закона широтной зональности. Однако это не так. Сам В.В. Докучаев отмечал, что горизонтальные почвенные зоны должны там и здесь претерпевать существенные отклонения и нарушения их идеальной правильности.

Проявление закона широтной зональности значительно шире представлений самого В.В. Докучаева. Закон широтной зональности проявляется в ряде закономерностей почвообразования и географии почв. Вот некоторые примеры: 1) возрастание разнообразия почв и контрастности их свойств по мере перехода от полярных широт к экваториальным, что подтверждается данными современных почвенных карт мира; 2) усложнение состава и структуры вертикальной зональности (поясности) почвенного покрова горных сооружений в южных широтах по сравнению с северными; 3) возрастание в южном направлении биологического круговорота элементов в системе почва-растение в гумидных и семигумидных ландшафтах.

Действие закона зональности распространяется не только на природные условия континентов, но и океанов.

Закон фациальности почв. Установлено, что почвы на земном шаре не образуют сплошных полос. Так, при движении на запад черноземы сменяются бурыми лесными почвами широколиственных лесов. Они не достигают и побережья Тихого океана, где господствуют бурые лесные почвы дальневосточного типа.

Подзолистые почвы таежно-лесной области Русской и Западно-Сибирской равнин по мере продвижения на восток сменяются палевыми и мерзлотно-таежными почвами лиственной тайги и лугово-черноземовидными почвами степных аласов Якутии, которые в условиях муссонного климата притихоокеанской части Дальнего Востока сменяются подзолистыми и буротаежными почвами.

Следовательно, на западе и на востоке Евразии с нарастанием муссонности климата и с уменьшением его континентальности широтно-зональные спектры или затушевываются или имеют индивидуальную природу, что связано с законом фациальности. Закон фациальности по И.П. Герасимову заключается в том, «что местные провинциальные (фациальные) особенности климатов, обусловленные в основном термодинамическими атмосферными процессами, определяют во многих частях мировых географических поясов радикальное осложнение горизонтальной (широтной) зональности и способствуют проявлению специфических

местных явлений вплоть до формирования особых типов почв и индивидуальных закономерностей их географического распределения» (Добровольский, Урусевская, 2004).

Различные части почвенно-географических поясов с индивидуально выраженным спектром почв получили название *почвенно-биоклиматических областей*.

Явление фациальности может проявляться и в пределах территории распространения одного и того же почвенного типа вследствие особенностей гидротермического режима, на чем и основано выделение почвенных провинций.

Закон вертикальной почвенной зональности. Согласно закону вертикальной зональности, установленному В.В. Докучаевым (1889), в горных системах основные типы почв распространены в виде высотных поясов, последовательно сменяющих друг друга по мере нарастания абсолютной высоты местности от подножия гор к вершинам в соответствии с изменением климата, растительности и других условий почвообразования. Вертикальная зональность по составу зон аналогична широтной зональности, т.е. с подъемом в горы наблюдается та же смена почвенных зон, что и на равнине, по мере движения с юга на север.

В дальнейшем С.А. Захаров под альпийскими и субальпийскими лугами выделил самостоятельный тип горно-луговых почв, которых нет на равнинах. В горных странах проявляются *«интерференция»* (выклинивание или выпадение отдельных почвенных зон), *«инверсия»* (нарушение порядка расположения почвенных зон по аналогии с горизонтальной зональностью), *«миграция»* (смещение почвенных зон и проникновение одной из них в другую).

И.П. Герасимов (1948) показал, что общая закономерность вертикальной почвенной зональности различных горных стран проявляется в виде разнотипной структуры вертикальных почвенных зон.

Последовательность в смене вертикальных почвенных зон определяется положением горной страны в системе горизонтальных почвенных зон и по отношению к океану, т.е. почвы горных территорий в своем распространении отражают закономерности горизонтальной зональности и фациальности.

Для каждой горной страны могут наблюдаться существенные отклонения от изложенной схемы, вызванные положением склонов относительно движения воздушных масс, экспозиций склонов, наличием температурных инверсий.

Закон аналогичных топографических рядов. Среди закономерностей, наблюдаемых в различных структурах почвенного покрова, есть такие, которые характерны для всех почвенно-географических зон. В частности, наиболее общее значение имеет закономерность распределения почв по элементам мезо- и микрорельефа, которую С.А. Захаров называет законом аналогичных топографических рядов почв. Суть закона заключается в том, что в разных почвенных зонах состав почвенного покрова различен, однако распределение почв по элементам рельефа имеет аналогичный характер: на возвышенных элементах рельефа расположены почвы генетически самостоятельные, а на отрицательных элементах рельефа – генетически подчиненные.

С.С. Неуструев (1915) разработал учение о зональных подчиненных сочетаниях, согласно которому понятие зональных почв заменил понятием зональных комбинаций (сочетаний, комплексов) почв. Ю.А. Ливеровский (1964), развивая это учение, предложил рассматривать почвенную зону как ареал определенного типа почвенных сочетаний, куда наряду с несколькими типами плакорных почв входят также почвы, развивающиеся в интразональных условиях.

Закон аналогичных топографических рядов почв является одним из главных руководящих принципов крупномасштабной картографии почв.

Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы

1. Дайте определение широтной зональности почв.
2. Приведите примеры проявления широтной зональности на земной поверхности.
3. Что лежит в основе фациальности почв?
4. В чем проявляется вертикальная зональность почв?
5. Что обуславливает разнотипную структуру вертикальных почвенных зон?
6. В чем заключается сущность закона аналогичных топографических рядов?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Белобров В.П., Замотаев И.В., Овечкин С.В. География почв с основами почвоведения. – М.: Изд. центр «Академия», 2012. – 377 с.
- Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение: учебник для бакалавров. – М.: Юрайт, 2013. 527 с.
- Возможности современных и будущих фундаментальных исследований в почвоведении. – М.: ГЕОС, 2000. – 138 с
- Ганжара Н.Ф., Борисов, Б.А. Почвоведение с основами геологии. – М.: ИНФРА-М, 2015. 351 с.
- Герасимов И.П., Глазовская М.А. Основы почвоведения и географии почв. – М.: Изд-во географ. лит-ры, 1960. – 498 с.
- Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. – М.: Высш. шк., 1981. 400 с.
- Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. 384 с.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. – М.: Наука, 1990. 261 с.
- Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. – М.: Изд-во моск. ун-та, Колос, 2004. 460 с.
- Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. – М.: Наука, 1976. – 200 с.
- Ивлев А.М. Особенности генезиса и биогеохимии почв Сахалина. – М.: Наука, 1977. – 144 с.
- Классификация почв России / авт. и сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тоноконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
- Крейда Н.А. Почвы хвойно-широколиственных и широколиственных лесов Приморского края // Уч. зап. Дальневост. ун-та, 1970. Т. 27. Ч. 2. 229 с.
- Куликов Я.К. Почвенные ресурсы: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк., 2013. 319 с.
- Наумов В.Д. География почв: толковый словарь – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 376 с.
- Наумов Е.М., Градусов Б.П. Особенности таежного почвообразования на крайнем Северо-Востоке Азии. – М.: Колос, 1974. – 148 с.
- Никитин Е.Д. Роль почв в жизни природы. – М.: Знание, 1982. – 47 с.
- Орлов Д.Е. Химия почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
- Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Василевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988. Ч. I. – 400 с.
- Почвоведение / Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Колос, 1975. – 496 с.
- Пшеничников Б.Ф. Почвы Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1986. – 60 с.
- Пшеничников Б.Ф. Курс лекций по почвоведению и географии почв. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1992. – 136 с.
- Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Генезис и эволюция приокеанических буроземов (на примере япономорского побережья). – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. – 292 с.
- Роде А.А. Почвоведение. – Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 524 с.
- Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение. – М.: Высш. шк., 1972. – 480 с.
- Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв. – М.: Изд-во Моск ун-та, 1975. – 293 с.

Семендяева Н.В., Мармулев А.Н., Добротворская Н.И. Методы исследования почв и почвенного покрова: учеб. Пособие. – Новосибирск: Издво НГАУ, 2011. 202 с.

Соколов И.А. Вулканизм и почвообразование. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.

Типы почв, их география и использование / Л.Г. Богатырев, В.Д. Василевская, А.С. Владыченский и др. – М.: Высш. шк., 1988. Ч. II. – 368 с.

Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Наука, 1976. – 200 с.

Полевой почвенный дневник

Разрез, поляма № _____ г.

1. Абрис привязки

2. Профиль рельефа в двух направлениях и положение разреза

На _____ от _____ (направление) (ближайшее село)



3. Микро, мезо, макрорельеф _____

4. Угодья _____

5. Увлажнение _____

6. Каменистость _____

7. Поверхность почвы _____

8. Культура _____ ее состояние _____

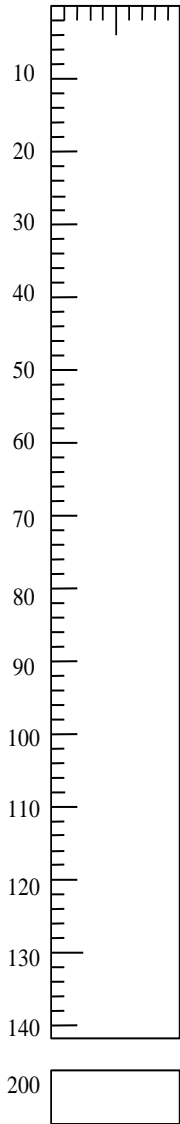
9. Засоренность _____ Сорняки _____

10. Растительная группировка _____

Проективное покрытие _____ % Средняя высота _____ см

Список преобладающих растений _____

11. Описание почвенного профиля

Глубина взятия образца в см	Схема почвенного разреза	Горизонты, их глубина в см	Механический состав
			

Влажность, цвет, структура, плотность, сложение, новообразования, включения, распространение корней, глубина и характер вскипания, характер перехода горизонтов, признаки заболоченности, засоленности, солонцеватости и прочие особенности
