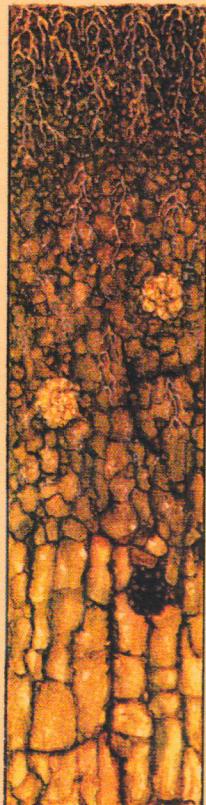
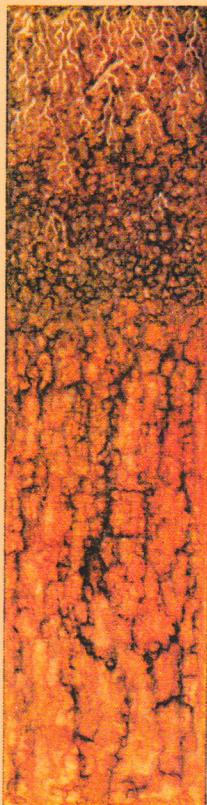


ПРАКТИКУМ ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ



Географический факультет МГУ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

**ПРАКТИКУМ
ПО ПОЧВОВЕДЕНИЮ**

Под редакцией А. Н. Геннадиева

Издание второе,
переработанное и дополненное

Географический факультет МГУ
2007

УДК 631.4(076.5)

ББК 40.3+я7

П69

Рецензенты: д-р биол. наук А.С. Владыченский
канд. геогр. наук А.В. Хорошев

- Практикум по почвоведению / Под ред. А. Н. Геннадиева. Авт.:
П69 Т. М. Белякова, М. Д. Богданова, И. П. Гаврилова, А. Н. Геннадиев,
М. И. Герасимова, М. Ю. Лычагин. М: Географический факультет
МГУ, 2007. 68 с.

ISBN 978-5-89575-132-9

Рассматриваются генетические особенности и свойства основных типов почв, дается анализ их географического распространения. Определяются понятия и термины, необходимые для самостоятельной работы студентов. Приводятся развернутые планы практических занятий по каждой теме.

Для преподавателей университетов, проводящих практические занятия по курсу «География почв с основами почвоведения», и для студентов-географов.

УДК 631.4(076.5)

ББК 40.3+я7

© Коллектив авторов, 2007

© Географический факультет
МГУ, 2007

ISBN 978-5-89575-132-9

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ФАКТОРЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ	11
1.1. Основные закономерности строения почвенного покрова равнинных территорий	11
1.2. Практические занятия	17
2. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ	20
2.1. Морфогенетический профиль	20
2.2. Морфологические признаки почв	22
2.3. Морфологическое строение основных типов почв	32
2.4. Практические занятия	37
3. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ	40
3.1. Химические и физико-химические свойства почв	40
3.2. Химические свойства разных типов почв	49
3.3. Практические занятия	55
ЛИТЕРАТУРА	60
ПРИЛОЖЕНИЯ	61
1. Индексы почвенных горизонтов	61
2. Условные знаки, рекомендуемые при зарисовке почвенных профилей	62
3. Морфологическое описание солоди (монолита)	63
4. Морфологические признаки почв различных ландшафтных зон	64
5. Градации почвенных показателей	65
6. Химические и физико-химические показатели основных типов почв	67

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое пособие подготовлено для проведения практических занятий по учебному курсу «География почв с основами почвоведения». Географическое почвоведение – комплексный отраслевой раздел физической географии. Почвенный покров Земли образуется, существует и развивается во времени как результат взаимодействия различных частей географической оболочки – атмосферы, гидросфера, литосфера и тонкой «пленки» живого вещества, сосредоточенной в основном у земной поверхности. Каждая из этих субоболочек представлена в почвенном покрове материально: почвенным воздухом, почвенной влагой, почвенными минералами, внутриводной биотой, – и поэтому мир почв по вещественному составу и структурному разнообразию подобен слепку со всей геосферы. Почва является средоточием многих процессов, энергетических и материальных потоков, которые пронизывают географическую оболочку; в динамике «жизни» почвы отражается динамика всей географической среды.

Следовательно, изучая почвы, можно получить ответы на многие вопросы, касающиеся более сложных и обширных географических систем. Не случайно основоположник современного почвоведения В. В. Докучаев назвал почву «зеркалом ландшафта». С другой стороны, совершенно очевидно, что понимание сущности почвообразовательных процессов, особенностей строения почв, закономерностей их распределения на земной поверхности возможно лишь на основе специального исследования всех компонентов географической среды, в которой зарождался, эволюционировал и существует в настоящее время почвенный покров.

Сказанное определяет место науки о почвах и почвенном покрове в системе общегеографического образования, показывает ее

большое значение как учебной дисциплины в формировании комплексного природоведческого мышления.

Почвоведение – наука о происхождении, свойствах и динамике почв как естественноисторических образований и как объектов труда.

В качестве науки теоретической, призванной давать объяснения всему многообразию почвенных явлений в природе, почвоведение является отраслью естествознания и тесно связано с физико-математическими, химическими, биологическими, геологическими и географическими науками, опирается на разработанные ими фундаментальные законы и методы исследования. Вместе с тем, как и любая другая наука, почвоведение развивается на основе непосредственного взаимодействия с практикой, которая проверяет и использует выявленные закономерности и, в свою очередь, стимулирует новые теоретические поиски. В настоящее время сформировались крупные прикладные разделы почвоведения, ориентированные на потребности сельского и лесного хозяйства, ирригации, строительства, транспорта, поисков полезных ископаемых, охраны окружающей среды: агропочвоведение, грунтоведение, лесное, мелиоративное, экологическое почвоведение.

Полное представление о сущности генетического профиля почвы, связи почв с географической средой дают непосредственные наблюдения в поле. Учебным планом предусмотрена полевая практика студентов по географии почв. Она проводится по завершении теоретической части курса и сдачи экзамена. В процессе аудиторного изучения данной дисциплины студенты участвуют в практических занятиях, используя наглядные материалы: почвенные монолиты, коробочные образцы различных генетических горизонтов почвы, рисунки почвенных профилей, карты, таблицы, результаты лабораторных исследований почв.

Некоторые основные положения общего почвоведения и географии почв. Прежде всего, студенту необходимо отчетливо уяснить, в чем заключается своеобразие почвы как уникального природного образования, иметь представление о физическом положении почвенной оболочки в биосфере, в той ее части, где соприкасаются друг с другом литосфера, атмосфера и гидросфера и где особенно высока насыщенность живыми организмами. Важно избегать облегченного механического представления о почве как о

простом переходном слое между данными субстанциями, характеризующемся усредненными свойствами. Почва – это вполне специфические соединения и типы процессов, которые возникают при взаимодействии живого вещества – «активизированной формы материи» (по словам В. И. Вернадского) – и минеральных компонентов. Почву нельзя отнести ни к живой, ни к мертвкой природе, это образование **биокосное**, развивающееся по своеобразным законам.

Следует глубоко осознать целостность и вместе с тем разноплановость понятия «почва». Почва является сложной, открытой многокомпонентной системой, и в то же время подсистемой в более сложной системе – биогеоценозе, или элементарном ландшафте. Она есть результат длительного взаимодействия факторов почвообразования и одновременно среда, в которой это взаимодействие осуществляется в настоящее время, то есть почва – это и природное тело, и совокупность сиюминутных динамических явлений.

Каким образом лучше всего разобраться в сложном вопросе о сущности почвообразовательного процесса? Для того, чтобы охарактеризовать какой бы то ни было процесс, в том числе почвообразовательный, необходимо знать следующее:

- ⇒ источники и форму энергии, обеспечивающей течение процесса;
- ⇒ типы веществ, вовлеченных в процесс;
- ⇒ механизмы процесса;
- ⇒ результаты процесса.

Основным источником энергии для почвообразования является солнечная радиация. Она многократно превышает энергию естественного радиоактивного распада элементов, тепло глубинных слоев Земли и др. Энергия Солнца расходуется на испарение и транспирацию влаги, на выветривание минералов, аккумулируется в органическом веществе почвы. Количество энергии, поступающей в почву, сильно различается по географическим поясам. В связи с этим, а также с уровнем увлажненности почв, изменяются затраты энергии на почвообразование. Поэтому почвы областей с теплым и влажным климатом, как правило, имеют большую мощность и сильнее преобразованы процессами почвообразования, чем почвы, формирующиеся в холодных и сухих климатических условиях.

Субстантивной основой почвообразования, веществами, которые вовлекаются в данный процесс, являются различные горные породы, вода, воздух, живые организмы. Взаимодействуя между собой, они обуславливают специфический вещественный состав почв.

Протекающие в почве процессы можно рассматривать на различных уровнях детализации. Самый низкий уровень – почвенные микропроцессы. Они представляют собой разнообразные биологические, химические, физические и механические явления, которые подразделяются на три группы:

- ⇒ процессы обмена веществом и энергией между почвой и другими компонентами природной среды (обмен газами между почвой и атмосферой; влагой и теплом между почвой, атмосферой и грунтовыми водами; зольными элементами между растениями и почвой);
- ⇒ процессы превращения вещества и энергии, происходящие в самой почве (разложение растительного опада, окисление и восстановление химических соединений, разрушение и новообразование минералов, замерзание и оттаивание влаги);
- ⇒ процессы передвижения вещества и энергии в почве (воздуха, газов, растворов, твердых частиц).

Комбинируясь между собой, почвенные микропроцессы слагаются в более сложные и комплексные частные почвообразовательные макропроцессы, такие как: гумусонакопление, засоление, ожелезнение, иллювиальные процессы, оглеение, осолонцевание и т. д. Как правило, результат действия одного или нескольких частных почвообразовательных макропроцессов локализуется в пределах какой-то части почвы. И, наконец, выделяются общие почвообразовательные макропроцессы, продуктом деятельности которых обычно является вся почва. К ним относятся: черноземный, буровземный, подзолообразовательный и другие процессы.

В почве, вследствие протекания различных процессов, обособляются слои с различными химическими, физическими и биологическими свойствами – почвенные горизонты, совокупность которых называют генетическим профилем почвы. Почвенные горизонты обозначаются специальными индексами.

Для студента очень важно твердо осознать важнейшее фундаментальное положение генетического почвоведения о том, что почва, ее генетический профиль, процессы, в ней протекающие, определяются климатическими условиями, характером растительности, деятельностью животных, составом и свойствами материнской породы, условиями рельефа, а также продолжительностью почвообразования, или возрастом почвы, – т.е. факторами почвообразования. Если все «почвообразователи» в пределах данной местности одинаковы, то и образующиеся здесь почвы будут одинаковыми. При изменении хотя бы одного из них можно ожидать различия и в почвах. Таким образом, распространение почв на земной поверхности находится в соответствии с факторами почвообразования. При этом каждый из них своим определенным образом обуславливает формирование почв.

Влияние рельефа проявляется в перераспределении им на земной поверхности тепла, влаги (с растворенными в ней веществами), а при развитии эрозии – и твердых почвенных масс. В горах формы макрорельефа обусловливают высотную, или горную, зональность почв, то есть закономерную смену одних почвенных разностей другими, что связано с изменением гидротермических условий почвообразования при изменении абсолютной высоты горной местности. Формами мезо- и микрорельефа обусловлены разнообразные сочетания и комплексы почв. Почвы разновысотных ступеней рельефа сопряжены друг с другом геохимическими потоками и отличаются особенностями привноса и выноса вещества. Вследствие сказанного, почвы, находящиеся в одной и той же климатической зоне, но приуроченные к разным элементам рельефа, имеют существенно различное, часто противоположное направление почвообразования. Вещества и влага, которые выносятся из почв повышенных элементов рельефа, могут в определенных условиях не удаляться за пределы данного ландшафта, а накапливаться в почвах понижений.

Роль климата в почвообразовании и географии почв многообразна. С климатическими условиями связана энергетика почвообразования, скорость и направление превращений органического вещества, тепловой и водный режимы почв, накопление запасов доступной растениям влаги, продолжительность промерзания почвы и наличие в ней вечной мерзлоты. Климатический фактор обуславливает баланс веществ в почвах (прежде всего веществ

минеральных, поскольку баланс веществ органических в почвах всегда положительный). При этом воздействие климата на процессы привноса, накопления и выноса веществ проявляется по-разному в почвах различных местоположений в рельефе.

Живые организмы также являются важным фактором почвообразования. Растительность является поставщиком в почву органических веществ, а также ассимилированной при фотосинтезе энергии. Она существенно изменяет микроклимат почвы, препятствует почвенной эрозии и дефляции. Населяющие почву микроорганизмы участвуют в реакциях превращения органических и минеральных веществ. Почвенные животные перемешивают почвенную массу, способствуют образованию зоогенной структуры, измельчают растительные остатки. Особенности воздействия биологического фактора на почвы изменяются в пространстве в зависимости от характера и величины растительного опада в различных типах ландшафтов, от интенсивности микробиологической деятельности, которая варьирует в связи с гидротермическими условиями.

Материнские (или почвообразующие) породы влияют на почву двояко. Во-первых, от их состава зависит химический и минералогический состав почв и многие другие их химические и физико-химические свойства. Во-вторых, материнские породы, обладая различным гранулометрическим составом, влияют на гранулометрический состав и физические свойства формирующихся на них почв.

Почвообразующие породы, в зависимости от их свойств, – богатые или, наоборот, обедненные основаниями, железом или алюминием, соленосные или бессолевые, песчаные или суглинистые и т. д. – по-разному влияют на почвообразование. В разных климатических условиях почвы на одинаковых породах иногда могут иметь существенно сходные черты, тогда как в одном и том же биоклиматическом поясе на разных породах будут образовываться существенно различные почвы.

Кроме названных повсеместно действующих факторов почвообразования и географии почв, имеется ряд весьма мощных, но локально действующих факторов. К ним относятся: грунтовые воды, поверхностные воды половодий и паводков, вулканический фактор и др.

Возраст почвы. С течением времени каждый из факторов почвообразования претерпевает направленные изменения, продолжительность их общего воздействия весьма неодинакова для различ-

ных почв. Поэтому при анализе почвенного профиля важной характеристикой является возраст почвы, а также учет возможных ее реликтовых свойств, т. е. признаков, необъяснимых современным сочетанием факторов почвообразования, свидетельствующих о предшествующих фазах развития почвы. Почвенный профиль может изменяться в связи с сукцессиями растительности, эволюцией рельефа, вековыми биоклиматическими циклами, при смене гидроморфного режима субазральным и наоборот.

Достаточно посмотреть на почвенную карту, чтобы увидеть, сколь сложна и многообразна картина размещения почв на земной поверхности. Между тем наукой достаточно однозначно выявлены основные закономерности географии почв. Пространственная дифференциация почвенного покрова Земли во многих случаях проявляется в виде вполне упорядоченных систем почвенных ареалов, связанных с тем или иным упорядоченно действующим фактором почвообразования или сочетанием последних. В зависимости от того, влияние какого из факторов оказывается преобладающим, выделяют: биоклиматогенные, литогенные, топогенные, антропогенные и другие макроструктуры почвенного покрова.

Так, в пределах Восточно-Европейской равнины хорошо выражена макроструктура почвенного покрова, обусловленная биоклиматической зональностью почв. Она проявляется в виде последовательной смены с севера на юг широтно простирающихся зон с преобладанием определенных почв. Такая форма почвенного ареала является следствием зональности гидротермических условий и контролируемого ими биологического фактора. Изменение двух других факторов – рельефа и почвообразующих пород – в пределах Восточно-Европейской равнины не столь существенно. Вместе с тем следует иметь в виду, что в других случаях факторы географии почв могут существенно усложнять картину почвенного покрова, приводя к образованию неупорядоченных макроструктур. Особенно часто это имеет место в горных областях.

В заключение следует обратить внимание на то, чтобы студенты, участвуя в практических занятиях по тем или иным частным вопросам, отчетливо представляли себе их место и значение в науке о почвах. Только сопряженная работа над теоретическим материалом в сочетании с практическими знаниями позволит в полной мере освоить предмет.

1. ФАКТОРЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОЧВ

1.1. Основные закономерности строения почвенного покрова равнинных территорий

Целью первого занятия является знакомство студентов со строением почвенного покрова равнинных территорий, его зональностью, связанной с изменением ландшафтно-климатических условий, на примере Восточно-Европейской равнины и прилегающих территорий. На занятии используется Почвенная карта России и сопредельных государств масштаба 1:4 000 000 (1995), а также почвенная карта масштаба 1:16 000 000 из Атласа СССР (1984).

Мелкомасштабные почвенные карты отражают пространственное размещение почв крупных регионов. Они позволяют выявить основные географические закономерности распределения почв, состав и строение почвенного покрова различных почвенных зон. Научной базой мелкомасштабного почвографирования является докучаевское генетическое почвоведение и разработанные на его принципах основы картографии почв. К настоящему времени сложились географо-генетические и классификационные основы почвенной картографии. Современные почвенные карты очень информативны, они отражают в полном объеме все современные знания о почвах и почвенном покрове регионов.

Обычно на мелкомасштабных почвенных картах показываются типы и подтипы почв. Каждый тип почв изображается на картах определенным цветом. Для основных зональных почв используются цвета, ассоциирующиеся с их основными свойствами: например, черноземы показываются темным коричневым цветом, как самые гумусные и плодородные. Почвы аридных территорий показываются светлыми, желтыми тонами, что соответствует их облику. Красные и розовые цвета отданы почвам гумидных обла-

стей, обладающим кислой реакцией почвенного раствора (красный оттенок – это цвет универсального индикатора в кислой среде). Почвам, которые не являются зональными, присвоены оттенки синего, зеленого, фиолетового тонов: болотные почвы показываются синим и голубым цветом, аллювиальные – зеленым, засоленные – фиолетовым.

Кроме цвета, каждая почва имеет свой индекс. За основу индекса принимается заглавная буква названия типа почвы (например, П – подзолистая, Ч – чернозем), или две буквы (Ск – солончак, Сн – солонец). Подтипы обозначаются надстрочным индексом: П^г – глеево-подзолистая, Ч^о – чернозем обыкновенный.

При неоднородном почвенном покрове для показа сопутствующих почв часто используют немасштабные знаки. Ими изображаются почвы в тех случаях, когда размер ареала мал и его нельзя показать контуром. Использование немасштабных знаков позволяет увеличить информативность карты, расширить представления о характере строения почвенного покрова.

Почвы горных территорий также изображаются цветом, но с косой штриховкой (белой или черной). Индекс горных почв записывается следующим образом: Гп – горные подзолистые (к индексу аналогичной почвы равнин добавляется заглавная буква Г).

На почвенных картах дополнительно изображается гранулометрический состав почв или почвообразующих пород. Эта характеристика дается различными графическими знаками по основному цветовому фону.

На современных картах изображается структура почвенного покрова – определенный тип его строения, который определяется составом и количественным соотношением входящих в него почв, а также характером образуемых ими пространственных комбинаций. Структура почвенного покрова отображается немасштабными знаками, а также цветными фигурными сетками.

Легенда почвенной карты представляется в виде списка почв или таблицы. Легенда подразделяется на несколько разделов. Она начинается списком почв равнинных территорий, причем в нем могут быть сначала представлены зональные почвы, расположенные в порядке с севера на юг, а затем интразональные (засоленные, болотные). В следующем разделе помещается список почв горных территорий, перечисленных в порядке от вершин к подно-

жию. В отдельных разделах приводятся сведения о гранулометрическом составе почв и почвообразующих породах.

На практическом занятии изучается зональность почвенного покрова (табл. 1) на примере территории Восточно-Европейской равнины, Прикаспийской низменности, а также западных районов Устюрта, Каракумов и предгорьев Копетдага, рассматриваются почвы от арктических островов до сухих субтропиков (рис. 1). На этой обширной равнинной территории зональность почвенного покрова проявляется весьма отчетливо, что связано с относительной однородностью рельефа и преобладанием суглинистых почвообразующих пород. Характер распространения суглинистых пород также несет черты зональности: распространенные в северной части равнины кислые моренные отложения нескольких стадий оледенений сменяются к югу покровными суглинками (бескарбонатными и карбонатными), которые, в свою очередь, сменяются карбонатными лёссовидными суглинками и лёссами. На Прикаспийской низменности почвообразующими породами являются морские засоленные отложения.

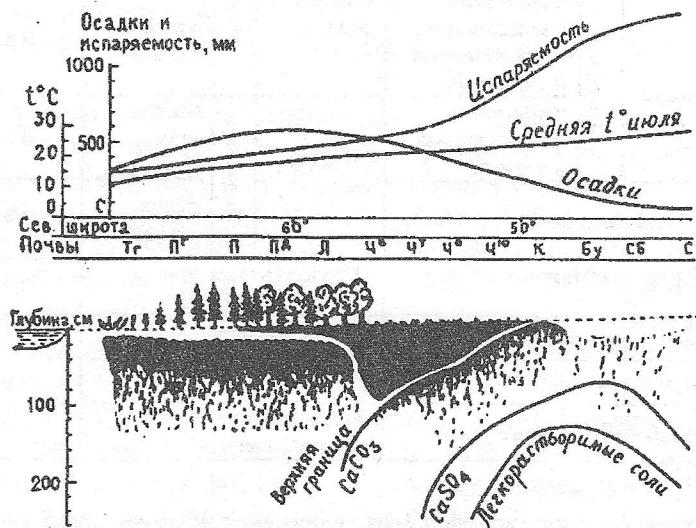


Рис. 1. Схематический меридиональный почвенно-географический профиль через европейскую территорию России (по данным Г. Н. Высоцкого, М. М. Филатова, С. А. Захарова, с дополнениями авторов)

Таблица 1

Почвенные и ландшафтные зоны Восточно-Европейской равнины и прилегающих территорий

Почвенные зоны и подзоны		Ландшафтные зоны и подзоны		Коэффициент увлажнения	
Зона арктических почв		Арктическая зона		*	
Зона тундровых почв		Тундровая зона		> 2	
Зона подзолистых почв	Подзоны	глеево-подзолистых почв	Таежная зона	северной тайги	
		подзолистых типичных почв		1,8	
		дерново-подзолистых почв		1,5	
Зона серых лесных почв		Лесостепная зона	Подзоны	южной тайги	
Зона черноземов	Подзоны	широколиственных лесов		1,2	
		черноземов оподзоленных, выщелоченных и типичных	Степная зона	0,8	
Зона каштановых почв		луговых степей		0,6	
Зона бурых пустынно-степных почв		настоящих степей	Подзоны	0,4	
Зона серо-бурых пустынных почв		сухих степей		0,2	
Зона сероземов		Пустынная зона		0,1	
Зона красноземов и желтоземов		Зона сухих субтропиков		0,3	
		Зона влажных субтропиков		> 2	

* В арктической зоне коэффициент увлажнения не имеет такого смысла, как в других зонах, т.к. осадки выпадают преимущественно в твердом виде и не оказывают существенного влияния на процессы почвообразования.

В пределах Восточно-Европейской равнины почвенные зоны, как и ландшафтные, располагаются субширотно.

Зона арктических почв занимает острова Северного Ледовитого океана. Условия почвообразования здесь определяются очень суровым климатом, присутствием многолетней мерзлоты, очень низкой биологической активностью почв.

Зона тундровых почв простирается неширокой полосой на севере континента. Почвы формируются в условиях многолетней мерзлоты, холодного сурового климата, избыточного увлажнения ($K_y > 2$), слабой интенсивности биологических процессов, под малозольной бедной тундровой растительностью.

Для тундровых почв характерны низкое содержание гумуса, оглеение, мерзлотные процессы. В почвенном покрове, кроме зональных почв, большую роль играют почвы разной степени заболоченности, образующие комплексы по микро- и нанорельефу.

Южнее тундры расположена обширная зона подзолистых почв, соответствующая ландшафтной зоне тайги. Она подразделяется на три подзоны: глеево-подзолистых почв северной тайги, подзолистых типичных почв средней тайги, дерново-подзолистых почв южной тайги. Почвообразование здесь протекает в условиях умеренно холодного климата, избыточного увлажнения (K_y от 1,2 до 1,8), на бедных кислых ледниковых или покровных отложениях под хвойными, а в южной тайге – под хвойно-широколиственными лесами. Подзолистые почвы характеризуются процессами кислотного гидролиза, выщелачивания и лессиважа, слабого гумусонакопления, кислой реакцией на всем протяжении профиля. В почвенном покрове зоны большую роль играют гидроморфные почвы, особенно в северной и средней тайге.

Зона серых лесных почв образует неширокую прерывистую полосу при переходе от дерново-подзолистых почв к черноземам. Почвы здесь формируются под широколиственными лесами при $K_y \approx 1$.

Южнее расположена обширная зона черноземов, которая разделяется на две подзоны. Северную подзону образуют черноземы оподзоленные, выщелоченные и типичные, формирующиеся в условиях умеренно теплого климата, периодически непромывного водного режима ($K_y = 0,8$), богатой лугово-степной растительности, главным образом на карбонатных лёссовидных суглинках.

Почвы характеризуются активным процессом гумусонакопления, нейтральной реакцией среды, накоплением карбонатов в средней части профиля. Кроме зональных почв в почвенном покрове участвуют лугово-черноземные почвы, а также солонцы и солоди.

Черноземы обычновенные и южные формируются в собственно степных ландшафтах, в условиях более засушливых и континентальных ($K_y = 0,6$), чем черноземы северной подзоны. Богатая степная растительность способствует активному гумусонакоплению. В составе почвенного покрова возрастает участие почв засаленного ряда.

Далее на юг, в сухих степях Причерноморской и Прикаспийской низменностей, расположена зона каштановых почв. Условия почвообразования характеризуются умеренно теплым засушливым климатом, отрицательным балансом увлажнения ($K_y = 0,4$). Растительный покров разрежен. В Прикаспийской низменности почвы формируются на исходно засоленных породах. Каштановые почвы отличаются от черноземов меньшим гумусонакоплением, большим содержанием карбонатов, слабощелочной реакцией, нередко – солонцеватостью. В почвенном покрове большую роль играют солонцы и засоленные почвы, часто образующие комплексы по микрорельефу.

В зоне полупустынь зональными являются бурые пустынно-степные почвы. Они формируются в условиях континентального засушливого климата ($K_y = 0,2$), под сильно разреженным растительным покровом. Бурые пустынно-степные почвы характеризуются низким содержанием гумуса, карбонатностью и засоленностью большей части профиля. Почвенный покров отличается комплексностью, большим участием, а часто и преобладанием, засоленных почв.

В зоне пустынь (в Туранской низменности) условия почвообразования отличаются еще более высокой аридностью климата ($K_y = 0,1$) и ничтожной ролью растительности. Зональные почвы – серо-бурые пустынные – малогумусны и засолены. На территории зоны большие ареалы занимают солончаки, песчаные пустынные почвы и незакрепленные пески.

Предгорья Тянь-Шаня и Копетдага, а также территория Кура-Араксинской низменности, относятся к сухим субтропикам. Здесь почвы формируются на лессах под эфемеровой растительностью

в условиях относительно интенсивного весеннего увлажнения. Зональными почвами являются сероземы, характеризующиеся некоторым увеличением содержания гумуса (по сравнению с серобурыми) и карбонатностью всего профиля.

Относительно небольшие территории Закавказья (самая западная часть Грузии и крайний юго-восток Азербайджана) характеризуются влажным субтропическим климатом с относительно равномерным и обильным увлажнением ($K_y > 2$), обусловленным влиянием орографического фактора. В этих условиях интенсивное химическое выветривание горных пород ведет к образованию ферраллитных кор выветривания, на которых под пологом вечно-зеленых лесов формируются красноземы и желтоземы.

1.2. Практические занятия

В процессе занятий студенты должны выполнить три задания.

1. Оценить роль факторов почвообразования и характер их изменения на изучаемой территории.
2. Составить карту почвенных зон и подзон масштаба 1:10 000 000 и легенду к ней.
3. Показать состав почвенного покрова каждой зоны и подзоны в виде формулы.

Исходные материалы: Почвенная карта России и сопредельных государств масштаба 1:4 000 000; Почвенная карта СССР масштаба 1:16 000 000; таблица «Почвенные и ландшафтные зоны» со средними значениями коэффициента увлажнения (K_y) для каждой зоны и подзоны; бланковая карта территории Русской равнины, Прикаспийской низменности, западной части Устюрта, Каракумов и Копетдага масштаба 1:10 000 000.

Вводная беседа преподавателя охватывает две темы.

- ⇒ Содержание мелкомасштабных почвенных карт, способы изображения и принципы построения легенды.
- ⇒ Основные закономерности строения почвенного покрова Восточно-Европейской равнины в связи с изменением ландшафтно-климатических условий почвообразования.

1. Выделение почвенных зон и подзон на бланковой карте на основании предоставленных мелкомасштабных почвенных карт. Студенты проводят границы зон и подзон, используя условные обозначения в виде контрастных цветов (например, границы зон красным цветом, границы подзон – синим).

2. Оценка изменения факторов почвообразования территории. Из основных факторов почвообразования на практическом занятии рассматриваются растительный покров и климат. Студентам необходимо установить соответствие почвенных и ландшафтных зон и указать на бланковой карте для каждой почвенной зоны и подзоны название соответствующей ей ландшафтной зоны. В качестве одной из обобщенных характеристик климата в табл. 1 приведены усредненные значения коэффициента увлажнения. Студенты отмечают на бланковой карте значения Ку для каждой почвенной зоны и подзоны и оценивают его изменение от тундры до субтропиков.

3. Составление карты почвенных зон и легенды к ней. Студенты должны установить, какая почва в каждой зоне (и подзоне) является зональной. Пользуясь легендами почвенных карт, студенты подбирают цвета, общепринятые для этих почв, и окрашивают каждую зону и подзону цветом зональной почвы.

В процессе создания легенды к карте студенты составляют список выделенных почвенных зон и подзон, располагая их в порядке с севера на юг по следующей форме:

- зона арктических почв;
- зона тундровых почв;

зона подзолистых почв:

- подзона глеево-подзолистых почв;
- подзона подзолистых типичных почв;

и т. д. и раскрашивают легенду цветами зональных почв.

4. Определение формулы состава почвенного покрова. В процессе работы студенты знакомятся со строением почвенного покрова изучаемой территории, в общих чертах изучают разнообразие его строения в разных зонах. Пользуясь почвенными картами разного масштаба и содержанием бланковой карты, студенты де-

лают заключение о составе почвенного покрова каждой зоны и подзоны, определяют, какие почвы, кроме зональной, в ее пределах встречаются. Состав почвенного покрова студенты отражают в виде формулы, где сначала пишется индекс зональной почвы, а в скобках – индексы всех почв, встречающихся на территории данной зоны или подзоны. Формула записывается непосредственно на карте, в пределах соответствующей зоны или подзоны. Индексы почв берутся из легенды, помещенной на бланковой карте, например: П^л, П, Д^к, П^{пд} и т. д.

После практических занятий рекомендуется обсудить в группе роль факторов почвообразования и основные закономерности географии почв на данной территории.

2. МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ

2.1. Морфогенетический профиль

Любое исследование почв начинается с рассмотрения почвенно-го профиля, наблюдаемого обычно на вертикальных стенках в специально выкопанных разрезах (шурфах, ямах) глубиной 0,5–2,0 м и более, или в обнажениях, карьерах, канавах. При большой экспонированной вертикальной мощности можно проследить отличия профиля почвы от нижележащей рыхлой или плотной материнской породы. Профиль почвы состоит из различных по мощности (единицы и десятки см) генетических горизонтов, как правило, с постепенными переходами между ними. Горизонты почвенного профиля тесно связаны друг с другом в своем происхождении, а также со всем комплексом факторов почвообразования.

Почвенный профиль представляет собой совокупность генетических горизонтов, выделяемых по внешним (морфологическим) признакам. Определенным комбинациям факторов почвообразования отвечают и определенные морфогенетические профили почв, поэтому каждому типу почв соответствует особое строение почвенного профиля.

Каждый почвенный горизонт имеет буквенно-цифровой индекс. Наиболее распространена система обозначения горизонтов латинскими буквами А, В, С в сочетании с прописными буквами, как русскими, так и латинскими (подстрочными и надстрочными), которые характеризуют дополнительные признаки горизонтов (Приложение 1).

На поверхности почвы в естественных условиях обычно лежит органогенный горизонт, состоящий из растительных остатков разной степени разложенности. Под древесной растительностью из опада листвьев, хвои, веток образуется лесная подстилка. Индекс

этого органогенного горизонта – A0. Таким же индексом обозначается опад травянистых растений – *степной войлок*. Органогенные горизонты болотных почв, состоящие из слаборазложившихся растительных остатков, носят название *очеса* (O). Под травянистыми фитоценозами (луговыми и степными) с мощными корневыми системами верхняя часть минерального субстрата (3–10 см) насыщена корнями, уплотнена и связана ими. Этот горизонт – дернина (A1_v) – выделяется в профиле почв как самостоятельный.

Под органогенными горизонтами или дерниной залегает гумусовый горизонт (органо-минеральный), который обозначается индексом A1. Он формируется в результате процесса гумусонакопления и характеризуется окраской серых тонов разной интенсивности, комковатой или комковато-зернистой структурой.

Элювиальный горизонт A2 присущ преимущественно лесным подзолистым почвам, выделяется в почвенном профиле самой светлой окраской, непрочной плитчатой или листоватой структурой.

Иллювиальные горизонты могут быть текстурными (B_t), железисто-гумусовыми (B_{hFe}), карбонатными (B_{ca}), солонцовыми (B_t^{Na}) и другими. Они являются результатом привноса веществ из верхних горизонтов.

Иллювиальный текстурный горизонт (B_t) присущ почвам, формирующимся главным образом под лесной растительностью. Он характеризуется темно-буровой или бурой окраской, большой плотностью, более тяжелым гранулометрическим составом, хорошо выраженной ореховатой или ореховато-призматической структурой, наличием темных органо-минеральных пленок по граням структурных отдельностей.

Иллювиальный железисто-гумусовый горизонт (B_{hFe}) чаще встречается в песчаных почвах, выделяясь буро-коричневым цветом и нередко – сцементированностью.

Иллювиальный солонцовый горизонт (B_t^{Na}). Он также окрашен в темные тона и выделяется специфической столбчатой структурой, очень большой плотностью сложения. Развит в некоторых почвах засушливых областей.

Иллювиальный карбонатный горизонт (B_{ca}). Основной морфологический признак, характеризующий его, – обильное скопление разных форм карбонатных новообразований.

Под горизонтом В расположена неизмененная процессами почвообразования почвообразующая, или материнская, порода (горизонт С). Если ниже границы почвенного профиля лежит порода, отличающаяся от почвообразующей по литологическим свойствам, она носит название *подстилающей* и индексируется буквой D.

Помимо основных генетических горизонтов в профиле почв часто выделяются переходные горизонты, совмещающие свойства выше- и нижележащих горизонтов и, соответственно, индексируемые двойными индексами. Например, горизонты A1B_{ca}, A1A2, BC_{ca} и т. д.

При описании почвенного профиля необходимо фиксировать особенности перехода одного генетического горизонта в другой и формы границ между ними. При достаточно большой мощности переходной зоны (более 5 см) и затруднении в определении положения границы характер перехода называется *постепенным*. Ясный, или *отчетливый*, переход легко определяется по контрасту между горизонтами и относительно узкой переходной полосе (шириной 1–5 см). В случае резких контрастов свойств соседних горизонтов переход называют *резким*, связывая его обычно не с почвенными, а с седиментационными процессами. Кроме перехода между горизонтами, описывается и характер границ между ними, при этом используются следующие термины: *ровная, волнистая, языковатая* (границы).

2.2. Морфологические признаки почв

При описании генетических горизонтов почв выделяются следующие морфологические признаки: окраска и цвет, структура, гранулометрический состав, сложение, новообразования и включения, а также особенности корневой системы растений и наличие ходов животных и их экскрементов.

Окраска и цвет почвы являются наиболее выразительными морфологическими признаками, по которым выделяются генетические горизонты в профиле и устанавливаются их границы. Они служат важным морфологическим признаком, характеризующим тип почвообразования и состав почвообразующих пород. Понятия

цвет и окраска в почвоведении различаются. Термин *окраска* имеет более общее значение и отражает степень неоднородности (пятнистости) цветовых характеристик горизонта. *Цвет* – колористическое понятие, относится непосредственно к тону, его интенсивности и оттенкам. Многие почвы получили название по преобладающему цвету: черноземы, красноземы, сероземы и т. д.

Окраска отдельного почвенного горизонта может быть однородной и неоднородной: *однородная* – весь горизонт однообразно окрашен в какой-либо цвет, часто происходит осветление его к нижней границе; *неоднородная* – горизонт окрашен в различные цвета, при этом геометрия участков разного цвета может быть сложной (пятна, полосы, мраморовидность). Окраска почвенной массы никогда не бывает монотонной, а сопровождается дополнительными тонами, придающими ей тот или иной оттенок, например, буровато-серый, красновато-бурый.

Цвет почвы существенным образом связан с ее составом. Так, черный цвет и его оттенки (серовато-черный, буровато-черный) чаще всего присущи верхним горизонтам почв и обусловлены присутствием в них гумуса. Белый цвет в почвах связан с присутствием карбонатов, водорастворимых солей, а также светлоокрашенных первичных минералов и каолинита. Красный цвет – результат накопления в почвах слабо- или негидратированных оксидов железа, преимущественно в форме гематита. Гидратированные оксиды железа (гетит и гидрогематит) придают почвам различные оттенки желтого и бурого цветов. Синие (сизые) и зеленые цвета в почвах всегда связаны с их переувлажнением и, соответственно, присутствием специфических минералов, содержащих закисные формы железа (вивианит и др.).

С. А. Захаровым был предложен треугольник цветов (рис. 2), в вершинах которого расположены белый, черный и красный цвета. Различные цвета почвы выводятся из этого треугольника весьма просто и являются производными трех основных.

В почвоведении широко используется стандартная шкала почвенных цветов Munsell Soil Colour Charts, разработанная и опубликованная в США. В таблицах Манселла (рис. 3) каждый цвет характеризуется тремя показателями: тоном (оттенком), интенсивностью (степенью осветленности), насыщенностью тона (числотой спектрального цвета), – и может быть обозначен буквенно-

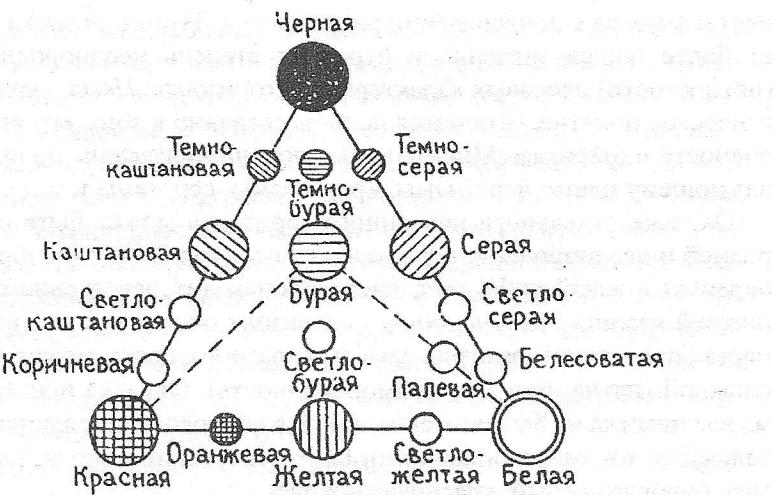


Рис.2. Треугольник С.А.Захарова для определения названия цвета почвы

цифровыми индексами, удобными для записи, а также для создания банка данных для компьютерной обработки информации. Стандартные шкалы помогают унификации названий цветов и способствуют их объективной оценке.

Структура почвы является важным морфогенетическим признаком. Она оказывает влияние на аэрацию почвы и ее водопрони-

цаемость, определяет устойчивость почвы против эрозии. На образование почвенной структуры оказывают влияние корневая система травянистой растительности, деятельность почвенной фауны, а также различные физические процессы: увлажнение и высыхание, замерзание и оттаивание, нагревание и охлаждение. Главными kleящими веществами



Рис. 3. Принцип определения цвета по шкале Манселла

почв при их оструктуривании (главными структорами) являются: гумус, глинистое вещество, гидроксиды железа и алюминия.

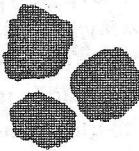
Классификация структурных отдельностей по форме, размеру и характеру поверхности была разработана С. А. Захаровым (1927). Он выделял типы, роды и виды структур по критериям, приведенным в табл. 2. *Типы структур* даны по внешнему сходству структурных отдельностей почвы с соответствующими геометрическими фигурами (кубом, призмой, плиткой). Выделение *родов* основано на степени выраженности граней и ребер агрегатов, а также их размерности. *Виды* характеризуют только размерности агрегатов, выделенных на уровне рода (рис. 4).

Таблица 2
Классификация структурных элементов почвы

Типы	Роды	Виды
Кубовидная	Глыбистая	Крупноглыбистая Мелкоглыбистая
	Комковатая	Крупнокомковатая Комковатая Мелкокомковатая Пылевато-комковатая
	Ореховатая	Крупноореховатая Ореховатая Мелкоореховатая
	Зернистая	Крупнозернистая Зернистая Мелкозернистая
Призмовидная	Столбчатая	Крупностолбчатая Мелкостолбчатая
	Призматическая	Крупнопризматическая Призматическая Мелкопризматическая
Плитовидная	Плитчатая	Плитчатая Пластинчатая Листоватая

Кубовидная

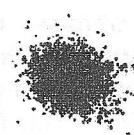
глыбистая



комковатая



ореховатая зернистая

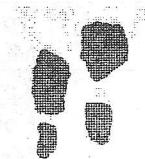


Призмовидная

столбчатая



призматическая



Плитовидная

плитчатая

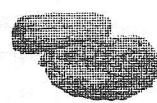


Рис. 4. Почвенные структуры

В большинстве случаев почвы и их отдельные горизонты имеют смешанную структуру, например, зернисто-крупнокомковатую, что означает присутствие агрегатов разной формы и величины. При описании на последнее место ставится преобладающий в количественном отношении вид агрегатов.

Различным генетическим горизонтам почв присущи определенные структуры. Так, например, для гумусовых горизонтов, пронизанных тонкими корнями травянистой растительности, характерна зернистая или комковато-зернистая структура, для элювиальных горизонтов – плитовидная (плитчатая, чешуйчатая, листоватая), для иллювиальных – глыбистая или призматическая (в солонцовых почвах – столбчатая).

Гранулометрический состав почв. От него зависят водопроницаемость почвы, ее способность удерживать влагу, плотность, проникновение в нее корней растений и т. д. Гранулометрическим составом почвы называется соотношение частиц разного размера. Группы частиц, диаметр которых лежит в строго определенных пределах, называются гранулометрическими фракциями. Выделяются фракции песка, пыли и ила. При определении гранулометрического состава почв в настоящее время широко используется классификация Н. А. Качинского (табл. 3).

В основу разделения гранулометрических фракций положены различия, главным образом, в водно-физических свойствах частиц. Так, каменистая часть почвы с точки зрения водно-физических свойств инертна: она не способна удерживать влагу. Песок (1,0–0,05 мм) обладает слабой водоудерживающей способностью. Пыль (0,05–0,001 мм) очень хорошо удерживает воду и обладает хорошей водоподъемной способностью. Ил (< 0,001 мм) имеет

Таблица 3
Классификация гранулометрических фракций

Название гранулометрических фракций			Диаметр частиц, мм	
Скелет		Камни		> 3
Физический песок		Гравий		3–1
Мелкозем	Песок	крупный		1–0,5
		средний		0,5–0,25
		мелкий		0,25–0,05
	Пыль	крупная		0,05–0,01
		средняя		0,01–0,005
		мелкая		0,005–0,001
	Ил			<0,001
	Коллоиды			<0,0001

плохую водопроницаемость и меньшую, чем у пылеватых частиц, водоподъемную способность.

На основании определения содержания отдельных гранулометрических фракций почве дается название по гранулометрическому составу, используя классификацию Н. А. Качинского (табл. 4). Принцип построения этой классификации следующий. За основу взято содержание в почве физической глины (сумма частиц размером меньше 0,01 мм). К основному определению добавляют прилагательное, отражающее преобладание той или иной фракции, например, крупнопылеватый средний суглинок.

Таблица 4

Классификация почв по гранулометрическому составу
(по Н. А. Качинскому, 1965)

Краткое название почвы по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (< 0,01 мм), %
Песок рыхлый	0–5
Песок связный	5–10
Супесь	10–20
Суглинок легкий	20–30
Суглинок средний	30–40
Суглинок тяжелый	40–50
Глина легкая	50–65
Глина средняя	65–80
Глина тяжелая	> 80

В поле определение гранулометрического состава почв производится по степени пластичности на ощупь:

- ⇒ *песчаные* – не связаны, сыпучие;
- ⇒ *супесчаные* – в сухом состоянии сыпучие, бесструктурные, во влажном состоянии легко скатываются в шар, но «шнур» не образуют;
- ⇒ *суглинистые* – во влажном состоянии пластичны и легко раскатываются в «шнур»; чем тоньше «шнур», тем более тяжелый состав имеют почвы;
- ⇒ *глинистые* – во влажном состоянии раскатываются в длинный тонкий шнур, легко сворачиваемый в кольцо без трещин.

Сложение почвы – внешнее выражение порозности и плотности почвы; сложение почвы оказывает большое влияние на ее водопроницаемость и на глубину проникновения в почву корней растений. Различают следующие категории *плотности сложения*:

рыхлое – лопата легко входит в почву на полный «штык», вертикальная стенка легко осыпается;

уплотненное – лопата легко входит в почву на «пол-штыка», нож легко входит в стенку разреза, а масса почвы рассыпается на структурные отдельности;

плотное – копается лопатой с трудом, в сухом состоянии монолитна, нож с усилием входит в стенку разреза;

очень плотное (литое) – почти не поддается копке лопатой, требуется применение лома, кирки; в сухом состоянии почва монолитная, крупноглыбистая, нож не входит в стенку разреза.

Характер *порозности* в значительной мере зависит от структурного состояния почвы, ее гранулометрического состава и плотности и т. д. По характеру порозности различают сложение:

тонкопористое – почва пронизана порами не более 1 мм в поперечнике;

пористое – поперечник пор составляет 1–3 мм;

губчатое – преобладают поры 3–5 мм;

ноздреватое – почва содержит полости 5–10 мм;

ячеистое – преобладают полости свыше 10 мм.

Порозность может выражаться и в наличии трещин. По этому признаку различают почвы и горизонты:

тонкотрещиноватые – ширина трещин < 3 мм;

трещиноватые – 3–10 мм;

крупнотрещиноватые – >10 мм.

В пределах почвенного профиля плотность и порозность почвы могут сильно изменяться. Гумусово-аккумулятивным горизонтом чаще всего присущее рыхлое сложение и большая меж- и внутриагрегатная порозность. Сложение иллювиальных горизонтов, как правило, более плотное, трещиноватое.

Новообразованиями называются обособленные и хорошо оформленные скопления в почве различных минеральных и органико-минеральных веществ, отличающиеся от основной почвенной

массы сложением и составом и возникающие в результате почвообразовательных процессов. Каждое новообразование формируется в определенных условиях и поэтому является индикатором почвенных процессов, которые либо протекали ранее, либо протекают в настоящее время.

Почвенные новообразования очень разнообразны и различаются по форме, цвету, химическому и минералогическому составу. В распределении новообразований существует определенная географическая зональность. Так, в почвах, формирующихся в областях с гумидным климатом (подзолы, подзолистые, глеево-подзолистые, дерново-подзолистые, болотные, подзолисто-болотные и т. д.), преобладают новообразования, содержащие Fe_2O_3 , Al_2O_3 , Mn_3O_4 . Они могут образовываться как в элювиальных, так и в иллювиальных горизонтах почвенного профиля. Формы их выделения различны: охристые налеты и выцветы; ржавые, охристые, бурье и темно-серые пятна, примазки, потеки; бурье и ржавые прожилки и трубочки по ходам корней растений; более плотные и твердые образования – конкреции и стяжения, формирующиеся в более или менее округлых полостях почвы, часто имеющие специальные названия, такие, как *рудяковые зерна*, *бобовинки*. В областях с гумидным климатом в песчаных почвах нередко формируются плотные, скементированные железистые ржаво-коричневые или темно-бурые прослои, которые носят название *ортзанды*. Подобные им по цвету, но тонкие слабоуплотненные прослои неправильной, причудливой формы получили название *псевдофибры*.

Другими характерными новообразованиями для почв гумидных областей с хорошо выраженным промывным или периодически промывным водным режимом являются *кутаны* – железисто-гумусово-глинистые пленки или натеки (темные, бурье, нередко глянцевые, блестящие) на гранях структурных отдельностей, на стенках трещин и корнеходов. Они свидетельствуют о перемещении тонкодисперсного вещества по профилю почвы и, как правило, формируются в иллювиальных горизонтах почв.

В почвах более засушливых областей с периодически промывным или непромывным водным режимом формируются новообразования карбонатного состава (CaCO_3 и MgCO_3). Формы их выделения также очень разнообразны: налеты, выцветы (карбонатная пленка), светлые (желтовато-белые) пятна, *псевдомицелий* (тон-

кая сеть жилок), *трубочки* и *прожилки* мучнистой извести. К более плотным новообразованиям (стяжениям и конкрециям) относятся: *белоглазка* (округлые мучнистые образования), *журавчики*, *дутники* (крупные плотные образования). Как правило, карбонатные новообразования бывают приурочены к иллювиально-карбонатному горизонту (B_{ca}). В лесостепной зоне в черноземах оподзоленных, выщелоченных и типичных иллювиально-карбонатный горизонт (B_{ca}) залегает довольно глубоко. В более засушливых районах (черноземы обыкновенные и южные, каштановые почвы) он располагается ближе к поверхности почвы, а под ним, как правило, формируется горизонт B_{cs} с хорошо развитыми гипсовыми новообразованиями. Новообразования гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) встречаются как в виде отдельных мелких кристаллов, так и их скоплений в виде гнезд. Скопления крупных прозрачных кристаллов образуют *друзы*.

В засоленных почвах, формирующихся в аридных зонах, встречаются новообразования легкорастворимых солей: $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, Na_2SO_4 . Формы их выделения очень сходны с описанными выше: светлые и белесоватые налеты и выцветы, тонкие корочки, белые прожилки.

При морфологических описаниях важно указывать цветовые характеристики, форму, размер, твердость и количество новообразований, частоту встречаемости в горизонте (единично, редко, часто, господствуют).

К **включениям** относятся инородные тела, происхождение которых не связано с процессом почвообразования: обломки горных пород, валуны, щебень, захороненные остатки раковин, антропогенные включения (кирпич, керамика, стекло и др.). При описании включений следует указывать их характер, форму, размер и обилие.

Корневая система и ходы землероев. При морфологическом изучении корневых систем в почвах следует обращать внимание на общий характер корней (древесные, травянистые), их распределение по профилю почвы (глубина максимального распространения, глубина наибольшего скопления корней), распределение корней в каждом генетическом горизонте (обилие, размеры, характер ветвления), соотношение корней со структурой почвы (нахождение их в межагрегатных полостях и трещинах, либо проник-

новение в агрегаты). Свидетельствами деятельности почвенной фауны являются копролиты и ходы животных в почвах (в т. ч. кротовины).

При описании почвенных профилей рекомендуется делать их зарисовки, для чего можно воспользоваться системой условных знаков, отражающих главные характерные морфологические признаки горизонтов (Приложение 2).

2.3. Морфологическое строение основных типов почв

В задачи самостоятельной работы студентов входит детальная морфологическая характеристика генетических профилей основных типов почв. Предварительно необходимо ознакомиться с общими чертами строения их профиля и специфическими морфологическими признаками.

Подзолистые почвы хвойных и лиственно-хвойных лесов имеют дифференцированный по цвету, гранулометрическому составу и сложению, а также структуре и новообразованиям профиль, который часто называют текстурно- или глинисто-дифференцированным, а также элювиально-иллювиальным. Эти почвы формируются в условиях влажного климата, промывного типа водного режима, при $K_y > 1$, который обеспечивает перемещение из верхней части толщи неразрушенных тонких частиц и продуктов распада первичных и вторичных минералов.

Система горизонтов лесной подзолистой суглинистой почвы имеет следующий вид: A0-A1A2-A2-A2B-B_{tFe}-BC-C. Горизонт A2 имеет комплекс признаков, свидетельствующих о выносе подвижных веществ. Элювиальный, или подзолистый, горизонт A2 – самый осветленный в профиле (белесый, светло-серый, иногда палевый). Структура его плитчатая, тонкоплитчатая, слоеватая. Как правило, он самый легкий по гранулометрическому составу.

Иллювиальный горизонт B_{tFe} отличается наибольшей плотностью и интенсивностью окраски, бурым цветом, тяжелым гранулометрическим составом. Структура его ореховатая, с признаками призматичности. На гранях структурных отдельностей всегда за-

метны темно-бурые, коричневатые, иногда с сизоватым или белесым оттенком, глинистые пленки, количество которых, как и степень покрытия ими структурных отдельностей, уменьшается вниз по горизонту. В большинстве подзолистых почв хорошо развиты переходные горизонты A2B. Разнообразие условий аккумуляции веществ по вертикальному профилю определяет различия в морфологии горизонта B_{tFe} , позволяющие подразделить его на подгоризонты B_{tFe1} , B_{tFe2} и т. д. Переход к породе осуществляется постепенно (имеется горизонт BC).

В южной части таежной зоны – в подзоне дерново-подзолистых почв – общая мощность почвенного профиля существенно больше (1,5–2,0 м), чем в северной и средней тайге (1,0–1,5 м). Главное отличие в строении профиля дерново-подзолистых почв от типично-подзолистых заключается в наличии горизонта гумусакопления A1. Морфологические свойства горизонта A1 (серый или светло-серый цвет, комковатая структура) свидетельствуют о развитии гумусово-аккумулятивного процесса.

Таким образом, к наиболее выразительным морфологическим особенностям всех подзолистых суглинистых почв относятся: контрастность профиля по всему комплексу признаков, развитые элювиальные и иллювиальные горизонты.

Серые лесные почвы формируются в условиях периодически промывного типа водного режима ($K_y \approx 1$) под пологом высокопродуктивных травянистых широколиственных (или мелколиственных) лесов.

В серых лесных почвах признаки элювиально-иллювиального процесса сочетаются с более интенсивными проявлениями аккумуляции гумуса, что определяет сложность строения генетического профиля: A0-A1-A1A2-A2B-B_t-B_{th}-BC-BC_{ca}-C. По мощности профиля серые лесные почвы занимают первое место среди почв бореального и суббореального поясов (2,5–3,0 м).

Свойства горизонта A1 определяются достаточно активными процессами накопления и преобразования органического вещества. Горизонт окрашен в серые тона, имеет комковато-порошистую, иногда с элементами зернистости, структуру, содержит много копролитов, густо пронизан корнями. В нижней части горизонта проявляются признаки элювиирования, позволяющие выделить самостоятельный горизонт A1A2. В нем появляется белесоватый

оттенок за счет скопления светлоокрашенных минералов на поверхности структурных отдельностей и слабо выраженная плитчатость.

Иллювиальные горизонты отличаются ясной ореховатой структурой, коричневато-бурыми пленками в верхней части. С глубиной в структуре появляется призматичность, а по вертикальным граням структурных отдельностей становятся все более заметными темные, вплоть до черновато-коричневых, глинисто-гумусовые пленки (горизонт B_{th}).

Переходный от иллювиального к породе горизонт ВС в более южных вариантах серых лесных почв содержит карбонаты: расплывчатые пятна, трубочки по порам, псевдомицелий.

Черноземы распространены в лесостепной и степной зонах. Климатические условия этих зон различаются: умеренно влажный и теплый климат лесостепи с K_y от 0,8 до 0,9 сменяется засушливым климатом в степной зоне, где K_y от 0,5 до 0,6. Это приводит к различиям водного режима в сформированных здесь подтипах черноземов: периодически промывного – в черноземах оподзоленных, выщелоченных и типичных лесостепи, непромывного – в обычновенных и южных черноземах степной зоны.

Лугово-степные и степные травянистые биоценозы поставляют в почву много органических остатков, обладающих высокой зольностью. Мощность горизонтов, содержание гумуса, глубина залегания карбонатов и некоторые другие признаки в подтипах черноземов варьируют, но в них сохраняется единая структура почвенного профиля, который представлен горизонтами: A_{1v} - A_1 - A_1B - B - B_{ca} - C_{ca} .

Горизонт A_{1v} представляет собой плотную дернину. Гумусовый горизонт черноземов A_1 – темно-серый или серо-черный, с четко выраженной зернистой (зернисто-комковатой) структурой, что отражает ведущий в них почвообразовательный процесс (гумусонакопление). В лесостепных черноземах с оптимальными условиями гумусонакопления: оподзоленных, выщелоченных и типичных, – мощные гумусовые горизонты подразделяются на подгоризонты: A'_1 , A''_1 и т. д. Ниже выделяется переходный горизонт A_1B неоднородной окраски за счет чередования темно-серых гумусированных пятен и палево- или желто-бурых пятен, имеющих цвет нижележащих горизонтов, иногда карбонатных.

Пятнистая окраска горизонта является следствием деятельности землероев.

Переходный горизонт A1B сменяется иллювиально-карбонатным B_{ca}, который выделяется в профиле буровато-палевой окраской, часто неоднородной, ореховато-призматической структурой и разными формами карбонатных новообразований. При высоком содержании карбонатов кальция окраска горизонта может быть светло-палевой.

Горизонт B_{ca} постепенно переходит в почвообразующую породу C_{ca} – однородной светлой палевой окраски, глыбисто-призматической структуры. Здесь также присутствуют карбонатные новообразования, но количество их убывает по сравнению с горизонтом B_{ca}.

Разделение черноземов на подтипы основывается на соотношении в профиле нижней границы гумусово-аккумулятивного (A1) и верхней границы иллювиально-карбонатного (B_{ca}) горизонтов (рис. 5).

Каштановые почвы – почвы сухих степей, которые развиваются в условиях постоянно непромывного режима. Недостаточ-

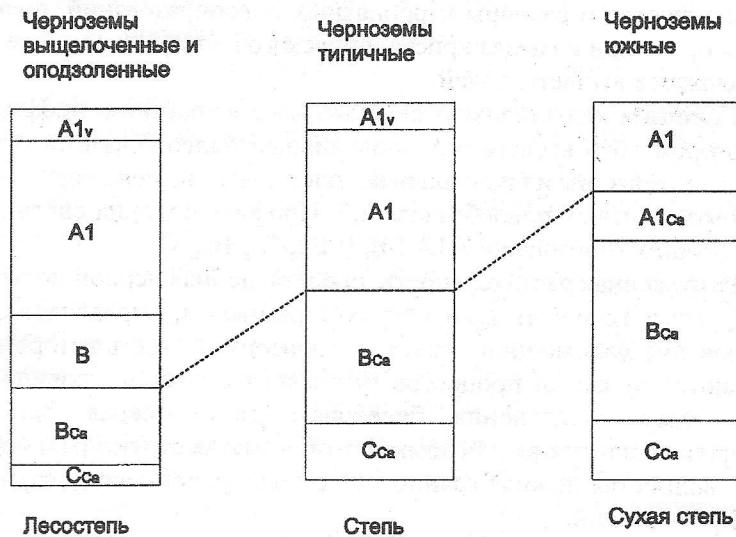


Рис. 5. Схема соотношения гумусового и карбонатного горизонтов в подтипах черноземов

ное увлажнение ($K_y = 0,4$) определяет сохранение в профиле карбонатов и гипса, а в глубоких горизонтах почвенного профиля и почвообразующих породах – некоторого количества легкорастворимых солей (NaCl , Na_2SO_4). Морфологический профиль каштановых почв имеет следующее строение: $A1-B_{ca}-BC_{cs}-C_{cs}(C_{cs, sol})$.

Гумусово-аккумулятивный горизонт имеет темно-каштановый цвет и комковатую структуру. Более разреженная растительность обуславливает ослабление гумусо-аккумулятивного процесса, поэтому в горизонте $A1$ каштановых почв содержание гумуса снижается по сравнению с черноземами и ухудшается его структура. Переходный горизонт $A1B_{ca}$ выражен преимущественно в темно-каштановых почвах.

Иллювиально-карбонатный горизонт B_{ca} окрашен в желто-бурый цвет, плотный, с ореховато-призматической структурой и обильными выделениями карбонатных новообразований в виде хорошо оформленной белоглазки. Иногда он имеет признаки солонцеватости, которые выражаются в увеличении плотности горизонта, появлении более крупных структурных отдельностей. Горизонт BC_{cs} светлее и рыхлее предыдущего, в нем уменьшаются количество и размеры карбонатных новообразований, появляются прожилки и гнезда кристаллического гипса. В горизонте C_{sol} отмечаются выцветы солей.

Солонцы характеризуются сложным контрастным профилем, в котором ярко выделяется элювиальный надсолонцовий освещенный горизонт, иллювиальный солонцовий и, менее ярко, – горизонты солевых новообразований. Профиль солонца состоит из следующих горизонтов: $A1A2-B_t^{Na}-B_{ca}-B_{cs}-B_{sol}-C$.

Разреженная растительность, представленная черной полынью и другими ксерофитными полукустарничками, определяет формирование маломощного светлого горизонта $A1A2$, в котором сочетаются признаки процессов гумусонакопления и элювиирования. Ему свойственна белесовато-(светло-)серая окраска, непрочная плитчатая или комковато-плитчатая структура и неровная, волнистая нижняя граница. Переход к солонцовому горизонту B_t^{Na} – резкий.

Морфологические признаки, позволяющие диагностировать горизонт B_t^{Na} как солонцовый, таковы: темная с коричневатым оттенком окраска, столбчатая структура, значительная плотность,

тяжелый гранулометрический состав (на 1–2 градации тяжелее вышележащего горизонта), темные (коричневые, коричневато-серые) пленки по граням структурных отдельностей. Этот горизонт сменяется горизонтом B_{ca} , в котором появляются карбонатные новообразования в виде желтовато-белых пятен или белоглазки; окраска горизонта осветляется.

Карбонатный горизонт постепенно переходит в горизонт B_{cs} , в котором к обильным карбонатным пятнам и стяжениям добавляются новообразования гипса в виде прожилок, рассеянных кристаллов или их скоплений. Ниже залегает горизонт B_{sol} с выцветами легкорастворимых солей.

Красноземы – это почвы влажных субтропиков, формирующиеся под лесной растительностью со значительным участием вечнозеленых растений. Они характеризуются ферраллитизацией почвенной толщи – глубоким разложением минералов исходной породы и присутствием каолинита, глинозема и оксидов железа. Цвет этих почв обусловлен гидроксидами железа, которые покрывают глинистые частицы.

В профиле красноземов у поверхности выделяется горизонт A0 – слаборазложившаяся лесная подстилка, мощностью 1–2 см. Горизонт A1 – гумусовый: красновато-коричневый, с комковатой структурой, мощностью 10–15 см. Далее следует метаморфический ферраллитный горизонт B_m : красновато-бурый (красный оттенок усиливается книзу), рыхлый, с непрочной комковатой структурой, мощностью от 50 до 100 см. Горизонт С представляет собой красноцветную кору выветривания, ярко и неоднородно окрашенную с преобладанием красных и оранжевых тонов.

2.4. Практические занятия

Практические занятия по теме «Морфологическая характеристика почв» предусматривают выполнение двух заданий:

- ⇒ выделение и индексация почвенных генетических горизонтов, зарисовка и морфологическое описание генетических профилей по почвенным монолитам (2–3 типа почв, представ-

ляющие разные ландшафтные зоны, например, подзолистые, черноземы и солонцы или подзолы, серые лесные и каштановые почвы);

⇒ факторно-генетический анализ морфологических признаков основных генетических горизонтов описанных студентами почв.

Исходные материалы. Музейные почвенные монолиты; коллекции почвенных структур, вариантов сложения, новообразований и включений; сантиметры; таблицы, позволяющие правильно диагностировать морфологические признаки почв; специальные бланки для зарисовки и описания морфологии почвенного профиля и для факторно-генетического анализа морфологических признаков основных горизонтов описанных студентами почв (Приложения 3, 4).

Вводная беседа преподавателя охватывает три темы:

1. Представление о морфологическом профиле почв и его тесной связи с факторами почвообразования, о почвенных генетических горизонтах. Индексация почвенных генетических горизонтов.

2. Знакомство студентов с правилами диагностики основных морфологических признаков почв: цвета, окраски, структуры, сложения, гранулометрического состава, новообразований и включений, особенностей корневой системы растений.

3. Краткое знакомство с морфологическим строением профилей основных типов почв в сочетании с анализом факторов почвообразования и связанных с ними различных почвообразующих процессов.

Выполнение заданий

1. Пользуясь знаниями, полученными из вводной беседы преподавателя, а также лекционным материалом, студент самостоятельно намечает мелом на раме почвенного монолита границы генетических горизонтов почвенного профиля и придает им буквенные индексы. После проверки преподавателем правильности выделения горизонтов студент измеряет сантиметром их мощность. Полученные данные заносятся в колонку для схематического изображения почвенного профиля в бланке описания разреза. При этом используется система условных обозначений Приложений 2 и 3. В следующих двух колонках записываются

буквенные индексы выделенных генетических горизонтов и их глубины.

2. Далее студент приступает к описанию морфологических признаков генетических горизонтов в порядке, указанном в бланке. При описании почвенных монолитов исключаются такие признаки, как влажность, гранулометрический состав, вскипание.

3. В заключительной части работы студенты переносят морфологические признаки почв в сводную таблицу для факторно-генетического анализа (Приложение 4). В последней колонке таблицы (сравнительная характеристика почв) студент помещает данные о характере изменения отдельных морфологических признаков основных генетических горизонтов почв при переходе от одной ландшафтной зоны к другой, при этом дается объяснение изменений почв под действием факторов почвообразования и связанных с ними различных почвообразовательных процессов.

3. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ

3.1. Химические и физико-химические свойства почв

Знание физико-химических и химических свойств почв необходимо для выяснения генезиса почв и процессов почвообразования. Для получения характеристики химических и физико-химических свойств почв проводятся разнообразные виды анализов. Наиболее распространенными из них являются: определение содержания и состава гумуса, величины рН, валового химического состава, гранулометрического состава, емкости поглощения и состава почвенного поглощающего комплекса.

Приведенным перечнем анализов не исчерпывается их разнообразие. Для ряда типов почв необходимы дополнительные виды химических анализов. Так, в черноземах, каштановых почвах, солонцах, содержащих в профиле карбонаты кальция, проводится определение карбонатов. Для этих же почв в некоторых случаях делают определение гипса. Для засоленных почв важен анализ водорастворимых соединений (водная вытяжка), который позволяет установить степень засоления и состав солей.

На практических занятиях проводится изучение физико-химических и химических свойств почв и особенностей их распределения по профилю. Существуют различные типы распределения веществ в почвенном профиле (рис. 6).

Аккумулятивный тип распределения характеризуется максимальным накоплением веществ в верхнем горизонте. По характеру убывания его количества с глубиной выделяется два подтипа. Первый подтип отличается преимущественным накоплением веществ в верхнем горизонте и резким падением с глубиной. При-

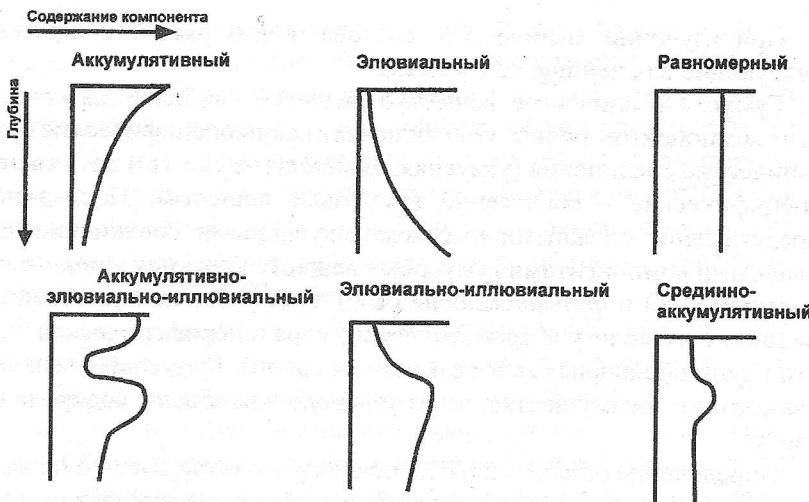


Рис. 6. Типы распределения веществ в почвенном профиле

мером такого распределения может быть распределение гумуса в подзолистых почвах. Второй подтип характеризуется постепенным, равномерным убыванием веществ с глубиной. Так распределяется гумус в черноземах и каштановых почвах.

Элювиальный тип распределения отличается последовательным увеличением содержания вещества от верхних горизонтов к нижним.

Элювиально-иллювиальный тип характеризует профиль с относительно малым содержанием вещества в верхней части почвы, увеличением его в средней части и последующим уменьшением вниз по профилю.

Аккумулятивно-элювиально-иллювиальный тип характеризуется приповерхностным накоплением веществ, резким падением их количества непосредственно под гумусовым горизонтом и некоторым увеличением в средней или нижней части почвенного профиля.

Равномерный тип – это равномерное распределение веществ сверху вниз по всему профилю.

Срединно-аккумулятивный тип характеризуется увеличением содержания вещества в средней части почвенного профиля.

При изучении химического состава почвы рассматриваются следующие важнейшие ее свойства.

Гумус. Органическое вещество является наиболее характерным компонентом почвы. Оно включает как неспецифические органические соединения (уксусная, лимонная кислоты и др.), так и специфические – собственно гумусовые вещества. Последние представлены сложными высокомолекулярными соединениями. Главными компонентами гумусовых веществ являются *гуминовые кислоты* (ГК) и *фульвокислоты* (ФК). Они различаются соотношением в их молекуле ароматического ядра и периферической части (функциональных или реактивных групп). Гумусовые вещества состоят преимущественно из углерода, кислорода, водорода и азота.

Определение *общего гумуса* в почве проводится обычно по методу И. В. Тюрина, основанному на окислении органического углерода раствором бихромата калия в серной кислоте. Содержание гумуса выражается в процентах к массе почвы. В верхнем горизонте почв оно колеблется в широких пределах: от 2–3 % в подзолистых почвах до 12–15 % в черноземах. Градации содержания гумуса приведены в Приложении 5. Разные почвы отличаются типом распределения гумуса по профилю, т. е. строением гумусового профиля.

Важной характеристикой гумуса почв является отношение содержания углерода гуминовых кислот к содержанию углерода фульвокислот ($C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}}$), дающее представление о *групповом составе гумуса*. По величине этого отношения определяют *тип гумуса* (Приложение 5).

Величина $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}} > 1$ указывает на гуматный тип гумуса, который характерен для верхних горизонтов почв степной и лесостепной зон: черноземов, темно-каштановых, темно-серых лесных. Этот тип гумуса подразделяется на *собственно гуматный* ($C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}} > 2$) и *фульватно-гуматный* ($C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}} = 2–1$).

Величина $C_{\text{ГК}}/C_{\text{ФК}} < 1$ указывает на фульватный тип гумуса, который присущ большой группе почв как гумидного пояса (подзолистым, серым лесным), так и аридного (каштановым, бурым пустынно-степным, сероземам). Фульватный тип гумуса подразделяется на *гуматно-фульватный* (1–0,5) и собственно *фульватный* (<0,5).

Гуминовые и фульвокислоты редко находятся в почве в свободном состоянии. Обычно они вступают в обменные реакции с катионами почвенного раствора или почвенного поглощающего комплекса и образуют органо-минеральные соединения, которые различаются по своим свойствам. Гуматы однозарядных катионов (Na^+ , K^+) хорошо растворимы, подвижны, могут перемещаться в почвенном профиле. Соединения гуминовых кислот с двух- и трехзарядными катионами (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+}) малорастворимы, слабоподвижны. Все органо-минеральные соединения фульвокислот хорошо растворимы, что обуславливает их подвижность и высокую миграционную способность в почвенном профиле.

Групповой состав гумуса изменяется по профилю почв. Как правило, с глубиной снижается доля гуминовых кислот и возрастает доля фульвокислот. Эти изменения в составе гумуса отмечаются при изучении профиля, но название типу гумуса в почве дается по гуматно-фульватному отношению в горизонте A1.

Валовой химический состав почв дает представление о содержании и соотношении химических элементов, из которых состоит вся почвенная масса. Генетические горизонты почв различаются по валовому составу. Так, в гумусовых горизонтах обычно повышено содержание углерода, азота, фосфора, марганца; элювиальные горизонты выделяются более высоким содержанием кремния, но часто обеднены железом, алюминием, кальцием, магнием и другими элементами; в иллювиальных горизонтах накапливаются главным образом железо и алюминий.

Валовое содержание элементов рассчитывают в процентах к массе почвы и выражают в виде оксидов. Главными оксидами валового состава почв являются SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO . Поскольку поведение оксидов железа и алюминия в процессах почвообразования сходно, для них часто используют суммарный показатель – R_2O_3 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$).

Валовой состав почвы определяется в каждом ее генетическом горизонте и материнской породе, не затронутой почвообразованием. Сравнение содержаний элементов в почвенных горизонтах и породе позволяет установить изменения химического состава почвы, обусловленные почвообразовательными процессами.

Равномерное распределение элементов по генетическим горизонтам, как правило, свидетельствует об отсутствии процессов

разрушения минералов, что характерно, например, для черноземов, каштановых почв, сероземов.

Дифференциация профиля по содержанию главных оксидов может указывать на разрушение и перемещение минеральных компонентов в процессе почвообразования. В этих случаях в верхних горизонтах почв наблюдается относительное накопление кремнезема (как свидетельство остаточного накопления наиболее устойчивых минералов – кварца, кислых полевых шпатов) и обеднение полуторными оксидами (R_2O_3) и основаниями (CaO и MgO). В нижних горизонтах почв отмечается аккумуляция R_2O_3 . Такой характер распределения элементов указывает на элювиально-иллювиальную дифференциацию почвенного профиля, что характерно для почв, в которых протекают процессы оподзоливания или осолождения (подзолистых, солодей).

Гранулометрический состав почв – относительное содержание и соотношение в почве частиц (механических элементов) различного диаметра. Почвенные частицы объединяются по размерам во фракции, которые различаются между собой по физическим свойствам, минералогическому и химическому составу. Для характеристики гранулометрического состава почв при почвенных исследованиях используется классификация Н. А. Качинского (см. табл.2).

Содержание гранулометрических фракций выражается в процентах к массе почвы. Среди этих фракций особый интерес представляет илистая фракция (<0,001 мм). Ил – самая активная часть почвы, он состоит в основном из глинистых минералов, отличается высокой поглотительной способностью, богат гумусовыми веществами, оксидами железа и алюминия, наиболее легко вымывается нисходящими токами воды.

В подзолистых почвах распределение ила носит элювиально-иллювиальный характер с обеднением верхней части профиля и накоплением в иллювиальных горизонтах. В почвах, где практически отсутствует вертикальная дифференциация минеральной части профиля (например, в черноземах), распределение ила по профилю равномерно, с некоторым максимумом в верхней части (рис. 7).

Реакция почвенного раствора определяется активностью свободных H^+ и OH^- ионов и измеряется величиной pH (отрицательного логарифма концентрации H^+). При увеличении концент-

рации H^+ значения pH понижаются, при уменьшении концентрации — повышаются. Значения pH ниже 7 характеризуют кислую реакцию, выше 7 — щелочную, pH около 7 соответствует нейтральной реакции (Приложение 5).

Реакция почвенного раствора обусловлена главным образом присутствием в нем органических кислот, оснований, составом поглощенных катионов.

При исследовании физико-химических свойств почв на практических занятиях используются значения pH_{вод}, определяемого в водной суспензии почв. Реакция почвенного раствора разных почв колеблется в широком интервале — от 3 до 10 (Приложение 5). Так, сильно-кислая реакция характерна для верхних горизонтов типичных подзолистых почв и подзолов, обогащенных агрессивными фракциями фульвокислот и обедненных основаниями. В верхних горизонтах дерново-подзолистых и се-рых лесных почв, где продуцируется больше гуминовых кислот и содержится больше оснований, реакция изменяется от кислой до слабокислой. В почвах, содержащих карбонаты кальция (черноземах, каштановых и др.), pH может повышаться до слабощелочных и щелочных значений. Сильнощелочная реакция почвенного раствора обычно связана с присутствием в почве соды ($NaHCO_3$ или Na_2CO_3), что наблюдается, например, в солонцах.

Почвенный поглощающий комплекс. Почвенные коллоиды в совокупности с поглощенными ими катионами называются почвенным поглощающим комплексом (ППК). К почвенным коллоидам относятся частицы размером < 0,0001 мм. Они состоят из ор-

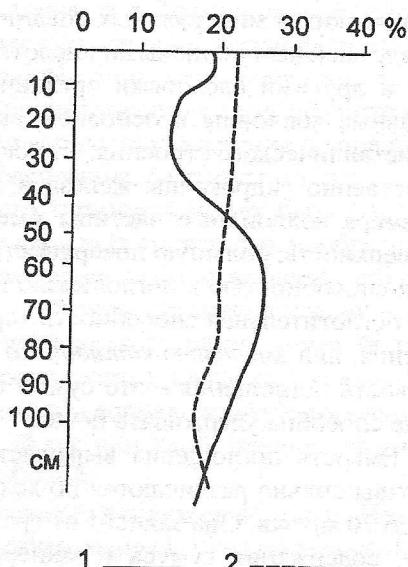


Рис. 7. Профильные кривые распределения илестой фракции (%) в дерново-подзолистых почвах (1) и черноземах (2)

танических и минеральных соединений. Органические коллоиды представлены гуминовыми кислотами, фульвокислотами, гуминами и другими сложными органическими соединениями. Минеральные коллоиды в основном включают глинистые минералы кристаллического строения, а также аморфные вещества, преимущественно гидроксиды железа и алюминия. Вследствие малого размера колloidные частицы имеют значительную суммарную поверхность, большую поверхностную энергию и обладают высокой способностью к поглощению ионов и молекул. Количественно поглотительная способность характеризуется емкостью поглощения, или *емкостью катионного обмена* (ЕКО). Таким образом, емкость поглощения – это сумма всех обменных катионов, которые способны удерживать почву.

Емкость поглощения выражается в мг-экв на 100 г почвы*. Почвы сильно различаются по величине емкости поглощения: от 1 до 70 мг-экв. Она зависит от гранулометрического состава почвы, содержания гумуса и минералогического состава илистых фракций. В песчаных почвах емкость поглощения очень низкая (1–5 мг-экв на 100 г почвы), в суглинистых – 15–20 мг-экв, в глинистых – 25–30 мг-экв. В гумусовых горизонтах почв емкость поглощения всегда больше, чем в нижележащих. Это связано с высокой (150–200 мг-экв) емкостью поглощения гумусовых веществ. Глинистые минералы колloidной фракции сильно отличаются по величине емкости поглощения: от максимальной у монтмориллонита (60–100 мг-экв) до очень низкой у каолинита (3–15 мг-экв), что, безусловно, влияет на величину емкости обмена почвы.

При анализе ППК оценивается величина емкости поглощения по следующим показателям (в мг-экв): малая <20, средняя 20–40, большая >40 (Приложение 5). Следует также проследить изменение емкости поглощения по профилю почв. Наибольшей емкостью обычно характеризуются гумусово-аккумулятивные и иллювиальные горизонты почв, самой низкой – элювиальные

* г-экв = атомная масса элемента/валентность; мг-экв = г-экв/1000

горизонты. Например, для черноземов характерна большая емкость поглощения и аккумулятивный тип ее распределения с максимумом ЕКО в верхнем горизонте и постепенным убыванием ее книзу. Это в значительной мере связано с высоким содержанием гумуса и накоплением органических коллоидов в верхней части профиля черноземов. В подзолистых почвах, напротив, емкость поглощения малая, по профилю она распределяется по элювиально-иллювиальному типу, что объясняется низким содержанием гумуса и элювиально-иллювиальным распределением илистой фракции.

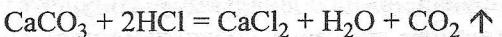
Другой важной характеристикой ППК служит состав поглощенных (обменных) катионов. Различные типы почв отличаются по составу катионов и их относительной роли в емкости поглощения. Почвы, поглощающий комплекс которых содержит только Ca^{2+} и Mg^{2+} , считаются насыщенными основаниями (например, черноземы). Если наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} в состав поглощенных катионов входят водород и алюминий, то почва ненасыщена основаниями. Это характерно, например, для подзолистых почв. Ненасыщенность основаниями ППК выражается в процентах и ее величина пропорциональна отношению суммы H^+ и Al^{3+} к сумме всех поглощенных катионов.

Наличие Na^+ в составе поглощенных катионов указывает на солонцеватость почв. Для решения вопроса о степени солонцеватости необходимо установить процентное содержание обменного Na^+ по отношению к сумме поглощенных катионов. Если Na^+ составляет в каком-либо горизонте более 20% суммы поглощенных катионов, почва относится к солонцам. При относительном содержании Na^+ от 5 до 20% почвы относятся к солонцеватым, например, каштановая солонцеватая. Солонцеватость считается сильной при относительном содержании Na^+ 15–20%, средней – 10–15%, слабой – 5–10% (Приложение 5).

Емкость поглощения коррелирует с содержанием илистой фракции и гумуса. Это особенно четко проявляется в почвах с дифференцированным профилем (подзолистых, серых лесных), где распределение как ила, так и поглощенных оснований носит элювиально-иллювиальный характер. Равномерное распределение в профиле ила, гумуса и поглощенных оснований наблюдается в черноземах.

Содержание карбонатов. Для ряда почв характерно присутствие CaCO_3 , который может быть приурочен к разным генетическим горизонтам. Глубина залегания CaCO_3 и характер его распределения по профилю служат одним из классификационных признаков.

Карбонатность почвы в поле устанавливают по ее вскипанию под действием соляной кислоты:



Количество карбонатов выражается в процентах CO_2 (по результатам лабораторного анализа). Почва может вскипать в верхней, средней или нижней части почвенного профиля. Содержание карбонатов часто возрастает с глубиной под влиянием нисходящих токов влаги, что свидетельствует о выщелачивании их из верхних горизонтов. На той или иной глубине, различной для разных типов почв, формируется иллювиально-карбонатный горизонт, где содержание карбонатов наибольшее по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами. Возможно увеличение содержания карбонатов за счет капиллярного подтягивания влаги из грунтовых вод и последующего выпадения CaCO_3 из раствора в результате испарения влаги. Наличие иллювиально-карбонатного горизонта характерно для черноземов, каштановых почв, солонцов и др.

Присутствие карбонатов, как было показано ранее, создает слабощелочную или щелочную реакцию почвы.

Гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) встречается только в почвах аридных районов и является характерной особенностью южных черноземов, каштановых почв, солонцов, бурых пустынно-степных почв и др. Обычно гипс накапливается у границы самого глубокого ежегодного промачивания почв. Глубина его залегания в почвенном профиле различна и обусловлена прежде всего степенью аридности климата. Содержание гипса в почвах выражается в процентах SO_4^{2-} .

Легкорастворимые соли. В профиле почв засоленного ряда (солончаков, солонцов, солодей), а также в некоторых почвах аридной зоны (каштановых, бурых пустынно-степных, серо-бурых и др.) присутствуют легкорастворимые соли. Они могут располагаться на разной глубине от поверхности почвы.

Для диагностики засоленных почв необходима информация о количестве и составе легкорастворимых солей, а также о глубине

залегания солевого горизонта в почвенном профиле. С этой целью применяется водная вытяжка из почв. Сумма легкорастворимых солей выражается в процентах к массе почвы и называется плотным (или сухим) остатком. По его величине устанавливается степень засоления почвенного горизонта. Если содержание солей менее 0,3%, почвенный горизонт считается незасоленным, и при отсутствии таких горизонтов до глубины 150 см почва в целом считается незасоленной. По степени засоления почвы делятся на группы в соответствии с величиной плотного остатка (суммы солей), которая выражается в процентах массы сухой почвы:

- слабозасоленные (0,3–0,5);*
- среднезасоленные (0,5–1,0);*
- сильнозасоленные (1,0–2,0);*
- очень сильнозасоленные (> 2,0).*

По глубине залегания солевых горизонтов почвы делятся на:

- солончаковые (0–30 см);*
- солончаковые (30–80 см);*
- глубокосолончаковые (80–150 см);*
- глубокозасоленные (> 150 см).*

Название почвы по степени засоления добавляется к основному названию почвы: например, солонец солончаковый, каштановая глубокосолончаковая.

3. 2. Химические свойства разных типов почв

Подзолистые почвы. Профиль подзолистых почв четко дифференцирован по морфологическим признакам и химическим свойствам. Почвы характеризуются низким содержанием гумуса в горизонте A1 (3–4%) и резким его убыванием с глубиной, нередко в горизонте B_{tFe} гумус не обнаруживается (рис. 8). В составе гумуса преобладают фульвокислоты, о чем говорит узкое отношение C_{rk}/C_{fk} в профиле: тип гумуса гуматно-фульватный или фульватный.

Фульвокислоты хорошо растворимы и агрессивны по отношению к минеральной части почв. Проникая в почву с нисходящими

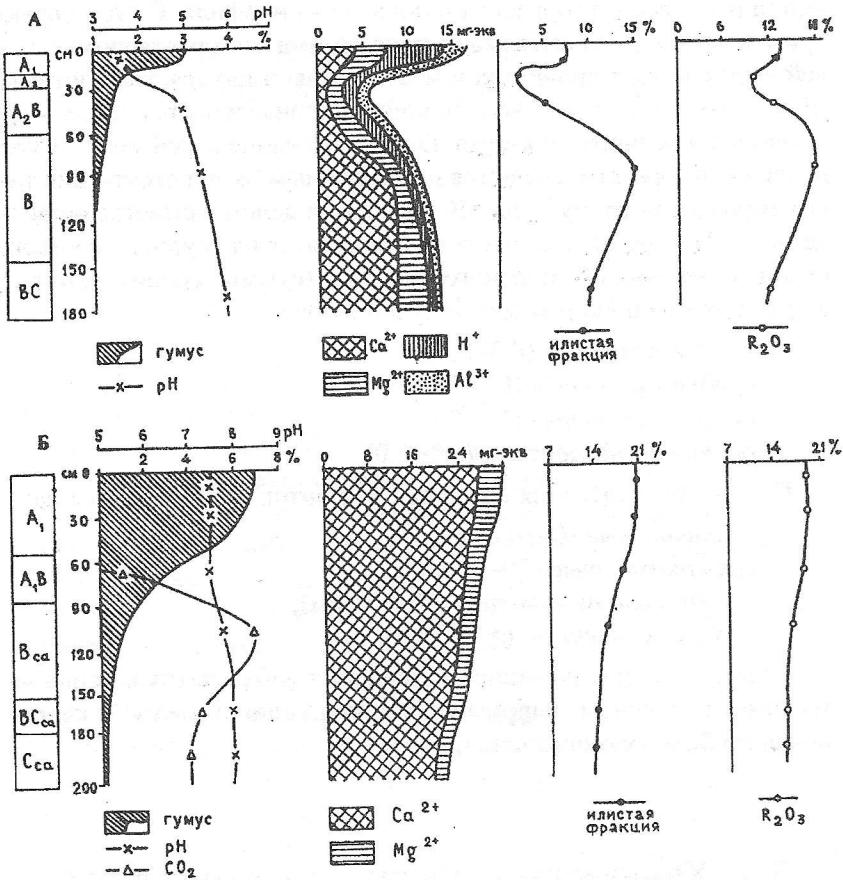


Рис. 8. Химические и физико-химические свойства почв. А – дерново-подзолистые, Б – черноземы

токами влаги, они вызывают кислую (или сильнокислую) реакцию почвенного раствора в верхних горизонтах A₁ и A₂ ($\text{pH}_{\text{вод}}$ 4,0–5,5). Книзу кислотность уменьшается, на что указывает увеличение значения pH.

Агрессивные органические кислоты разрушают минеральную часть почв, способствуют образованию органо-минеральных соединений и выношу их в нижние горизонты. Они растворяют свободные полуторные оксиды, в результате чего происходит разрушение

структурой почв, пептизация илистых частиц и вымывание их (благодаря промывному режиму) из гумусового (A1) и, особенно, из элювиального (A2), горизонтов в иллювиальный (B_{tFe}). Это подтверждается элювиально-иллювиальным контрастным распределением по профилю илистой фракции, а также R_2O_3 , тесно связанных с ней.

Подзолистые почвы имеют малую емкость поглощения и характеризуются неравномерным элювиальным распределением ее по профилю: наименьшая величина емкости отвечает горизонту A2, максимальная – горизонту B.

В составе поглощенных катионов в верхних горизонтах преобладает H^+ , который и обусловливает их высокую кислотность. Значительную роль играет и Al^{3+} , также способствующий подкислению среды. Наличие водорода и алюминия говорит о ненасыщенности почв основаниями.

Наиболее высокое содержание H^+ наблюдается в горизонте A1. В нижней части профиля роль H^+ уменьшается и начинают преобладать Ca^{2+} и Mg^{2+} , что способствует изменению реакции среды в сторону менее кислых значений. Здесь уменьшается также степень ненасыщенности основаниями.

Таким образом, основные химические свойства подзолистых почв следующие: низкое содержание гумуса и резкое падение его с глубиной; фульватный состав гумуса; кислая реакция почвенно-го раствора; малая емкость поглощения, элювиально-иллювиальное контрастное распределение в профиле ила, полуторных оксидов, емкости обмена; ведущая роль H^+ в почвенном поглощающем комплексе верхних горизонтов.

Серые лесные почвы характеризуются более интенсивной гумификацией органических веществ. Содержание гумуса по сравнению с подзолистыми почвами возрастает до 5–6%. Его распределение в профиле почв аккумулятивное, с постепенным уменьшением вниз по профилю. В горизонте B_{th} может быть небольшой второй максимум содержания гумуса. Состав гумуса фульватно-гуматный, отношение $C_{rk}/C_{fk} = 1,0–1,2$. Реакция среды меняется от кислой в горизонте A1 до нейтральной в нижней части профиля, а при наличии карбонатов в горизонте BC_{ca} – и до слабощелочной.

Распределение илистой фракции по профилю почв носит неконтрастный элювиально-иллювиальный характер со слабым выносом из горизонта A1A2 и накоплением в иллювиально-мета-

морфическом горизонте. Аналогично распределяются в профиле и полуторные оксиды. Емкость поглощения обычно средняя и составляет 25–30 мг-экв/100 г почвы. В составе поглощенных катионов, помимо Ca^{2+} и Mg^{2+} , в верхней части профиля присутствуют в небольшом количестве H^+ и Al^{3+} , что позволяет относить серые лесные почвы к почвам, ненасыщенным основаниями.

Черноземы характеризуются высоким содержанием гумуса в верхних горизонтах (A1 , A1_{ca}) и постепенным падением его содержания с глубиной. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, на что указывает широкое отношение $\text{C}_{\text{гк}}/\text{C}_{\text{фк}}$. Гуматный тип гумуса в верхних горизонтах ($\text{C}_{\text{гк}}/\text{C}_{\text{фк}} > 2$) постепенно переходит в фульватно-гуматный, а в горизонтах B и BC , где содержание гумуса <1%, он становится гуматно-фульватным. Гуминовые кислоты связаны преимущественно с Ca^{2+} , что обуславливает их неподвижность и способствует закреплению гумуса на месте своего образования.

Для горизонтов A1 и A1B характерна нейтральная реакция среды, о чем говорят значения $\text{pH}_{\text{вод}}$ 6,5–7,0. В нижних горизонтах (B_{ca}) реакция становится щелочной (7,5–8,0), что связано со значительным содержанием здесь карбонатов (см. рис. 8).

Для черноземов характерна однородность валового состава по профилю, о чем свидетельствует равномерное распределение R_2O_3 . Это говорит об отсутствии разрушения минеральной основы почвы. Илистая фракция тоже распределена равномерно. Перемещения ила в профиле не наблюдается, однако некоторая обогащенность им верхних горизонтов ($\text{A1}-\text{A1}_{\text{ca}}$) имеет место, что связано с повышенным содержанием органических коллоидов.

Черноземы имеют высокую емкость катионного обмена. Изменение ЕКО с глубиной коррелирует с изменением содержания ила и гумуса. Почва насыщена основаниями: в составе обменных катионов присутствуют только Ca^{2+} и Mg^{2+} , причем Ca^{2+} всегда преобладает, составляя 80–90% от ЕКО. Следует отметить, что в верхних горизонтах черноземов выщелоченных и оподзоленных в небольшом количестве присутствует водород.

Таким образом, основные черты химических свойств черноземов следующие: высокое содержание гумуса с постепенным его падением с глубиной, его гуматный состав, изменение реакции от нейтральной в верхних горизонтах до щелочной – в нижних, вы-

сокая емкость обмена, насыщенность основаниями и ведущая роль Ca^{2+} в поглощающем комплексе, равномерность распределения ила или R_2O_3 в почвенном профиле.

Каштановые почвы. Условия для гумусонакопления в зоне каштановых почв менее благоприятны, чем в зоне черноземов, поэтому содержание органического вещества в каштановых почвах существенно ниже (от среднего до низкого). Групповой состав гумуса по мере нарастания засушливости изменяется от фульватно-гуматного к гуматно-фульватному. Карбонатный горизонт в каштановых почвах лежит ближе к поверхности, а под ним, как правило, обнаруживается иллювиально-гипсовый горизонт.

Реакция почвенного раствора в этих почвах – от слабощелочной до щелочной. Емкость поглощения – от средней до малой. В составе ППК, кроме Ca^{2+} и Mg^{2+} , в небольшом количестве имеется Na^+ (5–10% ЕКО). Распределение илистой фракции и R_2O_3 по профилю почв чаще всего слабо дифференцировано, однако в солонцеватых разностях каштановых почв может наблюдаться их накопление в верхней части иллювиального горизонта.

Солонцы. Эти почвы, как правило, генетически связаны с солончаками и образуются в процессе их рассоления. Главная роль в формировании солонцов принадлежит поглощенному натрию. При воздействии на почву минерализованных натрийсодержащих вод происходит обменная реакция Na^+ с Ca^{2+} и Mg^{2+} , находящимися в поглощающем комплексе. Многократное чередование процессов засоления и рассоления почв приводит к насыщению поглощающего комплекса натрием. Коллоиды, насыщенные натрием, переходят в золь и в растворенном состоянии перемещаются вниз. На границе залегания растворимых солей коллоиды коагулируют. Профиль почвы оказывается четко дифференцированным на горизонты: элювиальный надсолонцовый, обедненный коллоидами, и иллювиальный солонцовый, обогащенный коллоидами.

Солонцы характеризуются низким содержанием гумуса в горизонте A1A2, небольшим увеличением его в B_1^{Na} , далее – резким падением книзу. Такое распределение указывает на подвижность гумусовых веществ. Состав гумуса гуматно-фульватный в верхних горизонтах, фульватный – в нижних.

Щелочная реакция является характерной для солонцов. Она изменяется по профилю от слабощелочной в гумусово-элювиаль-

ном горизонте A1A2 до щелочной (сильнощелочной) в иллювиальном солонцовом B_t^{Na} . Последнее связано с высоким содержанием поглощенного натрия.

Карбонаты обнаруживаются непосредственно под солонцовым горизонтом, где формируется горизонт B_{ca} . Книзу содержание карбонатов постепенно уменьшается.

Под горизонтом максимального содержания карбонатов выражен горизонт накопления гипса B_{cs} . Последовательность залегания этих горизонтов обусловлена степенью растворимости карбонатов и сульфатов натрия: сначала выпадает наименее растворимый $CaCO_3$, ниже – среднерасторимый $CaSO_4$, еще глубже залегают легкорастворимые соли, в частности хлориды.

Профиль почвы резко дифференцирован по содержанию илистой фракции и R_2O_3 : распределение их по профилю элювиально-иллювиальное контрастное, с обеднением горизонта A1A2 и накоплением в B_t^{Na} по сравнению с породой.

Солонцы отличаются низкой емкостью обмена, которая сильно изменяется по профилю, следя за изменением содержания ила. В составе поглощенных катионов: кальций, магний, натрий. Ca^{2+} является доминирующим катионом, но важную роль играет Na^+ : если его содержание в сумме поглощенных катионов >20%, почва относится к типу солонцов.

Таким образом, основные черты химического состава солонцов: низкое содержание гумуса, его гуматно-фульватный состав, подвижность гуматов и фульватов натрия, щелочная реакция почвы, низкая емкость катионного обмена, большая доля натрия в поглощающем комплексе, элювиально-иллювиальное контрастное распределение в почвенном профиле ила и R_2O_3 , присутствие легкорастворимых солей под солонцовым горизонтом.

Красноземы. Характер выветривания и состав исходных пород (ферраллитные красноцветные коры) обусловливает бедность красноземов SiO_2 , основаниями и богатство их полуторными оксидами (Fe_2O_3 и Al_2O_3). Количество гумуса в почвах невелико и колеблется от 3 до 5% (реже 6–8%), книзу оно резко убывает. В составе гумуса преобладают фульвокислоты: вверху гумус гуматно-фульватный (C_{rk}/C_{fk} 0,6–0,8), внизу – фульватный. Реакция среды по всему профилю почв кислая, $pH=4,3–5,4$.

Емкость поглощения невелика, составляет в среднем 5–10 мг-экв/100 г. В составе поглощенных катионов преобладает Al^{3+} , составляющий 60–80% суммы поглощенных катионов. В небольшом количестве присутствует водород. Содержание поглощенных Ca^{2+} и Mg^{2+} малое, за счет чего почвы характеризуются высокой степенью ненасыщенности (80–90%). Вынос щелочных и щелочно-земельных элементов (Ca , Mg , K , Na) из верхней части почвенного профиля частично компенсируется их поступлением в виде зольных элементов из опада. Почвенный профиль по сравнению с почвообразующей породой имеет более тяжелый гранулометрический состав, распределение илистой фракции в целом аккумулятивное, с небольшим максимумом в горизонте B_m .

3.3. Практические занятия

По данной теме предусмотрено четыре задания:

1. Знакомство с основными химическими и физико-химическими свойствами почв.
2. Графическое изображение химических свойств двух типов почв.
3. Анализ полученных графиков.
4. Диагностика почв по набору изученных свойств согласно критериям, принятым в почвоведении (Приложение 6).

Исходные материалы: таблицы с аналитическими данными химических и физико-химических свойств двух типов почв, таблица градаций аналитических показателей (Приложение 5), графики типов распределения веществ в профиле почв (рис. 6), сводная таблица основных почвенных характеристик почв (Приложение 6).

Вводная беседа преподавателя охватывает две темы:

1. Рассмотрение основных показателей, по которым оцениваются химические и физико-химические свойства почв: гумус, рН, содержание илистой фракции, полуторных оксидов, емкости поглощения, состав поглощающего комплекса.
2. Совокупный разбор химических и физико-химических свойств различных почв. На основании сводной таблицы Приложения 6 кратко рассматриваются генетические особенности почв

Восточно-Европейской равнины и связанные с ними химические и физико-химические свойства, подчеркиваются изменения химизма почв, которые возникают при смене гумидного типа почвообразования аридным. Изменения химизма почв тесно увязываются с факторами почвообразования, присущими данной территории.

Выполнение заданий

1. Ознакомление с химическими и физико-химическими свойствами почв по табличным данным. Студентам раздаются комплекты таблиц с аналитическими данными для шести типов почв: подзолистых, серых лесных, черноземов, каштановых, красноземов и солонцов. Разбор первого типа почв студенты проводят совместно с преподавателем. Последовательно рассматриваются химические и физико-химические свойства подзолистых почв, их изменение по генетическим горизонтам; свойства почв связываются с общим направлением почвообразовательных процессов на территории таежной зоны. В дальнейшем студенты работают с таблицами самостоятельно. Рассматривается каждый аналитический показатель, его изменение по всем генетическим горизонтам почв. При выполнении задания необходимо помнить, что изменение каждого аналитического показателя связано с изменением других химических свойств почв, общим ходом процессов почвообразования. Так, например, характеризуя изменение по профилю величины рН, нужно проанализировать профильное распределение органического вещества; величину емкости катионного обмена – увязывать с содержанием и распределением в почвах гумуса и илистой фракции, либо с сопряженным распределением в профиле почв полуторных оксидов и ила.

2. Построение графиков изменения в почвах рН, содержания гумуса, ила, полуторных оксидов, поглощенных оснований для двух контрастных по свойствам почв гумидной и аридной зон (например, подзолистых и черноземов, серых лесных и каштановых). Студентам выдаются таблицы без указания названия почв для самостоятельной их диагностики.

Для выполнения работы студентам предоставляются распечатанные трафареты с рисунком для профиля почв и осями коорди-

нат для каждого показателя, что существенно ускоряет ход выполнения задания, снимая необходимость выбора масштаба для изображения каждого из них (рис. 9).

Перед построением графиков следует нанести на рисунок профиля границы горизонтов и поставить их индексы.

При построении графиков следует учитывать некоторые различия в изображении почвенных показателей.

Графики содержания гумуса, карбонатов, илистой фракции, R₂O₃, изменения pH. Величины этих показателей следует относить к средней части горизонта. Для облегчения построения графиков рекомендуется, найдя середину каждого горизонта, провести тонкие линии карандашом от рисунка профиля вдоль координатных осей всех показателей. Исключение составляет самый верхний горизонт, для которого значения показателей наносятся на линию, соответствующую поверхности почвы. Откладываемые на линиях точки соединяют плавной кривой (рис. 9).

График содержания поглощенных катионов. Содержание в почвах поглощенных катионов отражается на площадном графике, принципы построения которого иные. Площадной график в наглядной форме передает соотношение содержания в поглощающем комплексе входящих в него катионов. От оси

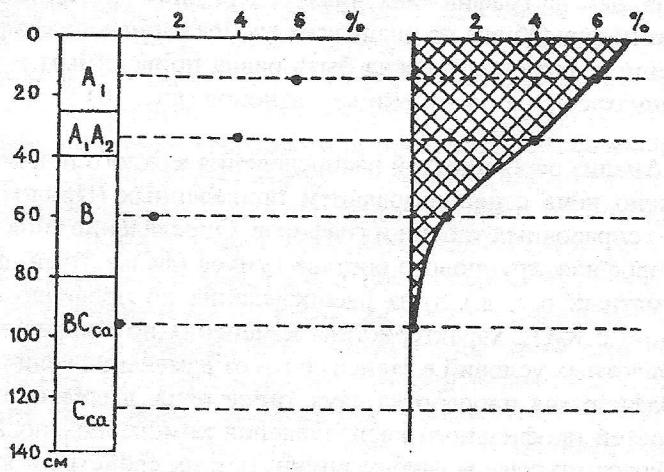


Рис. 9. Пример построения графика содержания гумуса в почве

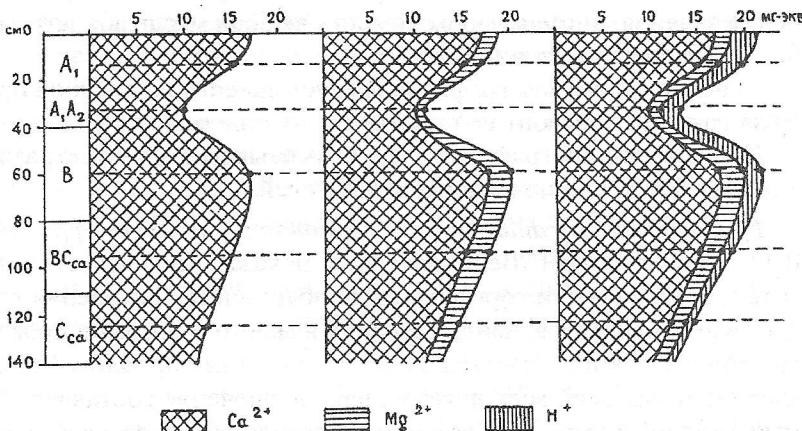


Рис. 10. Пример построения площадного графика

координат откладывается величина содержания в генетических горизонтах почвенного профиля лишь одного, самого распространенного катиона Ca^{2+} . Содержание остальных катионов поглощающего комплекса (Mg^{2+} , затем H^+ и Al^{3+}) откладывается последовательным прибавлением величины их содержания к уже ранее нанесенным на график значениям содержания других поглощенных катионов. Общая площадь всех изображаемых на графике поглощенных катионов должна быть равна приводимым в таблице величинам суммы поглощенных катионов (рис. 10).

3. Анализ особенностей распределения каждого показателя по профилю почв с использованием приведенных (Приложение 5, рис. 6) справочных таблиц и графиков. Определение типа гумусового профиля, группового состава гумуса (фульватный, фульватно-гуматный и т. д.), типа распределения по профилю илистой фракции и R_2O_3 , характеристика изменения по профилю щелочно-кислотных условий в зависимости от изменения величины рН.

Графическая проработка двух типов почв, выявление закономерностей профильного распределения химических показателей позволяют студентам глубже вникнуть в их свойства и являются моделью для изучения других почв, рассматриваемых в лекционном курсе.

4. Определение типа (подтипа) почв по набору изученных свойств. Студент должен охарактеризовать определяемую почву и обосновать правильность ее диагностики. Это задание является зачетным, подытоживающим знания, которые были получены студентами в лекционном курсе и при выполнении практических работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геннадиев А. Н., Глазовская М. А. География почв с основами почвоведения. М., 2005.
2. Розанов Б. Г. Генетическая морфология почв. М., 1975.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. ИНДЕКСЫ ПОЧВЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ

A0 – органогенный (лесная подстилка, степной войлок)

T – торфяный

A1 – гумусово-аккумулятивный:

A_{1v} – дернина

A_{1h} – гуматного типа

A_{1f} – фульватного типа

A2 – элювиальный

B_t – текстурно-иллювиальный

B_{ca} – иллювиально-карбонатный

B_{cs} – иллювиально-гипсовый

B_{t^{Na}} – иллювиально-солонцовский

B_h – иллювиально-гумусовый

B_{Fe} – иллювиально-железистый

B_m – метаморфический (оглинистый)

B_g – оглеенный

G – глеевый

C – почвообразующая порода:

C_{sial} – сиаллитная

C_{feral} – ферраллитная

C_{ca} – карбонатная

C_{cs} – гипсонасная

C_{sol} – засоленная

2. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРИ ЗАРИСОВКЕ ПОЧВЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ

	Подстилка
	Дернина
	Корни трав и кустарничков
	Копролиты
	Каменистые включения
	Железистые пятна
	Железистые конкреции
	Марганцовистые конкреции, примазки
	Белесый налет SiO_2 (присыпка)
	Глинистые пленки
	Мицелярные формы карбонатов
	Карбонатная белоглазка и журавчики
	Кротовины

Характер перехода:

- резкий
- — — ясный
- = = постепенный

Границы горизонтов:

- ровная
- ~ волнистая
- ~~ языковатая

3. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СОЛОДИ (МОНОЛИТА)

Рисунок или схема почвенного профиля, см	Ин-декс гори-зонта	Глу-бина, см	Описание горизонтов:
<p>0</p> <p>10</p> <p>20</p> <p>30</p> <p>40</p> <p>50</p> <p>60</p> <p>70</p> <p>80</p> <p>90</p> <p>100</p>	A1v A1 A2g B _{tFe} B _{Ca}	0–4 4–18 18–30 30–75 75–100	<p>цвет, характер окраски, структура, сложение, новообразования, включения, корневая система, характер перехода к нижележащему горизонту</p> <p>Буровато-серая дернина, со средним количеством корней. Буровато-серый, равномерно окрашенный, комковатый, с мелкими корнями и копролитами, переход ясный.</p> <p>Белесовато-светло-серый, пылевато-тонкоплитчатый (структуря плохо выражена), с мелкими (1–2 мм) железистыми конкрециями и примазками, с редкими мелкими корнями, переход ясный.</p> <p>Коричневато-бурый, в верхней части с белесоватыми пятнами; ореховато-призмовидный, с единичными примазками; по граням структурных отдельностей более темные глинистые пленки, пористый; переход постепенный.</p> <p>Такого же цвета, но без белесых пятен и с заметно более темными (серо-коричневыми) пленками по вертикальным граням отдельностей, призмовидно-мелкоглыбистый; в нижней части горизонта – редкая белоглазка.</p>

4. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ЗОН

Горизонты почв	Морфологические признаки почв	Ландшафтные зоны			Сравнительная характеристика
		таежная	лесостепная	степная	
	мощность цвет структура новообразования				
<i>Horizont A1</i>	<i>Horizont A2</i>	<i>Horizont B</i>			
	мощность цвет структура новообразования	мощность цвет структура новообразования	мощность цвет структура новообразования		

5. ГРАДАЦИИ ПОЧВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

1. Реакция почвенного раствора

сильнокислая	< 4,5
кислая	4,5–5,5
слабокислая	5,5–6,5
нейтральная	6,5–7,5
слабощелочная	7,5–8,0
щелочная	8,0–9,0
сильнощелочная	> 9,0

2. Содержание гумуса (в процентах на сухую навеску)

очень высокое	> 10
высокое	6–10
среднее	4–6
низкое	4–2
очень низкое	< 2

3. Групповой состав гумуса (отношение содержания углерода гуминовых кислот к содержанию углерода фульвокислот, $C_{ГК}/C_{ФК}$)

фульватный	< 0,5
гуматно-фульватный	0,5–1
фульватно-гуматный	1–2
гуматный	> 2

4. Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы

малая	< 20
средняя	20–40
большая	> 40

5. Градации разделения почв по степени солонцеватости (по содержанию обменного Na, % от суммы поглощенных катионов)

слабосолонцеватые	5–10
среднесолонцеватые	10–15
сильносолонцеватые	15–20
солонцы	> 20

6. Подразделение солонцов по глубине залегания верхней границы столбчатого горизонта, см

корковые	0–5
мелкостолбчатые	5–10
глубокостолбчатые	10–20

6. ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ

Почвы	Содержание гумуса в верхнем горизонте (%)	$\frac{C_{rk}}{C_{fk}}$	Емкость поглощения (мг экж/100г почвы)	Состав поглощенных катионов	Показатели	
					Ход изменений по профилю	Илистой фракции (< 0,001 мм)
Подзолистые	1–4	0,4–0,8	3,5–6,0	5–20	H^+	Элювально-иллювиальный, контрастный
Серые лесные	4–6	0,9–1,2	5,0–7,0	15–30	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+} > H^+ > Al^{3+}}$	Элювально-иллювиальный, слабоконтрастный
Черноzemы	6–8 (до 12)	1,5–2,5	6,5–8,0	30–50	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	Поверхностно-аккумулятивный
Каштановые	3–5	0,9–1,5	7,5–8,5	15–30	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+} > Na^+}$	Аккумулятивный, равномерный или элювально-иллювиальный, слабоконтрастный
Солонцы	2–3	0,6	7,5–8,5	5–7	$\frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+} > Na^+}$	Элювально-иллювиальный, контрастный
Красноzemы	3–5	0,6–0,8	4–5,5	5–20	$\frac{Al^{3+}}{Ca^{2+} > Mg^{2+} > H^+}$	Аккумулятивный, равномерный

Учебное пособие

Практикум по почвоведению

Издание второе, переработанное и дополненное

Под ред. А. Н. Геннадиева

Редактор В. А. Стряпчий

Оригинал-макет А. А. Лапкина

Корректор А. С. Горюнова

Подписано в печать 18.10.2007. Формат 60x90/16. Бумага офсетная.

Печать РИЗО. Усл. печ. л. 4,25.

Тираж 500 экз. Заказ № 1015.

Географический факультет МГУ

Отпечатано в Полиграфическом отделе географического факультета.

119992, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М. В. Ломоносова,

географический факультет.

