

И.Ф. ГОЛУБЕВ

Почвоведение с основами геоботаники





УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ ВЫСШИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

И. Ф. ГОЛУБЕВ,
профессор

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОБОТАНИКИ

*Допущено Главным Управлением
высшего и среднего сельскохозяй-
ственного образования Министер-
ства сельского хозяйства СССР
в качестве учебного пособия для
землеустроительных институтов
и факультетов*



Издательство
«КОЛОС»
Москва • 1964

УДК 631.4 : 581.9(075.8).

ОТ АВТОРА

Многолетний опыт преподавания почвоведения в Московском институте землеустройства и совместная с инженерами-землеустроителями работа во многих экспедициях убедили автора данной книги в том, что учебники и учебные пособия по почвоведению, составленные даже для сельскохозяйственных вузов, не полностью отвечают требованиям и задачам подготовки будущих землеустроителей. В этих книгах слабо освещаются вопросы, которые часто приходится решать землеустроителям. Дается, например, недостаточно полная характеристика экстенсивно используемых земель, слабо освещается значение рельефа в почвообразовании и земледелии, практически отсутствуют обоснования важности трансформации угодий при составлении землеустроительных проектов в целях интенсификации сельского хозяйства, не освещены вопросы использования почвенных и геоботанических материалов при землеустройстве, не освещены вопросы бонитировки почв и качественного учета земель по природному плодородию.

Кроме того, курсы по почвоведению для сельскохозяйственных вузов составлены обычно с учетом того, что студенты уже имеют достаточно знаний в области неорганической, органической, коллоидной и физической химии, минералогии и геологии, ботаники, физиологии растений и бактериологии. На землеустроительных же факультетах высших учебных заведений таких дисциплин нет. Поэтому здесь, в курсе «Почвоведение с основами геоботаники», приходится излагать основные начала геоморфологии, микробиологии и физиологии растений, вводить специальную главу по коллоидной химии, в главе «Основы геоботаники» приводить список и краткую характеристику важнейших травянистых растений. В связи с интенсификацией сельского хозяйства и возросшим значением агрохимии в учебном пособии приведены рекомендации по повышению производительности сельскохозяйственных угодий путем внесения удоб-

рений на основе агрохимической характеристики и биологических особенностей почв. По каждой природной зоне освещаются также приемы борьбы с эрозией и охраны почв.

В отдельном разделе рассмотрены вопросы использования почвенных и геоботанических материалов при землеустройстве и качественной оценке земель.

Учебное пособие для землеустроителей написано впервые, поэтому просьба к читателям присылать свои отзывы по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19, издательство «Колос».

ВВЕДЕНИЕ

В Программе КПСС, принятой XXII съездом партии, поставлена задача увеличить общий объем продукции сельского хозяйства за 10 лет примерно в два с половиной, а за 20 лет — в три с половиной раза. Мартовский (1962 г.) Пленум ЦК КПСС наметил неотложные меры по осуществлению исторических решений партии в области дальнейшего подъема всех отраслей сельского хозяйства. На Пленуме была осуждена травополюсная система земледелия, при внедрении которой в колхозное и совхозное производство миллионы гектаров плодородных земель использовались непроизводительно. Поэтому было принято решение переходить от травополюса к интенсивным системам земледелия, широко внедрять посевы высокопродуктивных пропашных и бобовых культур, дающих возможность коренным образом улучшить использование земли.

На декабрьском (1963 г.) Пленуме ЦК КПСС была разработана программа быстрого развития химии — могучего средства подъема земледелия и животноводства. Февральский (1964 г.) Пленум ЦК КПСС наметил крупные мероприятия по интенсификации сельского хозяйства на основе химизации, механизации, комплексной механизации и электрификации, а также активного внедрения в практику достижений науки и передового опыта.

Интенсификация колхозного и совхозного производства означает введение наилучшей структуры посевных площадей с применением рациональных севооборотов, широкое и эффективное использование минеральных и органических удобрений, применение ядохимикатов в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями растений, освоение передовых методов агротехники, переход к более продуктивным сортам сельскохозяйственных культур, внедрение в производство достижений биологической науки. Для получения гарантированных урожаев важное значение имеет расширение орошения и обводнения новых земель в засушливых районах, повышение культуры поливного земледелия, увеличение объема работ по ползащитному лесонасаж-

дению, строительству водоемов и обводнению пастбищ. Большую роль в последовательной интенсификации сельского хозяйства имеет также осушение избыточно увлажненных земель. Плановая и систематическая борьба с водной и ветровой эрозией почв и осуществление мероприятий по охране и рациональному использованию лесных, водных и других природных богатств является неотъемлемой частью интенсификации сельского хозяйства.

Для лучшего использования земель, дифференцированного перехода к планированию, специализации, размещению сельскохозяйственного производства и определения уровня закупочных зональных цен ведутся работы по созданию Советского Земельного Кадастра.

В проведении всех этих мероприятий активное участие принимают землеустроители. Используя материалы почвенных, геоботанических, водохозяйственных и агроэкономических обследований, им приходится составлять проекты организации территории колхозов и совхозов, решать вопросы усиления интенсификации сельскохозяйственного производства, трансформировать сельскохозяйственные угодья. От качества землеустроительных работ во многом зависит успешное освоение научно обоснованной системы мероприятий по земледелию и животноводству, создание наилучших условий для использования сельскохозяйственной техники, повышения производительности труда, снижения прямых затрат на производство продукции.

Территория СССР огромна. Она простирается от Арктики до знойных пустынь юга и влажных субтропиков, от границ Польской Народной Республики до Тихого океана. Большая часть нашей страны расположена в умеренном климатическом поясе. В ней много равнин (69%) и горных областей (31%).

В зависимости от природных условий на территории нашей страны можно выделить следующие природные зоны почв с включенными в них засоленными и пойменными почвами и отдельно горных почв (табл. 1).

Больше половины распаханых земель находится в зоне черноземов и каштановых почв, 13% — в зоне серых лесных почв.

Таким образом, только в зонах черноземов, серых лесных и каштановых почв большая часть территории распахана и в той или иной степени используется интенсивно. Остальная же территория нашей страны используется экстенсивно и таит в себе большие возможности для развития и интенсификации земледелия, чему в огромной мере будет способствовать резкое увеличение производства минеральных удобрений, которое к 1970 г. составит 80 млн. тонн.

Химизация сельского хозяйства будет способствовать также повышению производительности ранее освоенных земель.

Почвы СССР	Общая площадь		Площадь пахотных земель (в %)
	млн. га	%	
Зональные почвы			
Арктические и тундровые (включая лесотундровые)	170	8	Очень мало
Подзолистые, дерново-подзолистые и болотные (включая горно-подзолистые)	1200	53	В Европейской части 30—40, в Сибири очень мало
Серые лесные	72	3,5	75
Черноземные	190	9	50 местами > 80
Кашиановые	120	Более 9	—
Бурые в полупустынях	63	3	4
Сероземы и пустынные пески	160	7,5	3,5
Интразональные почвы			
Засоленные (солонцы, солончаки и др.)	75	3,4	Очень мало
Азональные почвы			
Пойменные	40	2	Мало
Горные почвы			
Горные	675	1	

Увеличение выпуска минеральных удобрений позволит повысить продуктивность подзолистых почв, расширить орошаемое земледелие, интенсивнее использовать пойменные земли, снизить солонцеватость почв, уменьшить количество солончаков, повысить производительность осушенных заболоченных земель.

В решении поставленных задач большую роль будет играть землеустроитель, так как ему при составлении проектов землеустройства придется решать вопросы трансформации сельскохозяйственных угодий, перевода малопродуктивных земель в высокопродуктивные с применением химизации и сельскохозяйственной техники. Успех работы землеустроителя во многом будет зависеть от хорошего знания почв, растительности, свойств горных пород, роли рельефа в сельском хозяйстве и климатических условий той или иной природной зоны.

* * *

Почва, как основное средство сельскохозяйственного производства, изучалась человеком с давних пор. Из истории известно, что уже древнейшие народы (китайцы, индусы, вавило-

няне, египтяне и др.) обладали довольно обширными познаниями о почвах и собирали высокие урожаи разнообразных сельскохозяйственных культур, начиная от пшеницы и кончая виноградом. Эти народы были хорошо знакомы с агротехникой возделывания различных культур, орошением, применением удобрений и другими приемами повышения продуктивности полей. Особенно высокий уровень развития земледелия был у древних греков и римлян.

В средние века наблюдался упадок сельского хозяйства. Были забыты или искажены даже те знания о сельском хозяйстве, которые имели в прошлом народы Ближнего Востока, Греции, Рима. Изучение вопросов агрономии, в частности в Европе, возобновилось только в конце XVI — начале XVII в. Этот период характеризовался ломкой феодально-крепостнического строя в Западной Европе и возникновением капиталистических отношений. В царской России это произошло несколько позже. В дальнейшем развитие торговли способствовало увеличению производства сельскохозяйственных продуктов. Быстро развивающийся капитализм оказывал большое влияние на развитие сельского хозяйства. Однако выращенные на какой-либо территории продукты сельского хозяйства вывозились в другие места. Одновременно с ними безвозвратно отчуждались и основные элементы питания растений, которые были взяты из почвы с урожаем. Это влекло за собой уменьшение почвенного плодородия и появление так называемого выпаживания почвы, в результате чего урожаи стали резко падать. Падение урожаев послужило стимулом к выяснению причин этого явления, и в первую очередь к изучению почв. Необходимо было найти способы воздействия на почву для повышения ее плодородия. Появляется трактат Бернара Палисси «О различных солях в сельском хозяйстве» и работы Ван-Гельмонта о питании растений только водой. Ученые того времени стали обращать внимание на изучение химического состава почв, влияния гумуса на уровень и качество урожая, поглотительной способности почвы и ее структуры. Одновременно начинают глубже изучать физиологию растений, и в первую очередь их питание. В этот период возникает теория гумусового питания растений, созданная Сосюрром и его продолжателем Тэером. Согласно этой теории, растения для своего питания черпают из почвы гумус и из него строят свое тело, т. е. создают урожай. Поэтому для получения высоких урожаев Тэер рекомендовал вносить навоз как источник гумуса, а следовательно, и питания растений. Не придавая зольным веществам большого значения, он считал лучшими те почвы, которые содержат больше гумуса.

В дальнейшем, благодаря работам Буссенго, Шпренгеля и других исследователей, выяснилось, что растения могут питаться только минеральными солями, растворимыми в воде.

В 1840 г. в своем известном труде «Химия в приложении к земледелию» Либих дал резкую критику теории Тэера и взамен ее развивал теорию минерального питания, основное положение которой состояло в том, что питательными средствами всех зеленых растений служат вещества неорганические, или минеральные. Эту теорию Либих обосновал многими фактами и опытами. Она вскоре получила всеобщее признание, а гумусовая теория была забыта.

Высоко оценивая прогрессивность этой теории, К. Маркс указывал на грубую ошибку Либиха, заключающуюся в том, что свои выводы он построил на основе так называемого закона убывающего плодородия почвы. Исходя из этого «закона» Либих делал выводы о затухающем действии удобрений при повышении их доз.

Теория минерального питания способствовала увеличению спроса на удобрения. В Западной Европе стала создаваться новая промышленность по производству минеральных удобрений. К этому времени среди ученых и практиков сельского хозяйства утвердился механистический взгляд на почвенное плодородие. Почву стали рассматривать как инертную среду, смесь различных порошков, плодородие которой зависит от внесения минеральных удобрений. В связи с этим ученые исследовали преимущественно содержание в почве азота, калия и фосфора, их поглощение почвой и вымывание водой, считая, что только от этих элементов и зависит ее плодородие.

Но механистический взгляд на изучение почвы и ее плодородия оказался несостоятельным. Исследования, «чего в почве не хватает», не дали ожидаемых результатов. Стало ясно, что почва и ее плодородие не являются чем-то статическим, а изменяются во времени и пространстве. Почва находится в постоянном развитии, а плодородие есть функция не только химических элементов, входящих в состав почвы, но и ее физических и биологических особенностей. Чтобы получить высокий и устойчивый урожай, человек должен одновременно воздействовать на химические, физические и особенно на биологические свойства почвы с учетом потребностей произрастающего на ней растения.

Возрождение почвоведения после средневекового застоя принесло немалую пользу сельскому хозяйству Европы. Но развитие этой науки пошло по неправильному, одностороннему агрогеологическому направлению. В середине XIX столетия ряд германских исследователей считали, что почва не особое тело природы, а лишь землистая горная порода, кора выветривания.

В России первые сведения о почвах приводятся около 500 лет назад в «Писцовых книгах» Московского государства. В при-



В. В. Докучаев

митивной, но вполне приемлемой по тому времени для практических целей классификации сельскохозяйственных угодий выделялись следующие группы угодий: лес пашенный, лес непашенный, не-кось, тростник, добра земля, худа земля, земля камениста, песчата и некоторые другие. Такое деление сельскохозяйственных угодий можно было сделать на основании известных знаний о почве как об одном из элементов среды культурных растений.

Первое научное суждение о почве и ее плодородии было высказано М. В. Ломоносовым в работе «О слоях земли». Им впервые в истории почвоведения дано

понятие о зарождении и развитии почвы и образовании чернозема.

Ломоносов имел ясное представление о наличии динамических процессов и развитии почвы и правильно объяснял причины постепенного накопления в ней органического вещества.

После М. В. Ломоносова в России была издана очень ценная работа Ивана Комова «О земледелии». В 1771 г. профессор сельскохозяйственного домоводства Московского университета М. И. Афонин настаивал на необходимости изучения для сельского хозяйства чернозема. Большой интерес представляют вышедшие в середине XIX столетия работы Линовского «Беседы о сельском хозяйстве» и М. Г. Павлова «Земледельческая химия».

Большую роль в распространении сельскохозяйственных знаний в России, в том числе и знаний о почвах, сыграло Вольно-экономическое общество. В 1877 г. оно выбирает руководителем экспедиции для исследования чернозема молодого ученого В. В. Докучаева. В результате четырехлетней работы экспедиции Докучаевым был создан труд «Русский чернозем», который и положил начало науке о почве.

По Докучаеву, почва не мертвая смесь порошков, а сложный продукт взаимодействия растительности, горной породы, окружающей среды и действия времени. Она имеет свое собственное происхождение. Это особое тело природы, столь же самобытное, как растение, животное и минерал. Почва развивается, т. е. меняется во времени, а вместе с ее развитием меняется ее плодородие. «Я предложил бы разуметь под почвой,— писал В. В. Доку-

чаев, — исключительно только те дневные и близкие к ним горизонты горных пород, все равно каких, которые были более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного вида организмов — живых и мертвых, что и скланивается известным образом на составе, структуре и цвете таких образований. Где этого условия нет, там нет и естественных почв, а есть или искусственная смесь, или горная порода».

По мнению В. В. Докучаева, к изучению почвы ученые до сих пор подходили неправильно. Они не рассматривали почву как результат действия особенностей климата, растительности, геологических отложений, рельефа и истории прошлых лет (на культурных почвах и деятельности человека), а представляли ее как простую смесь горных пород, минералов и перегноя. Докучаев писал, что «изучались главным образом тела — минералы, горные породы, растения и животные, — явления, отдельные стихии, огонь, вулканизм, вода, земля, воздух, в чем, повторяем, наука и достигла удивительных результатов, но не их соотношение, не та генетическая, вековечная и всегда закономерная связь, какая существует между силами, телами и явлениями, мертвой и живой природой, между растительными, животными и минеральными царствами, с одной стороны, человеком, его бытом и даже духовным миром — с другой. А между тем, именно эти соотношения, эти закономерные взаимодействия и составляют сущность познания естества, ядро истинной натурфилософии, лучшую и высшую прелесть естествознания».

Из высказанных В. В. Докучаевым мыслей следовало, что почва — это функция нескольких переменных — климата, растительного и животного мира, горной породы, рельефа и времени. При изменении хотя бы одной переменной изменяются свойства всей почвы. Такая трактовка вопроса дала возможность Докучаеву открыть основной закон почвоведения — закон зонального распределения почв на земном шаре и несколько позднее обосновать закон вертикальной зональности почв, т. е. поясного размещения их в горной местности, начиная от подошвы гор и кончая вершиной. С открытием этих законов стало возможным составление почвенных карт, т. е. изображение почвенных типов и их вариантов, которые создались под влиянием особенностей климата, биологических факторов, рельефа, материнских пород и возраста страны. На современных почвенных картах мы видим прежде всего изображение зональных типов почв: тундровые, подзолистые, серые лесные, черноземные, каштановые и сероземные почвы, с включением в них пойменных, болотных почв, солонцов и солончаков. Все основные зоны и типы почв впервые установил Докучаев.

Свои теоретические положения В. В. Докучаев стремился применить для разрешения практических вопросов. Под его руководством была проведена классическая работа по качествен-



П. А. Костычев

ному учету земель в Нижегородской губернии, которая не утратила своего значения и в наше время. Крупные обследовательские работы, проводимые под руководством Докучаева, дали ему возможность разработать специальную методику исследования почв, которая в малоизмененном виде применяется и в наши дни.

Исключительно большое значение в агрономической практике имеют установленные Докучаевым типы почв, используемые при составлении почвенных карт. Почвенные карты облегчают решать важные практические вопросы: составлять севообороты, подби-

рывать сельскохозяйственные культуры, устанавливать систему удобрений, предотвращать смывы и выдувание почв, выбирать орудия обработки и т. д.

Одновременно с Докучаевым жил и работал другой виднейший исследователь почв — проф. П. А. Костычев. Если В. В. Докучаев больше внимания уделял закономерностям распределения почв, то П. А. Костычев работал в основном в области агрономического почвоведения, первый курс которого был и написан им.

П. А. Костычев подчеркивал исключительную роль растений в создании определенных свойств почвы, главным образом ее плодородия. Костычев изучал изменения в почве при оставлении пашни под перелогом и залежью и постепенное превращение их в целину. Он одним из первых начал изучать накопление органического вещества в почве, действие на него просачивающейся воды и подчеркнул важную роль почвенной структуры.

По инициативе П. А. Костычева была организована особая экспедиция Лесного департамента по проведению мероприятий против часто повторяющихся на юге России засух. Работы этой экспедиции имели большое значение, и их результатами приходится пользоваться и в настоящее время.

Среди учеников и последователей Докучаева большое место в развитии русского почвоведения занимают работы Н. М. Сибирцева. Он был первым профессором почвоведения в Ново-александрійском сельскохозяйственном институте. Будучи ближайшим учеником и помощником В. В. Докучаева, он принимал участие в открытии закона зональности почв. Разработанная им классификация почв не потеряла значения и в настоящее

время. Проф. Сибирцев первый написал курс генетического почвоведения, заканчивающегося главой о биотировке почв.

Талантливым продолжателем работ Докучаева и Сибирцева по изучению географии почв был акад. К. Д. Глинка. Следует отметить, что в России до 90-х годов картографирование почв находилось только в зачаточном состоянии. Зато в дальнейшем в течение каких-нибудь 15 лет оно быстро развилось. В этом отношении большую роль сыграл К. Д. Глинка. Только для изучения Сибири им было организовано несколько десятков экспедиций. Боль-



Д. Н. Прянишников

шинство экспедиций, возглавляемых Глинкой, дали хорошие материалы по характеристике почв и природных условий, положенные в основу решения вопросов переселения крестьян из густо населенных губерний в мало населенные места. К. Д. Глинка написал классический курс почвоведения, несколько раз переиздававшийся в наше время. Этот курс и теперь используется для справок по основным вопросам учения о почвах.

Видным последователем Докучаева и Костычева был акад. В. Р. Вильямс. Будучи учеником Фадеева, Вольни и Пастера, Вильямс создал оригинальное направление в науке о почве, отводя ведущую роль в почвообразовании биологическому фактору. Но, правильно подчеркнув особую роль биологии в почвообразовании, он не смог так же правильно использовать эту идею в вопросах повышения производительности земли. Его оригинальная трактовка дернового процесса привела к созданию экстенсивной травопольной системы земледелия.

Крупным исследователем в области почвоведения был акад. Л. И. Прасолов. При его участии и под его редакцией составлены сводные почвенные карты Советского Союза и союзных республик.

Вопросы динамики отдельных химических элементов в земной коре и развития ландшафтов разрабатывались талантливым исследователем-почвоведом акад. Б. Б. Полиновым. В своей книге «Кора выветривания» он дает глубокий анализ сложных процессов, происходящих в верхней части Земли в связи с динамикой составляющих их элементов, и в том числе элементов питания растений.

Особое место среди ученых-почвоведов занимает акад. К. К. Гедройц. Его работы по изучению почвенных коллоидов впервые появились в 1908 г. и в 20-х годах приобрели всеобщее

признание. В книге «Учение о поглотительной способности почв» он настолько хорошо и полно осветил этот сложный и мало разработанный вопрос, что последующие исследования почвоведов только дополняли и уточняли отдельные положения Гедройца. На основе своего учения Гедройц разработал оригинальную классификацию почв по характеру их поглощающего комплекса. Он вписал новую главу в почвоведение по вопросам генезиса и динамики солончаков, солонцов, солодей. Дав четкое определение этим типам почв, ученый указал пути их улучшения для сельскохозяйственных целей.

В разработке учения о поглотительной способности почв, в изучении солонцов и солончаков большой вклад в почвоведение сделал акад. А. Н. Соколовский. Им был написан оригинальный курс сельскохозяйственного почвоведения. Акад. Соколовский сыграл выдающуюся роль в развитии почвоведения на Украине. Он был первым профессором почвоведения на землеустроительном факультете Московского института инженеров землеустройства.

Список выдающихся исследователей почвоведения был бы неполным, если бы мы не упомянули имя акад. Д. Н. Прянишникова — основателя в Советском Союзе науки агрономической химии, этого важнейшего рычага современного интенсивного земледелия. Хотя он и не был почвоведом, но его работы по физиологии растений, эффективности действия удобрений в зависимости от типа почвы, по применению фосфоритов и извести, использованию биологического азота с помощью бобовых культур имеют настолько большое значение, что ни один почвовед и землеустроитель в своих работах без знания трудов акад. Д. Н. Прянишникова обойтись не может.

Особенно возрастает значение работ Д. Н. Прянишникова в связи с интенсификацией сельского хозяйства в нашей стране.

Повысить урожайность полей и продуктивность животноводства, получать больше зерна и других продуктов с каждого гектара пашни, увеличить производство мяса и молока в расчете на 100 га земли можно только при условии интенсификации сельского хозяйства.

Раздел I. ЗЕМНАЯ КОРА И РЕЛЬЕФ

Глава I. ЗЕМНЫЕ СФЕРЫ

Согласно современным взглядам, планета Земля состоит из атмосферы (воздушная оболочка), литосферы (твердая оболочка), гидросферы (водная оболочка), биосферы (т. е. сферы жизни, частично проникающей в атмосферу, гидросферу и литосферу). Почвоведов больше всего интересуют вопросы, касающиеся атмосферы, литосферы, гидросферы, биосферы и их взаимодействия. Условно считают, что граница атмосферы проходит там, где сила земного притяжения компенсируется центробежной силой вращения. Над экватором она поднимается примерно на 42 тыс. километров, а над полюсами — на 28 тыс. километров. Масса атмосферы равна $\frac{1}{10^6}$ массы Земли. Наоборот, объем атмосферы во много раз превышает объем Земли.

Атмосфера в основном состоит из азота и кислорода. Примеси других газов незначительны, хотя они имеют большое значение для жизни на Земле. Состав атмосферы характеризуется следующими данными (в процентах по объему): азота 78,08, кислорода 20,95, аргона 0,99, углекислого газа 0,03, водорода менее 0,001, гелия 0,0005, озона 0,000007, паров воды до 4.

Плотность газов резко уменьшается снизу вверх. Если у поверхности Земли атмосферное давление принять равным 760 мм, то на высоте 10 км оно будет равно 198 мм, 20 км — 41,7 мм, 30 км — 8,7 мм, 80 км — 1 мм, 10 км — около 0,0001 мм.

С давних пор человек интересовался изучением земной воздушной оболочки, но и в настоящее время нет о ней еще полного представления. Изучению ее уделял большое внимание Д. И. Менделеев. С развитием авиации изучением атмосферы стали заниматься не отдельные ученые, а целые коллективы. В 30-х годах наибольшая высота, на которую поднялся советский стратостат, достигла 22 км. Шары-зонды поднимались до 40 км. В наши дни советская ракета поднялась на высоту свыше 400 км. Значительно пополнились знания об атмосфере

в связи с запуском спутников Земли и особенно после замечательных космических полетов Ю. Гагарина, Г. Титова, А. Николаева, П. Поповича, В. Терешковой-Николаевой и В. Быковского. Несмотря на резкое уменьшение плотности газов с высотой, состав атмосферы постоянен: во всех слоях преобладают азот и кислород и в очень малых количествах содержатся примеси других газов. Раньше предполагали, что с увеличением высоты температура атмосферы непрерывно понижается. Однако это справедливо лишь при поднятии на высоту до 10 км на полюсе (температура -60°) и до 17—18 км на экваторе (температура -80°). Выше этих пределов температура повышается вследствие находящегося здесь слоя озона, способного поглощать коротковолновую, ультрафиолетовую радиацию Солнца. Поэтому земной поверхности достигает лишь часть ультрафиолетовых лучей Солнца и атомарного кислорода, из которого формируются молекулы озона.

Ультрафиолетовое излучение выбивает электроны из атомов, в результате чего на определенной высоте создается ионосфера. Выше ионосферы простирается вакуумная оболочка, т. е. крайне разреженное газовое пространство.

Отдельные части атмосферы отличаются плотностью газов, температурными условиями и характером излучений. Тропосфера простирается от земной поверхности до высоты 8—12 и даже 15 км; стратосфера — от 12 до 55 км с переходной зоной до 85 км; ионосфера — 85—600 км; вакуумосфера — 600—1200 км; сфера диссоциации — свыше 1200 км.

Атмосфера имеет исключительно большое значение для жизни на Земле, и в частности для сельского хозяйства. Движение воздушных масс в пределах земного шара определяет климатические условия на Земле; угольная кислота служит основным сырьем, из которого с помощью хлорофилла в растениях создаются органические вещества; водяные пары, выпадая в форме жидких и твердых осадков, снабжают поверхность Земли влагой, необходимой для построения растительных тканей и предохранения растений от высыхания и перегрева; содержащийся в атмосфере кислород нужен для окислительных процессов в организмах; азот замедляет окислительные процессы и служит сырьем для построения белка, без которого не может быть жизни; атмосферные газы принимают участие в процессах выветривания и образования почвы.

Литосфера. Ранее полагали, что Земля — в основном жидкое тело и только тонкий поверхностный слой ее — земная кора — твердое.

Однако изучение распространения сейсмических волн при землетрясениях убедительно показало, что Земля до самого центра в основном твердое тело.

Согласно современным взглядам, в строении Земли выделяют

следующие геосферы — оболочки: собственно литосфера, т. е. наружная твердая оболочка, простирающаяся до глубины 50—120 км, промежуточная оболочка, или мантия Земли, до глубины 2900 км и нейтральное ядро от 2900 до 6380 км. Более подробно оболочки Земли делят на верхнюю сиалитную до глубины 60 км с удельным весом 2,8—2,9 и симатическую, простирающуюся ниже до глубины 1200 км с удельным весом 3—3,5. Затем выделяют промежуточную сферу, находящуюся на глубине от 1200 до 2900 км с удельным весом 4—6 и, наконец, ядро Земли с удельным весом массы ядра 10—12.

Названия сиалитная (сиал) и симатическая (сима) оболочки происходят от обозначений Si (кремний) и Al (алюминий), наиболее распространенных в этих сферах элементов.

С углублением внутрь Земли на каждый километр давление увеличивается на 250 атмосфер. На глубине 10 км оно уже достигает 2500 атмосфер. Аналогичным образом изменяется и температура.

Увеличение температуры и давления книзу ведет к тому, что твердое вещество литосферы переходит по физическому состоянию в текучее, «полужидкое», переполненное газами — магматическое.

С увеличением давления увеличивается вязкость магмы. Наоборот при уменьшении давления магма переходит в огненно-жидкое, весьма подвижное и неустойчивое состояние.

Ознакомимся несколько подробнее с наиболее важной для сельского хозяйства частью литосферы, с ее верхней частью. Литосфера состоит из кристаллических пород, но три четверти их поверхности перекрыты осадочными породами. В пределах суши земного шара до глубины 20 км среди кристаллических пород преобладают граниты. Наоборот, на дне океанов (например, Великого океана) залегают базальты. В более глубоких слоях преобладают перидотиты.

В почвообразовательных процессах главная роль принадлежит выходящим непосредственно на поверхность Земли осадочным породам и в меньшей степени — кристаллическим, магматическим.

Другая характерная особенность литосферы — распределение в ней температуры. Современные технические средства дают возможность непосредственно измерить температуру Земли только до глубины 5 км, где она достигает 160°С. Но эти замеры сделаны только лишь в буровых скважинах, пробитых в осадочных породах. В последнее время буровые работы ведутся на больших глубинах. Наблюдениями установлено, что температура Земли повышается на 1° при углублении на каждые 30—33 м. Следовательно, на глубине 20 км температура литосферы будет равна 500—600°. Предполагается, что на глубине 100—120 км она достигает 1000—1200°.

Изучая тепловой режим в буровых скважинах и шахтах, ученые установили, что суточные колебания температуры наблюдаются лишь в однометровом поверхностном слое Земли; летнее нагревание и зимнее охлаждение заметно на глубине до 15—30 м. Глубже колебания газовых температур не отмечаются. За 100 лет существования Парижской обсерватории термометр на глубине 28 м все время показывает температуру 11,8°. Термические колебания в самых верхних слоях Земли имеют исключительно большое значение в почвообразовательных процессах и в создании коры выветривания.

По данным акад. А. Е. Ферсмана, содержание в земной коре главных химических элементов в весовых процентах характеризуется следующими данными: кислород — 49,13, кремний — 26,00, алюминий — 7,45, железо — 4,20, кальций — 3,25, натрий — 2,40, магний — 2,35, калий — 2,35, водород — 1,00, титан — 0,61, углерод — 0,25, хлор — 0,20, фосфор — 0,12, сера — 0,10, марганец — 0,10, барий — 0,05, азот — 0,04.

Таким образом, земная кора в основном состоит из кислорода и кремния (75,13%).

Гидросфера. Большая часть поверхности земного шара покрыта водой. Зеркало мирового океана составляет 361 млн. км², или 70,8% всей поверхности планеты. Кроме того, вода выходит на дневную поверхность в виде озер, рек и ручьев. Под землей имеются артезианские и обычные грунтовые воды. В отдельных местах земного шара вода скопляется мощным слоем в виде льда, фирна и снега. Небольшое количество ее находится постоянно в атмосфере. Поэтому не будет большой ошибкой считать, что наша планета имеет еще и водную оболочку.

Вода на Земле находится в постоянном движении. Под влиянием солнечных лучей вода испаряется, образуя облака, и снова возвращается на Землю в виде дождя, снега или града. Этот круговорот воды принимает большое участие в геологических и биологических процессах нашей планеты.

В природе нет химически чистой воды, а имеются только водные растворы. Так, в 1000 весовых частях воды океана содержится 26,86 части хлористого натрия, 8,24 — хлористого магния, 2,2 — сернокислого магния, 1,35 — сернокислого кальция, 0,58 — хлористого калия и много солей других элементов, но в очень слабой концентрации. В морской воде содержатся даже следы золота, большей частью в виде йодистых соединений.

Химический состав пресной и морской воды различен, что видно из данных, приведенных в таблице 2.

В верхнем слое водной оболочки Мирового океана (100—150 м) температура изменяется в зависимости от теплового режима дня и ночи, зимы и лета, а также географического положения и некоторых других причин. Глубже 1000 м температура

Таблица 2

Химический состав пресной и морской воды

Соли	Пресная вода (%)	Морская вода (%)
Углекислые	60,1	0,3
Хлористые	5,2	86,7
Сернокислые	9,9	10,8
Прочие	24,8	0,2

воды постепенно понижается и на самом дне достигает 2° выше или ниже нуля.

Подсчитано, что с поверхности океанов испаряется ежегодно 98 тыс. км³ воды, а реки возвращают обратно лишь пятую часть этого количества. При таком балансе Мировой океан вследствие потери воды должен был бы высохнуть за несколько десятков тысяч лет. Но этого не наблюдается. Следовательно, вода попадает в моря и океаны и другими, пока еще недостаточно изученными путями.

Биосфера. Большая заслуга в изучении биосферы принадлежит акад. В. И. Вернадскому. Под биосферой ученый понимал термодинамическую оболочку Земли с температурой от 50 до 250° и давлением 1 атм. В основном жизнь развивается внутри этой зоны, хотя отдельные организмы сохраняют жизнеспособность в ее крайних пределах: споры грибов выдерживают температуру 140 и даже 180°, бактерии и их споры переносят охлаждение в течение многих месяцев до 200° холода.

На суше жизнь проникает на меньшую глубину, чем в океане. Практически считают, что все глубины Мирового океана обитаемы. Верхний предел жизни в атмосфере определяет озоновый экран, но заметно она проявляется только на высоте до 10 км.

Биосфера наполнена массой животных и растений. Считают, что весовая масса растений на суше и в океане превышает массу животных в 1000 раз.

Глава 2. МИНЕРАЛЫ И ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Минералы. Земная кора сложена из различных горных пород. Каждая горная порода состоит из минералов. В состав простой породы входит только один какой-нибудь минерал. Сложная порода состоит из нескольких различных минералов.

Минералом называют однородное в химическом отношении тело, обладающее постоянством химического состава и опре-

деленными физическими свойствами. По физическому состоянию минералы бывают твердые, жидкие и газообразные. Многие минералы имеют определенную форму и являются телами кристаллическими. Но большинство не обладают кристаллической формой и являются аморфными. Кристаллы отличаются анизотропией, т. е. в разных направлениях они имеют неодинаковую твердость, теплопроводность, светопроводность, электропроводность и другие свойства. Наоборот, коллоидные, некристаллические тела изотропны, т. е. они во всех направлениях имеют одинаковые физические свойства.

В горной породе минералы всегда встречаются в определенных сочетаниях, группами, образовавшимися в однородных генетических условиях.

В настоящее время найдено более 3000 различных минералов. В первичных горных породах наибольшее распространение имеют полевые шпаты, роговые обманки, пироксены, кварц и слюды.

Основными внешними признаками при распознавании минералов считается окраска, блеск, относительная твердость, оставляемая минералом черта на фарфоровой пластинке, спайность.

Окраска минералов — неустойчивый признак. Однако в совокупности с прозрачностью и блеском она дает возможность сделать правильные выводы о минерале.

Блеск минералов может быть металлическим, стеклянным, перламутровым и алмазным.

Относительная твердость определяется царапанием одного минерала о другой. Твердость выражают в баллах, применяя предложенную Моосом десятибалльную шкалу (табл. 3).

Таблица 3

Шкала относительной твердости минералов

Минерал	Балл	Минерал	Балл
Тальк	1	Полевой шпат	6
Гипс	2	Кварц	7
Кальцит	3	Топаз	8
Плавиковый шпат	4	Корунд	9
Апатит	5	Алмаз	10

Эта шкала показывает только относительную твердость. Цифры твердости минерала в абсолютных величинах будут совершенно иные. Если принять твердость корунда за 1000, то абсолютная твердость талька будет равна лишь 0,03, а алмаза — 140,000.

Спайность слюды, хлорида и талька очень высокая, поэтому минералы могут делиться на мельчайшие листочки. Наоборот, кварц имеет стекловидный неровный излом вследствие отсутствия в нем спайности.

Окраска черты, оставляемой минералом на белой фарфоровой пластинке, дает возможность приблизительно судить о его химическом составе.

Удельный вес минералов определяют после изучения всех перечисленных признаков, если полной ясности относительно минерала еще нет. В полевой обстановке тяжесть минерала определяют взвешиванием на руке. Тяжелый шпат, соединения свинца, железа, меди, а также самородные металлы имеют большой удельный вес и по этому признаку сравнительно легко определяются.

Согласно современной классификации, минералы делят на классы, а каждый класс — на группы.

I класс. Самородные элементы — алмаз (C), графит (C), сера (S), платина (Pt), золото (Au), медь (Cu), серебро (Ag).

II класс. Сульфиды — соединения серы с железом, медью, цинком и другими металлами. Среди них имеет широкое распространение пирит (FeS_2), свинцовый блеск, или галенит (PbS), халькопирит (CuFeS_2), арсенопирит (AsFeS_3), цинковая обманка (ZnS).

III класс. Окислы — соединения различных элементов с кислородом, широко распространенные в земной коре. К ним относятся кварц (SiO_2), халцедон (SiO_2), опал ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), корунд (Al_2O_3), гематит (Fe_2O_3), магнетит (Fe_3O_4), хромит (FeCr_2O_4), лимонит ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), боксит (Al_2O_3). Одним из наиболее распространенных минералов на земном шаре, входящим в состав многих первичных и вторичных пород, является кварц.

IV класс. Галоидные соединения — это соли хлористоводородной, фтористоводородной, йодистоводородной и бромистоводородной кислот. Основными минералами, входящими в этот класс, являются: галит (NaCl), сильвин (KCl), сильвинит ($\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$), бишофит ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), карналит ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), флюорит, или плавиковый шпат (CaF_2).

Галит, или каменная соль, — очень широко распространенный минерал. Он играет большую роль в жизни человека и животных, так как входит в состав плазмы крови. Каменная соль встречается в природе в форме залежей преимущественно в пермских отложениях, а также в форме растворов — рап, из которых постепенно выкристаллизовывается. Добывается галит в Соль-Илецке Оренбургской области в озерах Эльтон и Баскунчак, на северном побережье Каспия, в Соликамске Пермской области, Предуралье, во многих районах Украины. Галит содержится в засоленных почвах нашего юга и юго-востока. Широко применяется в консервном деле и рыбном производстве, химической промышленности.

Сильвин, или калийная соль хлористоводородной кислоты, встречается в больших количествах в Соликамских рудных месторождениях Пермской области. Здесь на глубине 250 м залегает примерно 16 млрд. тонн калийных солей в пересчете на K_2O . Это основное месторождение калийных солей. Залежи калийных солей найдены в Белоруссии и некоторых других районах СССР.

Сильвинит — двойная хлористая соль калия и натрия — встречается там же, где и сильвин. Прозрачный и бесцветный минерал, хорошо растворимый в воде. Служит сырьем для получения сильвина.

Карналит — двойная соль хлористого калия и хлористого магния. Встречается в Соликамских месторождениях, хорошо растворим в воде. Служит сырьем для получения калийных удобрений.

У класс. Соли кислородных кислот. Сульфаты, или соли серной кислоты. Широко распространены в природе; большинство их представляют собой осадочные минералы. Важнейшие из них: мирабилит ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), ангидрит ($CaSO_4$), селенит ($CaSO_4$), барит ($BaSO_4$).

Мирабилит, или сернокислый натрий, встречается в большом количестве по побережью Каспийского моря и особенно в заливе Кара-Богаз-Гол. Вычислено, что в холодные месяцы на дно залива ежегодно отлагается этой соли более 16 млрд. тонн (летом осадок частично переходит снова в раствор). Кроме того, сернокислый натрий содержится в засоленных почвах — солончаках и особенно много его в так называемых пухлых солончаках. Из мирабилита получают серную кислоту, едкий натр и другие химические вещества. Его применяют также в стекольном производстве.

Гипс легко делится на тонкие пластинки и в прошлом для народов Востока служил заменителем стекла. В настоящее время его применяют главным образом для приготовления алебаstra и в медицине, а также в сельском хозяйстве для улучшения солонцовых почв.

Карбонаты. Так называются соли угольной кислоты. К ним относятся следующие наиболее распространенные минералы: сода (Na_2CO_3), магнезит ($MgCO_3$), кальцит, или известковый шпат ($CaCO_3$), доломит, или горький шпат ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$), сидерит, или железный шпат ($FeCO_3$).

Сода ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$) иногда залегает в виде прозрачных десятиводных кристаллов слоем 1—2 м и более. Встречается в Сибири, в Кулундинских степях. Общие запасы исчисляются в 11 млн. тонн. Она содержится в солончаковых и солонцовых почвах, где является вредной солью для обычных растений.

Кальцит ($CaCO_3$) представляет собой молочно-белый или прозрачный минерал. Последний обладает двойным лучепрелом-

лением и применяется в поляризационных микроскопах при исследованиях минералов. Обладает совершенной спайностью, легко разбивается на косые параллелепипеды. Многие виды кальцита содержатся в осадочных и метаморфических породах: известняках, меловых отложениях, известняковых натеках, мраморах, в карбонатных почвах.

Доломит, или двойная соль углекислого кальция и магния ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), обычно имеет белую, желтую или сероватую окраску и стекловидный излом. Применяется как строительный материал и флюс. Доломитизированные известняки, содержащие большой процент глины, используются для приготовления цемента (Новороссийск). Доломитовая мука — ценное удобрение для кислых почв. Доломиты добываются в районе Новороссийска и на Урале.

Сидерит (FeCO_3). Углекислые соли железа встречаются на Урале в форме железной руды, из которой добывается очень ценное, чистое железо. Но сидерит иногда встречается и в низинных болотах в форме болотной, железной руды вместе с бурым железняком лимонитом. Последний получается из сметаноподобного по виду сидерита.

Фосфаты — соли фосфорной кислоты. В природе наибольшим распространением пользуются апатит — $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 (\text{F}, \text{Cl})$, фосфорит — $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, и вивианит — $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$.

Апатит имеет различную окраску: белую, зеленоватую, бурую и даже фиолетовую. Встречается в виде довольно крупных кристаллов. В больших плотных скоплениях имеет зернисто-сахаровидный вид. Огромные запасы этого минерала были открыты акад. А. Е. Ферсманом на Кольском полуострове близ города Кировска. Апатит — ценнейшее сырье для получения суперфосфата. Запасы его в нашей стране очень велики и могут полностью удовлетворить потребность сельского хозяйства.

Фосфорит (руда) встречается самых различных оттенков: желтого, бурого, серого. Среди осадочных пород образует плиты серовато-желтого, иногда зеленоватого цвета или скопление желваков разной формы. Широко применяется в сельском хозяйстве в виде фосфоритной муки или используется для приготовления суперфосфата. В нашей стране имеются огромные запасы фосфоритов. Они встречаются в Московской, Кировской областях, на Волыно-Подольской возвышенности, в Казахстане (Кара-Тау) и многих других местах.

Вивианит — минерал белого цвета, быстро синееющий на воздухе. Встречается в форме сметанообразных прослоек в низинных болотах. В сухом состоянии голубого или синего цвета, имеет мучнистую структуру. Часто встречается пятнами в торфах притеррасной части поймы. Небольшие запасы вивианита иногда имеются в низинных болотах на водоразделах. Может с успехом использоваться в качестве фосфорнокислых удобрений.

Небольшие запасы вивианитовых руд встречаются в приморских районах. В нашей стране добывается в районе Керчи и в Подмоскovie среди болотных руд.

Силикаты — соли кремневых кислот. Минералы этой группы широко распространены в природе. Они делятся на простые силикаты и алюмосиликаты. К простым силикатам (метасиликатам) относятся пироксен-авгит — $\text{Ca}(\text{MgFeAl})[(\text{SiAl})_2\text{O}_6]$, амфиболы — роговые обманки, ортосиликаты — оливин и перидот — $(\text{MgFe})\text{SiO}_4$. К алюмосиликатам относятся: ортоклаз — $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, микроклин — $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, альбит — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, апортит — $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, нефелин — $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, мусковит — $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}][\text{OH}]_2$, биотит — $\text{K}(\text{MgFe})_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}][\text{OH}, \text{F}]_2$; из других минералов — змеевик или серпентин — $\text{Mg}_6(\text{OH})_8(\text{Si}_4\text{O}_{10})$, каолинит — $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Роль отдельных минералов в почвах. Самородные металлы в почвах практически не встречаются. Окислы же металлов ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$; $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) широко распространены. Все они оводнены и встречаются только в форме гидратов. В почве окислы образовались главным образом при выветривании менее стойких сложных соединений. Они принимают участие в создании физических свойств почвы (влажность, водопроницаемость, структурность) и отчасти в питании растений.

Из окислов металлоидов в почве имеет значение только кварц, составляющий иногда основную массу почвы. Песчаные почвы центральных районов нашей страны почти на 90—95% состоят из кварца. Незначительное количество окислов кремния встречается в почве в форме аморфной кремнекислоты ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Карбонатные минералы, преимущественно кальцит и магнезит, широко распространены в почвах степей, сухих степей, полупустынь и пустынь. Растворимые хлориды и сульфаты встречаются в южных засоленных почвах.

Фосфаты в почве встречаются главным образом в форме апатита и простых фосфатов кальция и магния. В южных почвах фосфаты могут быть в форме двузамещенных солей Ca и Mg, например в форме CaHPO_4 . В болотных почвах часто встречается вивианит. Фосфаты — основной источник фосфорного питания растений.

Много в почве глиняных, вторичных и отчасти первичных минералов и измельченных полевых шпатов. Они принимают участие в питании растений, а также в создании водных и воздушных свойств почвы.

Горные породы земной коры. По своему происхождению горные породы делятся на массивно-кристаллические (изверженные, или магматические), осадочные и метаморфические. Первые из них большей частью имеют кристаллическое строение, иногда лишь стекловидную структуру. Вторым

породам свойственна обломочная структура. Третьи по своим свойствам стоят ближе к кристаллическим.

Массивно-кристаллические породы представляют собой излившуюся из земных недр застывшую магму. Эти породы первые образовали твердую земную кору, а потому называются первичными.

Осадочные породы произошли в результате разрушения первичных пород и дальнейшего переноса продуктов разрушения ветром, водой или льдом и осадения их в дальнейшем в водоемах или на поверхности Земли. Они называются вторичными.

Метаморфические породы образовались из осадочных, погружившихся в недра Земли. Под влиянием температуры и давления осадочные породы спрессовывались, частью расплавились и сцементировались. Весь процесс изменения осадочной породы называется метаморфизацией. Но метаморфизироваться могут и массивно-кристаллические породы.

Каждая из этих трех групп отличается от других химическими, минералогическими и физическими свойствами, что будет видно ниже.

1. Изверженные горные породы (массивно-кристаллические). Эти породы делятся на две большие группы. Изливаясь, магма могла выйти на дневную поверхность и застыть в условиях быстрого охлаждения и низкого давления. В другом случае, не дойдя до поверхности, она могла выкристаллизоваться при условиях медленного охлаждения и высокого давления. При этих условиях даже при одинаковом химическом и минералогическом составе их внешний вид и физические свойства будут несходны. В первом случае горные породы носят название излившихся, эффузивных, во втором — глубинных, интрузивных. Как излившиеся, так и глубинные породы могут различаться не только по свойствам входящих в них минералов, но и по количественному их соотношению. Особенно характерно в этом отношении содержание для массивно-кристаллических пород кремнезема (SiO_2). По содержанию его породы делятся на кислые, средние, основные и ультраосновные. Главнейшие представители этих пород с указанием содержания в них кремнезема перечислены в таблице 4.

Таблица 4

Главнейшие представители излившихся и глубинных пород

Породы	Кислые (65--75% SiO ₂)	Средние (55--65% SiO ₂)	Основные (45--55% SiO ₂)	Ультраосновные (менее 49% SiO ₂)	
Излившиеся	Липарит	Трахит	Андезит	Базальт	Пикрит
	Кварцевый порфир	Бескварце- вый порфир	Порфирит	Диабаз	Пикритовый порфирит
Глубинные	Гранит	Сиенит	Диорит	Габбро	Пироксенит

Приведем характеристику некоторых из указанных в таблице 4 пород.

Липарит — кислая излившаяся порода, очень близкая к граниту. Отличается тонкой кристаллической массой, в которую вкраплены кристаллы ортоклаза, кварца и слюды, иногда роговой обманки. Не залегает большими массивами, а образует покровы, жилы и штоки. Распространен на Липарских островах Средиземного моря.

Трахит — средняя излившаяся порода серого цвета. В отличие от предыдущих в трахите нет свободного кварца. В его состав входят ортоклаз, роговая обманка, слюды.

Андезит — средняя излившаяся порода темного цвета. Не содержит свободного кварца, состоит из плагиоклазов, роговой обманки и авгита. Широко распространен в районе Батуми.

Бескварцевый порфир, или **ортофир** (аналог сиенита), представляет собой плотную массу, с преобладанием довольно крупных кристаллов ортоклаза, в меньшем количестве плагиоклаза. Содержит минералы биотит, авгит или роговую обманку.

Порфирит представляет собой эффузивный аналог пород из группы диорита. Содержит минералы: плагиоклаз, авгит, роговую обманку, реже слюды.

Базальт — основная излившаяся порода мелкокристаллического строения, темно-серого цвета, распадающаяся на многочисленные вытянутые столбики. Содержит плагиоклаз, авгит и оливин. Свободного кварца нет.

Диабаз — основная древняя эффузивная порода. Встречается в виде мощных залежей, а также штоков, линз и жил среди других пород. Состоит преимущественно из плагиоклаза и авгита с примесью магнитного и титанистого железняка.

Пикрит — ультраосновная мелкая порода зелено-черного цвета. Состоит из оливина, авгита, роговой обманки, биотита с небольшой примесью вулканического стекла.

Пикритовый порфирит — ультраосновная порода, с порфировой структурой. В общей стекловидной темной массе вкраплены оливин, авгит, хромистый и магнитный железняк.

Гранит — глубинная порода серого, розоватого, красно-буроватого цвета. Наиболее распространенная изверженная порода. Обычно состоит из кварца, ортоклаза, слюды с примесью роговых обманок и некоторых других минералов. Широко распространен на Кольском полуострове, в Карелии, на Кавказе, Урале.

Сиенит — глубинная средняя порода с резко выраженной зернисто-кристаллической структурой, сероватой, желтоватой, красноватой окраски. В состав его входят ортоклаз, роговая обманка и слюда. Кварц отсутствует. Распространен меньше, чем граниты (Красноярск — «Столбы»).

Диорит — бескварцевая средняя порода, зернисто-кристаллического строения, темно-серо-зеленоватого цвета. В состав его

входят плагиоклаз, роговая обманка, магнитный железняк. Диориты встречаются по берегам Черного моря (гора Медведь в Крыму).

Габбро — глубинная основная порода, черной, серой и зеленоватой окраски, зернисто-кристаллической структуры. Состоит из полевого шпата (плагиоклаза), авгита и оливина с примесью магнитного железняка.

Пироксенит — глубинная ультраосновная зернисто-кристаллическая порода, серо-зеленого цвета. Состоит преимущественно из пироксена, пироксена-авгита с примесью оливина. Распространен на Урале.

Магматические породы имеют весьма сложный состав. Однако благодаря различному минералогическому составу, условиям залегания, твердости, окраске приблизительно можно определить их даже в полевой обстановке. В массивно-кристаллических породах в большинстве содержится следующее количество минералов (в процентах): полевые шпаты — 60, орто- и метасиликаты — 20, кварц — 10, слюды — 3, магнезит и гематит — 3, апатит — 1.

Но если учесть объемы атомов, входящих в состав породы, то окажется, что изверженные породы состоят на 92% из кислорода, и только 8% объема занимают атомы других элементов.

II. Осадочные породы. Магматические первичные породы, попав на дневную поверхность, подвергаются разрушению и разрыхлению. На измельченную породу, так называемый рухляк, воздействуют экзогенные* силы: вода, ветер, лед. Они переносят мелкоземистую массу с возвышенных водораздельных мест в пониженные места: долины, равнины, озера, реки, моря. Здесь частицы породы вновь отлагаются и образуют пластовые породы, чаще называемые осадочными.

Среди осадочных пород могут быть отложения обломочные (механические), химические и органогенные. Первая группа объединяет породы, отличающиеся по величине «зерна» обломочного материала и характеру цементации; во второй группе породы различаются по химическому составу и в третьей — по видам живых организмов, участвующих в образовании осадочных пород. Классификация осадочных пород представлена в таблице 5 (стр. 28).

Галечники распространены главным образом по побережью морей, озер, горным рекам, особенно при выходе этих рек в наклоненные равнины. По побережью морей они занимают узкую полосу шириной 10—100 м и более и обычно представляют собой несцементированную, различной формы массу окатанных крутных камней и камешков, пересыпанных измельченным песком. Камни в зависимости от породы могут быть идеально

* Внешние силы, действующие в поверхностных частях земной коры.

Классификация осадочных пород

Обломочные		Химические	Органогенные
рыхлые	сцементированные		
Галечники и щебнистые отложения	Конгломераты брекчии	Карбонатные породы	Большинство известняков и пишущий мел
Гравий	Мелкозернистые конгломераты	Сульфаты	—
Песок	Песчаники	—	Кремнистые сланцы
Глины	Глинистые сланцы	Галоиды	Каменный уголь
Лесс	Глинистые сланцы	Окислы железа	—
Вулканические пеплы	Вулканические туфы	Оолитовые железные руды	Нефть

круглыми (например, галька из кварцитов), сильно сплюснутыми (из сланцевых пород), овальной или другой формы. Форма песчинок в галечнике обычно резко угловатая.

Примерно такое же строение галечников наблюдается в русле горных рек. Но в этом случае (как это иногда бывает и в приморской полосе) перед выходом на равнину сначала встречаются крупноглыбистые отложения, а потом галечниковые. У многих рек галечники при выходе занимают отдельные участки в 10—15 га, иногда более 100 га.

Галечники — бесплодная порода и в сельском хозяйстве практически не используются. Территория под ними очень неустойчивая в связи с изменением русла рек, особенно в горной местности, что нужно учитывать при землеустройстве и исчислять площадь под галечниками только условно.

Конгломераты представляют собой сцементированные главным образом известью, кремнеземом или глинистыми частицами галечники. Они образовались в далеком прошлом на морском дне или в глубоких слоях Земли после отступления моря. На дневной поверхности конгломераты в горах иногда залегают пластами толщиной 10 м и более. Эти породы распространены только в горных странах, например на Кавказе.

Щебнистые отложения встречаются реже галечников и конгломератов. Их можно наблюдать у подножья скал, как элювий* осыпей, высоко в горах у снежников и в районах сдвигов и на-

* Продукты выветривания, остающиеся на месте разрушения горной породы.

двигов — в форме напластований. Они бесплодны и в горных условиях могут служить источником материала для задержания селевых потоков. Иногда из этого материала устраивают заграждения поперек склона насыпи для задержания эрозионных процессов.

Брекчи — цементированные каменные отложения, встречаются в местах сильных дислокаций (нарушений первоначального залегания) горных пород. Они образовались при разломах и сдвигах твердых пород вследствие трений одной породы о другую. Брекчи распространены сравнительно мало. Как почвообразующий материал эта порода ничем не отличается от той, из которой она образовалась.

Гравий — округлые, обычно слегка вытянутые механические отдельности горных пород, встречается там же, где и галечники. Он отлагается там, где быстрота течения воды несколько замедляется. По своим физическим свойствам гравийные отложения практически ничем не отличаются от галечника.

Мелкозернистые конгломераты отличаются от обычных меньшим размером механических отдельностей, их составляющих.

Песок — широко распространенная рыхлая осадочная порода, состоящая на 90—95% из частиц размером от 3 до 0,01 мм. Пески могут быть речного, озерного, морского, а также ветрового происхождения. Они распространены всюду. Но большие массивы песков сосредоточены в пустынях (Кара-Кумы, Кызыл-Кумы, Муюн-Кумы, Рын-пески, пески Ногайских степей, Донские пески и др.), а также по руслам рек и их террасам. Пески — бедная почвообразующая порода. В пустынных местах при отсутствии орошения на них развивается песколюбивая растительность; в этих условиях они более благоприятны для развития некоторых растений, чем глинистые отложения.

Песчаники — пески, цементированные кремневой кислотой, известью, иногда глинистыми частицами. Они образуются в глубоких слоях Земли в условиях большого давления и высоких температур. На дневной поверхности песчаники выступают в виде породы, состоящей в основном из кремневой кислоты (Шокшинские песчаники). Они используются как материал для строительства зданий и мощения дорог. Песчаники сравнительно мало распространены. Они большей частью представлены пятнами в горных местностях среди древних пород. Песчаники, цементированные глинистыми частицами, встречаются слоями среди глинистых сланцев, например в Крыму, около Ялты. При разрушении таких песчаников образуются супесчаные почвы, качественно стоящие значительно выше почв, образованных на других песчаниках, не имеющих в своем составе глинных минералов.

Глины образуются при выпадении мелкозернистого материала из медленно текущих или стоячих вод в морях, озерах и

реках. По окраске, химическому составу, плотности эти породы довольно разнообразны, но все они содержат не менее 50% частиц меньше 0,01 мм. Иногда глинистые напластования чередуются с прослойками песка или пыли, но чаще образуют монолитную массу. Глинистые отложения носят название красных, темных, пестроцветных и белых глин. Отложения, состоящие почти из чистого каолина, называют фарфоровыми глинами.

Большинство глинистых отложений состоит из смеси каолина, окислов алюминия, железа и марганца; в них содержится также аморфная кремневая кислота и тонко раздробленный кварц. Глины обладают плохой водопроницаемостью и образуют всегда водоупорный горизонт. Кроме того, они плохо пропускают газы. Благодаря хорошо выраженной способности к набуханию, глины обладают большой влагоемкостью. При благоприятном рельефе и отсутствии застоя воды на глинистых отложениях образуются плодородные почвы, пригодные для выращивания высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

В нашей стране глинистые породы распространены по берегам рек, пониженным депрессиям в районах ледниковых отложений, на всей территории так называемых сыртов. Плато Устюрт, озерные глины Ленинградской области и Карелии — общеизвестные места глинистых отложений.

Глинистые сланцы образовались из глинистых материалов, сцементированных в условиях большого давления и высокой температуры. Это могло произойти при постепенном погружении морского дна в глубь Земли, под влиянием бокового давления или прогиба, вследствие увеличения тяжести осадков глины. Когда морское дно снова поднялось, то на поверхность вышли геологические напластования в виде глинистых сланцев. Их слоистость объясняется различием в механическом и химическом составе и микропластинчатостью глинистых частиц.

Эти сланцы могут быть различной плотности и окраски. Чаще всего они рыхловатого сложения, желто-палевого цвета. Но есть глинистые сланцы серого и даже темного цвета. Это объясняется примесью обуглившихся органических остатков. Часто среди глинистых сланцев встречаются породы с высоким содержанием слюды. В этом случае они называются слюдистыми сланцами. Многие сланцы содержат высокий процент пирита (FeS_2). Вода, проходя через такие сланцы, приобретает свойства железистых и серных источников.

Глинистые сланцы широко распространены в горных местностях. Они интересны тем, что на них всегда образуются только глинистые почвы. Кроме того, при выветривании глинистые сланцы образуют щебенку, которая защищает склоны гор от размыва водой. Щебенчатые почвы Крыма, образованные на глинистых сланцах, используются для возделывания винограда.

Лесс — мелкозернистая порода палевого цвета, состоящая на 55—60% из частиц размером от 0,01 до 0,05 мм. В нем содержится также небольшое количество песка (от 1—2%) и около 35—40% частиц меньше 0,01 мм, т. е. физической глины. В лессе содержится около 5% углекислого кальция. Эта порода отличается высокой пористостью, при ее обвалах образуются вертикальные стены. По происхождению он может быть водным или ветровым наносом. Слоистости в лессе нет.

Лессовидные породы широко распространены на юге европейской части СССР, в Центральной Черноземной области, на Украине, на территории Среднеазиатских республик, в Сибири по линии Омск—Красноярск, в некоторых местах Якутии.

Вулканические пеплы (рыхлые вулканические выбросы) встречаются в нашей стране главным образом на Камчатке. Подвергаясь гидрохимической переработке, они цементируются, переходя при этом в туфообразные породы. Ценная почвообразующая порода.

Вулканические туфы (пемзы) — пористые породы вулканического происхождения, обычно светло-желтого или розоватого цвета, большей частью сильно сцементированные. На них могут образовываться как богатые, так и бедные почвы. Это зависит от химического состава породы. В нашей стране распространены в районах Эльбруса и Казбека, в Ленинакане (Армянское нагорье) и на Камчатке.

К осадкам химического происхождения относятся следующие.

Карбонатные породы — образовались в морях частично путем выпадения из воды углекислой кальциевой соли. Последняя образовалась из двууглекислой соли, попадающей сюда вместе с речной водой. Но, видимо, большая часть углекислого кальция на морском дне есть продукт деятельности особых бактерий.

Химически чистые отложения углекислого кальция в природе встречаются редко и небольшими залежами. Но в пониженных местах некоторых северных районов нашей страны можно встретить известковые туфы — углекислую соль, смешанную в различных соотношениях с торфом. Это порода обычно используется в качестве удобрения.

Кремнистые отложения состоят из аморфной кремнекислоты, выпадающей в осадок из горячих источников. Для сельского хозяйства практического значения не имеют.

Сульфатные и хлоридные отложения химических осадков, а также отложения соды уже рассмотрены при описании минералов.

К органогенным осадкам относятся следующие.

Карбонатные породы, образовавшиеся с участием организмов, в скелетной или защитной части которых содержится углекислый кальций. Такими организмами могли быть некоторые водоросли, корненожки, кораллы, ракообразные, моллюски, пле-

ченогие и некоторые другие. Так, типичная осадочная карбонатная порода состоит из корненожек, дискоидальных и шаровидных телец водорослей и мелких кристалликов кварца, титанита и полевых шпатов. Меловые отложения Русской равнины (районы станции Люски и Белгорода) образовались из мельчайших остатков известковых водорослей. Мел, как почвообразующая порода, пригоден для произрастания на ней лишь специфической кальцефильной растительности.

Значительно больше распространены известняки. Содержание углекислого кальция и частично магния в этих породах варьирует от 50 до 99%. В их состав входят также кварц, глина, окислы железа, алюминия, марганца и некоторые другие минералы.

В образовании известняков принимали участие как углекислая соль неорганического происхождения, выпадающая из растворов, так и остатки животных (раковины) и растений. В образовании плотных известняков морского происхождения принимали участие также и бактерии, способные выделять углекислый кальций из растворимых кальциевых солей моря. Если известняки состоят из одних раковин — их называют раковинистыми известняками.

В нашей стране известковые породы распространены широко. Они часто выходят небольшими пятнами на дневную поверхность в Прибалтийских республиках, в Ленинградской, Ярославской, Смоленской, Московской и многих других областях.

На севере страны на известковых почвах формируются плодородные почвы, а на юге — часто бедные, малопродуктивные. Это объясняется тем, что известняки плохо удерживают воду, а степи юга — область недостатка влаги.

Кремнистые сланцы представляют собой плотные, состоящие из кварца и халцедона массы. Иногда они содержат примеси глинозема и отчасти органического вещества. В них находят остатки диатомовых водорослей, радиолярий, иглы кремнистых губок. Кремнистые отложения темно-серого цвета — *опок* — состоят из скопления панцирей диатомовых, радиолярий, кремневых губок и аморфного кремнезема. На кремнистых сланцах и опоках развиваются примитивные, бедные почвы.

III. Метаморфические породы. При глубинном метаморфизме (превращении) осадочной или изверженной породы изменяется не только общий внешний вид, но и ее минералогический состав и вся структура. Например, рыхлый известняк переходит в плотный кристаллический *мрамор* — породу метаморфическую. Постепенно накапливаясь, известняки начинают сильно давить на морское дно, заставляя его прогибаться. Явление прогиба может быть вызвано и боковым давлением. По мере углубления дна моря в недра Земли отложения известняка попадают в условия все более высоких температур и увеличивающе-

гось давления. В дальнейшем начнется расплав общей массы известняков и перегруппировка в них молекул. Когда эти массы поднимутся к поверхности, они охладятся и закристаллизуются. Новые породы предстанут в виде различно окрашенных мраморов. Если метаморфизму подвергался чистый мел или известняк, не содержащий примесей железа, марганца и органических веществ, то образуется белый мрамор. При наличии в известняках окислов железа получается красный мрамор, а углеродистых веществ — темно-серый.

Если песок в условиях высоких температур и давления подвергается полному расплаву и затем кристаллизации, то образуются песчанники (например, Шокшинские). При метаморфизации гранита давлением образуются гнейсы. Глинистые сланцы переходят в стекловатые яшмы. К важнейшим метаморфическим породам следует отнести также кристаллические сланцы. Они состоят из кварца, полевого шпата, роговой обманки, слюды и других минералов, входящих в состав изверженных пород. Слюдистые сланцы имеют пластинчатую кристаллическую структуру и сланцеватость.

В последнее время геологи пришли к выводу, что путем метаморфизации осадочных пород могут образоваться и массивно-кристаллические породы, например гнейсы, которые в отличие от обычных называют парагнейсами. В них присутствует в небольшом количестве углерод, что доказывает происхождение парагнейсов из пород, содержащих известь.

Глава 3. ВЫВЕТРИВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Выветривание массивно-кристаллических пород. Горная порода и минералы, попадая в условия, резко отличающиеся от тех, в которых они образовались, подвергаются изменениям. Массивно-кристаллические, осадочные и метаморфические породы, выйдя на дневную поверхность, подвергаются механическому измельчению, химическому и биологическому изменению. Весь этот процесс, протекающий в поверхностном слое земной коры, носит название выветривания.

При выветривании основное значение имеют температура, вода, углекислота, кислород, а также сложные биохимические явления, связанные с деятельностью организмов. Все агенты действуют на минеральную часть коры выветривания одновременно и взаимозависимо. Поэтому трудно провести грань между влиянием того или иного фактора. Но всегда можно установить действие преобладающего фактора.

Выделяют три типа выветривания: физическое, химическое и биологическое. Под физическим выветриванием понимают

механическое измельчение горных пород на обломки различной величины без изменения их химического состава. При химическом выветривании изменяется состав первичных минералов и образуются новые, в большинстве случаев более простого химического состава, чем исходные. Под биологическим выветриванием следует понимать процесс измельчения горной породы (и минералов) и ее химического изменения, происходящий под воздействием организмов.

Физическое выветривание. Главная причина физического выветривания — колебание суточных и сезонных температур на поверхности Земли. Под лучами солнца поверхностные слои горной породы сильно нагреваются, а нижние слои вследствие плохой теплопроводности сохраняют прежнюю температуру. Нагретые поверхностные слои породы расширяются, в них создаются напряжения, в результате которых образуются трещины, параллельные поверхности, и происходит отслаивание породы. В зависимости от характера горной породы и условий нагрева эти трещины возникают на различной глубине (от 2 до 10 мм и более).

Как только солнце перестанет нагревать породу, поверхностный слой ее вследствие лученспуска быстро охлаждается и начинает сжиматься. Внутренние же части породы дольше сохраняют свою температуру, а следовательно, и объем. В этом случае напряжение, возникшее в поверхностном слое породы, вызывает образование трещин радиального направления. Попавшая в эти трещины вода при замерзании увеличивается в объеме и расширяет их.

Количество горизонтальных и вертикальных трещин в породе постепенно увеличивается и в конечном итоге образуется так называемый рыхляк, т. е. обломки и мелкие отдельности горной породы разных размеров, начиная от камней и кончая мелкими частицами.

Главной причиной образования рыхляка следует считать разное линейное и объемное расширение отдельных пород и составляющих их минералов. Коэффициенты объемного расширения некоторых минералов характеризуются следующими данными: кварц — 0,000310, роговая обманка — 0,000284, ортоклаз — 0,000170, кальцит — 0,000200.

Вследствие неодинакового коэффициента расширения разных минералов сложные породы выветриваются скорее, чем простые. Даже такая твердая порода, как красный гранит, состоящий из различных минералов, выветривается очень быстро, за что в Финляндии его называют «гнилым камнем».

Процесс физического выветривания, по-видимому, не идет далее образования частиц размером менее 0,001 мм. Частицы такой величины равномерно прогреваются и охлаждаются и потому не поддаются дальнейшему физическому выветриванию. Но так как тонко измельченные частицы разрушаются в процессе

химического выветривания, то, как правило, в рухляке все же содержится значительное количество еще более мелких частиц.

В Советском Союзе классификация механических частиц рухляка производится по разработанной акад. В. Р. Вильямсом шкале. Эта шкала с некоторыми изменениями, сделанными проф. Н. А. Качинским, принимается и при установлении механического состава почв (табл. 6).

Таблица 6

Классификация частиц рухляка

Классы частиц	Диаметр частиц, мм	Петрографический состав частиц
Камни	Крупнее 10	Обломки горной породы
Хрящ крупный	10—5	Обломки горной породы или отдельные минералы
„ мелкий	5—3	Отдельные минералы породы
Песок крупный	3—1	По мере уменьшения диаметра песка в нем увеличивается относительное содержание кварца
„ средний	1—0,5	
„ мелкий	0,5—0,25	
„ пылеватый	0,25—0,05	Почти чистый кварц с ничтожной примесью роговой обманки, лепидолита, ильменита, мусковита и некоторых других минералов
„ тонкий	0,05—0,01	Чистый кварц
Пыль средняя	0,01—0,005	Почти чистая кремневая кислота
„ тонкая	0,005—0,001	Смесь аморфной кремневой кислоты и частично нижеуказанных минералов
Ил	Мельче 0,001	Смесь глинных минералов, окислов, железа, марганца, алюминия, фосфатов, извести и аморфной кремнекислоты

При сопоставлении состава отдельных фракций видно, что камни представляют собой неизмененную горную породу. Состав хрящей уже несколько отличается от породы. Здесь, помимо обломков горных пород, можно обнаружить отдельные минералы. Если хрящеватые частицы подвергнутся некоторому перераспределению, то изменяется валовой химический состав и породы.

Частицы песка представляют собой измельченные осколки отдельных минералов (главным образом кварца), входящих в состав горной породы. Чем мельче песок, тем больше в нем процент кварца. По химическому составу песок резко отличим от исходной породы. Так, мелкий песок состоит почти из чистого кварца, а во фракциях илы и особенно ила содержатся

минералы, которых не было в основной породе. Это вторичные минералы, образовавшиеся при химическом воздействии воды, биологических и других агентов на тонко раздробленные частицы рухляка.

Физическое выветривание в пределах нашей страны наиболее резко выражено в сухих, жарких и очень холодных местах, например в пустынях Средней Азии, в арктической тундре и высокогорных областях. В сухих, пустынных местах колебание температур дня и ночи достигает 60° , а зимы и лета 50° . Кроме того, здесь пески, переносимые сильными ветрами, сильно абрадируют (шлифуют) каменистые отложения и способствуют их физическому разрушению. Поэтому в пустынных местах наблюдаются скопления обточенных камней, осыпи щебня, огромные скопления песка, состоящего не только из кварца, но также из многих других измельченных минералов.

В арктических тундрах колебание температур значительно меньше, но зато здесь значительно холоднее. Замерзшая вода, попавшая в трещины, расширяет их и сильно разрушает породу. Аналогичные условия имеются и в высокогорных областях.

Химическое выветривание в указанных областях выражено значительно слабее: в сухих пустынях вследствие отсутствия воды, а в Арктике и высокогорных областях из-за низких температур. Вот почему в Арктике и на высоких горах встречаются огромные скопления обломочных и измельченных материалов, не подвергшихся химическим изменениям.

Физическое выветривание имеет исключительно большое значение для почвообразования: оно создает условия для химического и биологического выветривания.

Химическое выветривание. При химическом выветривании минералы подвергаются изменениям, распаду и синтезу, вследствие чего создаются новые минералы, не встречающиеся в исходной породе. Агенты химического выветривания — вода, кислород, углекислый газ и повышенная температура.

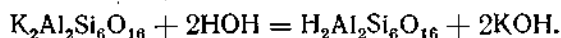
Так как ход химических реакций ускоряется с повышением температуры, то химическое выветривание сильнее выражено там, где преобладают достаточно высокие положительные температуры и имеется достаточно много влаги в течение года. Чем мельче частицы, тем выше их реагирующая способность. Поэтому химические реакции энергичнее протекают в наиболее измельченной части рухляка, начиная с частиц размером $0,01$ мм.

Рассмотрим химическое выветривание минералов, входящих в состав гранита и некоторых осадочных пород в коре выветривания, без участия организмов.

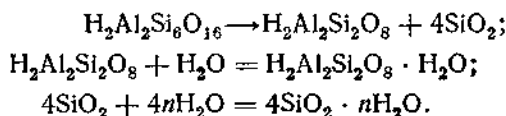
В состав гранита входят кварц, полевые шпаты, слюда, роговые обманки и некоторые другие минералы. Кварц (SiO_2) на поверхности Земли химически очень устойчив. На него могут воздействовать только в лабораторных условиях сильные щелочи и

фтористоводородная кислота. Так как в природных условиях этих соединений нет, то кварц в крайне малых количествах и без каких-либо химических изменений растворяется лишь в воде. Врухляке он измельчается физически до определенного предела, не подвергаясь химическим изменениям. Эта особенность кварца дает ему возможность накапливаться в огромных количествах на поверхности нашей планеты (пустыня Сахара, Среднеазиатские пустыни, пески Полесья, Мещеры, Донские и др., ледниковые пески. Значительно менее устойчивы против химических воздействий полевые шпаты. Для примера разберем взаимодействие ортоклаза с водой и углекислотой воздуха.

Химически ортоклаз представляет собой калийную соль алюмокремневой кислоты ($K_2Al_2Si_6O_{16}$). При воздействии на него воды будет происходить гидролиз минерала по следующей формуле:



В результате гидролиза ортоклаза выделяется свободная алюмокремневая кислота и две молекулы едкого калия, происходит подщелачивание воды. Образовавшаяся молекула алюмокремневой кислоты подвергается распаду с образованием каолина и аморфной кремневой кислоты, согласно следующей реакции:



При соединении (реакции) двух молекул едкого калия и угольной кислоты воздуха образуется поташ ($2KOH + CO_2 = K_2CO_3 + H_2O$).

В результате химического выветривания сложного и неустойчивого минерала $K_2Al_2Si_6O_{16}$ получается три более простых и устойчивых при данных условиях вещества: поташ, каолин и аморфная кремневая кислота. Если вместо ортоклаза подвергнется выветриванию альбит, то в результате гидролиза получится не поташ, а сода (Na_2CO_3). Остальные вещества будут теми же. При гидролизе анортита образуется углекислый кальций ($CaCO_3$) и каолин.

Выветривание простых силикатов также начинается с гидролиза, а затем к основаниям присоединяется угольная кислота. Так, при действии воды и угольной кислоты на минерал энстатит ($MgSiO_3$) получается углекислый магний и аморфная кремневая кислота, которая, теряя воду, в дальнейшем превратится в кварц.

Сложный силикатный минерал — оливин под действием воды и угольной кислоты распадается на углекислый магний, углекислое железо и ортокремневую кислоту. Последняя, выделив воду,

перейдет в кварц, а неустойчивый минерал сидерит (FeCO_3) под влиянием гидролизующего действия воды в присутствии кислорода образует гидраты окиси железа, угольную кислоту и воду.

В результате выветривания минерала апатита получаются простые фосфаты, хлориды и фториды калия.

При химическом выветривании из минералов, неустойчивых (при данных термических условиях) и нерастворимых в воде, получаются вещества, с одной стороны, растворимые и устойчивые, с другой — нерастворимые, но также устойчивые.

Биологическое выветривание. Выше мы рассмотрели процессы, протекающие при распаде минералов в относительно глубоких слоях коры выветривания, где отсутствуют организмы. В верхнем слое земной коры, населенном растительными и животными организмами, процессы выветривания сильно осложняются. Минералы, образовавшиеся в результате абиотического распада как устойчивые, под влиянием биологических процессов становятся неустойчивыми, и их распад может продолжаться.

Биологическое выветривание тесно связано с процессом почвообразования. На минералы могут воздействовать корни растений, а также выделения продуктов жизнедеятельности микробов, растений и животных, продукты их разложения.

Воздействие организмов на устойчивые продукты выветривания очень велико. Акад. В. И. Вернадский, подчеркнувший исключительно большое значение организмов в процессах выветривания, считает, что каолин, устойчивый при абиотических процессах, разрушается только в результате непосредственного воздействия на него организмов, т. е. биологически. В лаборатории Академии наук СССР было доказано, что некоторые водоросли разлагают каолин с выделением коллоидной кремневой кислоты и оводненных коллоидных гидратов алюминия. Это разрушение происходит под воздействием выделяемой водорослями слизи, состоящей преимущественно из пектиновых веществ.

Маслянокислые и нитратные микробы весьма энергично разлагают выделяемыми ими веществами апатиты и силикаты. Известно сильное воздействие сине-зеленых водорослей на поверхностную часть горных пород. Установлено сильное воздействие сине-зеленых водорослей и нитрифицирующих бактерий даже на гранит. Следует вспомнить также старые опыты с воздействием корневой системы растений на полированные пластинки различных горных пород. Приведенные примеры говорят об исключительной роли организмов в процессах выветривания. Животные, насекомые, черви, так же как и растения, механически разрыхляют горные породы и химически воздействуют своими продуктами выделений на минералы.

Итак, процессы физического, химического и биологического выветривания горных пород протекают одновременно, но с преобладанием того или иного в зависимости от внешних условий.

Мы рассмотрели процессы выветривания минералов, входящих в массивно-кристаллические породы. Несколько иной характер выветривания наблюдается в осадочных породах.

Выветривание осадочных пород. В поверхностном слое Земли наибольшее распространение имеют осадочные породы. Поэтому они принимают самое большое участие в формировании различных почв.

Осадочные породы являются вторичными. Они содержат не только части первичных пород и минералов, но и те устойчивые минералы, которые образовались в результате выветривания массивно-кристаллических и метаморфических пород. Особенности выветривания осадочных пород зависят прежде всего от их сложения и химического состава. Например, конгломерат в основном состоит из остатков первичных пород и только в цементирующем веществе содержатся вторичные минералы, возникшие в результате выветривания. В этом случае между процессами выветривания осадочной и первичной породы не будет больших различий. Иное будет при выветривании, например, известняков, глинистых сланцев и глины, которые состоят из продуктов выветривания первичных пород, т. е. минералов, проявляющих в данных термических условиях устойчивость. В процессе выветривания такие породы подвергаются физическому измельчению и изменению химического состава за счет тех минералов, которые в какой-то степени поддаются изменениям. Вот, например, как изменяется при выветривании известняк. В состав этой породы входят углекислый кальций, каолин, кремневая кислота, кварц, гидраты железа, алюминия и марганца и в небольшом количестве фосфаты, сульфаты, хлориды и некоторые другие соединения. Большая часть минералов не будет подвергаться химическому изменению. Так, например, хлориды, сульфаты, отчасти фосфаты растворятся в воде и будут удаляться без изменений. Гидратированные окислы металлов и кремневая кислота в воде практически не растворимы, порода ими будет обогащаться вследствие растворения других минералов. Каолин — устойчивый минерал, но он только частично разрушается микроорганизмами. Поэтому и этим минералом порода будет обогащаться. Резко будет меняться в породе содержание кальцита — углекислого кальция. Дело в том, что эта соль легко вступает в реакцию с углекислотой воздуха и водой согласно уравнению: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. При этом получается: растворимая в воде соль — двууглекислый кальций. Очевидно, известняк в результате этой реакции будет терять кальцит, в то же время относительно обогащаться устойчивыми нерастворимыми минералами, такими, как глина, кремневая кислота, окислы железа, алюминия. Цвет известняка будет изменяться от беловатого, сероватого до красноватого и буроватого. Продукты выветривания известняка состоят из тонких частиц. Вот почему

на известняках в результате выветривания образуются глинистые почвы (табл. 7).

Таблица 7

Состав известняков и продуктов их выветривания

В состав известняков входят следующие минералы	Реагенты	Продукты выщелачивания	В состав выветрившейся породы входят минералы
CaCO_3 и частично MgCO_3	H_2O , CO_2	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ MgCO_3	CaCO_3 и очень мало MgCO_3
$\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и др. глинные минералы	То же	—	Накопление $\text{H}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и других глинных минералов
$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Слабое растворение	—	$\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$; накопление
SiO_2	То же	—	SiO_2 ; накопление
$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	" "	—	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; накопление
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	" "	—	Накопление $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	" "	—	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	" "	—	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
CaSO_4	Растворение	—	—
Na_2SO_4	То же	—	—
NaCl	" "	—	—

В результате процесса выветривания вместо известняков образуются мергели, т. е. карбонатные глины и даже чистые бескарбонатные глины. В дальнейшем на них формируются глинистые почвы.

Так же выветриваются и другие породы, например глинистые сланцы. Если они содержат много первичных минералов, то в процессе выветривания на поверхности породы накапливаются глинные минералы, окислы железа, алюминия и марганца, кварц, аморфная кремневая кислота, как и при выветривании первичных пород. Но если глинистые сланцы содержат только вторичные минералы, то в результате выветривания будет наблюдаться вынос растворимых в воде веществ и механическое перераспределение оставшихся материалов, т. е. то же, что и при выветривании осадочных пород.

Глава 4. РЕЛЬЕФ, ЕГО РАЗВИТИЕ И ФОРМЫ

В землеустроительной практике знание форм и законов развития рельефа, его роли в хозяйственной деятельности человека имеет исключительно важное значение. Установление границы

угодий, типов севооборотов и конфигурации полей, размещение сельскохозяйственных культур, защитных лесных полос, дорожной сети, полевых станций, усадебных центров — все это связано в той или иной степени с рельефом. Современный рельеф и характер ландшафтов не только результат эндогенных (внутренних — тектонических) и экзогенных сил (внешних — вода, атмосфера, тепло солнца) последнего времени, но и в значительной степени прошлых эпох жизни Земли. Поэтому предварительно кратко разберем жизнь Земли в разные эпохи.

Жизнь Земли в разные эпохи. Строение и состав Земли, закономерности ее развития и историю изучает геология. Эта наука возникла в XVII—XVIII вв., когда научились систематизировать и научно объяснить накопившийся за многие десятилетия фактический материал о Земле. Большими сведениями в области геологии располагал М. В. Ломоносов. В своей работе «О слоях земли» он объяснял образование рельефа внутренними (тектоническими) силами Земли.

Развивая мысль, высказанную М. В. Ломоносовым в XVIII в., шотландский геолог Геттон полагал, что базальт и многие другие горные породы образовались в результате кристаллизации застывшей магмы. Большая заслуга в геологии принадлежит Ляйелю.

Начиная с середины XIX столетия ученые нашей страны тщательно изучали геологические напластования в пределах территории нашей Родины и правильно объяснили сущность геологических процессов. Благодаря их трудам была составлена для Советского Союза геологическая карта, имеющая исключительное практическое значение. Среди них необходимо назвать П. А. Кропоткина, академиков А. П. Карпинского, А. П. Павлова, И. В. Мушкетова, В. А. Обручева, А. Д. Архангельского, И. М. Губкина, В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана и др.

По данным современной геологии, земная кора состоит сверху из гранитной оболочки, ниже которой залегают базальты. Гранитная оболочка в отличие от базальтовой не сплошь покрывает Землю, а только в тех местах, где на дневную поверхность выходят материки, а также в прилегающих к ним мелководных частях океанов. В пределах Тихого океана гранитной оболочки нет: его дно покрыто отложением океанического ила, залегающего на базальте.

Первичная прерывистая гранитная оболочка под влиянием внутренних и особенно внешних сил Земли изменялась, и из ее материала образовались напластования вторичных, осадочных пород. Эти породы почти полностью перекрывают первичные кристаллические, оставляя на дневной поверхности не более 5% всей площади твердой оболочки. Моря и континенты меняли свои очертания, занимая в геологические эпохи разное положение.

На дне Мирового океана вместе с образованием осадочных пород отлагались остатки отмерших организмов. Подробное их изучение дало возможность правильно представить картину эволюции животного и растительного мира и составить геологическую хронологию. Более древние напластования залегают глубже. В них находят остатки животных и растений, появившихся в более древний геологический период или эру жизни Земли.

Образование тех или иных слоев Земли требовало огромного промежутка времени, измеряемого сотнями и даже миллиардами лет. Наиболее длительными были древнейшие периоды жизни Земли. Наоборот, поздние периоды измеряются меньшим количеством времени.

Архейская эра. Самой древней эрой жизни Земли считают архейскую. В этот период образовывались твердые породы — граниты, гнейсы, кристаллические сланцы. Органических остатков в напластованиях этой эпохи не найдено.

Геологические отложения архейской эры выходят на поверхность сравнительно редко, их перекрывают мощные отложения последующих эпох. Благодаря горообразовательным процессам или деятельности ледников небольшие пятна горных пород этой эры выходят на дневную поверхность. В СССР такие горные породы имеются на Кольском полуострове, в Карельской АССР, Донецком крае, на Урале, в Восточной Сибири, на Кавказе.

В верхних отложениях архейской эры найден графит и известняк. Среди горных пород этого периода здесь также встречается мрамор и шунгит — углеродистое вещество, близкое к антрациту. Наличие известняков, графита, мрамора, шунгита и даже конгломератов дает основание предполагать, что в верхней половине архейской эры, вернее уже в конце архея, когда совершалась большая работа Океана, появилась жизнь на Земле. Поэтому геологи верхнюю часть архейской эры называют археозойской (эра древней жизни). Археозойские отложения встречаются там же, где и архейские. Они богаты железом, золотом, серебром.

Протерозойская эра. В толщах осадочных отложений протерозойской эры встречаются уже остатки водорослей, отпечатки медуз, губок, кораллов, видны следы движения червей и отпечатки первых ракообразных.

На стыке архейской и протерозойской эр происходила сильная дислокация (нарушение) архейских пород. Расплавленные слои магмы, поднятые вверх в трещинах, образовывали кристаллические породы. В этот период создавались древние горы, которые в дальнейшем послужили материалом для образования палеозойских отложений.

Палеозойская эра. Мощные отложения палеозойской эры представляют собой слои типичных осадочных пород, в ко-

торых хорошо сохранились остатки органической жизни. По различию остатков напластований и их характеру выделяют пять периодов: кембрийский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский.

В *кембрийский период* океан занимал огромную площадь. Только в пределах нашей страны он простирался от берегов Балтийского моря до Урала. В Прибалтике водные отложения представлены зеленовато-синей глиной, покрывающей своей толщиной самые древние отложения Земли. Глину сравнительно небольшим слоем покрывает белый кварцевый песок. Эти отложения, по-видимому, образовались в прибрежной или мелководной частях моря. В отложениях этого времени находят большое количество ракообразных, например трилобитов. Встречаются первые плеченогие и брюхоногие — археоциаты (промежуточные формы между губками и кораллами). В морской воде в этот период было много водорослей, но остатков сухопутных животных не обнаружено. В кембрийский период продолжалась дислокация твердой оболочки. Море отступало на восток. Усилилась вулканическая деятельность.

В *силурийский период* на морское дно продолжали отлагаться известняки, песчаники и глинистые сланцы. Силурийские пласты выходят на дневную поверхность в Сибири, на Урале, в Средней Азии, Ленинградской области и в юго-западной части Украины. В толщах силурийских отложений находятся известные подольские фосфориты. Поваренная соль и гипс, встречающиеся в Сибири, горячие сланцы по побережью Балтийского моря приурочены также к этим отложениям. Силурийское море занимало значительную часть современной территории Советского Союза.

Из животных в Силурийском море были распространены ракообразные, головоногие, праптолиты, кораллы. Появились первые рыбы. Исчезли археоциаты. Находят остатки первых сухопутных животных — скорпионов и растений — псилофитов.

В *девонский период* море захватывало почти всю территорию нашей страны в современных границах и северо-западную часть Европы. Морские отложения этого периода обычно состоят из трех ярусов: сверху и снизу красноцветные песчаники, в середине слои доломитизированных известняков. Если известняки отложились на дне глубокого моря, то красноцветные песчаники, вероятно, имеют континентальное происхождение.

Наиболее полно девонские известняки представлены в Средней Азии, на Урале и Амуре. Отложения нижнего яруса встречаются в Ленинградской области. Среди напластований девонского периода на Урале встречаются железные и марганцевые руды. В девонских напластованиях недавно открыта печорская нефть. Доломитизированные девонские известняки — высокоценный строительный материал.

Из животного и растительного мира в это время продолжали развиваться морские формы. Отмечено появление полуназемных организмов, например амфибий и двоякодышащих рыб. Большое развитие получили панцирные рыбы и класс хрящеватых гоноидных рыб, к которым из современных относятся белуга, севрюга, осетр, стерлядь. Из беспозвоночных появляются новые формы кораллов, головоногих моллюсков и некоторые формы плеченогих, исчезают граптолиты и начинают вымирать трилобиты. Из растений в девонском море было много водорослей. На суше появляются папоротники, плауновые, хвощевые, первые деревья, близкие к нашим хвойным.

Отложения *каменноугольного периода* (карбона) встречаются на Украине (Донецкий бассейн), в Подмосковье (Московский бассейн), в Восточной Сибири, в Средней Азии и даже на Шпицбергене. Морские осадки этого времени представлены известняками, мергелями, темными глинами. Широкое распространение получили отложения каменного угля.

Климат в каменноугольный период был теплым и влажным, благоприятным для произрастания растений не только на юге, но и далеко на севере. Если в девонский период деревянистая растительность только формировалась, то в каменноугольный период она достигла полного расцвета. Заросли непроходимых лесов из сигиллярий, лепидодендронов, каламитов и гигантских древовидных папоротников занимали обширные пространства пологих склонов. Эти деревья не имели прочной, эластичной древесины и мощной корневой системы. Поэтому они сравнительно легко подмывались водой, обламывались ветром и падали в водоемы, особенно при затоплении морем суши (трансгрессия). Постепенно образовались огромные скопления растительного материала на дне водоемов, со временем покрывшихся илом и минеральными осадками. Остатки растительности уплотнялись, подвергались воздействию анаэробных микробов и превращались в мощные пласты каменного угля. Конечно, этот процесс происходил и в другие периоды жизни Земли. Но больше всего каменного угля образовалось в каменноугольный период.

Среди животных получили распространение земноводные, чему благоприятствовало обилие озер, лагун, болот и тропические условия климата. Из беспозвоночных в каменноугольный период развиваются многоножки, пауки и насекомые (стрекозы, жуки, бабочки, иногда достигавшие огромных размеров). Позвоночные панцирные стали вымирать, почти окончательно вымерли трилобиты.

Вулканическая деятельность и горообразовательные процессы усиливаются. Именно в этот период образовался Уральский хребет.

Пермский период является последним периодом палеозойской эры. Пермское море занимало всю восточную половину европей-

ской части СССР, Донецкий бассейн и даже южную часть Крыма. В конце периода его размеры сильно уменьшились, образовались отдельные бассейны. По мере высыхания на дно бассейна осаждались поваренная соль, сильвинит, карналит, гипс, ангидрит и некоторые другие растворимые соли. Морские отложения были затем перекрыты континентальными. В этот период образовались все известные залежи поваренной соли в районе города Соль-Илецка и Сольвычегодска, огромные запасы калийных солей в районе Соликамска. Из осадочных пород получили широкое распространение мергели, пестроцветные глины, красноцветные глинисто-песчаные отложения и конгломераты, например в районах Северной Двины, Камы, Волги. Образовались верхние горизонты каменного угля Кузнецкого бассейна и печорский уголь.

Климат в пермский период был сухим и холодным. Землю населяли разнообразные хищные животные и травоядные пресмыкающиеся. Из растений начинали отмирать каламиты, лепидодендроны, сигиллярии и, наоборот, разрастаться хвойные и папоротники.

В этот период заканчивается формирование Уральских гор, начинают появляться Алтайские горы и Памир.

Мезозойская эра. Мезозойская эра делится на три периода: триасовый, юрский и меловой. Она характеризуется развитием пресмыкающихся огромных размеров и моллюсков — белемнитов, аммонитов, иногда достигавших более метра в диаметре. Из растений преобладали саговые и хвойные. Появились лиственные деревья и другие цветковые растения.

В *триасовый* период территория нашей страны в современных границах была сушей. Русская равнина представляла собой полупустыню или сухую степь с небольшими озерами и речными потоками. Поэтому триасовых морских отложений в нашей стране почти не имеется, если не считать отдельных пятен в Крыму, на Кавказе и полуострове Мангышлак на Каспийском море (мергели, известняки, песчаники и глины).

Из животных были широко распространены аммониты и шестилучевые кораллы, образующие рифы. Появились змеи, черепахи, крокодилы. Возникают примитивные формы млекопитающих. Из растений господствуют хвойные саговики.

Юрский период характеризуется наступлением моря на сушу, его трансгрессией. Южная часть Советского Союза (Донбасс, Крым), а также Восточная и Средняя Сибирь были покрыты Юрским морем. Характерные отложения этого периода — известняки, мергели, глины и песчаники. Черные юрские глины с окаменелыми аммонитами, белемнитами и другими ископаемыми встречаются по берегам реки Москвы и ее окрестностям. Мощные юрские отложения встречаются в Крыму, на Черномор-

ском побережье Кавказа, в районах, примыкающих с северо-востока к Каспию, у подножий Северного Урала и в Сибири.

В юрский период продолжались интенсивная вулканическая деятельность и горообразовательные процессы. Именно в это время морское дно на месте будущего Кавказа начало подниматься, но еще не вышло на поверхность. Крымские же горы уже сформировались.

Юрский период — царство пресмыкающихся. Некоторые из них, например атлантозавры, достигали 40 м в длину. Самым интересным из животных был летающий ящер (птеродактиль). Появляется полуптица — археоптерикс, костистые рыбы, а из млекопитающих — сумчатые, грызуны и, возможно, насекомоядные. Среди растений преобладали хвойные и саговые пальмы. Залежи каменных углей, образовавшихся в юрский период, обнаружены на Кавказе, Дальнем Востоке, Средней Азии, Челябинске. Из ценных отложений юрского периода следует отметить огнеупорные глины, фосфориты и горючие сланцы.

В меловой период произошло отложение опромных толщ мела. В процессе сильных трансгрессий большие территории нашей страны заняло море (начиная от Москвы, всю южную половину европейской части Союза). Раковинки отмерших корненожек вместе с отложением выпадающего из морской воды CaCO_3 образовали толщу меловых отложений. Мощные залежи этих отложений встречаются близ Белгорода, на Волыни и Подолии, в Курской области и других местах.

В меловой период произошла дифференциация климатических поясов. Смена погоды в летний и зимний периоды стала резче. Это оказало большое влияние на эволюцию растительных и животных форм. Исчезают ихтиозавры, плеозавры и другие пресмыкающиеся. Вымирают некоторые виды раков, рыб, брюхоногих и головоногих моллюсков и морских лилий. Исчезают гигантские рептилии, например атлантозавры, диплодоки и летающие ящеры. В морях мелового периода увеличивается количество губок, морских ежей, моллюсков, рудистов, костистых рыб, появляется много птиц и новых видов млекопитающих. Хвойные деревья оттесняются на второй план, зато завоевывают первое место другие цветковые растения. Распространяются дубы, тополя, ивы, буки, грабы, черешни, ольхи, березы, а из теплолюбивых форм — пальмы, магнолии, платаны, инжир, виноград.

В этот период происходит формирование Кавказских гор, Карпат, а также Альп. В результате сильной вулканической деятельности произошли излияния больших масс лавы.

Кайнозойская эра — эра новой жизни. Она характеризуется большими изменениями очертания морей, сильным развитием горообразовательных процессов и вулканической деятельностью. Именно в этот период материк и океаны при-

ияли очертания, близкие к современным. Типичные отложения кайнозойской эры — известняки, мергели, глины, суглинки, пески и иногда твердые песчаники. Климат с мелового периода постепенно менялся, приближаясь к современному.

Во время этой эры вымирает много животных мезозойских форм, появляются новые формы костистых рыб, птиц, млекопитающих. Многие из этих животных существуют и в наше время. В конце этой эры появился человек.

Кайнозойская эра делится на два периода: третичный и четвертичный.

В третичный период произошли колоссальные сдвиги земной коры. Горообразовательные процессы достигли огромных размеров. В это время закончилось образование многих горных систем: в Европе — Альпы, Апеннины, Балканы, Карпаты, Крымские и Кавказские горы; в Америке — Анды и Кордильеры; в Азии — Гималаи и Памир. Были действующими ныне потухшие вулканы — Казбек и Эльбрус. Каспийское и Черное моря составляли один бассейн, не сообщавшийся со Средиземным морем. Лишь в конце периода воды Черного и Средиземного морей соединились.

Из морских животных сильно распространились корненожки, нуммулиты. Насчитывалось около трех тысяч различных видов насекомых. Господствующее положение в животном мире заняли млекопитающие, из них многие достигали огромных размеров, например динотерии и мастодонт. Выделялись группы хищных и травоядных животных. Обособилась группа приматов — обезьян третичного периода, ближайших родственников человека. В конце третичного — начале четвертичного периода появился человек.

Из растительного мира наибольшее развитие получают цветковые растения. Территория Европы покрывается лиственными лесами, состоящими из березы, клена, ивы, ольхи и т. д.

Отложения третичного моря в районах Баку, Краснодар, Майкопа, Керченского и Таманского полуостровов, Ферганы, Туркмении и Камчатки богаты нефтью.

В конце третичного периода началось похолодание. Землю охватила «вечная зима» — ледниковый период, в который произошли сильные изменения в размещении на земном шаре растительного и животного мира.

Развитие форм рельефа. Наука, занимающаяся изучением форм рельефа и законов их развития на дневной поверхности Земли, изучающая закономерности образования ландшафтов, носит название геоморфологии. Геоморфология, по определению проф. И. С. Щукина, «является учением о формах земной поверхности в определенной стадии ее развития, каковые она рассматривает в отношении их внешних признаков, происхождения, развития, генетических соотношений, взаимных группировок и

географического происхождения». Формы рельефа рассматриваются не изолированно от окружающей их природной обстановки, а как составные части естественных комплексов на земной поверхности, генетически связанных между собой. Такие сочетания форм земной поверхности проф. Шукин назвал морфологическими комплексами или морфологическими ландшафтами. Следовательно, геоморфология изучает законы развития рельефа и морфологических комплексов в их взаимосвязи.

Рельеф есть совокупность очертаний земной поверхности, характеризующих ту или иную часть литосферы. Выделяют следующие виды рельефа.

1. Мегарельеф — горизонтальные размеры рельефных образований этого вида измеряются сотнями километров при резком колебании высот, например Кавказский хребет, Средне-Русская возвышенность, Западно-Сибирская низменность и т. д.

2. Макрорельеф — горизонтальные размеры рельефных форм этого вида колеблются от 10 до 200 км. Разность высот достигает десятков метров, например водораздел двух рек, песчаные гряды, обширные террасы больших пойм и др. В геоморфологии некоторые исследователи понятия мегарельеф и макрорельеф объединяют в один термин «макрорельеф».

3. Мезорельеф — протяженность форм этого вида рельефа измеряется десятками, реже сотнями метров. Разность высот достигает 10—20 м, например: гряды, лощины, овраги, увалы, лбы, небольшие песчаные гряды.

4. Микрорельеф — небольшие впадинки и возвышения диаметром 20—50 м; разность высот не более 1 м, например: небольшие степные блюдца, промоины, невысокие холмики.

5. Нанорельеф — протяженность этой формы рельефа находится в пределах 1 м, подъемы и опускания определяются долями метра, например: маленькие ямки, кочки, бугорки. Часто эти рельефные формы создаются муравьями, сусликами, копытами животных.

Рельеф формируется под влиянием эндогенных и экзогенных сил. Всякие изменения рельефа, обусловленные внутренними силами Земли (вулканической деятельностью, землетрясениями, медленными движениями земной коры), относятся к проявлению эндогенных сил природы, а изменение рельефа под влиянием действия воды, ветра, льда — к силам экзогенным.

Проявление эндогенных и экзогенных сил зависит от геологического состава горных пород, медленных (вековых) опусканий и поднятий земной коры, геологического строения местности, ее тектоники, колебаний водной оболочки Земли, вулканических и сейсмических явлений, климатических условий (осадки, температура, ветер и др.); географического положения местности, особен-

ностей растительного покрова, деятельности человека и животных организмов и т. д.

Перечисленные факторы проявляют себя различно. В одном случае преобладают факторы, связанные с деятельностью человека (пастбища скота, вырубка лесов, строительство плотин), в другом — сил природы, например опускание земной коры в районе Крымского полуострова или Балтийского моря.

К проявлению эндогенных сил относятся следующие:

Горообразование. На протяжении всей геологической истории Земли совершалось движение земной коры в вертикальном и горизонтальном направлениях. При вертикальных перемещениях изменялось расположение земных пластов.

В начале прошлого века большинство геологов считало, что горные складки — это куполы, поднятые давлением расплавленной магмы и раскаленных газов. Но в половине XIX в. знаменитый австрийский геолог Зюсс, изучая Альпийские горы, опроверг это мнение. Он доказал, что горные хребты не имеют симметричного строения, которое наблюдалось бы при поднятии земной коры давлением магматических газов. По его мнению, горные складки могли образоваться лишь под воздействием одностороннего бокового давления, вызванного сжатием и уменьшением объема земной коры.

Если предположить, что Земля постепенно остывает и теряет тепло, излучаемое в мировое пространство, то она должна сжиматься. Это сжатие (контракция) и вызывает образование горных складок.

Большинство геологов длительное время придерживалось контракционной теории образования гор и деформации земной коры. Но по мере накопления новых данных эта теория утрачивала свое значение, и теперь имеется только небольшое количество исследователей, придерживающихся этого взгляда. Эта гипотеза не дает объяснения периодичности тектонических явлений, почему, например, малые периоды складкообразования сменяются длительными периодами покоя, почему складчатые горы образуются не повсеместно, а большей частью на окраинах материков.

Оригинальную гипотезу относительно горообразования и происхождения существующих материков высказал А. Вегенер. По его предположению, в далеком прошлом Земли существовал один материк Гондвана. Его легкие сиалические глыбы под влиянием сил, возникающих в земной коре при вращении Земли, разорвались и стали отделяться друг от друга: Северная и Южная Америка отошли от Европы и Африки на запад, между ними образовался Атлантический океан; Австралия отошла от Африки на восток по линии Индийского океана и повернулась при этом на 90°. При движении материков по вязкой магме в перифери-

ческой части их происходили дислокации твердой части и образовывались горы, например Анды, Кордильеры и др. Эта гипотеза была очень популярна, так как давала простое объяснение некоторому сходству на отдаленных материках в растительном и животном мире, несмотря на то, что эти материки сейчас находятся на очень большом расстоянии друг от друга. В этой гипотезе подкупало и то, что очертания, например, Африки имели как бы обратную картину очертаний Америки, так что при их сдвигании они образовывали бы единое целое.

Однако проверка «отплывания» материков астрономическими и геодезическими методами не подтвердила правильности заключения Вегенера. Этот взгляд теперь не разделяется большинством советских геологов.

Советские ученые М. А. Усов, В. А. Обручев, а также американский геолог В. Бачер предложили пульсационную гипотезу. По их учению, земной шар переживал то фазы расширения, то сокращения своего объема. При расширении происходит опускание отдельных участков Земли, при сжатии — поднятие и образование складчатости в земной коре. К сожалению, авторы этой гипотезы не называют тех сил, которые вызывали бы сжатие или растяжение Земли. Это слабое место гипотезы.

В 1929 г. интересную гипотезу выдвинул Д. Джоли. По его предположению, в силикатическом веществе твердых материалов идут радиоактивные процессы, в результате чего вырабатывается тепло. Вследствие малой теплопроводности твердой оболочки теплота концентрируется в сравнительно небольших объемах, приводя ее к расплавлению. Так, например, базальтовая постель материков, по расчетам исследователя, за несколько десятков миллионов лет может расплавиться. При этом твердая часть материков будет в него погружаться, а верхняя часть при погружении деформироваться с образованием гор и понижений.

Можно было бы привести много других гипотез относительно образования складчатых гор и других неровностей на Земле, но все они, как и указанные выше, не могут считаться теориями, объясняющими этот сложный процесс в жизни нашей планеты.

Формы складок и смещений в земной коре. Сдвиги земной коры под влиянием бокового давления имеют различный характер. В наиболее высокой части хребтов, например Кавказских гор, имеются складки, обращенные выуклостью вверх (антиклинали). Но встречаются складки, обращенные перегибом книзу, с пластами, наклоненными к месту перегиба (синклинали, или мульды). Как антиклиналь (седло), так и синклинали (мульды) могут быть разных размеров, начиная от десятков метров и кончая сотнями километров. В пределах Кавказа огромные складки антиклинального характера можно наблюдать на Главном хребте. Типичной мульдой на Кавказе является Алханчартская долина. Огромную мульду

образуют прогибы Главного хребта в Чечено-Ингушетии, в Ногайских степях. Как антиклинали, так и мульды образуются очень медленно. При этом антиклиналь выветривается и размывается, а мульда постепенно заносится смываемыми сверху материалами.

По характеру залегания пластов антиклинальные складки могут быть прямыми, косыми, опрокинутыми, лежащими и веерообразными. Под влиянием сильного бокового давления складка может разорваться по оси. Тогда одна часть пластов надвинется на другую и образуется **переброс**.

Если одна часть напластований поднимается выше другой, слегка смещаясь по горизонтали, то складки образуют форму, которая называется **флексура**. Если пласты при вертикальном смещении разрываются, то образуются **сбросы**. Высоко поднятые пласты образуют **горст**, а опущенные — **грабен**. Типическим горстом служат Жигулевские горы на Волге, а хорошо выраженный грабен имеется на Кавказе по реке Алазани.

Часто при горообразовании создаются одновременно антиклинали, синклинали в форме волн с местным сдвиганием и надвиганием горных пластов. Это можно легко обнаружить, например, на северных склонах Кавказа, где за невысокими складками Терского хребта следует сначала более высокий Сунженский хребет, а потом величественные горы Главного хребта. При этом горные складки разделяются прогибами. Например, между Сунженским и Главным хребтами расположена наклонная равнина, Терский и Сунженский хребты отделяются Алханчартской долиной. Кроме того, в пределах Большого Кавказа имеются огромные уступы — **куэсты**. Первая куэста носит название Черных гор. Ее северные склоны сравнительно полого спускаются к наклонной равнине. Наоборот, южные склоны обрывисты. Вторая куэста также имеет покатые северные склоны и обрывистые южные. Это — **Боковой хребет**. То же самое можно сказать и о Главном хребте. Такое расположение горных напластований носит название **куэстного**.

Изучение характера геологических напластований имеет исключительно большое народнохозяйственное значение. Геологи, например, всегда стремятся при отыскании нефти найти антиклинальное расположение складок, так как под ними обычно скопляются нефтяные газы. Находясь под большим давлением, они образуют купола. Геолог, пробуривший скважину в мульде, знает, что нефть будет подаваться наверх давлением нефтяных

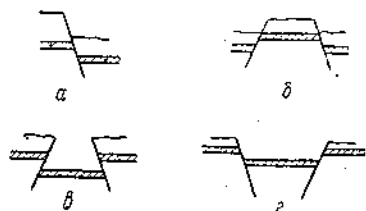


Рис. 1. Сбросы: а, б — горст; в, г — грабен.

газов. Наоборот, через скважину в антиклинали газ может утекать, и, если он уйдет полностью, нефть придется выкачивать насосами.

В большой мульде Прикаспийской низменности скапливаются воды, просачивающиеся с хребтов. Они образуют большие запасы артезианских вод. Если в этой мульде пробурить скважину, например, до глубины 150—300 м, вода будет фонтанировать. Знание характера залегания пластов в горных условиях дает возможность геологам и маркшейдерам сделать правильный прогноз о возможных утечках воды при строительстве горных гидростанций. Характер залегания пластов, например, сланцев (горизонтальное, наклонное, вертикальное) сильно влияет на степень увлажнения почв, а следовательно, и на развитие растений.

Вулканизм. Под вулканизмом понимают процессы поднятия и выбрасывания из недр земли наружу расплавленной магмы, газов и твердых веществ. Это явление всегда сопровождается изменением рельефа. Вулканы можно разделить на действующие, потухшие и древние. Действующие вулканы проявляют свою деятельность в настоящее время или проявляли ее недавно. Потухшими считают вулканы, о деятельности которых нет никаких сведений, но и нет уверенности, что они полностью прекратили свою деятельность. Только древние размытые и разрушенные вулканы, которые не действуют уже много тысяч лет, можно считать потухшими.

Обычно вулкан представляет собой гору различных размеров в виде усеченного или довольно острого конуса. На вершине его находится впадина, называемая кратером, овальной или круглой формы. Диаметр кратера может быть от нескольких десятков метров до нескольких километров. Стены кратера круто или отвесно спускаются до дна, где имеется одно или несколько жерл (каналы), соединяющих вулкан с недрами Земли. В период бездействия вулкана кратер может быть заполнен водой. В таком случае образуется озеро (озерко), носящее название *м а а р а*. Вулканическая гора обычно сложена из продуктов извержения: туфов, пемз или вулканического стекла.

На земном шаре в настоящее время насчитывается несколько тысяч вулканов, из них крупных 230. На Земле иногда появляются новые вулканы и исчезают старые. Известно, что вулкан Монте-Нуово в Италии возник в 1538 г., а Нью-Руло — в Мексике в 1750 г. В Средиземном море в 1831 г. поднялся вулкан Фердинан-Деа, но вскоре морские волны его разрушили.

Вулканическая деятельность вызвана наличием внутри Земли расплавленной магмы, содержащей огромное количество газообразных веществ, находящихся под очень большим давлением. Геологи считают, что расплавленная магма в Земле проявляется в местах ослабленного сопротивления земной коры, на контактах

сдвигов пластов — горста и грабена. Территориально вулканическая деятельность проявляется в местах, где проходит сейсмическая линия (линия землетрясений). Наибольшее количество вулканов сосредоточено по линии — высокогорные области Южной и Северной Америки, Аляска, Канарские острова, Камчатка, Япония, побережье Китая, Кения в Африке, побережье Аравии, Средиземное море, Кавказ, Италия и, наконец, Исландия.

Сила давления лавы и ее газов не всегда преодолевает сопротивление верхних слоев земной коры. В отдельных случаях магма, слегка приподнимая поверхность Земли, разливается внутри на больших глубинах, образуя после застывания так называемые батолиты. Если же лаве не удастся пробиться наружу, то она сильно поднимает земную кору, в результате чего образуются горы или целый ряд конических гор; застывшие купола магмы в этом случае называются *лакколитами*. С течением времени такие купола магмы могут выйти на дневную поверхность. Примером типических лакколитов могут служить горы Железная, Машук и Бештау в районе Пятигорска, Аю-Даг и мыс Плак в Крыму.

В нашей стране в прошлом вулканическая деятельность Земли проявлялась в Закавказье и на Большом Кавказе (вулканы Эльбрус и Казбек). Наличие лакколитов на Крымском полуострове также говорит о вулканической деятельности. Ныне действующими вулканами богата Камчатка. Большой известностью пользуется один из крупнейших в мире вулканов Ключевская сопка, достигающая высоты 4850 м.

Среди вулканов можно выделить пять основных типов: Гавайский, Стромболи, Вулкано, Пелэ и Вадайсан.

В вулканах Гавайского типа очень жидкая лава вытекает спокойно, почти без взрывов. Кратер больших размеров, похож на озеро лавы, из которого в небольшом количестве выделяются пары и газы. К вулканам этого типа относятся вулканы Мауно-Лоа и Киляуэа на Гавайских островах.

При извержении вулканов типа Стромболи наблюдаются сильные взрывы и выбрасывание вулканических бомб. Лава при застывании образует волнистую поверхность. Такие вулканы встречаются по побережью и на островах Средиземного моря.

Вулканы третьего типа — Вулкано — имеют вязкую лаву, которая часто закупоривает канал кратера. По этой причине при извержении происходят сильные взрывы, выбрасывается огромное количество пепла и вулканических бомб. Вязкая лава сильно не растекается, а при остывании растрескивается по краям, подобно корке хлеба. К этому типу вулканов относятся Везувий, Этна, Вулкано, а также все вулканы Камчатки.

Вулканы типа Пелэ имеют настолько вязкую лаву, что она застывает еще в жерле кратера и закупоривает его. В результате исключительно большого давления в центре вулкана проис-

ходит сильнейший взрыв с выбросом раскаленных газов, бомб и пепла. К таким вулканам относятся Пелэ и Лысая гора на острове Мартиника.

У пятого типа вулканов — Ва да й с а н — исключительно вязкая лава, которая не дает выхода газам. Поэтому в момент извержения взрывается весь вулкан или его часть (вулканы Вадайсан в Японии и Кракатау на острове Ява).

По химическому составу вулканическая лава богата кремнеземом. Кислые лавы содержат до 75% кремнезема, а остальные — 50%. Основные лавы темного цвета. Они жидкие и легкоплавкие. При своем движении обычно покрывают большие площади. Содержат главным образом силикаты кальция и магния. Наоборот, кислые лавы светлого цвета, весьма тугоплавки и вязки. Содержат ортоклаз, небольшое количество окислов железа, силикатов кальция и магния и много силикатов натрия и калия.

Застывшая магма образует легкие пористые породы, носящие название туфов или пемз. Кислые лавы очень быстро застывают, что препятствует выделению газов. Сильное давление газов может разбить лавы на глыбы и куски. Если эти куски измельчаются и затем расплавом снова цементируются, то образуется вулканическая брекчия. Основные лавы, не содержащие газов, застывают монолитно, образуя вулканическое стекло — обсидиан. Нередко в застывшей лаве появляются столбчатые отдельности пяти-шестигранной формы, которые чаще всего встречаются, например в базальте (Военно-Грузинская дорога).

Вулканы, как правило, имеют коническую или овальную форму, со склонами сверху — крутыми, ниже — полого-покатыми, переходящими в шлейфы. Иногда склоны имеют гофрированную форму с расширением гофре в нижней части. В этом случае изгибы называются барранкосами. На таких склонах в результате эрозии могут образоваться ущелья. В районах действующих вулканов рельеф обычно очень неустойчивый. При каждом извержении пониженные места заполняются лавой, территория покрывается слоем пепла, разбрасывается большое количество вулканических бомб, колебание почвы изменяет рельеф местности. Поэтому на Камчатке, т. е. в районах вулканической деятельности, отмечаются относительно быстрые колебания высот.

Выброшенные на поверхность вулканические породы сравнительно быстро выветриваются, образуя иногда высокоплодородный, мелкоземлистый материал. Так, что данным П. Н. Чижикова, в районе вулкана Ксудач (Камчатка) через 25 лет после извержения вся территория была снова покрыта плодородными почвами с хорошо развитой растительностью. Лавовые андезиты в районе Батуми, Поты, Махарадзе переходят в красноцветную

кору выветривания, на которой затем формируются исключительно плодородные красноземные почвы.

К числу природных особенностей вулканических районов нужно отнести также наличие горячих источников и гейзеров.

Землетрясение. Эндегенные силы проявляются также в землетрясениях и моретрясениях. Специальные инструменты обнаруживают, что твердая оболочка земной коры содрогается постоянно. Ощутимых землетрясений, включая сюда и катастрофические, ежегодно бывает от 8 до 10 тыс. (без учета моретрясения, т. е. движения морского дна). Землетрясения, вызывающие катастрофы, случаются относительно редко.

Очаг землетрясения находится в недрах Земли, а на поверхность доходят только его волны. Место очага называется гипоцентром. Точку поверхности над гипоцентром называют эпицентром. Наибольшее сотрясение Земли наблюдается в области эпицентра. Наука, изучающая землетрясение, называется сейсмологией, область, где наблюдается землетрясение, — сейсмической областью.

Землетрясение может длиться около часа или продолжаться сутки и более, редко месяц. Удары могут быть одиночными, продолжающимися несколько секунд или следующими один за другим.

Приборы, регистрирующие землетрясения, называют сейсмографами. Они основаны на том, что маятник при качании, сохраняя плоскость движения, вычерчивает под влиянием движения Земли на вращающемся барабане своеобразную кривую. С помощью вертикальных и горизонтальных сейсмографов сейсмическим станциям удается установить не только глубину очага, но и дальность расстояния до эпицентра. Очаги землетрясений чаще всего находятся на глубине 50 км, реже на 50—100 км и очень редко на 300—700 км. Силу землетрясений определяют по 12-балльной шкале.

Причинами землетрясений могут быть обвалы сводов над пустотами в Земле, вулканические извержения, последствия медленного образования складок, поднятий и опусканий. Последние вызывают наиболее разрушительные землетрясения.

Сотрясение Земли может ограничиться и небольшой площадью вследствие неоднородности горных пород. Например, землетрясение, отмечаемое на Керченском полуострове, не всегда проявляется в Ялте, так как по характеру геологических отложений эти районы различны.

Основная сейсмическая линия проходит через Средиземное море, Атлантический океан, Панамский перешеек, Тихий океан, Зондские острова, Индокитай, Индию, Аравию, север Африки. В Советском Союзе землетрясения приурочены к районам Крыма, Кавказа, Закавказья, Средней Азии, Карпатских гор и Курильских островов.

Чем монолитнее и тверже порода, тем больше скорость распространения волны и опаснее землетрясение. Наоборот, мягкие породы, например речные наносы, ослабляют действие волн и могут их погасить совсем. Но если на твердых породах залегает малой мощности рыхлый слой, то опасность от землетрясения будет значительно больше.

При землетрясениях обычно наблюдается значительное изменение рельефа. В пластах Земли появляются трещины и разрывы различной ширины, начиная от нескольких сантиметров до 10—15 м. Глубина трещин достигает 10 м и более. При смыкании трещин на поверхность Земли может быть выдавлена грязь вместе с грунтовой водой иногда в таком количестве, что она затопляет часть местности.

При очень сильных землетрясениях бывают провалы или опускания Земли (район озера Иссык-Куль в Средней Азии и озера Байкал). Могут также образоваться сбросы и сдвиги в земной коре протяженностью в несколько километров. Во время землетрясений наблюдаются большие обвалы и оползни, нарушается уровень грунтовых вод, исчезают бывшие и появляются новые водные источники.

Колебания морского дна, или моретрясения, особенно опасны у берегов моря. Удар на дне моря может обрушить на берег огромную волну большой разрушительной силы. В сейсмических областях при строительстве домов и зданий применяют широкие фундаменты, отделяют зазором крыши от печных труб, используют железобетон, не применяют тяжелые карнизы и дополнительные украшения.

Эпейрогенические движения земной коры. Вековые движения земной коры, охватывающие очень большую территорию, называются эпейрогеническими (эпейр—материк). Они малозаметны, так как совершаются медленно. Но именно эти движения вызывают трансгрессию и регрессию моря, изменяют не только морские очертания, но и рельеф морского дна. Установлено, например, что понижение уровня моря у берегов Швеции достигает за 100 лет 1,27 м, считают, что это понижение объясняется поднятием берегов Скандинавии. Поднятие и опускание морского берега можно отчетливо проследить в фиордах Норвегии, на отвесных прибрежных скалах по волноприбойным знакам. Древние береговые линии отчетливо видны в Гренландии, где они подняты на высоту 3 м. По берегам Азовского и Черного морей также видны волноприбойные знаки. Средняя высота их в Крыму достигает 20—30 м. Примерно на такой же высоте отмечены знаки на Таманском и Керченском полуостровах.

Доказательством медленного опускания суши служит наличие подводных континентальных террас, рост атolloв, коралловых рифов. Около Севастопольской бухты, например, имеются

две террасы на глубине 100 м. Здесь вследствие опускания суши был затоплен бывший греческий город Херсонес. Сама Севастопольская бухта раньше была долиной реки. В Крыму, в морской отмели, недавно были обнаружены развалины древнего города Диаскурии в 200 м от берега на глубине 10 м. Долина реки Конго прослеживается на дне океана на протяжении 150 км от берега. Опускаются берега и Балтики, о чем свидетельствуют затопленные пни деревьев и торфяники, залитые морскими водами в южной части моря.

Исследованиями советских геологов установлено, что в четвертичном периоде Кольский полуостров, Карелия, Финляндия, Уфимское плато, Азово-Подольский кристаллический массив находились в состоянии поднятия, а бассейны Печоры и Дона, районы Нижней Волги и Урала опускались.

Вековые колебания земной коры, т. е. ее эпейрогенические движения, некоторые ученые пытаются объяснить изменением нагрузок литосферы и нарушением равновесия в различных частях земной коры. Если, например, снега и льды на горах стоят и талые воды снесут огромные массы мелкоземлистого материала в море, то нарушенное равновесие будет восстановлено прогибом морского дна или поднятием обнаженных пор. Поднятие берегов Скандинавии и Гренландии, по мнению этих ученых, объясняется тем, что на Скандинавских горах льды растаяли, а в Гренландии уменьшилась их толщина.

Однако имеется много фактов, опровергающих высказанное предположение. Известно, например, что Балтийский щит начал подниматься с момента образования до ледниковой эпохи. Имеются случаи оседания земной коры без связи с нагрузкой. С другой стороны, не наблюдаются прогибы земной коры под тяжестью Гималаев и Памира, Гиндукуша и других гор.

Согласно взглядам акад. А. Д. Архангельского, опускание земной коры наблюдается не только в горной области, но и на равнинах, охватывая целые континенты. Появление материков ученые объясняет образованием складок морского дна, вследствие чего произошло расширение территории суши. В прошлом область складок охватывала огромную территорию. Массивно-кристаллические или осадочные горные породы, попадавшие в момент складкообразования под высокое давление, превращались в метаморфические. Так создались щиты из гнейсов и кристаллических сланцев.

К проявлению экзогенных сил относятся следующие.

Деятельность льда. В различные эпохи жизни Земли территория, покрытая льдом, не оставалась постоянной. При расширении площади, занятой льдом, наступал ледниковый период, при уменьшении — межледниковый. На Земле, кроме великого четвертичного оледенения, были ледники в третичный период. Следы оледенения найдены в мезозойскую эру, отмечены

великое каменноугольное и пермское оледенения и даже имеются следы докарбоновых оледенений. Наиболее изучено четвертичное оледенение.

О причинах ледниковых периодов на Земле существуют гипотезы космического и теллургического порядка. Первые гипотезы объясняют появление на Земле ледниковых периодов уменьшением притока солнечной энергии на отдельных участках Земли, вторые — связывают похолодание климата с явлениями, происходящими на Земле и зависящими только от нее.

Разберем некоторые из этих гипотез. Доказано, что напряжение солнечного излучения меняется и даже за сравнительно короткое время может колебаться в пределах 4—5%. В четвертичный период, по мнению Миланковича, это произошло вследствие периодического изменения наклона земной оси, формы орбиты и положения перигелия. Это привело к образованию ледникового периода. Другое объяснение дает Нельке. Он объясняет появление ледниковых периодов наличием в небесных пространствах туманностей, регулирующих приток солнечной энергии. В зависимости от толщины слоя туманности через нее будет проникать и доходить до Земли различные количества солнечной энергии. В связи с этим наша планета будет получать то больше, то меньше тепла. Это вызовет климатические изменения.

Чемберлен и Салисбюри утверждают, что появление ледниковых эпох связано с перераспределением суши и моря, гор и низменностей. Увеличение площади под континентами и увеличение горных хребтов уменьшает толщину теплового экрана над Землей. Это ведет к увеличению теплового излучения в мировое пространство и похолодание, которое вызывает образование ледников.

Интересное мнение о ледниковом периоде высказал И. Д. Лукашевич. Он считает, что климатические изменения на Земле вызываются поднятием и опусканием суши и изменением соотношений между площадью суши и океана. Например, если высота суши уменьшится на 100—300 м, то температура на Земле поднимется на 1—3°. При затоплении суши в прибрежной мелководной части вода будет сильно нагреваться солнцем. Повышение температуры океана вызовет увеличение осадков, особенно в горных областях. Лед постепенно будет сползать вниз, наступит ледниковая эпоха. По мере остывания океана уменьшатся его тепловые запасы, в связи с чем начнет уменьшаться и территория, покрытая льдами. Гипотеза Лукашевича не объясняет всей сложности вопроса, связанного с ледниковыми периодами на Земле. Особенно уязвимо одно ее место — отсутствие объяснения ритмических смен ледниковых и межледниковых эпох.

Интересные взгляды высказаны П. И. Броуновым, который считает, что ледниковый период — результат не только охлаждения климата, но и сильного увлажнения, вызванного циклонами. На движение циклонов и их направление оказывает сильное влияние непостоянство вращения Земли вокруг оси. При усилении приливного действия Луны и Солнца вращение замедляется; наоборот, при постепенном охлаждении Земли и сокращении ее объема оно усиливается. Когда вращение замедляется, климатические зоны с их циклонами смещаются к полюсам, если же ускоряется, то холодные области передвигаются к экватору. Перед началом ледникового периода циклоны проходили значительно южнее, чем теперь, а их северная часть, наиболее холодная, с обильными снегопадами, охватывала север Европы, что вызывало отложение льдов.

Нами перечислены далеко не все гипотезы. Ни одна из них не дает исчерпывающего объяснения появлению ледниковых периодов. Наиболее обоснованные объяснения причин появления ледниковых эпох дали Миланкович, Чемберлен, Броунов и Лукашевич.

Максимальное оледенение, охватившее огромные территории Европейской равнины и Азиатского континента, приурочено к так называемому рисскому времени. В это время произошло также оледенение в Северной Америке. Ледниковые покровы занимали следующие площади: в Северной Америке и Гренландии — 13,7 млн. км², в Европе и Сибири — 9,5 млн., в Южной Америке (Огненная земля, Патагония) — 0,5 млн., в Антарктике — 14 млн. км².

Вся территория древнего оледенения на земном шаре прибрежалась к 38 млн. км², что составляло 25% всей земной суши. Площадь современных ледников составляет примерно 16 млн. км², т. е. 11% суши.

Физические свойства льда. Лед совмещает физические свойства твердого и жидкого тела. Он обладает пластичностью. Если положить брусок льда между двумя пластинами, то под действием своей тяжести при температуре от 12 до 3,5° ниже нуля лед будет прогибаться на 2 мм в сутки. Если брусок льда положить концами на две опоры и на середину его поместить груз, то через некоторое время брусок приобретет дугообразную форму. Пластичность льда различна в разных направлениях, в зависимости от расположения осей его кристаллов. Интересно явление «врастания» предметов в толщу льда. Если положить на ледяную глыбу камень или гирю, то эти предметы постепенно будут входить внутрь льда и могут пройти через него, не оставив следа.

Под большим давлением лед плавится при более низкой температуре. С увеличением давления на 13 атм температура плавления льда понижается на 1°; под давлением около 2200 атм лед

плавится при 22° ниже нуля. Но в леднике при больших толщах льда нижняя часть его подвергается очень сильному сжатию. Это вызывает увеличение пластичности льда и даже переход его в капельножидкое состояние. Пластические слои льда и вода в нижней части ледника облегчают его сползание. В основу современного представления о движении ледников положен взгляд Фарбса, который считает, что ледник есть несовершенная жидкость или вязкое тело, которое перемещается вниз по склону вследствие взаимного давления своих частей.

Выделяются три типа оледенений: альпийский, скандинавский и покровный, или гренландский. Если в сильно расчлененной горной стране долины и понижения заполнены льдом, а вершины гор свободны от него, то такой тип оледенения называется альпийским. Если в менее расчлененной горной стране в верховьях долин имеются плоскогорья, покрытые снегом и зернистым льдом — фирном, дающие начало довольно большим ледникам, оледенение будет скандинавского типа. Наконец, если плоскогорье сплошь покрыто льдом и дает начало настолько мощным ледникам, что лишь немногие скалы по окраинам выступают на их поверхности, имеется покровное, или гренландское, оледенение. В пределах Советского Союза альпийский тип оледенения наблюдается на Кавказе, Алтае, в Гимаях, гренландский — только на островах Северного Ледовитого океана, скандинавский же тип отсутствует.

Большое четвертичное оледенение Европы. В конце третичного периода на севере Европы похолодало. Теплый и влажный субтропический климат стал постепенно сменяться более холодным. Широко распространенные буковые, грабовые и дубовые леса, с платаном, самшитом и тисом, перевитые местами лианами (плющем, обвойником, ломоносом, диким виноградом), стали постепенно изменять состав древостоя. Распространение получили холодостойкие породы — ольха, береза и осина, а потом и хвойные. На юге, особенно в районах Восточного Прикаспия, климат стал суше. В дальнейшем похолодание на севере Европы настолько усилилось, что хвойно-лиственные леса постепенно стали заменяться мхами, лишайниками, кустарниками и кустарничками, характерными для современной тундры. По мере похолодания климатические условия тундры продвигались на юг. Местами на возвышенных частях рельефа стали образовываться снежники и ледники.

Центром оледенения были высокие горы восточной части Скандинавского массива. Снег здесь накапливался и постепенно превращался в фирн, лед стал двигаться вниз, заполняя понижения и долины. Полагают, что в четвертичный период толщина льда на Скандинавском горном массиве в период наибольшего оледенения достигала 2—3 км. Наиболее мощные современные льды в Гренландии имеют толщину 1650 м. В Антарктиде толща

льдов больше. По мере накопления льда он медленно сползал и продвигался с севера на юг. Можно предположить, что скорость движения льда была такая же, как и в настоящее время. Современные ледники движутся примерно со скоростью 15—20 см в сутки. В редких случаях льды сползают со скоростью 1 м в сутки, что обычно сопровождается ледниковыми обвалами. В ледниковый период охваченная льдом территория периодически то расширялась, то сокращалась. Периоды оледенения сменялись межледниковыми. Ученые подсчитали продолжительность ледниковых и межледниковых периодов (табл. 8).

Таблица 8

Продолжительность ледниковых и межледниковых периодов

Эпоха	Продолжительность (тыс. лет)
Послеледниковая	21
Оледенение IV (Вюрм)	123
Межледниковая III	39
Оледенение III (Рисс)	123
Межледниковая II	—
Оледенение II (Миндель)	49
Межледниковая I	65
Оледенение I (Гюнц)	49

По охвату территории самым большим оледенением считают предпоследнее, самым малым — последнее. В период максимального оледенения льды покрывали северную Европу: Исландию, Ирландию, Англию до Лондона. Граница ледяного покрова пересекала Голландию, подходила к Средне-Германской возвышенности, окаймляла склоны Гарца, Саксонских, Рудных, Исполинских гор, Судеты, предгорья Карпат. Далее она проходила по линии Краков—Львов. В европейской части СССР было два выступа — Днепровский и Донской ледниковые языки. Ледяной покров вдавался к югу по понижениям Днепра и Дона и отеснялся к северу Средне-Русской и Приволжской возвышенностями. Южная оконечность льда лежала между Кременчугом и Днепропетровском. Донской язык заканчивался несколько севернее, а восточный его край тянулся в меридиональном направлении и пересекал Волгу между Казанью и Горьким. От Волги граница ледника шла на восток и северо-восток, подходила близко к г. Кирову, затем под 61,5° с. ш. пересекала Уральские горы. В азиатской части нашей страны граница оледенения изучена хуже. По-видимому, она проходила через Салехарт, Игарку, Виллюйск, северо-восточную часть Камчатки.

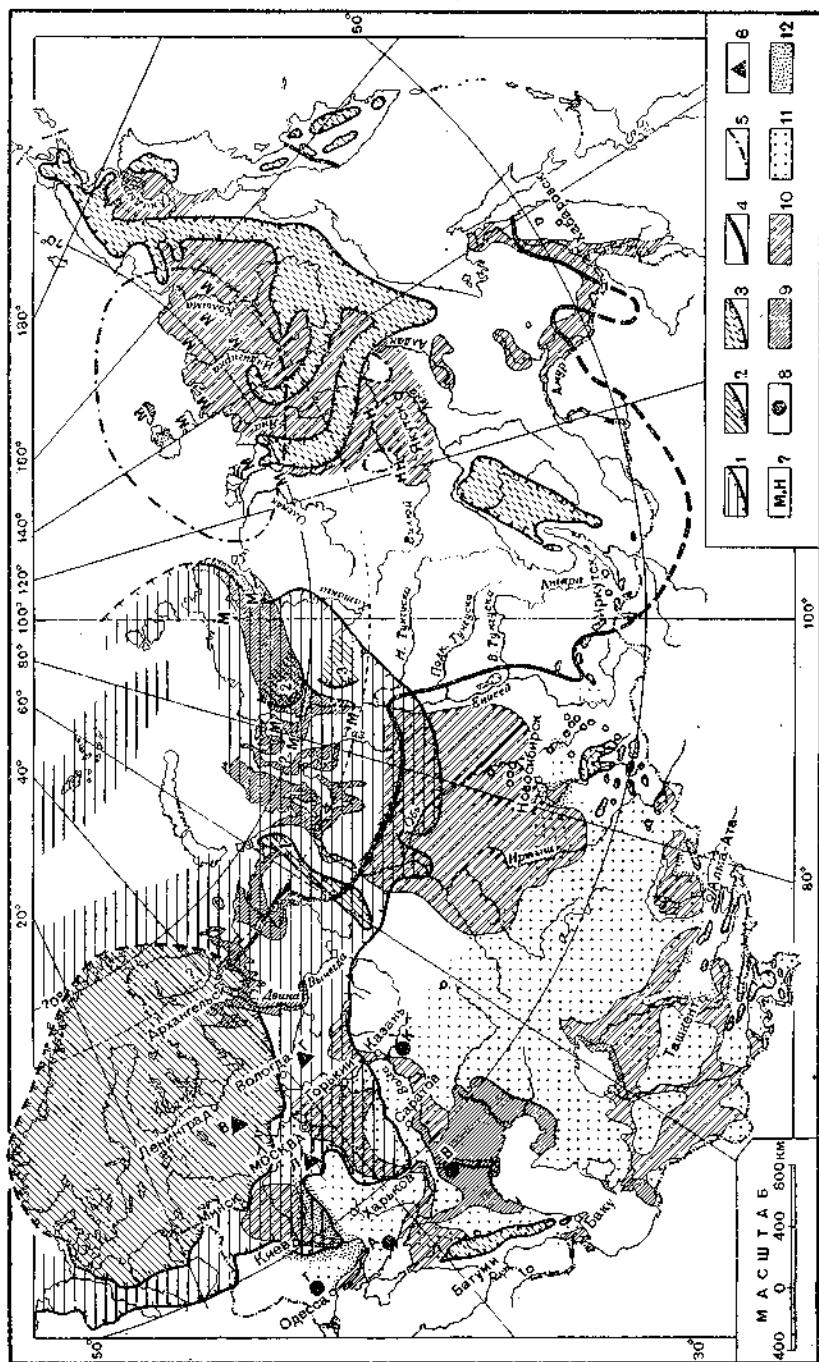


Рис. 2. Карта древних оледенений и основных типов отложений четвертичного периода:
 1 — граница максимального оледенения европейского и сибирского покрова; 2 — граница последнего оледенения европейского и сибирского покровов; 3 — распространение неолитского (горного) оледенения; 4 — граница восточной мерзлоты; 5 — граница значительного распространения ископаемого льда; 6 — ископаемая меледилликовая флора; Лихвина (Л), Глазна (Г), Валаз (В); 7 — места находок туш мамонта (М), носорога (Н); 8 — фауны; 9 — максимальное распространение моря (мелдильская и борсальная трансгрессии); 10 — аллювиальные равнины; 11 — лессовидные отложения; 12 — лессы.

Деятельность ледников. Сползая вниз, лед сглаживал, стирал неровности, оставлял глубокие шрамы на поверхности скал и заполнял пониженные места продуктами своей деятельности. Наибольшая часть ледяного покрова находилась в понижениях, самые высокие хребты и отдельные горы были свободны ото льда. Обнаженные скалы подвергались выветриванию и разрушению. Отдельные камни, обломки, мелкие частицы и даже пылинки осыпались на края ледника и образовывали так называемую боковую морену. В случае двух выступающих скал, разединенных толщей льда, образовывались две боковые морены. При движении ледника они сближались и образовывали центральную морену. Движущийся лед отрывал внизу с поверхности твердых горных пород камни и измельчал их. К этому материалу в отдельных случаях присоединялись упавшие сверху на лед и прошедшие через него камни. Все это образовывало подонную морену.

Чем более твердые материалы передвигал ледник, тем резче проявлялась его абляционная (разрушающая) и абразионная (размельчающая, полирующая) деятельность. Так как Скандинавские горные массивы состоят преимущественно из гранитов, отличающихся большой твердостью, то в пределах всего Скандинавского полуострова, Финляндии и Карелии наблюдается исключительно большое проявление ледниковой абляции, полировки и стирания горных пород. Здесь можно видеть скалы, все углы и выступы которых сглажены, округлены, а поверхность их крайне сложного очертания. Эти формы рельефа называются курчавыми скалами. В тех же районах можно наблюдать так называемые бараньи лбы.

Наибольшие разрушения ледник производил в ущельях гор. Сползающие языки льда разрабатывали узкие долины с крутыми наклонными, часто имеющими плечевые выступы стенами. Такие долины носят название трогов. Когда сила давления ледника была очень большой и он располагал в нижней своей части большими массами абразионного материала, трог приобретал форму фьордов. Троги имеются, например, в Норвегии, большинство горных рек Главного, Бокового и Скалистого Кавказских хребтов несут свои воды в трогах. Большая часть трогов начинается каром, или цирком, т. е. креслообразной формой рельефа. Цирк (кар) может быть разных размеров. На Кавказском хребте протяженность одних цирков измеряется десятками метров, других — километрами.

В четвертичную эпоху ледник при своем движении образовывал не только открытые с одного конца, но также и замкнутые депрессии, различной глубины и размера, вытянутой формы. Они заполнялись водой и образовывали озера. Только в пределах Карелии и Финляндии таких озер насчитывается несколько десятков тысяч. Обычно озера мелководны в северо-западной части и

глубоководны — в юго-восточной. Распределение глубин показывает направление движения ледника и его силу.

До сих пор мы говорили главным образом о разрушающей силе льда, нивелирующей рельеф или создающей абляционно-эрозионные формы его. Но одновременно ледник образовывал аккумулятивные* формы рельефа. Масса льда содержала огромное количество обломков горных пород: крупные глыбы, достигающие в диаметре нескольких метров, камни меньшей величины, хрящи, песок и глину. Весь этот материал постепенно передвигался на юг и юго-восток; отдельные окатанные камни встречаются даже близ Кременчуга и станицы Усть-Медведицкой. В период таяния ледник стал отступать. После таяния весь включенный в толщу льда материал или оставался на месте в несортированном виде, или перемещался и сортировался мощными потоками воды, вытекающими из-под ледника и сверху его. Частичное участие в перемещении и сортировании мелких частиц принимал ветер. В определенном периоде жизни ледника начали создаваться аккумулятивные формы рельефа, обусловленные деятельностью ледника. Среди них наибольшее распространение получил так называемый моренный рельеф. Он характеризуется наличием бугров, холмов, вытянутых и округлых палин, часто заполненных водой. В распределении отдельных форм такого рельефа отсутствует какая-либо закономерность. Очевидно, моренный рельеф образовался нагромождением ледникового материала без его перемещения и сортирования. Из массы льда вода вытекала постепенно и не уносила даже глины.

В отличие от морен, формировавшихся на поверхности ледника, равнинные морены, кроме камней, хряща, песка, пыли и глины, включают окатанные камни — валуны. В пределах средней полосы Советского Союза, Прибалтики и даже на севере морены имеют чаще всего красно-бурую окраску, глинистый и суглинистый механический состав. Если ледник по пути своего движения захватывал известняки — создавалась карбонатная морена, если граниты — бескарбонатная. Среди типичного моренного рельефа иногда встречаются отдельные высокие холмы, обычно используемые землеустроителями и геодезистами для сооружения триангуляционных вышек. Они сложены из грубого каменисто-щебенчатого, опесчаненного материала, из которого вода вынесла мелкозем, — элювия морены. Такие холмы, как правило, не распахиваются и обычно покрыты лесом.

Среди моренного ландшафта выделяются Клинско-Дмитровская и Смоленская гряды, Валдайская возвышенность и рельеф Сальпаусельке. Там, где образовались гряды и Валдайская возвышенность, в прошлом были также возвышенности, которые

* Аккумуляция — накопление разнообразных отложений.

сильно препятствовали движению ледника и тем самым способствовали накоплению большого количества материала.

Рельеф Сальпаусельке представляет собой три моренные гряды — дуги, особенно хорошо выраженные в южной Финляндии. На нашей территории они проходят севернее Ладожского озера и, образуя здесь дугообразный изгиб, уходят далее в Карелию. Ширина гряд от нескольких десятков до сотен метров, высота достигает 80 м. Большая часть рельефа Сальпаусельке сложена из песка, гравия и гальки, а основные гряды — из моренных отложений. Такой рельеф образовался при участии напора ледникового края.

Одновременно с формированием моренных отложений и образованием моренного ландшафта во время таяния ледника начали создаваться формы рельефа из сортированных материалов. При повышенной температуре воздуха лед быстро таял и мощные потоки воды сбегали на юг, увлекая мелкие и крупные камни, хрящи, песок и особенно частицы глины. Перемещая минеральные материалы, ледниковые воды сортировали их, отлагая наиболее крупные фракции по берегам или дельтам рек, а также в больших пологих открытых депрессиях.

Сортированный материал, отлагаемый быстroteкущими водами ледника, состоял из грубого песчаного материала, который часто содержал окатанные, иногда как бы полированные валуны. Такие пески состоят из частиц размером от 0,5 до 2,0 мм, и их напластования имеют косую слоистость. Пески носят название флювиогляциальных. Для этих песчаных полей характерен своеобразный ландшафт, называемый зандровым (в средней полосе — Мещера и Полесье, на юге — Донские и Днепровские пески). Равнинный, обычно покрытый лесом зандровый рельеф нарушается обилием мелких округлых или вытянутых депрессий, заболоченных или занятых озерами, иногда сухих. Это дало основание известному географу Крубелю назвать Мещерскую низменность страной песков, болот и лесов.

Зандровые поля имеют определенную закономерность в распределении: они как бы опоясывают с внешней стороны полосы холмисто-равнинного рельефа. Зандры образовались в дельтах ледниковых потоков. Так как на отложениях кварцевых песков в дальнейшем сложились бедные песчаные почвы, то зандровые поля покрыты обычно сосновыми лесами, вереском, гипновыми мхами и лишайниками, т. е. сообществами растений, малотребовательными к питательным веществам почвы. На пониженных местах зандров в дальнейшем образовались озера либо мховые болота, заросшие клюквой, голубикой, багульником и болотной сосной.

Для отложений песчаного материала характерен также озовый, или осовый, рельеф. Озы — это вытянутые более или менее перпендикулярно ледниковому краю гряды, ориентированные

по направлению движения льда. Они встречаются в районе Балтийского щита, в тундрах, даже в районе селения Нудовша Рязанской области. Озы бывают длиной в несколько километров, шириной в сотни метров и высотой от 10 до 100 м. Иногда они распадаются на четки — холмы. Очень часто озы пересекают трудно проходимые болота и служат единственным местом, по которому может проходить проезжая дорога. По мнению Таннера, озы образовались в результате отложений водных потоков, протекавших по тоннелям ледника или под его толщей. Возможно также, что они представляют собой отложения надледникового потока гальки, гравия и песка в трещинах ледника. Озы обычно бывают покрыты сосновым лесом, не распахиваются и очень удобны для проведения дорог.

Своеобразен камовый рельеф. Кама ми называют холмы неправильной, обычно округлой, иногда вытянутой формы, высотой в несколько десятков метров. Они имеют крутые склоны и вершину округлой формы; по склонам и вершинам — вмятины. Отдельные камы встречаются реже, чаще они расположены в виде скоплений холмов, создающих крайне измятый камовый ландшафт (например, в Ленинградской области — Тосково, Колтуши, Луга). Камы сложены сортированными супесями, суглинками и песками, чем резко отличаются от моренных бугров, образованных несортированным материалом. На поверхности кама иногда встречается валунный суглинок. Валуны и линзы крупнозернистого материала можно обнаружить и внутри кама. В районе Пскова можно наблюдать камовые террасы.

Интересны формы друмлинного рельефа. Друмлины — это холмы мягких очертаний, достигающие 2 км длины, нескольких десятков метров высоты и 0,5 км ширины. Они вытянуты в направлении движения ледника. Друмлины сложены плотной, как бы спрессованной валунной глиной и образуют веерообразно расположенные группы бугров. Такие формы рельефа имеются в северной части Белоруссии и в Эстонии. По мнению Эберса, друмлины — подледниковые образования. Часто друмлины обнаруживают ядро, состоящее из коренных пород. Оно, видимо, и служило причиной аккумуляции подонного моренного материала.

Особое место среди ледниковых форм рельефа занимают озерно-ледниковые отложения. Среди них часто встречаются так называемые ленточные глины. Небольшими пятнами эти глины встречаются в Карелии, Прибалтике, Ленинградской области, реже в Смоленской, Ярославской и других областях, образуя характерный выровненный рельеф. Ленточные отложения отличаются слоистостью: тонкоглинистые слои чередуются с пылеватыми и мелкопесчаными. В зависимости от механического и химического состава окраска бывает различной: более темные глинистые прослойки сменяются светлыми, песчаными. В северных районах эти глины служат основным сырьем для из-

готовления кирпичей. По мнению Де-Геера, ленточные отложения образовались в озерах, в которые впадали подледниковые потоки. Так как в теплый период ледниковые потоки были значительно сильнее, чем в холодный, то летом в озера выносилось больше грубого материала, а зимой — тонкого. Поэтому летом отлагались пылеватые и песчаные отложения, а осенью и зимой — тонкая темновато-красноватая глинистая масса, чем и объясняется слоистая структура ленточных глин. В окрестностях Ленинграда мощность ленточных отложений достигает 15 м.

Отложения пестрого механического состава в Карелии, Ленинградской области и Финляндии часто переходят в слоистые глинистые, образование которых связано с деятельностью моря. Озерные отложения более южных областей не имеют слоистой структуры. Они представлены глинистым или суглинистым материалом с выровненной, чаще всего заболоченной поверхностью.

Область предледниковых периферических равнин с отложениями покровных лессовидных суглинков и лессов. По мере продвижения на юг по линии Ленинград—Москва—Тула—Ростов рельеф постепенно выравнивается и, начиная с Тулы, его можно считать равнинным (исключая Донецкий край и Приволжскую возвышенность). Равнины сложены из тонкого, сортированного, суглинистого, часто карбонатного материала, называемого лессовидным суглинком и лессом, очень ценным в сельскохозяйственном отношении. До настоящего времени вопрос о происхождении рельефа и горных пород равнины не получил окончательного решения. По мнению ряда ученых, лессы и лессовидные породы произошли золовым путем, т. е. с помощью ветра. Другой точки зрения придерживались В. В. Докучаев, А. П. Павлов и К. Д. Глинка и др. Согласно взгляду этих ученых, лессовый мелкоземистый материал образовался в широких разливах ледниковых вод в момент наибольшего таяния льда.

Некоторые ледниковые отложения, особенно на водоразделах, имеют «двучленный» нанос (суглинок покрывает сверху морену). Такие суглинки представляют собой осадки ледниковой мути в замкнутых падинах, заполненных мореной. Толщина покровных отложений колеблется от четверти до нескольких метров. По своим физическим свойствам и механическому составу они сходны с типичным лессом.

При наших исследованиях в Рязанской области небольшие пятна покровных суглинков обнаружены во всех районах области на высоте более 150 м над уровнем моря. В этих отложениях обнаружено небольшое количество хряща и мелких камней, что не только не противоречит взгляду об их водном происхождении, но и подтверждает его. В замкнутые водные бассейны, несомненно, попадали и льдины, в которые были включены камешки, хрящ, песок. После таяния этот материал попадал в покровные

суглинки. Сходство механического состава, условий залегания и физических свойств покровных суглинков и лесса обосновывают мнение ученых, которые считают лесс «покровной» фракцией водно-ледниковых отложений. Наличие же больших толщ этих отложений можно объяснить быстрым таянием льда в момент длительных остановок ледника.

При исследовании территории Северной Осетии близ города Дзауджикау нами было обнаружено, что типичные лессовидные суглинки с содержанием углекислых солей мощным плащом покрывают пологие северные склоны, идущие от горы Столовой. Вообще на пологих склонах Кавказского хребта имеется много отложений лессовидного суглинка. Делювиальное происхождение его не вызывает сомнения.

С такой точкой зрения на происхождение южнорусских и украинских лессов не согласен акад. А. Н. Соколовский, который считает, что лесс золотого происхождения. Ветровые наносы поступили с юго-востока из сухих и пустынных степей. Многие исследователи в этом вопросе разделяют точку зрения акад. Л. С. Берга, по которой лесс мог образоваться в результате выветривания в сухом климате почти из любой породы: ветрового, водного, ледникового, морского происхождения. Необходимо только, чтобы, во-первых, порода содержала карбонаты, которые способствовали агрегации и цементированию мелких частиц и, во-вторых, крупные частицы измельчались в результате почвообразования и облессовывались. Поэтому, согласно Бергу, лесс может образоваться на возвышенных местах, на склонах, по понижениям.

Действия текучих вод, эрозионные аккумулятивные формы рельефа. Движущаяся вода обладает кинетической энергией, достигающей в отдельных случаях огромных размеров. Стекая по земной поверхности, вода разрушает горные породы, полирует их, ускоряет процессы выветривания, переносит измельченные материалы в нижние элементы рельефа и здесь отлагает их. Слабые дождевые потоки сносят с возвышенных мест обычно мелкоземистый материал; равнинные реки переносят песок и глинистые частицы; горные реки могут передвигать не только глину, песок, хрящи, гальку, но и камни, часто достигающие нескольких метров в диаметре. В конечном итоге вода размывает водоразделы и отлагает материалы в пониженные места, где кинетическая энергия ее затухает. Размывающее действие воды носит название эрозии. Она может быть: плоскостная и глубинная, или линейная.

Под плоскостной эрозией подразумевают более или менее равномерный смыв мелкоземистого материала с поверхности. Такая эрозия обычно охватывает значительные площади на плато, покатых склонах, обезлесенных водоразделах, наклонных террасах и равнинах. Глубинная, или линейная,

эрозия охватывает небольшие участки земной поверхности. Вода в этом случае выносит мелкоземистый материал вниз по течению ручья или реки. На поверхности земли образуются рытвины, овраги, ложбины, ущелья, балки, долины. Если плоскостная эрозия изменяет рельеф склонов и возвышенных мест в целом, то глубинная эрозия создает вытянуто-линейные, обычно открытые с одного конца формы рельефа. Практически оба вида эрозии протекают одновременно, т. е. если в каком-либо месте выражена линейная эрозия, то всегда здесь проявляется и плоскостная.

Рассмотрим подробнее проявление эрозии. Дождевая вода под действием сил тяготения стекает вниз по уклону и уносит с собой минеральные и органические частицы. В результате размывания сначала образуются открытые ложбины, потом рытвины. Дальнейший вынос мелкоземистого материала вызывает появление оврага, т. е. создает вытянутую, отрицательную форму рельефа, открытую с одного конца, с голыми, незадернованными крутыми скатами. Овраг развивается кверху, к водораздельной линии. Скорость роста его зависит, во-первых, от количества выпадающих дождей или весенних талых вод, во-вторых, от разности высот между началом (вершиной) и концом оврага (базисом эрозии), а также от его длины, характера горных пород, степени обезлесенности водоразделов и других факторов. По имеющимся данным, в Ростовской, Тульской, Рязанской и Курской областях скорость роста оврагов в отдельных случаях достигает 10, 50, 100 м и больше в год. Если базис эрозии понижается, то размывающее действие воды увеличивается.

Большинство оврагов имеют ответвления, т. е. сеть более мелких оврагов, впадающих в главный. Боковые овраги называются отвершками. Если базис эрозии отвершка еще не достиг глубины русла главного оврага, то такой отвершек называется височим. Им может быть и очень большой овраг, впадающий, например, в реку, если его базис эрозии не достиг уровня воды. При выходе оврага в пониженное открытое место отлагается мелкоземистый материал. Такие отложения имеют очертания развернутого веера и называются конусом выноса. У небольших оврагов конус выноса измеряется метрами. Но в горной местности многие реки выносят большие массы песчаного и каменистого материала и при выходе в долину образуют конусы выноса в несколько километров. Особенно большой конус выноса имеется около г. Нухи в Азербайджане.

Овраги могут возникнуть одновременно по обеим сторонам водораздела. В этом случае они будут развиваться навстречу друг другу и в какой-то момент могут слиться. После этого размывающее действие воды начнет ослабевать, так как вершина водораздела с течением времени будет понижаться, а место базиса эрозии благодаря аккумуляции материала — подниматься.

Вместе с затуханием эрозионной деятельности склоны оврага станут положе, приобретут округлые формы и покроются растительностью. Овраг превратится в балку. В балке различают следующие части рельефа: дно, склоны, или скаты, и бровку. По своим размерам балки могут быть в несколько десятков метров глубины и ширины или значительно меньше. Если балка, кроме травянистой растительности, покрыта лесом, то ее геоморфологи называют ложиной, хотя в практике этим названием часто обозначают всякое вытянутое и открытое с одного конца понижение.

Овраги могут достигать нескольких десятков метров глубины (например, овраг Зерцало в Рязанской области). В глубоких оврагах можно наблюдать выходы грунтовых вод в виде ключей или ручейка. В дальнейшем при слиянии оврагов из выходящих ключей и ручьев может образоваться река. Между оврагами, развивающимися навстречу друг другу, может иногда остаться неразмытый участок, так называемый *останец*. Если геологические отложения однородны по физическим и химическим свойствам, то овраги и балки будут иметь прямые скаты. Если же сверху залегают рыхлые, легко поддающиеся смывам породы, а ниже — твердые, плохо размываемые, то скаты получаются выпуклыми. Если сверху залегают твердые породы, а ниже мягкие, то скаты оврагов и балок образуются вогнутыми. При чередовании твердых и мягких пластов могут образоваться ступенчатые скаты.

Огромную аккумулятивно-эрозионную работу производят реки. Все молодые реки имеют быстрое течение, большие уклоны и обладают огромной кинетической энергией. Они выносят измелченный материал к месту впадения и углубляют свое русло. С течением времени русло реки сполаживается и кинетическая энергия воды уменьшается. Наступает момент, когда транспортирующая сила реки настолько уменьшится, что она уже не может отлагать материал за базисом эрозии. Тогда при впадении реки начинает образовываться дельта, т. е. создаваться конус выноса, а вокруг него формироваться ровные площади — *террасы*. Материал, отложенный рекой в ее низовья, носит название *депозита*. Этот термин применим к обозначению материала, отложенного водой в любом пониженном месте.

Река создает особую форму рельефа — долину. Долина имеет открытый выход вод в месте базиса эрозии. Ее размеры в поперечнике могут быть различными: у малых рек равнин и в верховьях горных рек они измеряются метрами и десятками метров, у больших рек (Волга, Днепр, Лена, Ока) — километрами и даже десятками километров. Формы речных долин разнообразны. Они зависят от скорости и массы стекающих вод, характера паводков, климатических условий, особенностей горных пород, степени облеянности водоразделов и склонов.

Если горная река с бурным течением протекает по линии разломов или сдвигов геологических напластований и горные породы обладают достаточной твердостью, то долина имеет совершенно отвесные берега, достигающие высоты 200—300 м и больше и ширины 20—30 м. Такая речная долина называется тесниной или клямомом. Примером теснины может служить очень красивая долина реки Чегема на Кавказе, отвесные стены которой достигают высоты более 300 м.

Если горная река течет в сравнительно рыхлых породах или породах, легко подвергающихся выветриванию, и если при этом в бассейне реки выпадает достаточное количество дождей, то долина будет иметь покатые склоны, напоминающие в разрезе букву V. Такая форма долины носит название каньона. Каньонообразная форма хорошо выражена у долин Терека и Ардона на Кавказе. Классическим примером каньона может служить долина реки Колорадо в Северной Америке. У старых рек долины имеют корытообразную форму.

По мере развития речной долины в ней формируются террасы — ровные площадки, образованные отложениями реки. В долине реки может быть или только одна пойменная терраса (затапливаемая водой площадь во время половодья), или, кроме того, первая, вторая, третья и т. д. надпойменные террасы. Например, в низовьях Терека, а также в долине Москвы-реки имеется 3 террасы. В долине Печоры насчитывают 5 и даже местами 6 террас. В первый период жизни река имеет большую скорость течения, врезаясь в берега, сильно углубляет свое русло и выносит взвешенный в воде материал к месту базиса эрозии. Во второй период уменьшается скорость течения, образуется дельта. В третий период кинетическая сила воды затухает, появляется много излучин (меандры), старицы и в прирусловой части образуются высокие валы. Таким образом, речные террасы обычно возникают во второй период жизни реки, хотя не исключена возможность образования их и в другие периоды.

С течением времени река все больше и больше отлагает свой депозит, уменьшает быстроту течения, образует в низовьях разливы и протоки. Если в этот период по каким-либо причинам скорость движения воды увеличится, то ее эрозионная деятельность усилится, т. е. начнется опять вынос материала за бывший базис эрозии и углубление русла реки. Скорость движения воды может увеличиться, если, например, в верховьях реки начинается горообразовательный процесс, когда территория у истоков реки начнет подниматься, или, наоборот, если уровень воды в озере, в которое впадает река, начнет понижаться. При этом базис эрозии понизится, возрастет сток, а вместе с ним и кинетическая энергия воды. В обоих случаях река начнет размывать и углублять свое русло, бывшая пойма выйдет из-под залива и образуется

терраса. Реже террасы возникают благодаря различной твердости горных пород и ледниковой деятельности в прошлом.

Своеобразные формы рельефа создаются в последний период жизни реки. По мере того как отложения в дельте становятся мощнее, все больше откладывается депозита в низовьях и среднем течении реки. По этой причине течение реки замедляется, ее воды начинают блуждать и образуют петлеобразные формы русла (меандры). Если при прямом течении реки появится хотя бы небольшой изгиб, то он неизбежно будет увеличиваться, пока не образует очень сильно изогнутую дугообразную излучину, т. е. меандру. Так как размывающее действие воды направлено в сторону изгиба, то со временем может образоваться кольцо; река разорвет перемычку и снова пойдет по прямому руслу. Старое русло в этом случае образует старицу — подковообразное понижение, заполненное водой или сухое.

В настоящее время сильно меандрируют, например, реки Кума на Северном Кавказе, Кинель в Куйбышевской области, а также мелкие притоки больших рек на равнинном рельефе, в дальнейшем река постепенно угасает. Прежде всего ей преграждается путь к месту впадения. Река начинает меандрировать: в низовьях разбивается на отдельные рукава — отрезки, то соединенные в общее русло, то обособленные. Примером усыхающей реки может служить река Кума. Несколько десятков лет тому назад она впадала в Каспийское море. Теперь же экспедицией Московского института инженеров землеустройства установлено, что река теряется в песках на расстоянии 70 км от Каспия, причем значительная часть ее русла в низовьях представляет собой вытянутые обособленные, заполненные водой участки, образующие цепь высыхающих озер.

Действие грунтовых вод. Кроме поверхностных вод, большое значение в формировании рельефа имеют грунтовые воды, которые в пределах нашей страны залегают на самых различных глубинах, начиная от поверхности (тундра) и кончая десятками и сотнями метров (засушливые места). Зеркало реки представляет собой выход на дневную поверхность грунтовых вод. В пойме грунтовые воды залегают чаще на глубине 2—4 м, а на террасах — значительно глубже. Особенно глубоко они залегают на верхних террасах. По направлению к водоразделу грунтовые воды углубляются, но вместе с тем они до известной степени копируют рельеф: на возвышении несколько повышаются, в депрессиях — опускаются.

Уровень грунтовых вод зависит от наличия водонепроницаемого грунта, образованного различными геологическими отложениями, например глинами, тяжелыми суглинками, глинистыми сланцами, твердыми магматическими породами.

Очень часто грунтовые воды залегают в нескольких водоносных слоях. Некоторые слои имеют устойчивый уровень грунтовых

под, на дебит которых колебание погоды и климата влияет слабо. Однако во многих районах страны близко залегающие грунтовые воды имеют устойчивый дебит лишь весной, летом они исчезают. Такая грунтовая вода носит название верховодки. Грунтовые воды могут находиться под большим напором, как это наблюдается, например, в районе Ленинграда, Прикаспия и Москвы. В скважинах такие воды фонтанируют или с больших глубин поднимаются близко к поверхности. Эти воды называют артезианскими.

По химическому составу грунтовые воды могут быть различными: очень жесткими, засоленными или пресными. Это объясняется тем, что вода, проходя по геологическим напластованиям, растворяет содержащиеся в них соли, способствует окислению или гидролизации минералов, образует различные растворы.

Грунтовые воды находятся в движении, скорость которого зависит от атмосферных осадков, наклона геологических пластов, их водопроницаемости (вертикальной и горизонтальной) и внутреннего рельефа геологических пластов. Грунтовые воды стекают по наклону водонепроницаемых пластов. Если грунтовые воды не выходят на земную поверхность, то обнаружить их влияние на рельеф трудно. Но если грунтовые воды выходят в долину или в овраг, то они оказывают большее или меньшее влияние на характер рельефа, особенно при наличии глинистых напластований. В этом случае глинистый, насыщенный грунтовой водой грунт способствует оползанию верхних слоев — образование оползней и оползневых форм рельефа. Оползни широко распространены по долинам рек в горных местах и морских побережьях вблизи гор (например, в Крыму). Характерный оползневый рельеф можно встретить и по Москве-реке, например в селе Коломенском, по Оке — в Рязанской области, по Волге — в Ульяновской области.

Карстовое явление. Вода, двигаясь среди горных пород, растворяет содержащиеся в них вещества. Легче всего в воде растворяются поваренная соль (NaCl), глауберова соль (Na_2SO_4), сода (Na_2CO_3), сернокислый магний (MgSO_4) и сернокислое железо (FeSO_4). Хуже растворяется гипс (примерно 2 г в 1 л воды). Еще в меньшем количестве растворяются углекислый кальций и углекислый магний, входящие в состав известняков, мергелей и доломитов.

По мере удаления солей водой в грунтах постепенно образуются пустоты. Они могут быть самых различных размеров, начиная от булавочной головки и кончая огромными пещерами. Остающиеся в грунте нерастворимые в воде частицы уплотняются, и грунт оседает. В этом случае создаются отрицательные формы рельефа, чаще всего в виде воронок, а в отдельных случаях, когда просадка охватывает сравнительно большие участки, образуются блюдцеобразные или овальные понижения.

Если грунтовые воды относительно мало растворяют минерального вещества, а все же перемещают частицы и создают воронкообразные формы рельефа, то такое явление называется суффозией, а воронки, образованные при этом, — суффозионными. Если же перемещение частиц в грунте вызывается значительным растворением и выносом веществ, иногда с образованием провалов, то это явление носит название карста. Чаще всего этот термин применяют к провалам в известняках, а также в гипсе, поваренной соли или даже в погребенных льдах тундры, лесотундры и северной тайги.

Карстовые формы рельефа могут быть в виде воронок, карстовых обвалов и провалов, иногда полей. Последние образуются путем объединения нескольких карстовых воронок и имеют форму вытянутого корыта. В некоторых местах карсты имеют форму колодцев, даже отвесных шахт. Если шахта выходит на поверхность, то она носит название понора. Такие шахты встречаются под Москвой (село Мячиково).

Если грунтовые воды выносят много известкового материала, то в породе могут создаваться обширные пещеры. С потолка таких пещер могут спускаться патеки извести в форме сосуллек, носящих название сталактитов. Внизу образуются конусы из патежной извести — сталагмиты. В Советском Союзе большой известностью пользуется знаменитая Кунгурская пещера на Урале. Известковый карст и карстовые формы рельефа распространены в Крыму, на Урале, в Тульской, местами в Смоленской и Московокой областях.

Просадки грунта в местах растворения поваренной соли, гипса и других солей наблюдаются в Оренбургской области (Соль-Илецк) и в Среднеазиатских республиках (плато Устюрт). Очень хорошо выражен так называемый термокарст в Якутии, т. е. просадка грунта вследствие подтаивания погребенного льда. В дальнейшем здесь образуются алласы — довольно глубокие и широкие понижения, занятые главным образом луговой растительностью.

Действие ветра и эоловая форма рельефа. Ветер перераспределяет мелкоземистый материал по поверхности земли и тем самым создает своеобразные формы рельефа. Изменение рельефа под влиянием ветра называют дефляцией, а созданные ветром формы — эоловыми.

Транспортирующая способность ветра и воды во многом сходна. Поэтому иногда бывает трудно определить, под действием какого фактора та или иная осадочная порода образовалась. Правда, песчинки и пылинки из водоемов имеют всегда блестящую поверхность; вода не только полирует, но и растворяет вещества. Наоборот, песчинки ветровых отложений чаще всего имеют матовую поверхность. Однако этот признак не является достаточно надежным для решения вопроса о происхож-

дении осадочной породы. Денудационная деятельность ветра проявляется сильнее там, где рельеф сглажен, отсутствует лесная растительность, бывают резкие колебания температуры дня и ночи, года, например в пустынях, полупустынях, сухих степях и тундрах. В таких местах ветер может достигать огромной силы и переносить не только мелкоземистые частицы, но даже небольшие камни.

При скорости ветра 13 км в час частицы размером 0,75 мм описывают траекторию, уклоняющуюся от вертикальной линии приблизительно на 10°; частицы размером 0,37 мм отклоняются на 45°, частицы диаметром 0,18 мм несутся почти горизонтально, место осаждения пылинок размером 0,08 мм можно заметить с трудом, а пылинки диаметром 0,04 мм уносятся ветром на очень большие расстояния, не осаждаясь.

При средне-умеренных ветрах частицы размером 1—8 мм переносятся на несколько метров, частицы 1—0,25 мм могут быть перенесены на 1 км, частицы 0,05—0,1 мм — на несколько километров, грубая пыль 0,03—0,06 мм — на 300 км и более, средняя пыль 0,015—0,08 мм — на 1500 км, глинистые частицы диаметром меньше 0,015 мм могут переноситься вокруг земного шара.

Наиболее сильные ветры в нашей стране наблюдаются на севере в пустынях и областях высоких гор. По мере поднятия в горы денудирующая сила ветра возрастает. Этим можно объяснить отсутствие на земном шаре гор высотой более 9 км, а также горных систем в высоких широтах. Безлесность тундры также в значительной степени обусловлена сильными ветрами.

Особенно большую дефляционную деятельность ветры проявляют в сухое время, когда с распаханых мест, обрывов, лишенных растительности склонов, улиц и дорог они поднимают огромное количество пыли. Огромный вред сельскому хозяйству приносят так называемые пыльные бури, часто наблюдаемые в центральных областях страны, на Украине, в Башкирии, Северном Кавказе, Казахстане, в районах Новосибирска и даже Красноярска. В пустынях и полупустынях бывают не только пыльные, но и песчаные бури.

В 1931 г. пыльную бурю автор наблюдал в районе Красноярска. В 8 часов утра при выезде в поле за пределами опытной станции поднялся ветер, который быстро усиливался. Несмотря на то, что окружающая территория была значительно облесенной, с открытых полей ветер поднимал в воздух много мелкоземистых частиц. Скоро воздух был так насыщен пылью, что солнце через темную мглу казалось красным пятном. На расстоянии 15 м нельзя было рассмотреть человека, виднелся только его силуэт. К 12 часам дня, когда ветер стал стихать, можно было видеть, как на полях слой почвы от 3 до 5 см был снесен ветром, корни всходов пшеницы были обнажены, а многие растения ле-

жали, устилая поле, и урожай погиб. Еще губительнее действие пыльных бурь в полупустынях.

В 1949 г. в районе Черного Рынка на Каспии пыльная буря выдула слой почвы от 2 до 10 см, до 50% пастбищных угодий превратила в лишенные растительности пустынные пятна. Значительная часть вынесенной почвы была отложена на расстоянии 3—10 км в форме вытянутых, ориентированных по ветру сугробов. В районе Махачкалы в 1950 г. на разбитых перегонном овец песчаных массивах сильный ветер развеял не только пылеватую и иловатую часть, но и песок. Песчаные наносы засыпали плодородные земли и жилые постройки слоем от 10 до 100 см и более. Много песка переносится ветром с берегов морей, где в прибрежной части образуются вытянутые песчаные бугры — дюны. Большие морские дюны имеются на берегах Каспийского, Черного и Балтийского морей. Речные дюны встречаются по берегам Днепра, Урала, Волги, Иртыша, Оби, Лены и других рек.

В пустынях Кызыл-Кумы, Кара-Кумы, Муюн-Кумы и других песчаный материал под влиянием ветра постоянно движется. Как правило, в пустыне с восходом солнца возникает ветер, который, усиливаясь после полудня, достигает большой силы. Затем ветер постепенно начинает ослабевать и ночью затихает. Кроме постоянных ветров, в пустыне бывают непостоянные. Так, в Среднеазиатских пустынях известен ветер афганец, который дует с высоких гор. Нагреваясь в пустыне, этот ветер иссушает землю и поднимает тучи пыли, сильно изменяя формы рельефа. Там, где почва не защищена растительностью, создаются характерные формы сыпучих песков — барханы. Барханами называют подковообразной формы песчаные бугры, у которых наветренный склон — покатый, а подветренный — крутой. Бархан передвигается в сторону крутого склона. Высота бугра может достигать нескольких десятков метров. Чаще всего встречаются цепи барханов.

Барханы возникают следующим образом. Сыпучий песок, движущийся под действием ветра, образует у какого-либо препятствия (кустик или скопление растений) бугорок, который постепенно растет и приобретает форму бархана. Движущиеся барханные пески на своем пути могут засыпать пастбища, посевы, постройки, дороги.

В пустынях могут создаваться также бугристые формы рельефа — скопление так называемых кучевых песков в виде бугров, куч и холмиков различного размера без определенной ориентации. Кучевые пески накапливаются в местах обитания песколюбивой растительности (например, коллигонумов, тамариксов, селитрянницы).

Вследствие современного и древнего развеивания песков может создаваться грядовой рельеф. В пустынях встречается также увалово-останцовый рельеф. Он образо-



Рис. 3. Барханные сыпучие пески (фото С. Наумова).

вался на не полностью разрушенном выветриванием старом рельефе с добавлением новых эоловых наносов. Увалово-останцовый рельеф формируется на твердых геологических породах, которые с трудом поддавались выветриванию. Сверху бугра-останца до глубины 0,5—0,1 м залегают наносные пески, ниже расположена твердая материнская порода древних геологических отложений.

В руслах рек можно встретить гривовый рельеф, созданный древним и современным развеванием песков. Гривы, или вытянутые холмы, ориентированы по течению реки.

На песчаных отложениях, а также на суглинках и глинах иногда формируется равнинно-рытвинный рельеф. Рытвины появляются в местах провалов в почве в результате выщелачивания и выноса солей из грунта. Это особая форма карста.

На северных и северо-восточных окраинах Средней Азии на лессовых отложениях преобладает равнинный рельеф. Здесь находится Голодная степь, названная так потому, что она бывает покрыта естественной эфемеровой растительностью лишь несколько недель. Остальную часть года глинистые пустыни представляют собой в природных условиях высохшее, безжизненное пространство. Но теперь в Голодную степь по воле советского человека пришла вода, орошенные земли будут давать высокие урожаи хлопка и риса, повсюду зацветут сады. В глинистых пустынях часто можно наблюдать вытянутые депрессии, изгибающиеся, подобно реке, с крутыми берегами и с сухим руслом — вайди. Считают, что они представляют собой высохшие русла бывших рек.

Среди равнинных и горных мест встречаются покрытые камнями территории — это пустыни гаммады. Они наблюдаются на Копет-Даге, Больших и Малых Балханах, в восточной

части Бет-Пак-Далы, на Памире. Происхождение каменистого покрова гаммад может быть различным: элювий, получившийся в результате выветривания, у которого вынесен мелкозем; иногда это обломочный материал, принесенный водой или ледником; могут быть и другие причины его образования.

Глава 5. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ В СССР

Согласно принятой в геоморфологии классификации, на территории Советского Союза можно выделить 4 основных типа рельефа: горный, или построенный, структурный, или пластовый, скульптурный, или эрозионный, и аккумулятивный, или насыпной. Каждый тип рельефа характеризуется ему присущими резко отличными чертами поверхности и характером отложений, имеющими важное хозяйственное значение.

Формы рельефа создались в результате проявления эндогенных и экзогенных сил. Если в каком-либо районе СССР преобладали эндогенные силы, то создавался горный рельеф. Наоборот, экзогенные силы образовали скульптурный и аккумулятивный рельеф. Если имелось относительное равновесие этих сил, создавался тип пластового, или структурного, рельефа. Каждый из этих типов рельефа подразделяется на более мелкие. Горный рельеф может быть высокогорным с наличием для отдельных мест нагорий и альпийских форм, среднегорным, низкогорным и сельговым. Структурный рельеф бывает с наличием плато, плоскогорий, с преобладанием куэст, он бывает низкогорным структурным. Скульптурный рельеф может характеризоваться проявлением линейной эрозии, наличием речных размылов, плоскостных смылов и морской абразии. Аккумулятивный тип рельефа представлен главным образом равнинами. Последние могут быть аккумулятивными, аккумулятивно-наклонными, межгорными котловинами, областями ледниковой аккумуляции, областями морской аккумуляции и областями эоловой аккумуляции.

Перечисленные формы рельефа можно наблюдать в разных местах Советского Союза. Они создаются под влиянием, с одной стороны, особенностей климата, а с другой — особенностей тектоники отдельных участков земной коры. По сходству рельефных форм отдельных областей страны и их хозяйственной значимости можно выделить следующие геоморфологические области Советского Союза:

1) балтийский кристаллический щит с подразделением гор и плоскогорий Кольского полуострова и денудационных форм Карелии;

2) равнины европейской части СССР, равнины низкогорья Турана и низменная Западно-Сибирская равнина;

3) горный рельеф Кавказа, Крыма и северо-восточная часть Карпат;

4) область Урала и Новой Земли;

5) горы Средней Азии, включая Южный Казахстан;

6) казахстанский мелкосопочник;

7) горы Южной Сибири, включая Южно-Сибирскую плоскую возвышенность;

8) рельеф области Восточной Якутии (горы и низменности) и дальневосточного севера;

9) горы маньчжуро-монгольского типа;

10) вулканические горы и впадины Дальнего Востока.

Область балтийского кристаллического щита охватывает территорию горной тундры Кольского полуострова и холмистое плоскогорье западной части его и севера, гряды Кейвы, плоскогорье от этой гряды к востоку и равнины центральной части Кольского полуострова. Здесь выделяется по формам рельефа область преобладания денудации — район высоких гряд, сложенных преимущественно кварцитами, разделенными узкими заболоченными понижениями. Это район Варака, расположенный в Центральной Карелии. Гряды и ложбины ориентированы с северо-запада на юг-юго-восток, а в Южной Карелии — почти широтно. В этом районе хотя и встречаются небольшие равнины, но гряды придают своеобразный, неповторимый колорит рельефу. В Карелии имеется равнинный рельеф, созданный денудацией и перемещением отдельных глыб гранитов и гнейсов. Но он часто нарушается холмами, сложенными мореной, наличием камов, озов и зандров. Кроме того, в пределах щита выделяется так называемый сельговый рельеф, развитый по северному берегу Онежского озера. Он характеризуется наличием долин и рек, разделенных узкими каменными грядами с совершенно отвесными склонами. Часть долин образует фьордобразные рвы. На дне озер имеются глубокие депрессии. Рельеф района сельг возник в результате разломов в твердокаменных породах, обработанных в дальнейшем абляцией льда.

В пределах щита следует также выделить Беломорскую низменность и кряж Ветряной Пояс. Последний на всем протяжении имеет водораздельное значение. С него стекает ряд мелких рек, часто текущих в глубоких скалистых ущельях. Этот район характеризуется мелкой контурностью и сложностью гидротермического режима отдельных контуров.

Рельеф Европейской равнины образовался на древних, сильно дислоцированных гранитах и гнейсах, перекрытых недислоцированными древними осадочными породами. В отдельных местах имеются выступы кристаллических масс (Воронежский фундамент, Азово-Подольский выступ). В предгорьях Урала, Кавказа, Карпат, Крыма и Балтийского щита равнинный характер оживляется увалами, плато.

Равнинный характер древних отложений сильно изменен ледниковой аккумуляцией и действием аллювиальных потоков ледниковых и речных вод, а также озерными отложениями. Современный рельеф также создан с участием водной эрозии и речной аккумуляции. Равнинный рельеф юго-востока обусловлен трансгрессией Каспийского моря и дальнейшим его отступлением.

В землеустроительном отношении Европейская равнина имеет ряд особенностей. Так, в пределах Средне-Русской возвышенности водная эрозия образовала сложный измятый рельеф с большим количеством оврагов и балок. В Прибалтийской части рельеф холмисто-волнистый с изобилием валунов, затрудняющих выделение пахотных земель. В районе Мещеры, Полесья, реки Дона имеются типичные зандровые пространства, характеризующиеся большими массивами песков, испещренными мелкими понижениями и повышениями. Депрессии в этих местах заняты болотами. Область Валдайской возвышенности имеет крайне пестрый рельеф. Рельеф Приволжской возвышенности с Жигулевскими горами местами носит карстовый характер. Наиболее простой и ровный рельеф центральных равнин, а также Черноморья.

Западно-Сибирская равнина покрыта лесом, заболочена и мало освоена. Равнинный рельеф испещрен здесь мезо- и микроповышениями и понижениями. Эта территория когда-то была морским заливом, который постепенно был засыпан материалом, приносимым сюда реками с гор. Постепенное поднятие территории и дальнейшие наносы реками продолжают и теперь.

Большая часть Туранской низменности — остаток древнего моря. Здесь много депрессий, глубина некоторых из них ниже уровня моря. Поверхностный слой равнины сильно засолен. В пределах Туранской низменности имеется плато Устюрт, ограниченное обрывистыми уступами. Оно сложено известняками и имеет много карстовых образований. Рельеф носит суровый пустынный характер.

Горный рельеф Кавказа, Крыма и Карпат образован постепенным поднятием твердой части земной коры, начиная с мелового периода (Кавказ) вплоть до наших дней. Здесь много гор (Эльбрус, Казбек, Шаг-Даг и др.) высотой до 5000 м и более над уровнем моря; много горных хребтов, ущелий, каньонов, трогов, резко выраженных склонов, межгорных долин и примыкающих к горам территориальных поднятий. Особенно резко горный рельеф расчленен в области Кавказа и Закавказья. В горных районах территория используется главным образом для развития животноводства. Земледелие развито здесь незначительно, преимущественно в предгорных равнинах.

Крымские и Карпатские горы сравнительно невысокие. Их предгорья используются под виноградарство и садоводство.

Горные области Урала, Средней Азии, включая Южный Казахстан, для сельского хозяйства используются очень мало. Горы Южной Сибири занимают большие территории со среднегорным рельефом. Они обрамляют широкие межгорные котловины. В таких котловинах расположены, например, Чуйские степи, Енисейско-Чулымская впадина, Минусинская и Кузнецкая котловины, где в настоящее время хорошо развито земледелие.

Рельеф Восточной Якутии и гор маньчжуро-монгольского типа очень сложен. Сравнительно холодный климат создает условия для развития только животноводства, главным образом оленеводства.

Вулканические горы и впадины Дальнего Востока представляют неповторимый на территории Советского Союза рельеф. Он характеризуется отдельно расположенными горами с крутыми скатами в разные стороны. Здесь имеются условия лишь для развития животноводства, преимущественно для оленеводства.

Раздел II. ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОБОТАНИКИ

Глава 6. **ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ**

Почва — сложная динамическая система, в которой постоянно изменяется состав, свойства и энергия. Эти изменения мы называем почвообразовательным процессом.

В 80-х годах прошлого столетия В. В. Докучаев выделил следующие факторы почвообразования: климат, рельеф, материнские породы, животный и растительный мир и возраст страны. Основное значение он придавал климату. Но в дальнейшем (В. Р. Вильямс) было установлено, что ведущая роль в почвообразовании принадлежит не климату, а биологическому фактору и деятельности человека.

Живые организмы создают в почве органические вещества, принимают участие в создании структурных агрегатов, изменяют состав минералов и почвенного раствора. Человек при обработке и удобрении почвы регулирует в ней жизнь микро- и макроорганизмов.

Климат как фактор почвообразования. Количество выпадающих осадков оказывает влияние на влажность почвы, т. е. на создание условий для жизнедеятельности растений и микроорганизмов, населяющих почву.

Часть воды, выпадающая в форме осадков, испаряется, часть стекает по склонам и, наконец, какая-то часть задерживается в почве. Почвенная влага, так же как и стекающая с поверхности почвы и испаряющаяся, участвует в почвообразовательном процессе. Первая — растворяет минеральные вещества и создает условия для жизни растений и микробов, вторая перемещает минеральные и органические частицы почвы по склонам, третья увлажняет окружающий воздух, создавая благоприятные условия для произрастания растений.

Количество выпадающих осадков и их характер зависят от географического положения, удаленности от морей и океанов. Во время обильных дождей, особенно когда они носят ливневый

характер, значительная часть минеральных и органических веществ перемещается на нижние элементы рельефа, при этом часто образуются промоины, смывы, овраги и намывы.

Выпавший снег утепляет почву, удлиняя период деятельности микроорганизмов. При сдувании снега и образовании сугробов создаются неравномерные условия увлажнения почвы таковыми водами, что также влияет на почвообразовательный процесс.

Грунтовые воды при сильной их минерализации могут вызвать засоление почвы. Избыточное увлажнение почв ведет к заболачиванию.

От температуры воздуха и почвы зависит быстрота химических и биохимических реакций в почве. Температура влияет на интенсивность испарения влаги и на влажность почвы. С повышением температуры примерно до 20—35° усиливается жизнедеятельность микроорганизмов и растений. Если температура почвы превышает 40°, то жизнедеятельность организмов уменьшается или полностью прекращается. При температуре, близкой к нулю, деятельность организмов постепенно замирает.

Велика роль и ветра, особенно на открытых выровненных пространствах, например в пустынях, степях и тундрах. Выдувая с поверхности почвы пылеватые и песчаные частицы, ветер часто изменяет почвенный профиль так, что он теряет свои первоначальные генетические признаки. Иногда на поверхности остаются лишь слабо измененные выступы материнских пород.

Ветер способствует выравниванию отрицательных элементов рельефа, местами создает бугристые, наносные формы и тем самым изменяет почвообразовательный процесс. Ветром со стороны морей и океанов переносятся растворимые в воде и поднятые брызгами волн соли, способствуя тем самым накоплению соли в приморских почвах.

Сухие ветры (суховей) вызывают гибель посевов, а местами от них выгорает и естественная растительность.

Рельеф и его роль в почвообразовании. От рельефа во многом зависит распределение на Земле тепла и влаги. Рельеф оказывает влияние на направление ветров, их силу, характер освещения поверхности почвы солнцем, формирование растительности. От рельефа в значительной степени зависит распределение почв по поверхности суши, особенно в горных странах. Но и в равнинных условиях всегда можно заметить влияние форм рельефа на процесс почвообразования.

На почвообразование влияют не только макроформы рельефа, но и микро- и даже наноформы. В каждом понижении и повышении легко можно заметить маленький участок почвы, отличающийся от окружающих, рядом расположенных почв.

Исключительно большая роль в почвообразовании принадлежит формам склонов и их экспозиции. Эрозионные процессы

больше всего проявляются на южных, крутых склонах. Северные склоны чаще бывают пологими; они дольше задерживают снег весной, что оказывает влияние на почвообразование.

Материнские породы как фактор почвообразования. Выходящие на дневную поверхность горные породы служат основным минеральным материалом для образования почв. Так, на лессах и лессовидных суглинках формируются почвы с большим содержанием углекислого кальция и углекислого магния. На покровных же суглинках и ледниковых песках формируются почвы, не содержащие этих солей. Присутствие в породах карбонатов кальция создает в почвах слабощелочную реакцию. На бескарбонатных суглинках и песках в почве возникает чаще всего кислая реакция. Почвы, формирующиеся на песках, беднее питательными веществами, чем на суглинках.

В северной части нашей страны высокоплодородными почвами считаются перегнойно-карбонатные, образовавшиеся в условиях подзолистой зоны на известняках. Углекислые соли кальция и магния нейтрализуют кислую реакцию почвенного раствора и создают благоприятную среду для деятельности микробов и развития растений. Очаги черноземов и серых лесных почв в подзолистой зоне сформированы по преимуществу на карбонатных и лессовидных породах, как видно, способствующих накоплению гумуса даже в условиях таежной зоны.

Часто материнские породы определяют положение уровня грунтовых вод и даже засоление верхних горизонтов почвы.

Возраст страны (время) как фактор почвообразования. По В. В. Докучаеву, для создания того или иного типа почв нужно определенное время. Здесь следует различать абсолютный и относительный возраст почв. Известно, что север нашей страны сравнительно недавно освободился от ледникового покрова. Наоборот, южнорусские и казахстанские степи, а также пустыни Туркмении и Узбекистана, часть Сибири и Дальнего Востока не покрывались ледником. В этих случаях почвообразовательный процесс различается по длительности, и поэтому почвы будут неодинаковыми, если даже все другие факторы почвообразования сходны между собой. Условно можно считать, что тундровые почвы являются самыми молодыми, подзолистые — среднего возраста, а черноземы и каштановые почвы по своему развитию — зрелые.

Таким образом, началом абсолютного возраста почвы считают момент освобождения суши от льда, озер, морей и океанов.

Что же касается относительного возраста почвы, то его роль в почвообразовании особенно хорошо заметна в горных местностях. Например, если южные склоны гор покрыты черноземами, то на северных склонах будут располагаться бурые или даже подзолистые почвы горных лесов. Если южные склоны

заняты почвами сухих степей, например каштановыми, то северные склоны — черноземами, т. е. почвами, требующими для своего образования при одинаковых условиях относительно меньше времени.

Глава 7. ОРГАНИЗМЫ И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Микроорганизмы. Исключительно большую роль в почвообразовании играют микроорганизмы. Почва представляет благоприятную среду для их существования. Она имеет достаточную влажность, значительное количество органических и необходимых микробам минеральных веществ, запасы воздуха, отсутствие губительного действия прямых лучей солнца. По данным проф. Е. Н. Мишустина, в 1 г даже бедной почвы (подзоле) содержится от 0,3 до 0,6 млрд. микробов, а в богатом органическим веществом черноземе — от 2 до 3 млрд. В 1 г пустынных орошаемых сероземов число микробов также доходит до 3 млрд. Общий вес микроорганизмов в пахотном слое богатых почв достигает примерно 3 т на гектаре. Особенно много их в прикорневой зоне, так называемой ризосфере.

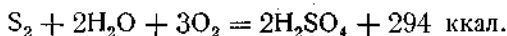
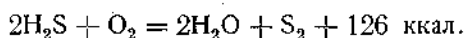
Оптимальная температура для жизнедеятельности микроорганизмов примерно 20—35° выше нуля. Но микроорганизмы могут существовать и при значительно более низких и высоких температурах. Наиболее активны они летом при благоприятных условиях влажности почвы. В жаркие дни лета, когда почва пересыхает, затухает и жизнедеятельность микробов. Бактерии лучше развиваются в нейтральной или слабощелочной среде, грибы — в кислой. С жизнедеятельностью микроорганизмов связаны изменения, происходящие в мертвом органическом веществе почвы.

Бактерии составляют самую большую часть микрофлоры почвы. Это одноклеточные организмы, лишенные хлорофилла, богатые нуклеопротеидами, имеющие оболочку; их размер не превышает нескольких микрон. Внешний вид бактерий очень разнообразен: шарообразный, палочкообразный, изогнутый. Есть и другие формы.

По характеру питания бывают бактерии **автотрофные** и **гетеротрофные**. Первые способны синтезировать органическое вещество из CO_2 , H_2O и минеральных солей. Вторые живут, используя готовое органическое вещество, синтезированное растениями или микробами. Автотрофные микробы используют или солнечную энергию (**фотосинтез**), или химическую энергию окисления минеральных веществ (**хемосинтез**). Микробы, обладающие фотосинтезом, окрашены в пурпуровый (например, серобактерии) или зеленый цвет.

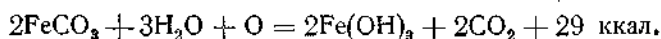
Широко распространены в почве **хемотрофные** бактерии: железобактерии, водородные, нитрофицирующие, тионовые.

Серобактерии (*Thiobacillus thiooxydans*) вызывают окисление сероводорода до серной кислоты:



Серная кислота, вступая в реакцию с основаниями, образует соли, например гипс — $\text{CaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Серобактерии — аэробы.

Железобактерии (*Crenothrix*, *Leptothrix*) имеют нитевидную форму, а *Callionela* — одноклеточный организм. Для своей жизнедеятельности они получают энергию от окисления закисных соединений железа, например:



Гетеротрофные бактерии в почве представлены разнообразными по физиологическим отправлениям группами. Они разрушают все органические остатки вплоть до полной их минерализации, т. е. образования солей. К ним относятся микроорганизмы, вызывающие брожение целлюлозы, пектиновых веществ, маслянокислое брожение, разложение белков.

Микроорганизмы, усваивающие свободный азот, впервые были обнаружены в 1893 г. С. Н. Виноградским. В дальнейшем выяснилось, что свободный азот могут усваивать некоторые другие бактерии и сине-зеленые водоросли. Наибольшее значение в этом отношении принадлежит так называемым азотфиксаторам, а также клубеньковым бактериям.

Из азотусваивающих микроорганизмов широко известен азотобактер (*Azotobacter chroococcum*), образующий на специальных питательных средах темноокрашенные колонии. Он представляет собой бесспоровую бактерию, в молодом возрасте палочковидную, а во взрослом — приобретающую форму кокка. Азотобактер — типичный аэроб, требователен к питательному субстрату, особенно к запасам фосфора. На бедных почвах не развивается; влаголюбив, не выносит кислой реакции.

Анаэробный микроб клостридий также усваивает свободный азот из воздуха. По описанию С. Н. Виноградского, он менее требователен к среде и может развиваться в кислых почвах. В отличие от азотобактера этот азотфиксатор усваивает свободный азот только в том случае, если в почве нет в доступной для микроба форме минеральных и органических азотсодержащих соединений.

Клубеньковые бактерии (*Bacterium radicumicola*) были впервые обнаружены в 1860 г. М. С. Ворониным на корнях бобовых растений. Они могут свободно жить в почве, но чаще вступают в симбиотическое сожительство с бобовыми растениями.

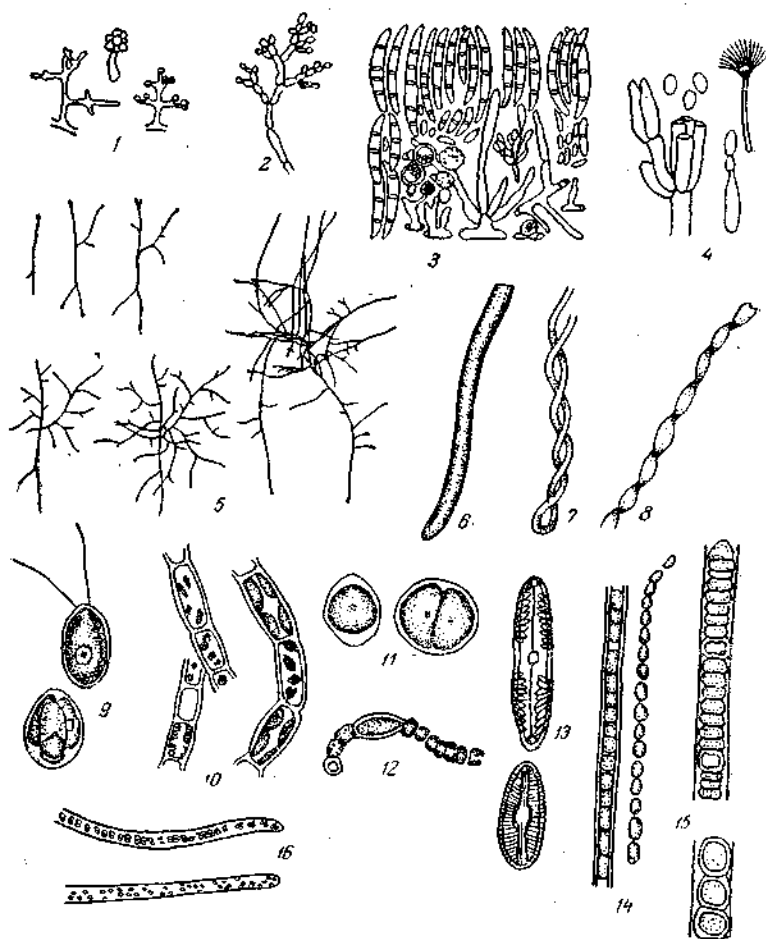


Рис. 4. Почвенные микроорганизмы:
1-4 — грибы; 5 — актиномицеты; 6-8 — железобактерии; 9-15 — водоросли;
16 — сиробактерии.

Проникая в корни, они вызывают вздутия (клубеньки), в которых живут и размножаются (не образуя спор).

От растения-хозяина бактерии получают углеродсодержащие вещества, а сами снабжают его азотистой пищей. После отмирания растения прекращается усвоение бактериями азота. У разных бобовых растений имеются специфические расы этих микроорганизмов. На гектаре посевов бобовых культур при высоких их урожаях за вегетационный период накапливается до 330 кг азота, т. е. в несколько раз больше, чем обычно вносят с минеральными удобрениями.

Грибы. Кроме бактерий, в почвообразовательных процессах принимают участие грибы. Последние являются гетеротрофными организмами, т. е. питаются готовым органическим веществом. Больше всего встречаются в почве плесневые грибы, например *Penicillium*, *Aspergillus*. Также распространены сумчатые грибы — *Actinomycetes*, дрожжевые — *Saccharomycetes*, грибы-водоросли и несовершенные (*Fungi*).

Многие грибы живут в симбиозе с зелеными растениями, образуя на их корнях микоризу. Это так называемый микотрофный тип питания растений. Микориза по отношению к корню растения может быть наружной и внутренней. Грибы используют представляемые растениям углеводы и некоторые другие органические вещества и снабжают растительный организм минеральными солями, водой, азотом, который они берут из перегной, торфяных остатков, лесной подстилки и т. д. Известные всем съедобные грибы (белый, подберезовик, подосиновик, масленок, сыроежка и др.) представляют собой плодовые тела грибов, образующие споры, а их грибницы находятся в земле. Они оплетают корни древесного растения, вступая при этом в сложное симбиотическое сожительство.

Грибы способны развиваться как в кислой, так и в нейтральной среде. Именно этим следует объяснить разложение в лесах древесных остатков, обладающих кислой реакцией, главным образом грибной микрофлорой. Грибы разлагают лигнин, клетчатку, жиры, белки и другие органические соединения. Они играют большую роль в образовании и разложении перегнойных веществ в почве.

Актиномицеты (*Actinomycetes*), или лучистые грибы, состоят из ветвистого не разделенного на клетки мицелия (грибницы). Они обычно окрашены в черные, красноватые, розовые, зеленоватые и бурые цвета. Выделения актиномицетов угнетают

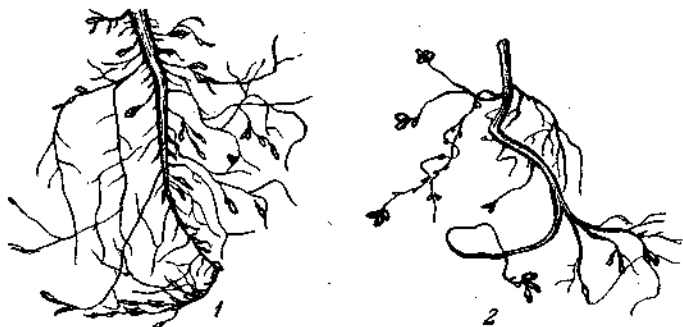


Рис. 5. Корневые клубеньки у бобовых растений:

1 — клевер; 2 — люцерна.

жизнедеятельность бактерий, поэтому их используют для изготовления антибиотиков. Актиномицеты разлагают безазотистые и азотистые вещества, в том числе и перегной.

В почве, кроме того, встречаются жгутиковые (Flagellata), зеленые (Chlorophyceae), сине-зеленые (Cyanophyceae) и диатомовые (Diatomeae) водоросли. Они распространены главным образом в верхнем слое почвы, придавая ему иногда зеленоватый цвет. Водоросли принимают участие в выветривании горных пород и отдельных минералов, например разлагают каолинит на окислы алюминия и кремния. Эти микроорганизмы способны синтезировать, подобно растениям, органическое вещество, а сине-зеленые водоросли усваивают даже газообразный азот. Обильное развитие их обогащает почву главным образом углеводами и стимулирует тем самым деятельность некоторых бактерий, в том числе азотобактера.

Лишайники — одни из первых растений, поселяющихся на малопитательном минеральном субстрате или древесине. Они представляют собой симбиотическое сожительство грибов и водорослей. Лишайники делят на накипные, корковые, листовые и кустистые. Они очень энергично с помощью гифа гриба внедряются в горные породы. При этом выделяется угольная кислота и особые лишайниковые кислоты, которые способствуют разрушению минералов. Лишайники угнетающе действуют на бактерии.

Мхи поселяются вслед за лишайниками, образуя на поверхности камней и скал еле заметный слой почвы. Они имеют ризоиды (волосковидные образования), заменяющие им корни. При отмирании нижней части мхи оставляют в почве много органического вещества, способствующего в дальнейшем развитию зеленых растений.

Простейшие. В эту группу организмов, населяющих почву, входят жгутиковые (Flagellata), корненожки (Rizopoda) и инфузории (Ciliata). Простейшие, как правило, аэробы. Жгутиковые и некоторые инфузории питаются растворимыми в воде органическими веществами. Некоторые жгутиковые автотрофны. Простейшие встречаются преимущественно в верхнем слое почвы. В богатых органическим веществом почвах распространены амёбы. Простейшие переводят сложные органические вещества в более простые.

Животные. В почве много дождевых червей, муравьев, личинок насекомых. Они пропускают через пищеварительный тракт измельченные органические вещества и обогащают почву экскрементами, способствующими образованию почвенной структуры — микро- и макроструктуры. Дождевые черви, например, могут пропустить через свой организм в течение года несколько тонн земли на гектаре. Они делают глубокие ходы в почве, создавая порозность и улучшая ее водопроницаемость. В почвообразова-

нии некоторую роль принимают кроты, мыши, суслики, хомяки и др., а в пустынях даже черепахи.

Зеленые растения. Этим растениям принадлежит основная роль в почвообразовании. Используя солнечную энергию, они синтезируют органическое вещество из углекислоты воздуха, воды, соединений азота и зольных элементов. Отмирающие части растений используются микроорганизмами, создающими в результате своей жизнедеятельности особое органическое вещество — гумус. Зеленые растения находятся в сложном взаимодействии с микробами, грибами и другими почвенными организмами. С их деятельностью связано формирование почвенных горизонтов.

Глава 8. МОРФОЛОГИЯ ПОЧВ

Почвоведом, агрономам и землеустроителям часто приходится определять агрономические свойства почвы на основе ее морфологических признаков. Однако некоторые исследователи считают, что эти признаки для оценки почв ненадежны, ими следует пренебрегать и больше уделять внимания химическим анализам и изучению биологических процессов.

Конечно, почвенные анализы и знание биологических процессов могут дать очень многое для агрономической оценки почв, но это несколько не умаляет значение и морфологических признаков, которые нужно изучать так же тщательно, как и все другие свойства.

Знание морфологии почв особенно важно для землеустроителя, которому очень часто приходится выполнять работу в неосвоенных или малообжитых местах, удаленных от химических лабораторий. В этих случаях изучение морфологии почв дает возможность определить агрохимические и агрономические свойства почвы непосредственно в поле.

К морфологическим признакам почвы относятся строение профиля, окраска, структурность, механический состав, новообразования и включения, сложение почвы, т. е. все признаки, которые могут быть изучены с помощью зрения и осязания.

Строение профиля почвы. В результате почвообразовательного процесса создается профиль почвы. Он имеет, как говорят почвоведы, строение. Важнейшие элементы строения профиля — почвенные горизонты и их отличие друг от друга.

Каждый тип почвы (например, чернозем, серые лесные, каштановые почвы) имеет свои характерные горизонты, различающиеся по мощности, окраске, плотности и другим признакам. Знание этих особенностей дает возможность исследователям определить тип почвы и его разновидность.

Горизонты почвы обозначают буквами. Буквой А обозначают верхний перегнойно-аккумулятивный горизонт почвы;

в этом горизонте накапливаются преимущественно органические вещества и частично вымываются растворимые в воде вещества. Для некоторых почв этот горизонт подразделяется на A_1 , A_2 и даже A_3 , в зависимости от окраски, структуры, плотности и других признаков. На пашне выделяют горизонт пахотный, обозначаемый $A_{\text{пах}}$; на луговых почвах — горизонт дерновый — $A_{\text{дер}}$. Обозначение A_2 применяют к элювиальным горизонтам: подзолиному для почв лесной зоны, выщелачивания и оподзоливания для черноземов, лесостепных почв и солодей.

Иллювиальные горизонты, в которых накапливаются окислы железа, алюминия, частично гумуса и других коллоидов, обозначают буквой B с подразделением, в зависимости от окраски, плотности, структуры и некоторых других морфологических признаков, на B_1 , B_2 , B_3 и т. д.

В болотных или избыточно увлажненных почвах торфяные горизонты обозначают буквой T . Глеевый горизонт обозначают буквой g . Иногда эту букву прибавляют к горизонту A или B , если в нем заметно оглеение, например, A_g и B_g .

Материнскую породу, мало затронутую почвообразовательным процессом, обычно с глубины 1,5—2,5 м обозначают буквой C . Если в породе имеется различие в геологических слоях, то ее расчленяют на C_1 , C_2 и C_3 .

В последнее время, по предложению акад. А. Н. Соколовского, в практику почвенных исследований вводится рациональная система обозначений почвенных горизонтов. Гумусовый горизонт обозначается буквой H , горизонт вымывания, ранее обозначаемый A_2 , — E ; горизонт вымывания, ранее обозначаемый B , — I ; горизонт глеевый — g ; торфянистый — T ; материнская порода — P . Лесную подстилку обозначают H_0 , пахотный горизонт — $H_{\text{пах}}$, оторфованный — H_T .

Применяя рациональное обозначение горизонтов, можно любой профиль почвы выразить соответствующей формулой. Например, профиль подзолистой почвы можно обозначить: $EH_{10}, E_{20}, I_{60}P_{150}$; профиль чернозема: $H_{25}^{пах}H_{15}HI_{30}I_{30}^gP_{150}$, где цифрами обозначена мощность горизонтов в сантиметрах*.

Окраска почв. Окраска горизонтов даже в пределах одного и того же почвенного профиля может быть очень разнообразной: от буровато-серой до красно-бурой для подзолистых почв и от темной, почти черной, до буро-палевой и палевой для черноземов.

При обследовании почвоведы часто дают окраске почв многосложные названия, но они очень субъективны. Чтобы унифицировать определение окраски почвы, имеются специальные шкалы.

Познакомимся с основными веществами, от которых зависит окраска почвы.

* H — первая буква от слова humus — перегной; E — eluo — вымываю; I — illuo — вмываю; T — torf; P — peter — камень; C — карбонаты; S — сульфаты; Cl — хлориды.

Органические вещества (гумус или перегной) в черноземных почвах окрашены преимущественно в темные, почти черные тона, со слабо-коричневатым оттенком. Так как гумуса в этих почвах много, то он затушевывает окраску всех других веществ, и поэтому черноземы кажутся очень темными.

Но в почти черном органическом веществе почв всегда содержится небольшая примесь гумуса, обладающего коричневой окраской. Например, гумус северных почв светлее, чем черноземов. В нем ясно заметна коричневатость. Если подвергнуть осаждению сильным коагулянтном наиболее дисперсную часть гумуса, то можно увидеть в нем вещества, окрашенные в желтоватый цвет.

Окраска почвы зависит не только от гумуса, но и от общего фона, на который он отложится. Если в почве гумуса много, например 7% и более, то фон обычно не просвечивается, но при 3—5% гумуса фон становится заметным. Например, каштановые почвы имеют коричневатый оттенок потому, что через темный цвет гумуса просвечивают красноватые окислы железа. При том же содержании гумуса (3%) серые лесные почвы окрашены в серый цвет только потому, что в них значительно меньше окислов железа, которые к тому же окрашены в более тусклые тона. Сильно осветляют окраску почвы белый цвет кремневой кислоты, каолина, углекислого кальция, окислы алюминия и другие бесцветные минералы.

При одном и том же количестве гумуса почва может казаться и очень темной и светло-серой, что часто зависит от различия в механическом составе. Песчаная и супесчаная почвы при одном и том же содержании гумуса кажутся значительно темнее глинистых и тяжелосуглинистых почв. Объясняется это тем, что поверхность песчаных и супесчаных частиц, которую покрывает гумус, значительно меньше, чем глинистых, и окраска поэтому ложится гуще.

Если «корочка», образованная гумусом в структурном агрегате, присыпана аморфной кремневой кислотой или бесцветным мелкозернистым кварцем, то даже при значительном содержании гумуса почва кажется светлой; если же в солонцовых почвах тонкая пленка гумуса распределяется по поверхности структурного агрегата, то даже при малом общем содержании перегной почва будет казаться темной.

Кроме гумуса, почву в темные тона окрашивают окислы марганца и минералы: вад, псиломелан, пиролюзит, встречающиеся в подзолистых почвах, красноземах, иногда солонцах.

Часто окислы железа с небольшой примесью $Mn_2O_3 \cdot nH_2O$ образуют в подзолистых почвах так называемые орштейновые зерна в форме округлых мелких, как дробь, образований,

иногда величиной с горошину, реже больше. Они встречаются во временно избыточно увлажненных почвах, например на второй и в начале последней трети склона, по небольшим бессточным падьям на водоразделе.

В болотных почвах темную окраску иногда вызывает присутствие сернистого железа. В отличие от гумуса его можно обнаружить по запаху сероводорода, особенно сильно выделяющегося при действии на почву слабым раствором соляной кислоты.

Кварц и аморфная кремневая кислота в природе окрашены большей частью в бесцветные, белые тона. Поэтому чем в почве больше этих веществ, тем она кажется светлее, становится «белесоватой» или «белесовато-белой». Образую присыпку, припудренность структурных агрегатов, эти вещества сильно осветляют выщелоченные и северные черноземы, а также серые лесные почвы.

Из других минералов, имеющих белую окраску, следует назвать альбит, анортит, каолин, некоторые другие глинные минералы, а также гидрат окиси алюминия, кальцит, гипс, глауберову соль, соду, мелкие кристаллы поваренной соли.

Каолин, другие глинные минералы и окислы алюминия встречаются во всех почвах. Кальцит — в темноцветных почвах севера и, начиная с лесостепи, во всех южных почвах. Выцветы гипса выделяются в каштановых и других южных почвах. Растворимые в воде бесцветные, кажущиеся белыми, соли CaCl_2 , Na_2SO_4 встречаются в солончаках и нижних горизонтах солонцов.

Окислы железа в почвах могут быть темно-шоколадной, красновато-кирпичной, желтой (охра) и голубовато-зеленоватой окраски (по заболоченным местам). Красно-бурый цвет имеют окислы трехвалентного железа, встречающиеся в хорошо проветриваемых почвах, например в черноземах, каштановых почвах, красноземах. Встречаются они и в подзолистых почвах, но при условии хорошей аэрации. Окислы трехвалентного железа желтой окраски можно наблюдать в почвах, где аэрация затруднена. Кроме того, такие окислы образуются в некоторых красноземных почвах, которые в этом случае называют желтоземами.

Закисные формы окислов железа ($\text{FeO} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) имеют сизую окраску. Эти соединения встречаются в заболоченных почвах, а временно в небольших количествах на всех пониженных местах, где с весны долго застаивается вода.

Таким образом, наблюдая красно-бурую, желтую или зеленовато-голубую окраску, мы можем иметь общее представление об условиях, складывающихся в почве. Наличие красно-бурых окислов железа даёт возможность утверждать, что почва хорошо проветривается и корневая система растений не будет страдать от недостатка воздуха. Обилие желтоватых тонов в подзолистых

почвах говорит о слабой проветриваемости почвы, а сизые тона — о явном недостатке воздуха для обычных растений. На почвах, богатых закисью железа, могут расти только осоки и некоторые другие болотные растения. Чтобы определить присутствие закисной формы железа, на почвенный образец действуют 1 %-ной соляной кислотой, прибавляя затем реактивы: красную кровяную соль или диметилглиоксим с аммиаком. При наличии закиси железа вытяжка из почвы в первом случае окрашивается в синий цвет, во втором — в красный. Интенсивность окраски указывает на количество закисных соединений железа в почве.

Кроме характерных закисных окислов железа, в заболоченных почвах часто встречается закисная соль фосфорнокислого железа ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Она носит название вивианита и довольно характерна для более или менее глубоких слоев низинного торфа. Непосредственно в болотах ее прослойки имеют обычно вид сметаны. Но если торф подсушен или сметанообразная масса вивианита окажется на воздухе, то она в течение полчаса приобретает голубую окраску.

Синеватые и синеовато-фиолетовые тона редко встречаются в почвах. Но, например, на Крымской яйле, в районе Артека под злаково-разнотравной растительностью можно встретить почвы яркой синеовато-фиолетовой окраски. Такие же почвы небольшими пятнами иногда встречаются среди красноземных почв в районе Батуми. Фиолетовый цвет присущ, по-видимому, марганцовым соединениям. Крайне редко, но все же встречается окраска в почвах малинового цвета. Это также связано с наличием соединений марганца. Такая окраска встречается, например, в оподзоленных почвах Горячего Ключа на Северном Кавказе.

В Московском институте землеустройства для определения окраски почв применяют специальный прибор, называемый цветомером. Он представляет несколько измененную вертушку Максвелла и состоит из четырех входящих друг в друга дисков, окрашенных в черный, белый, красный и желтый цвет. Диски вращаются специальным механизмом. Черный диск покрыт сажей, белый — свежесажженным сернокислым свинцом, красный — киноварью и желтый — аммонийно-фосфорно-молибденовой солью или соответствующим заменителем.

С помощью прибора легко определить окраску любой почвы. Для этой цели порошкообразную массу почвы помещают рядом с цветомером. Выдвигая и вдвигая диски, т. е. уменьшая или увеличивая площадь того или иного цветного диска, и вращая его, добиваются совпадения окраски цветомера и почвы, после чего определяют процентное участие каждого цвета. После определения соотношения цветов устанавливают название окраски и ориентировочно делают выводы о содержании в почве гумуса, железа, кремневой кислоты и других веществ. Для облегчения

работы почвовед пользуется шкалой окраски почв в виде карманного альбома или настенной таблицы, составленной по цветому. Для каждой окраски указано процентное соотношение площадей участвующих в ней дисков и закреплено название. Для определения окраски почв по шкале в поле подносят комочек почвы к альбому и подбирают по его шкале соответствующую почве окраску.

Структурность и структура почв. Способность почвы распадаться на комочки различной формы называется ее структурностью, а самые комочки — структурными агрегатами, или структурой. Почва без структурных агрегатов, представляющая раздельночастичную, рассыпчатую или однородноплотную массу, считается бесструктурной. Таковы, например, песчаные, распыленные или, наоборот, плотные, монолитные, слитые почвы.

Характерные особенности той или иной формы структурных агрегатов создаются в определенных условиях и присущи определенным типам почв. Изменение условий почвообразования приведет к созданию других типов почв и другой формы структуры.

Структурные агрегаты по форме могут быть разбиты на группы (табл. 9).

Таблица 9

Формы структурных агрегатов и их размеры

Формы структурных отдельностей		Размеры (мм)
Глыбистая	крупноглыбистая	Более 200
"	мелкоглыбистая	От 200 до 100
Комковатая	крупнокомковатая	" 100 " 50
"	мелкокомковатая	" 50 " 10
Ореховатая	крупноореховатая	" 10 " 7
"	мелкоореховатая	" 7 " 5
Зернистая		" 5 " 1
Порошистая		" 1 " 0,25
Пылеватая		Меньше 0,25

Глыбистая структура наблюдается только при плохой пахоте. Кое-где в полупустынных степях глыбы в почвах можно видеть при растрескивании солонцов.

Комковатую и мелкокомковатую структуру практически имеют все пахотные земли.

Ореховатая и зернистая структуры имеются в черноземных почвах, серых лесных, иногда каштановых.

При сильном распылении почв обрабатывающими орудиями образуется порошистая и пылеватая структура. Осо-

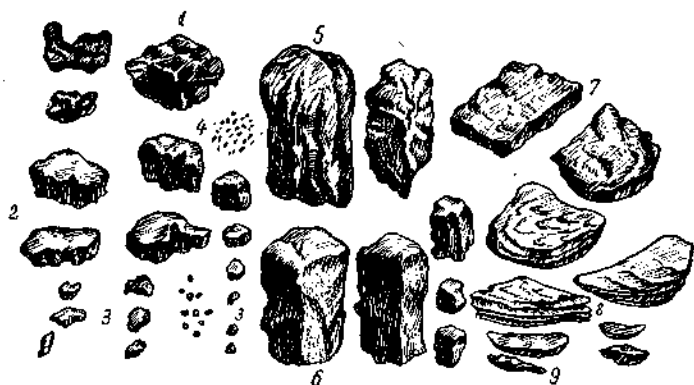


Рис. 6. Структурные агрегаты:

1 — комковатая; 2 — ореховатая; 3 — зернистая; 4 — порошистая;
5 — столбчатая; 6 — призматическая; 7 — плитчатая; 8 — листовая;
9 — чешуйчатая.

бесно много ее наблюдается в так называемых выпавших почвах.

Кроме указанных форм структурных отдельностей, в почвах встречаются слоистая, призматическая, чешуйчатая и столбчатая формы агрегатов. Слоистая форма агрегатов бывает: плитчатая (толщиной 5—3 мм), пластинчатая (толщиной 3—1 мм) и листовая (толщиной меньше 1 мм).

Слоистая и пластинчатая структуры встречаются в северных подзолистых почвах в подгумусовом горизонте, а также иногда в лесостепных почвах, примерно на глубине 20—25 см. Такую структуру часто имеет верхний горизонт солонцов. Листоватая структура наблюдается в подпахотном слое во многих почвах. В этом случае она получается от давления пяты плуга при обработке почвы.

Призматическая форма агрегатов делится на собственно призматическую и узкопризматическую (карандашную). Этот вид структуры наблюдается в нижних малогумусных горизонтах многих почв суглинистого и глинистого механического состава в районах достаточного увлажнения. Наиболее распространена все же призматическая форма.

Призматические агрегаты имеют длину ребра от 30 до 50 мм. В этих агрегатах длина в полтора раза больше ширины. Узкопризматическая форма напоминает толстый граненый карандаш длиной примерно около 10—15 см. Встречается в нижних горизонтах серых лесных почв (редко).

Чешуйчатую структуру можно наблюдать в самом поверхностном слое почвы сухих степей и полупустынь. Она представляет собой изогнутые, мелкие, скорлуповатые структурные отдельности.

Столбчатые агрегаты бывают крупностолбчатыми (диаметр более 50 мм) и мелко столбчатыми (диаметр менее 50 мм). Этот вид структуры встречается в солонцовом горизонте солонцов.

Агрономическое значение структуры. С давних пор агрономы приписывали структуре почв большую роль в проявлении тех или иных агрономических свойств. В прошлом исследования о значении структуры для плодородия почвы провел П. А. Костычев. Он считал, что способность чернозема рассыпаться на мелкие, зернистые отдельности предохраняет эту почву от излишнего испарения, облегчает обработку, повышает жизнедеятельность полезных микроорганизмов. Особо ценной этот исследователь считал структуру целинных земель. Восстановление плодородия залежей Костычев объяснял восстановлением в них зернистой структуры.

Большое агрономическое значение придавал структуре почвы акад. В. Р. Вильямс. Он делил почвы на две группы: структурные, состоящие из мелких комочков (лучший диаметр в 1—10 мм) и бесструктурные, раздельно-частичные, распыленные, не имеющие этих агрегатов. За первыми почвами Вильямс признавал высокоценные в агрономическом отношении качества; вторые, по его утверждению, обладали отрицательными агрономическими свойствами.

В образовании агрономически ценных почвенных структурных агрегатов В. Р. Вильямс придавал исключительное значение многолетним травам. По его мнению, особенно прочную и ценную структуру создают посевы на полях многолетних злаково-бобовых травосмесей. В структуре почвы он видел ключ к плодородию. Для создания структурных почв им была предложена (и в прошлом широко применялась) экстенсивная, не оправдавшая себя травопольная система земледелия, при которой отводился высокий процент пахотных земель под травы.

Другое значение структуре придавал проф. Н. М. Тулайков. Возражая Вильямсу о переоценке им роли структуры в плодородии почвы, он говорил: «Я не хотел бы отрицать роли структуры вообще, но не могу этому вопросу придавать одинаковую ценность на всей территории Союза».

В последнее время вопрос о роли структуры в плодородии почвы подвергся пересмотру. Установлено, что структура почв имеет большое производственное значение (Н. А. Качинский). Доказано, что, кроме макроструктуры, в агрономических свойствах почв играет большую положительную роль и водопрочная микроструктура, наблюдаемая, например, в сероземах. Считается, что агрономически ценные агрегаты в пахотном слое могут быть созданы не только под посевами многолетних трав, но и обработкой почвы, внесением соответствующих удобрений (навоз, компосты, известь, гипс, кальциевая селитра), а также возделыва-

нием сельскохозяйственных культур, дающих высокий урожай и оставляющих после себя много органических веществ.

Новообразования. При изучении почвы в полевой обстановке в разных ее горизонтах можно обнаружить корочки, выцветы солей, натеки, дендриты*, железистые прослойки, резко или слегка выделяющиеся цветом, твердостью, формой и т. д. Все такие обособления в почве называют новообразованиями. Они появились в результате почвообразовательного процесса или являются продуктами жизнедеятельности различных организмов, например, копролитами жуков, червей.

Новообразования могут служить важными признаками для характеристики агрономических свойств почвы и ее генезиса. Так, чередование ржавых и сизых пятен указывает на заболачивание почвы; выцветы солей, растворимых в воде, — на засоленность; скопление плохо растворимых в воде углекислых солей в виде желваков, дутиков — на движение карбонатов по профилю почвы вниз.

Для изучения выцветов и налетов применяют лупу или биноклярные очки и даже карманный микроскоп.

Орштейновые, или рудяковые, зерна бывают величиной от размера просяного зерна до лесного ореха. С поверхности орштейновые зерна иногда припудрены аморфной кремневой кислотой. Мелкие зерна во влажном состоянии легко раздавливаются, образуя темно-коричневую массу. Если крупное орштейновое зерно разломить и отшлифовать, то на шлифе хорошо вырисовывается кольцевая полосчатость.

При наличии орштейновых зерен в профиле почвы отчетливо видны буроватые, перерезанные лопатой пятнышки. Больше всего их в подзолистом горизонте, примерно на глубине 15—25 см от поверхности. По мере углубления они встречаются реже, становятся рыхлыми и очень мелкими; на глубине 50—60 см можно встретить только отдельные пятнышки.

Орштейновые зерна наблюдаются преимущественно в подзолистых почвах суглинистого состава, по пониженным местам водоразделов или по склонам и западинам, реже в почвах речных пойм. Наличие зерен указывает на то, что почва ежегодно временно подвергается избыточному увлажнению. На таких местах хлеба могут вымокать, поэтому здесь целесообразно применять простейший дренаж для отвода излишних вод.

Считают, что орштейновые зерна образуются биологическим путем, при участии железобактерий и марганцевых бактерий. В состав орштейновых зерен входят окислы железа, марганца, кремневая кислота и небольшое количество органических веществ. Если размять зерно и измельченную массу поместить

* Дендриты — недоразвитые кристаллы минералов, например окислов железа или марганца.

в пробирку с соляной кислотой, то при нагревании будет выделяться хлор согласно уравнению: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$.

Ортштейновые зерна богаты марганцем, располагаются чаще по склону в более низких местах, а богатые железом — на более возвышенных формах рельефа.

По окраинам низинных болот иногда скопляется много железа в форме обособившихся бобовин величиной с боб или крупную горошину. Образование бобовин связано с тысячелетней деятельностью железобактерий. Скопление болотной руды достигает иногда таких размеров, что из нее добывают железо.

Ортзандовые прослойки. Если ортштейновые зерна встречаются преимущественно в суглинистых почвах, то ортзандовые прослойки характерны для песчаных и легкосупесчаных почв. Они представляют собой бурые, цементированные окислами железа, более или менее горизонтальные слои шириной 1—3 см. Между ними залегают прослойки обычного светлого песка. Иногда ортзанды имеют резко выраженную «зебровидную» полосчатость.

Почвы с ортзандовыми прослойками встречаются преимущественно под сосновыми лесами. Они образуются вследствие передвижения окислов железа (золя железа) сверху вниз при участии высокодисперсных перегнойных кислот. В дальнейшем под влиянием коагуляции и поверхностной адсорбции золь превращается в гель.

Песчаные и супесчаные почвы с такими прослойками пригодны не только под лесные насаждения, но и для возделывания полевых культур, так как ортзандовые прослойки увеличивают влагоемкость легких по механическому составу почв и уменьшают их водопроницаемость.

Ортштейновые плиты, или плотные железистые прослойки, изредка встречаются в почвах супесчаного состава, на глубине 40—80 см. Обычно они приурочены к водораздельным понижениям или третьей трети склона. Сильно оподзоленные почвы с ортштейновыми плитами можно обнаружить, например, в Мещерской низменности близ Ногинска, в Бронницком районе Московской области. Почвы с железистыми плитами трудно эффективно использовать, так как они плохо водо- и корнепроницаемы. Обычно такие почвы в той или иной степени заболочены и в дальнейшем превращаются в болотные.

Сизая и охристая пятнистость встречается в нижних почвенных горизонтах всех районов страны, где по условиям рельефа или в связи с особенностями почвообразования застаивается вода. Пятнистость бывает вызвана восстановительными процессами, связанными с деятельностью анаэробных микробов. Эти микроорганизмы отщепляют кислород от окисных соединений железа и превращают их в закисные согласно уравнению:

$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{FeO} + \text{O}$. Выделившийся кислород используется микроорганизмами.

Включения. Включениями называют встречающиеся в почве инородные тела: камни, угли, осколки посуды, обломки кирпича, раковинки, древесные остатки, которые не связаны с почвообразовательным процессом. По таким включениям можно сделать вывод о прошлом данной почвы. Например, в смешанном лесу остатки кирпичей и черепки горшков в верхнем слое почвы указывают, что обследуемый участок когда-то распахивался и теперь является «залежью» под покровом леса. В подзолистых почвах иногда встречаются обособленные коричнево-бурые, гумусные орштейновые горизонты. Такие почвы чаще всего залегают на водоразделах по окрайкам верховых и переходных болот. Угlistые остатки в их верхнем горизонте указывают на то, что образование подзолистых почв с гумусным горизонтом связано с пожарами торфяников. В почвах под лесами Мещеры очень часто обнаруживаются угли. Очевидно, в прошлом леса Мещеры горели, и, возможно, не один раз. Близ селения Тарумовка Кизлярского района Дагестанской АССР в солонцеватом солончаке на глубине 50 см были обнаружены хорошо сохранившиеся корневища тростника. Следовательно, эта почва образовалась на месте бывшего тростникового болота.

Часто в подзолистых почвах можно обнаружить остатки корней ели, сосны, березы, иногда в форме полых, внутри сгнивших труб. Такие же остатки корней часто встречаются в горных местах в бурых горнолесных почвах, иногда покрытых луговой растительностью. Это дает основание считать, что данная почва формировалась под лесом.

Сложение почвы. Под сложением почвы понимают особенности упаковки как структурных отдельностей, так и обособленных частиц. По своему сложению почвы бывают различны, начиная от рыхлых пористых и кончая очень плотными, слитыми. Выделяют сложение слитое, плотное, рыхлое, рассыпчатое, ячеистое и ноздреватое. Сложение прежде всего зависит от механического состава и структуры почвы, а также от деятельности роющих животных и развития корневой системы растений. Песчаные почвы имеют рыхлое сложение, так как в них отсутствуют цементирующие песок вещества: глинные минералы, гумус, окислы железа и алюминия, мало коллоидной кремнекислоты. Наоборот, глинистые почвы чаще бывают плотными, особенно если они бесструктурны. Из всех изученных нами почв самыми плотными оказались так называемые слитые черноземы близ станции Абинской Краснодарского края и каштановые слитые почвы близ селения Ивановка Азербайджанской ССР.

На опытном поле Омского сельскохозяйственного института обнаружены черноземы с ясно выраженным губчатым строением. Ячеистость почвы обусловлена, видимо, деятельностью дожде-

вых червей. Роющие животные иногда так сильно рыхлят почву (например, на востоке Ростовской области), что плотные горизонты становятся рыхлыми там, где проявляется интенсивная деятельность сусликов.

Рыхлость сульфатных солончаков, называемых пухлыми, объясняется обезвоживанием кристаллов сернокислого натрия и превращением вследствие этого верхнего слоя почвы в рыхлую массу.

Глава 9. МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Каждая почва представляет собой сложную дисперсную систему. В ее состав входят крупные и мелкие отдельности, камни, хрящ, песок и пыль. Кроме того, в любой почве содержится глина (ил), т. е. еще более мелкие коллоидные частицы, и вещества в молекулярной и ионной дисперсии. В большом количестве можно обнаружить бактерии, водоросли, споры. Словом, почва содержит макроотдельности, т. е. частицы, легко наблюдаемые простым глазом, и микроотдельности, которые могут быть обнаружены только с помощью микроскопа. Молекулярные и тем более ионные частицы невидимы даже в электронном микроскопе. Ввиду этого почву следует рассматривать как полидисперсную систему, отдельные частицы которой находятся в сложном взаимодействии и в определенных соотношениях друг с другом.

Изучению дисперсности почв в настоящее время уделяется большое внимание. При любых почвенных исследованиях в первую очередь определяют механический, т. е. дисперсный, состав почв. Показания механического состава используются для изучения почвообразовательного процесса, характеристики связности почвы, водоудерживающей способности, запасов питательных веществ и других свойств почвы.

Механический состав почвы характеризуется относительным содержанием в ней частиц разных размеров, выраженным весовым процентным соотношением.

Взаимосвязь размеров почвенных частиц с их физическими свойствами видна из данных исследований, приведенных в таблице 10.

Из приведенных данных видно, что, например, песчаная фракция обладает высокой водопроницаемостью, тогда как капиллярное поднятие воды у нее отсутствует или выражено очень слабо. Она не пластична; не набухает, обладает большой фильтрационной способностью. По мере уменьшения размера частиц эти свойства постепенно затухают, увеличивается способность поднятия воды по капиллярам, уменьшается коэффициент фильтрации. Признаки набухания появляются лишь в частицах мелкого песка.

Таблица 10

Взаимосвязь размеров почвенных частиц с их физическими свойствами

Размер частиц (мм)	Максимальная молекулярная влажность (%)	Высота капиллярного под- нятия воды (см)	Коэффициент фильтрации (см в 1 сек.)	Набухание по отноше- нию к перво- начальному объему (%)	Пластичность	
					предел текучести (% воды)	предел рас- катывания в шнур (% воды)
3—2	0,2	0	0,5	—	Не пластична, так как не обладает текучестью	
2,0—1,5	0,7	1,5—3,0	0,2	—		
1,5—1,0	0,8	4,5	0,12	—	То же	То же
1,0—0,5	0,9	8,7	0,072	—	" "	" "
0,5—0,25	1,0	20—27	0,056	0	" "	" "
0,25—0,10	1,1	50	0,030	5	" "	" "
0,10—0,05	2,2	91	0,005	6	" "	" "
0,05—0,01	3,1	200	0,0004	26	" "	" "
0,01—0,005	15,9	—	—	105	40	28
0,005—0,001	31,0	—	—	160	48	30
0,001	—	—	—	405	87	34

Начиная с частиц меньше 0,01 мм заметно увеличивается влагосмкость и процент набухания, при сильном увлажнении по-является текучесть и способность раскатываться в шнур.

При характеристике почв частицы размером меньше 0,01 мм называют физической глиной, а более 0,01 мм — физическим песком. Механический состав почвы определяют по соотношению физической глины и физического песка, пользуясь для этого классификацией, разработанной проф. Н. А. Качинским (табл. 11).

Таблица 11

Механический состав почвы

Содержание физической глины (%)		Содержание физического песка (%)		Почвы по механическому составу
П О Ч В Ы				
подзолистые	степные	подзолистые	степные	
0—5	0—5	100—95	100—95	Песок рыхлый
5—10	5—10	95—90	95—90	Песок связный
10—20	10—20	90—80	90—80	Супесь
20—30	20—30	80—70	80—70	Суглинок легкий
30—40	30—45	70—60	70—55	Суглинок средний
40—50	45—60	60—50	55—40	Суглинок тяжелый
50—70	60—70	50—30	40—30	Глина легкая
70—80	70—80	30—20	30—20	Глина средняя
80	80	20	20	Глина тяжелая

Следовательно, по механическому составу почвы делят на глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные.

Глинистые почвы обладают большой влагоемкостью. Во влажном состоянии они вязкие, липкие, при обработке налипают на орудия. Плохо проветриваются. В этих почвах вода застаивается, и они всегда насыщены влагой. Так как на испарение влаги расходуется много тепла, то глинистые почвы считаются холодными. Вместе с тем они содержат много питательных веществ для растений.

Отрицательные свойства глинистых почв уменьшаются, если они оструктурены и структурные агрегаты обладают высокой водопрочностью. В увлажненной зоне (на севере) отрицательные качества глинистых почв усиливаются, а в засушливой (на юге), наоборот, уменьшаются. Их агрономические свойства становятся лучше, чем свойства почв с легким механическим составом.

Суглинистые почвы в агрономическом отношении считаются самыми лучшими. Они достаточно влагоемки и водопроницаемы, хорошо удерживают воду, легко оструктуриваются, и их структура обладает достаточно высокой водопрочностью. Эти почвы значительно легче обрабатываются, чем глинистые. Они меньше склонны к заболачиванию, лучше аэрируются. Вместе с тем суглинки достаточно богаты питательными веществами для растений.

Супесчаные почвы теплые, легкие в обработке, хорошо водопроницаемы, но обладают относительно небольшой влагоемкостью и меньшими запасами питательных веществ для растений по сравнению с глинистыми и суглинистыми почвами. Внесенное в них удобрение, например навоз, быстрее разлагается, и питательные вещества могут вымываться дождями. Но при условии применения правильной агротехники на супесчаных почвах можно с успехом выращивать многие сельскохозяйственные культуры.

Песчаные почвы обладают многими отрицательными качествами. Они бедны питательными веществами. Вследствие малой влагоемкости таких почв выпадающие осадки в них не задерживаются, уходят в нижние горизонты, выщелачивая при этом питательные вещества из верхнего слоя. Песчаные почвы имеют крупные воздушные поры, поэтому в них сильно выражен процесс аэробного разложения органического вещества, например внесенный навоз быстро минерализуется. При сухой погоде это может создать высокую концентрацию солей в почве и вызывать так называемое выгорание хлебов. Но песчаные почвы легко обрабатываются и в условиях севера являются наиболее теплыми, поэтому в лесотундре, например, их считают ценными. В других местах для таких почв нужно подобрать подходящие сельскохозяйственные культуры и вносить удобрения часто, но небольшими дозами, применять сидеральную систему удобрения.

В пустынях и полупустынях юга песчаные почвы ночью конденсируют влагу из воздуха и становятся более влажными, чем глинистые. Поэтому пески здесь часто покрыты хорошо развитой естественной растительностью.

Знание механического состава почвы дает возможность правильно определить характер ее использования и устанавливать нормы выработки и нормативы расхода горючего на обработку. При этом обычно пользуются данными проф. В. П. Горячкина о сопротивлении почв в зависимости от механического состава.

Сопротивление песчаных почв составляет 0,3 кг/см², среднесуглинистых — 0,5, глинистых и тяжелосуглинистых — 0,6, целинных суглинистых — 0,7—0,8 кг/см² и более.

Размещение групп сельскохозяйственных культур в пределах установленных севооборотов производится также с учетом механического состава почв. Оптимальные условия произрастания сельскохозяйственных растений показаны в таблице 12.

Таблица 12

Отношение сельскохозяйственных культур к механическому составу почв

Культура	Почвы по механическому составу								
	рыхлые песчаные	песчаные	легкие супесчаные	супесчаные	легкие суглинистые	суглинистые	тяжелые суглинистые	глинистые	тяжелые глинистые
Пшеница			+	+	++	+++	+++	+++	+
Рожь		++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Овес		+	+	+++	+++	+++	+++	+++	++
Ячмень		+	+	+++	+++	+++	+++	+++	++
Просо		+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Кукуруза			+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
Гречиха		+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Картофель			+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Свекла			+	++	+++	+++	+++	+++	+
Капуста			+	++	+++	+++	+++	+++	++

Тремя крестами отмечены условия, при которых данная культура произрастает лучше всего; двумя крестами — может расти неплохо; одним крестом — в благоприятные годы может давать неплохой урожай, но в среднем за ряд лет урожайность снижена; отсутствие крестов означает, что размещение данной культуры противопоказано. При использовании этой таблицы нужно учитывать, что ее показатели условны, так как могут быть случаи, когда, например, высота уровня грунтовых вод будет более важным фактором для произрастания растений, чем меха-

нический состав, тогда предпочтение отдается последнему фактору.

В лабораториях механический состав почвы определяют с помощью приборов Н. А. Качинского и И. Ф. Голубева. Применяют или метод постепенного отмучивания частиц различных размеров путем повторных сливаний сифоном, или чаще так называемый метод пипетки, когда частицы того или иного размера с различных глубин берут через определенные промежутки времени, рассчитанные по формуле Стокса.

Так как, по нашим данным, крупные фракции почвы можно точнее определить методом отмучивания, а толкодисперсные взятием пробы пипеткой, то целесообразно применять оба метода, т. е. пробы илистой части брать специальной пипеткой, а крупнопылеватую и песчаную части выделять отмучиванием. Содержание частиц размером 0,01 мм следует для контроля определять на обоих приборах.

Глава 10. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ, ИХ СОСТАВ И СВОЙСТВА

Источники поступления органических веществ в почву. Верхний слой земной коры выветривания тогда становится почвой, когда в нем начинают развиваться микроорганизмы и появляются растения. С внедрением в почву организмов в ней накапливаются мертвые органические вещества, так называемые перегнойные или гуминовые. Особенно много гуминовых веществ образуется в почвах под луговыми травами при содействии бактерий, актиномицетов, грибов или насекомых.

Основной источник образования гумуса в почве — отмершие части растений. Меньшее значение имеют остатки червей, насекомых и позвоночных животных. Наиболее активное участие в формировании перегнойных веществ принимают микроорганизмы.

Органические вещества поступают в почву в результате отмирания корней и разложения так называемого опада, который измельчается насекомыми, потом разлагается, выщелачивается водой, а частично затаскивается червями и насекомыми в почву.

Количество органического вещества, поступающего в почву, зависит не только от растительной формации в целом, но и от отдельных сообществ. Различную надземную и подземную массу органического вещества образуют и отдельные растения. В словом лесу, например, средний прирост надземной растительной массы, по данным М. А. Сахарова, равен 4—7 т на гектар, в сосняке лесничном — 6,9 т, дубняке — 6, ельнике чернично-брусничном — 4,9, осиннике липняковом — 4,8, сосняке брусничном — 3,2.

Корневая масса луговых трав на гектаре при урожае сена 2—6 т составляет 7—11 т. В черноземных степях при урожае сена 5—7 т корневые остатки составляют 20—25 т на гектар. В сухих степях (сообщество полыни и типчака) вес сухой надземной массы 1,2 т с гектара соответствует 21,4 т корневой массы (М. И. Першина).

Органическое вещество, созданное на полях и лугах, полностью в почву не возвращается. Только часть его в виде корневых остатков, стерни и навоза пополняет почву питательными веществами.

Химический состав поступающих в почву органических веществ. Органические остатки растений, поступающие в почву, содержат в среднем углерода 45%, кислорода 42, водорода 6,5, азота 1,5 и золы 5%. Подземная часть растений имеет несколько иной состав, особенно по содержанию азотистых веществ; в корневых остатках их меньше.

Состав органического вещества во многом зависит от характера организма и его отдельных частей, что видно из таблицы 13.

Таблица 13

Химический состав тел организмов (в процентах к их сухому веществу)

Организмы	Зола	Белковые вещества	Углеводы	Лигнин	Липиды и дубильные вещества
Бактерии	2—10	40—70	—	0	1—40
Водоросли	20—30	10—15	55—70	0	1—3
Лишайники	2—6	3—5	65—90	8—10	1—3
Мхи	3—5	5—10	45—85	—	5—10
Древесина хвойных деревьев	0,1—1	0,5—1	55—75	25—30	2—10
Хвои	2—5	3—8	30—45	20—30	15—20
Злаки	5—10	5—12	50—75	15—20	2—10
Бобовые	5—10	10—20	40—75	15—20	2—10

Из данных таблицы видно, что основную часть органических веществ составляют растворимые и нерастворимые в воде углеводы. К растворимым углеводам относятся сахара: сахароза ($C_{12}H_{22}O_{11}$); глюкоза ($C_6H_{12}O_6$), фруктоза, моноза, пентоза и некоторые другие; к нерастворимым — клетчатка ($(C_6H_{10}O_5)_x$), гемицеллюлоза (не настоящая клетчатка) ($(C_6H_{10}O_5)_y$), крахмал.

С растительными остатками в почву поступают растворимые органические кислоты, например щавелевая, лимонная, винная, а также аминокислоты, растворимые в клеточном соке белки и дубильные вещества. Большинство из перечисленных веществ, кроме дубильных, легко разлагаются микроорганизмами.

В почву поступают также вещества, растворимые в спирте, бензоле и эфире. К ним относятся, например, смолы, воска и

жиры. Эти вещества, как и дубильные, плохо разрушаются микроорганизмами и иногда даже способствуют консервированию остальных органических веществ. Так, дубильные вещества, вступающая в соединения с белковыми, создают комплекс, устойчивый против разрушения микроорганизмами. Клетчатка, гемицеллюлоза, безазотные органические кислоты и аминокислоты сравнительно легко подвергаются разложению.

Из других нерастворимых в воде веществ, поступающих в почву, важное значение имеют лигнин и протеиновые (белковые) вещества. Лигнин относится к группе так называемых инкрустирующих веществ, придающих твердость дереву и встречающихся главным образом в одревесневших клетках. Он нерастворим в воде и даже в сильных кислотах. Характерная особенность этого соединения — отсутствие в его молекуле азота и содержание метоксильной группы (OCH_3). В состав лигнина входит 57—59% углерода, 35—37% кислорода и 6% водорода.

Лигнин обычно получают действием на растительные остатки крепкой серной кислотой при нагревании. В этом случае все вещества гидролизуются и переходят в раствор, а лигнин выделяется в виде темно-коричневого аморфного вещества.

Поступающие в почву белковые вещества входят в состав протоплазмы зеленых растений, грибов и микробов, а также клеток у насекомых, червей и простейших.

Белки нерастворимы в воде. Некоторые из них растворяются в щелочах, солевых растворах и клеточном соке. Так как молекулы белков состоят из огромного количества атомов, то эти соединения являются коллоидами. Их сложные молекулы состоят из аминокислот.

В настоящее время установлено, что белки состоят из 20—25 аминокислот.

При кислотном и щелочном гидролизе белковых молекул аминокислоты отщепляются. Такое же явление может быть вызвано и при помощи энзимов, выделяемых микроорганизмами. Этот процесс лежит в основе усвоения микробами белковых веществ.

Изменения органических веществ, вызываемые микроорганизмами почвы. Жизнь микроорганизмов протекает в присутствии воздуха и без него, в твердой и газообразной среде, при высоких и низких температурах. Трудно найти органическое вещество, которое не поддавалось бы воздействию этих мельчайших существ.

Приблизительно можно выделить три группы физиологических процессов, вызываемых микроорганизмами: тление, гниение и брожение.

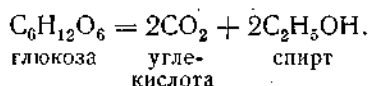
В тлении участвуют преимущественно аэробы, т. е. бактерии, живущие в присутствии кислорода, который они используют для своих жизненных процессов. В результате их жизнедеятель-

ности образуются элементарные, полностью окисленные вещества — углекислота, вода, минеральные соли (CaCO_3 , MgCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, KNO_3 , CaSO_4) и некоторое количество окислов металлов (Fe_2O_3 , Mn_2O_3 , Al_2O_3). Этот процесс происходит главным образом в верхнем слое почвы, особенно в пахотном горизонте при частом его рыхлении.

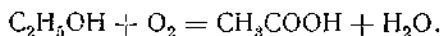
Гниение протекает при отсутствии воздуха и совершается микробами-анаэробами. В результате воздействия их на органическое вещество образуются конечные продукты — метан (CH_4), сероводород (H_2S), фосфористый водород (PH_3), аммиак (NH_3) и водород H_2 , т. е. восстановленные соединения. Гниение наблюдается в болотах, застойных водоемах, в нижних слоях почвы, насыщенных водой.

Брожение происходит преимущественно в анаэробных условиях, т. е. без доступа воздуха, но может идти и в его присутствии. Оно вызывается бактериями, актиномицетами и дрожжевыми грибами. В результате брожения получают разнообразные продукты: спирты, альдегиды, различные органические кислоты, углекислота, вода и некоторые другие.

Изменение углеводов. Поступающие в почву вместе с растительными остатками растворимые сахара, например глюкоза, подвергаются прежде всего брожению, вызываемому дрожжевыми грибами. Этот процесс идет согласно уравнению:



В первой стадии брожения (без кислорода), глюкоза распадается на спирт и угольную кислоту. В дальнейшем спирт под влиянием уксуснокислых бактерий окисляется дальше. В результате образуются уксусная кислота и вода, согласно уравнению:

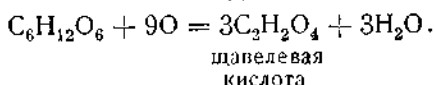


В дальнейшем уксуснокислые бактерии превращают уксусную кислоту в углекислоту и воду — конечные продукты распада сахаров.

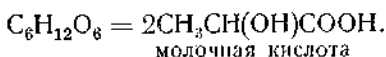
По той же схеме распадаются и более сложные углеводы, например тростниковый сахар, гемицеллюлоза, инулин, крахмал и клетчатка. В отличие от глюкозы эти углеводы подвергаются предварительно гидролизу и распадаются на моносахариды, преимущественно глюкозу.

Интересно отметить, что в результате биохимических процессов при разложении одного и того же вещества могут получиться разнообразные продукты. Например, в результате брожения

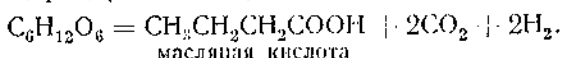
сахаров под действием на них плесневых грибов образуется щавелевая кислота и вода согласно уравнению:



Но при сбраживании сахаров молочнокислыми микробами получается молочная кислота:



Если же брожение вызвано анаэробными маслянокислыми микробами, то сахара превращаются в масляную кислоту, углекислоту и водород (или метан):



Углеводы могут разлагаться также под действием некоторых грибов в аэробных условиях. Древесина, например, быстро разрушается в результате жизнедеятельности так называемого домового гриба.

Поступающие в почву щавелевая, винная, лимонная и некоторые другие органические кислоты также разлагаются до углекислоты и воды. Таким образом, из углеводов в почве образуются преимущественно бесцветные продукты. Но в последнее время работами М. М. Кононовой было доказано, что при разложении клетчатки в почве образуются не только бесцветные, но и темноокрашенные вещества — гуминовые.

Изменение жиров. Жиры, попадающие в почву, прежде всего подвергаются гидролизу с образованием глицерина и жирных кислот.

Разложение лигнина и хитина. С большим трудом разлагается лигнин, но легко окисляется с образованием темной массы, приобретающей вид гумусных веществ. Поэтому некоторые исследователи считают, что лигнин участвует в формировании гумуса почвы.

Очень близок к лигнину по химическому составу хитин, но в нем содержится азот. Микробиологи считают, что лигнин и хитин, хотя и с трудом, могут разлагать некоторые бактерии и грибы. Процесс распада начинается с гидролиза, при этом получаются органические кислоты и сахар, а при разложении хитина, кроме того, аммиак.

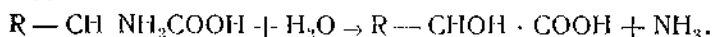
Разложение дубильных веществ. Дубильные вещества устойчивы против воздействия микроорганизмов, но они, подобно лигнину, относительно легко подвергаются физико-химическим изменениям. Вступая во взаимодействие с белковыми веществами, они образуют сложный нерастворимый в воде комплекс, с большим трудом поддающийся микробиологическому воздействию. Ду-

бильные вещества как бы консервируют белковые соединения, но, подвергаясь физико-химическим процессам, например окислению, они буреют и превращаются в так называемые хлобафены. Кроме того, дубильные вещества легко вступают во взаимодействие с железом. По-видимому, дубильные вещества принимают активное участие в образовании перегнойных веществ в почве.

Разложение азотсодержащих веществ (белков). Поступающие в почву белки разлагаются очень хорошо. Процесс распада их начинается с гидролиза. При этом в определенной стадии разложения образуются свободные аминокислоты, из них некоторые сравнительно хорошо растворяются в воде. Общий ход разложения белка можно представить в виде следующей схемы:



Часть растворимых аминокислот расходуется на построение белков микроорганизмов, вызвавших гидролиз, другая часть подвергается процессу аммонификации с выделением NH_3 согласно уравнению:

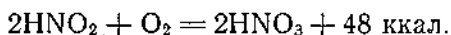


При аммонификации, например, гипуровой аминокислоты образуется бензойная кислота и простейшая аминокислота — гликоколь. Бензойную кислоту используют микроорганизмы как источник углерода. Гликоколь служит хорошим источником углерода и азота. Часть аммиака используется растениями и микроорганизмами как источник азота, а другая часть подвергается процессам нитрификации, при определенных условиях денитрификации.

Нитрификация. Исследованиями С. Н. Виноградского (1890 г.) установлено, что нитратные бактерии вначале окисляют аммиак в азотистую кислоту согласно уравнению:



Выделяемая при этом энергия используется микроорганизмами. Азотистую кислоту микроорганизмы из рода нитробактер окисляют до азотной кислоты:



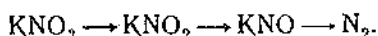
Азотная кислота в почве образует соли кальция, магния, калия и др.

Нитрифицирующие микробы не нуждаются в органическом веществе, так как являются автотрофами, ассимилирующими углерод из углекислоты воздуха. Процесс нитрификации имеет очень важное значение в жизни сельскохозяйственных растений.

Денитрификация. В широком понимании слова денитрифика-

цией называется процесс восстановления нитратов (солей азотной кислоты), например при усвоении их растениями. Но чаще всего это понятие применяют к процессу восстановления микробами селитры до свободного азота и даже аммиака (М. В. Федоров).

По М. П. Корсаковой, денитрификацию можно представить в виде такой схемы:



Восстановление азотнокислых солей до солей азотистой кислоты и даже до свободного азота вызывается разнообразными, преимущественно неспоронными аэробными бактериями, способными жить и без доступа воздуха. Эти бактерии распространены в почвах, например *Bact. denitrificans*, *Bact. stutzeri* и др.

Процесс денитрификации протекает при определенных условиях, например при избыточном увлажнении почвы и наличии в ней грубых, богатых клетчаткой органических веществ.

Следовательно, наличие высокого содержания солей азотной кислоты, необходимых для питания растений в богатой почве, объясняется активной деятельностью микробов-нитрификаторов. Наоборот, уменьшение в почве доступных для растений форм азотистых соединений может быть объяснено проявлением деятельности денитрификаторов.

Но если в почву вносят очень много органических веществ, то в ней начинает усиливаться жизнедеятельность и других микроорганизмов: разных бактерий, актиномицетов, грибов, питающихся соединениями азота, в том числе и солями азотной кислоты. В этом случае также содержание доступных для растений нитратов в почве может уменьшаться.

Гуминовые вещества почв. Процессы образования в почве гумусовых веществ изучали многие исследователи. В. Р. Вильямс считал неправильным объяснять образование гумуса в почве как результат разложения органических веществ. В своем руководстве по почвоведению он писал, что продукты распада должны быть проще распадающегося тела и не могут содержать элементов, не содержащихся в распадающемся теле. В противном случае мы говорим о синтезе. Перегнойные вещества всеми признаются телами, молекулярно гораздо более сложными, чем многие органические вещества, создаваемые зелеными растениями. Все перегнойные вещества отличаются большим содержанием азота и получаются при разложении и безазотного органического вещества. Поэтому, по мнению Вильямса, перегной есть продукт синтеза в результате деятельности почвенных организмов.

В почве развиваются, по Вильямсу, три основные группы микроорганизмов: грибы, аэробные и анаэробные бактерии, которые и создают перегнойные вещества. Ученый различал следующие перегнойные вещества: гуминовую кислоту (черного цвета), ульминовую кислоту (темно-бурого цвета), креновую

кислоту (бесцветная) и различно окрашенные соли апокреновой кислоты.

Гуминовая кислота (темноокрашенные продукты) образуется в результате аэробного разложения травянистых органических остатков. Она представляет собой продукт выделения аэробных бактерий. Насыщенный водный раствор гуминовой кислоты имеет интенсивно черный цвет. В более тонких слоях она просвечивает туслым вишневым цветом.

Соли гуминовой кислоты при тонкодисперсном состоянии приобретают красноватые оттенки. При замораживании она переходит в хлопьевидный, слизистый осадок; высушенная в термостате, остается на дне фарфоровой чашечки в виде блестящих чешуек темного цвета. Растертый в порошок, этот осадок уже не переходит в раствор. Следовательно, денатурация гуминовой кислоты необратима. Под влиянием нейтральных и щелочных солей одновалентных металлов гуминовая кислота переходит в коллоидный раствор различной дисперсности. Если заменить одновалентные катионы трехвалентными, из раствора выпадает хлопьевидный нерастворимый осадок. Гуминовая кислота и ее соли в почве разрушаются аэробными бактериями и грибами.

Ульминовая кислота выделяется в окружающую среду анаэробными бактериями. Она легко растворяется в воде, образуя при этом жидкость: в толстом слое — темно-бурого цвета, в тонком — желтого цвета. Раствор кислый, окрашивает лакмус в красный цвет. Ульминовая кислота может денатурироваться, т. е. переходит без изменения состава в нерастворимое в воде состояние. Этот переход можно вызвать длительным кипячением или замораживанием. В остальном она похожа на гуминовую кислоту.

Креновая кислота образуется в результате разложения лесной подстилки грибами, т. е. в резко выраженных аэробных условиях. Она растворима в воде и кислотах, обладает характерным запахом, не денатурируется при любых условиях.

Апокреновая кислота в свободном виде не выделена. Но при действии водорода на раствор кренатов, разведенных в кислотах, образуются апокренаты, или соли апокреновой кислоты. Соль двухвалентного железа апокреновой кислоты легко растворима в воде, соль трехвалентного железа растворима только в крепкой соляной кислоте и при сгущении раствора легко выпадает в форме рубиново-красных кристаллов.

Важные работы по установлению природы гуминовых веществ были проведены С. П. Кравковым, И. В. Тюриным, С. С. Драгуновым, М. М. Кононовой и Л. Н. Александровой.

С. П. Кравкову удалось выяснить, что на содержание гуминовых веществ в почве сильно влияет выщелачивание. Чем меньше вымывается из образовавшихся темноокрашенных продуктов оснований и вообще зольных веществ, тем полнее идет

процесс разложения, тем меньше образуется недоокисленных продуктов и тем ближе к нейтральной реакции среды. Этот вывод имеет большое практическое значение при определении количества и качества образующихся гуминовых веществ в почве.

И. В. Тюрин считает, что образование гумусовых веществ — результат разложения различных органических веществ, с одной стороны, и микробного синтеза более сложных органических веществ — с другой. В образовании этих веществ не исключена возможность участия и химических процессов: окисления, уплотнения, полимеризации, соединения. Ход образования гуминовых веществ И. В. Тюрин выражает следующей схемой.

Способы образования	Соединения, из которых образуется гумус	
	доставляемые растительными и животными остатками (особенно лигнины, дубильные и белковые вещества)	белковые вещества, плазмы микроорганизмов, синтезированные при процессах разложения
Физико-химические процессы	Лигнинный гумус, не содержащий азота. Дубильный гумус, содержащий азот	Дубильно-белковый гумус, образующийся путем „дубления“ микробного белка
Биохимические процессы	Меланинный гумус из остатков белка. Окислительные энзимы для этого процесса получают из первоначальных растительных остатков и микроорганизмов	Меланинный гумус (вторичный) из белка микробов. Необходимые для этого энзимы доставляются микроорганизмами

По Тюрину, в образовании перегнойных веществ принимают участие углеводы, белки, лигнины, дубильные вещества, смолы, жиры и минеральные вещества почвы. В результате превращения указанных веществ в присутствии зольных элементов получают конечные продукты распада, из которых одни в газообразном состоянии теряются в атмосфере, другие гумифицируются, третьи участвуют в образовании битумов, а значительное количество их расходуется на создание в теле микробов белковых веществ, которые после отмирания микроорганизмов или автолиза * также поступают в состав гуминовых веществ.

М. М. Кононова высказала предположение, что в образовании гуминовых веществ принимают участие ароматические соединения фенольного характера, не связанные с лигнином. Азотистая часть гумусовых веществ образуется за счет распада тел микроорганизмов. Фенольные группы и продукты распада бактерий взаимодействуют между собой вследствие окислительного действия микроорганизмов.

* Автолиз — распад ткани под действием ферментов.

В исследованиях М. М. Кононовой был сделан вывод, что бурые перегнойные вещества являются продуктом превращения клетчатки и распада плазмы миксобактерий*. Например, при разложении корней люцерны наблюдалось обильное развитие плесневых грибов, разрушающих сахара, крахмал, клетчатку, белки (первая стадия), миксобактерий, образующих слизеобразную массу, заполняющую все полости корней люцерны; при этом миксобактерии сильно разрушают клетчатку (вторая стадия). Третья стадия — постепенное превращение отмерших миксобактерий в перегнойные темноокрашенные вещества. При дальнейшем изучении этого вопроса М. М. Кононовой было доказано образование темноокрашенных перегнойных веществ и при воздействии плесневых грибов *Aspergillus* и *Penicillium*. Но при этом грибы выделяли и светлоокрашенные вещества типа креновых кислот.

По Л. Н. Александровой, гумусовые вещества образуют группу высокомолекулярных азотсодержащих кислот циклического ряда. Гуминовая кислота в зависимости от способа выделения имеет следующий элементарный состав: С — от 52 до 62%; Н — от 2,8 до 5,8; О — от 31,4 до 39; N — от 2,6 до 5,1%. Азот является конституционным элементом гуминовых веществ, что в первой стадии изучения гумуса некоторыми исследователями отрицалось.

На основании приведенных выше исследований можно выделить три группы соединений: гуминовые кислоты (включая ульминовую кислоту), креновые кислоты, или фульвокислоты (включая апокреновую кислоту), и гумины (негидролизующий остаток). Но эти вещества не имеют постоянного химического состава, который можно выразить химическими формулами. Их элементарный состав изменяется в зависимости от типа почвы и условий образования.

Химический состав гумуса. В состав гумуса в среднем входят 56% углерода, 26% кислорода, 4% водорода, 5% азота и 8% зольных веществ. По отдельным типам почв состав перегной различен (табл. 14).

Таблица 14

Состав перегноя в различных почвах

Почвы	Содержится в гумусе (%)			
	С	Н	N	О
Подзолистая	52,4	4,8	3,7	39,1
Мощный чернозем	57,5	3,4	3,8	35,4
Каштановая	57,6	3,4	4,1	33,9

* Миксобактерии — микроорганизмы, образующие сложные колонии слизистого характера, окрашенные в разные цвета.

А. А. Шмуку удалось установить наличие в гумусе карбоксильных групп COOH и подтвердить присутствие аминных (NH_2) и амидных (CONH_2) групп.

Дальнейшее изучение химии гуминовых веществ дало возможность обнаружить в них также гидроксильные и метоксильные группы.

Согласно последним исследованиям, принято считать, что существуют только две группы перегнойных веществ: гуминовые кислоты и фульвокислоты. Если сопоставить новые взгляды на состав гумуса с высказываниями В. Р. Вильямса, то можно признать, что гуминовая и ульминовая кислоты Вильямса соответствуют новому понятию гуминовой кислоты, а креновая кислота — фульвокислотам.

Значение гумусовых веществ. Гумусовые вещества создаются в процессе почвообразования в результате сложных биохимических и химических процессов. Поступающие в почву органические вещества служат основным материалом для жизненных процессов микрофлоры. Микроорганизмы, с одной стороны, разрушают и минерализуют органические вещества, высвобождая необходимые зольные вещества для питания растений, а с другой — они сожигаются с растениями или являются их антагонистами. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов для одних растений токсичны, а для других служат ценными питательными веществами.

Вступая в сложные взаимодействия с минеральной частью почвы, гумусовые вещества образуют различные цементы, скрепляющие дисперсные почвенные частицы в агрегатные комочки, образуют структурные агрегаты. В структурной почве улучшается гидротермический и воздушный режим и создаются благоприятные условия для развития корневой системы растений и жизнедеятельности микроорганизмов.

Перегнойные вещества почвы — основной источник ее богатства. Обычно считают, чем больше в почве перегноя, тем она плодороднее. Но содержание перегноя в почве может меняться. При правильном использовании земли его количество не уменьшается и даже увеличивается, при неправильном — уменьшается, почва истощается. Особенно сильно разрушается гумус при возделывании сельскохозяйственных культур без внесения навоза, торфяных компостов или других органических удобрений.

Глава 11. ПОНЯТИЕ О КОЛЛОИДАХ И ПОЧВЕННЫЕ КОЛЛОИДЫ

Коллоидное состояние вещества. В природе различаются две группы тел: кристаллические (анизотропные) и некристаллические — аморфные (изотропные).

В телах первой группы светопроводность, теплопроводность, электропроводность, прочность на раздавливание и другие свойства неодинаковы по разным направлениям. Это — кристаллические векториальные тела, например кристаллы поваренной соли, кварца, полевого шпата, слюды. В аморфных телах все свойства одинаковы по всем направлениям. К таким авекториальным телам можно отнести коллоиды, например обычные студни.

Кристаллические тела отличаются от коллоидов не только свойствами в твердых состояниях, но и в растворах. Растворы кристаллических веществ диффундируют легко и быстро, а коллоидов — медленно или совсем не диффундируют. Если, например, быстроту диффузии соляной кислоты (кристаллоида) принять за единицу, то для поваренной соли требуется только в 2,33 раза больше времени, в то время как для яичного белка в 49, а для крахмала в 98 раз больше.

Эти особенности вещества впервые изучил Греем, который и выделил две группы тел: коллоиды (от латинского слова colla — клей) и кристаллоиды. К коллоидам он отнес все студнеобразные вещества, недиффундирующие или плохо диффундирующие; к кристаллоидам — образующие кристаллы, хорошо диффундирующие.

Однако последующие исследователи (И. Г. Борщов, Д. И. Менделеев, П. П. Веймарн, В. Оствальд) доказали ошибочность взглядов Греема. Было доказано, что в природе существуют не коллоидные тела, а коллоидное состояние тел, которое есть «общевоозможное состояние материи» (П. П. Веймарн). В связи с этим было создано учение о дисперсном состоянии вещества, согласно которому резкой разницы между молекулярными и коллоидными растворами, а также суспензиями нет. Существуют переходные формы, характеристика которых была дана в классификации дисперсных систем Веймарна и Оствальда. Однако при дальнейшем изучении коллоидных систем оказалось, что эта классификация механистична и недостаточна. Поэтому стали изучать не только общие, но и отдельные признаки, характерные для той или иной дисперсионной системы.

Общность коллоидных систем заключается прежде всего в том, что химические и физические свойства их изменяются периодически. Так, если через слабый, сильно разбавленный раствор туши в воде пропустить луч света, то показатель преломления его будет меняться периодически: то возрастать, то уменьшаться в зависимости от того, попадает луч на углеродистую частицу или он проходит через водный раствор.

Так же ведут себя и коллоидные растворы. Периодичность изменения свойств — основной признак дисперсного состояния тел. Все растворы (суспензии, коллоидные системы и истинные растворы) различаются между собой прежде всего степенью

периодических изменений. Эта степень возрастает при переходе от суспензий к коллоидам и от коллоидов к истинным растворам. В суспензиях наблюдается наименьшее раздробление, а в истинных растворах — наибольшее. Суспензии дают грубые дисперсии, а истинные растворы обладают наиболее высокой дисперсностью. Коллоидные растворы занимают промежуточное положение. Характеристика свойств дисперсных систем приведена в таблице 15.

Таблица 15

Дисперсные системы

Свойства	Суспензии	Коллоиды	Истинные растворы
Размеры частиц	0,1 μ и более	0,1 μ — 1 μ	1 μ и менее
Диффузия	Отсутствует	Очень слабо выражена	Хорошо выражена
Фильтрация	Не проходят через бумажный фильтр	Проходят через бумажный фильтр, но задерживаются ультрафильтрами	Проходят через бумажный фильтр и ультрафильтры
Видимость в ультрамикроскопе и электронном микроскопе	Видимы	Видимы	Видимы
Изменение дисперсности	Выражено	Выражено	Отсутствует

Приведенная в таблице характеристика суспензий, коллоидов и истинных растворов условна, потому что существуют полуколлоиды, занимающие по своим размерам промежуточное положение между коллоидами и истинными растворами. Точно так же существуют дисперсные растворы, занимающие промежуточное положение между суспензиями и коллоидными растворами.

Коллоидные системы. Настоящий раствор, в котором растворенное вещество находится в состоянии молекулярной дисперсии, можно считать гомогенным, однородным. Луч света, пропущенный через такой раствор, не встретит препятствий и пройдет через него, не изменяясь.

В водном растворе туши выделяются твердые частицы (фаза) и вода (среда). Частицы туши состоят из молекул углерода, превосходящих своими размерами молекулы воды. Так как размеры этих частиц больше длины световой волны, то луч света, проходящий через такой раствор, попадая на частицы

туши, рассеивается и становится заметным. Так же ведут себя все коллоидные растворы: среда и фаза в них разграничены. Такие системы обладают гетерогенностью; физические и химические свойства в этих системах меняются периодически в зависимости от особенностей среды и фазы.

Классификация коллоидных систем по признаку гетерогенности приведена в таблице 16.

Таблица 16

Коллоидные системы

Фаза	Среда	Условное обозначение системы	Примеры
Твердая	Твердая	T + T	Чугун, сталь, черный алмаз (во всех трех случаях фазой служит уголь). Синяя каменная соль (фаза — металлический натрий). Рубиновое стекло (фаза — дисперсное золото)
Твердая	Жидкая	T + Ж	Коллоидный раствор золота и серебра в воде; тончайший раствор глины
Твердая	Газообразная	T + Г	Дым и пыль (среда — воздух, фаза — углеродистые или другие мельчайшие минеральные частицы)
Жидкая	Твердая	Ж + T	Вода в парафине, молочный кварц, опал (фаза — вода, среда — кремневая кислота или парафин)
Жидкая	Жидкая	Ж + Ж	Молоко, вода в бензоле или, наоборот, бензол в воде
Жидкая	Газообразная	Ж + Г	Туманы, облака, пар, выходящий из трубы паровоза (среда — воздух, фаза — вода)
Газообразная	Твердая	Г + T	Вулканические туфы, пемза (среда — газы, фаза — минеральные соединения)
Газообразная	Жидкая	Г + Ж	Пена, кремы (фаза — воздух, среда — жидкость)

В таблице приведены примеры коллоидов, в которых грань между фазой и средой хорошо выражена. Такие коллоиды называются **лиофобными**. Но в природе существуют и такие коллоидальные системы, в которых резкой грани между фазой и средой не наблюдается. Так, частицы белка в растворе сильно оводнены и грань между ними и водой стирается. То же наблюдается и в растворах крахмала, декстрина и перегнойных веществ почвы. Такие коллоиды называются **лиофильными**.

Получение коллоидных растворов. Коллоидные растворы получают конденсацией или методом диспергирования.

В ионной или молекулярной дисперсной системе вещество находится в наиболее раздробленном состоянии. Чтобы такую гомогенную систему превратить в гетерогенную, нужно разрознен-

ные ионы и молекулы сгруппировать до размеров коллоидных частиц (0,1 μ — до 5,0 μ). Такой способ получения коллоидных систем носит название конденсационного метода. Он выполняется путем окисления, восстановления, гидролиза и обменного разложения. Так, коллоидный раствор серы можно получить окислением гипосульфита фосфорной кислотой.

Коллоидные растворы получают также методом диспергирования, т. е. раздроблением твердых тел до частиц коллоидного размера на коллоидных мельницах, действием ультразвука и растирания. Например, коллоидный раствор гуммиарабика можно получить усиленным растиранием его в агатовой ступе с водой в течение примерно получаса.

Оптические свойства коллоидов. Лиофильные коллоидные системы практически кажутся всегда мутноватыми и даже мутными, а лиофобные обнаруживают резко выраженные оптические свойства; они разнообразно окрашены, частицы их отчетливо видны в ультрамикроскопе. Свет, проходящий через коллоидные растворы, в какой-то степени поглощается, и интенсивность его уменьшается. Доказано, что степень поглощения света увеличивается по мере уменьшения размеров коллоидных частиц. Это связано с тем, что в единице объема дисперсного коллоида содержится больше частиц и они обладают большей поверхностью.

В том случае, когда коллоидный раствор поглощает в одинаковой степени световые волны любой длины, луч света выходит ослабленным и бесцветным. Если же раствор поглощает световые волны только определенной длины, то луч света приобретает окраску. Поэтому одно и то же вещество в коллоидном состоянии при разной степени дисперсности получит неодинаковую окраску. Например, грубодисперсные коллоидные растворы золота будут окрашены в синий цвет, более дисперсные — в фиолетовый, а высокодисперсные — в вишнево-красный. Молекулярные и ионные растворы золота имеют желтую окраску.

В отраженном свете коллоидные растворы кажутся тем мутнее, чем ниже дисперсность. Они часто имеют резко отличимую окраску в отраженном и проходящем свете.

При изучении коллоидов применяют обыкновенные микроскопы, ультрамикроскопы и электронные микроскопы. Лучшие оптические микроскопы обладают ограниченной видимостью, имеют предел разрешающей способности, равный 0,0002 μ . Под этим пределом понимают наименьшее расстояние, на котором две рядом стоящие точки видны раздельно. Микробы или частицы размером меньше 150—200 μ в обычном микроскопе не видны. Под ультрамикроскопом с боковым освещением можно рассматривать частицы размером 150—5 μ , т. е. все коллоидные системы. Но если в обычный микроскоп наблюдатель видит непосредственно бактерии, может обнаружить

их форму, окраску, ядро, протоплазму и т. д., то в ультрамикроскопе наблюдается только светорассеяние коллоидными частицами. Коллоидные частицы видны как звездочки на темном небе, как пылинки, освещенные солнцем.

В электронном микроскопе вместо обычного луча света появляется поток электронов в безвоздушном пространстве. Это позволяет рассматривать интересующие нас объекты с увеличением в 30 тыс. раз и более, а с применением фотографии и того больше.

Строение коллоидов. Коллоидный раствор называется зо-лем, коллоидный студень — гелем. Коллоидные частицы называют мицеллами (от латинского слова *micella* — нить). Мицелла состоит из ядра — г р а н у л ы — и окружающего двойного слоя — и о н о в.

Ядро коллоидной частицы образовано из большого количества молекул и атомов. Например, мицелла коллоидного гидрата окиси железа состоит приблизительно из 80 млн. молекул. Но есть и такие коллоидные системы, у которых частица может состоять из одной или очень малого количества молекул. Таковы, например, коллоидные растворы белков и крахмала. Но в этих случаях размеры молекул коллоидного вещества очень велики.

Коллоидная частица несет на себе электрический заряд. Имея большую поверхность и малый объем, коллоидная частица будет адсорбировать (задерживать на своей поверхности) ионы и заряжаться от их зарядов, или она может сама диссоциировать (разлагать молекулы на более простые составные части) и выделять ионы. При этом она приобретает заряд, противоположный выделенным ионам.

Заряд коллоида зависит не только от природы самого коллоида, но и от окружающей среды. Например, в кислой среде белки заряжаются положительно, в щелочной — отрицательно. Отдельные коллоиды могут заряжаться и положительно, и отрицательно. В этом случае они называются а м ф о л и т а м и.

В качестве примера укажем, что коллоиды гидрата окиси железа, алюминия и хрома, титановой кислоты, основных красителей имеют положительный заряд, а коллоиды золота, гуммиарабика, растительного крахмала, кремневой кислоты и кислых кристаллов — отрицательный.

На вопрос о причинах возникновения в коллоидах того или иного заряда наиболее правильный ответ дается в теории двойного электрического поля Гельмгольца. По этой теории, на границе фазы со средой возникают два взаимопротивоположных электрических слоя. Первый, непосредственно связанный с гранулой, удерживается ею прочно и является как бы неподвижным слоем. Второй, наружный слой связан более рыхло с частицей. Он обращен к дисперсионной среде и под влиянием разности потенциалов может переноситься к соответствующему

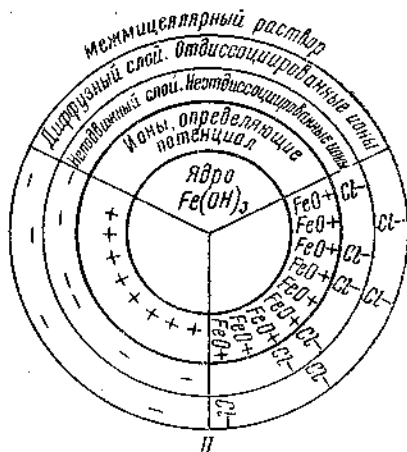
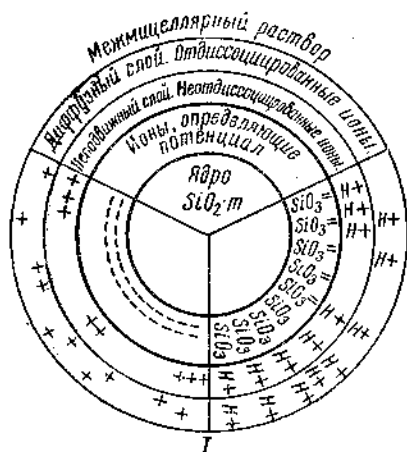


Рис. 7. Схема строения мицелл:

I — коллоидной кремниевой кислоты в щелочной среде (отрицательный заряд); II — коллоидного гидрата окиси железа (положительный заряд) (по Горбунову).

полюсу. Двойное электрическое поле (по Гельмгольцу) возникает потому, что на одной из фаз скопляются (адсорбируются) ионы одного знака, а на другой — другого. Заряд же собственно коллоидной частицы определяется слоем неподвижных ионов, прочно связанных с гранулой.

В последнее время считается, что ионы подходят к поверхности частиц на расстоянии радиуса и вступают с ними во взаимодействие. Одна часть ионов образует как бы плоский конденсатор, а другая — так называемый диффузный слой. Эти два слоя имеют разность потенциалов, называемую дзета-потенциалом. Он возникает при движении одной фазы около другой. Чем меньше величина дзета-потенциала, тем менее устойчива система коллоида. Когда потенциал равен нулю, золеобразная коллоидная система разрушается и коллоид свертывается.

Каждая коллоидная частица удерживает вокруг себя ориентированные молекулы растворителя. Эти молекулы образуют сплошную оболочку, которая придает устойчивость коллоидным растворам. Если эти оболочки из коллоидных растворов удалить, то коллоид выпадает в осадок. Гранулы коллоидов могут быть очень компактными или рыхлыми, когда внутренние части их не заполнены или, наоборот, заполнены растворителем. Первые группы коллоидов будут лиофобными, вторые — лиофильными. Если растворитель — вода, то такие коллоиды соответственно называются гидрофобными и гидрофильными.

Раньше предполагали, что коллоидные частицы имеют форму шара. Теперь доказано, что форма частиц может быть разно-

образной: вытянутой в форме веретена, шарообразной или нитевидной. С помощью электронного микроскопа установлено, что золь окиси железа имеет нитевидную или листочкообразную форму частиц, каучук — веретенообразную форму, золото — многогранную.

Коагуляция коллоидных растворов. При раздроблении любого тела сильно возрастает общая поверхность веществ, а вместе с ней и поверхностная энергия. Если 1 см^3 какого-либо вещества раздробить на мелкие кубики, то общая поверхность их сильно увеличится (табл. 17).

Таблица 17

Увеличение поверхности твердого вещества при его раздроблении

Длина ребра кубика	Число кубиков	Поверхность всех кубиков. Общая поверхность (см^2)
1 см	1	6
1 мм	10^3	60
1 μ	10^{12}	60 000
1 м μ	10^{21}	60 000 000

Коллоидные системы, имеющие большую поверхность дисперсной фазы, обладают огромным запасом поверхностной энергии. Разумеется, в грубодисперсных системах эта энергия незначительна, и ею можно пренебречь. Но в тонкодисперсных системах, когда отношение поверхности к объему превышает 10 тыс., поверхностная энергия имеет огромное значение. Поэтому высокодисперсные системы, как правило, очень активны: они вступают в химические соединения, служат катализаторами и часто создают неустойчивые системы.

Согласно второму началу термодинамики, эта свободная поверхностная энергия стремится перейти в потенциальную, что вызывает изменение дисперсной системы. Поэтому в коллоидных системах происходит постепенный, иногда очень длительный процесс объединения коллоидных частиц, их укрупнения. Но этому противодействует однозначность коллоидных зарядов. В связи с тем что гранулы коллоида заряжены однозначно (например, у золя железа положительно, у гуммиарабика отрицательно), отдельные частицы отталкиваются друг от друга, что создает стабилизацию коллоидной системы. Сохранению коллоидной дисперсной системы в дисперсном, золеобразном состоянии способствует также броуновское движение, т. е. хаотическое перемещение частиц, вызываемое движением молекул растворителя.

Значит, в коллоидной системе существует два вида взаимоположных сил: одни придают устойчивость коллоидному раствору, другие, наоборот, изменяют коллоидную систему.

Поверхностные силы можно ослабить уменьшением дисперсности коллоидного раствора (коагуляция) или адсорбцией на поверхности коллоида каких-либо веществ.

Коагуляцией называют свертывание коллоидов. Это — процесс, обратный пептизации, т. е. увеличению дисперсности коллоидной системы. Явление свертывания коллоидов в природе распространено широко. Например, мутный речной ил, поступая в моря, под действием солей свертывается и осаждается на дно. Вытекающая из раны кровь под действием йода или квасцов коагулируется.

При коагуляции в коллоидной системе понижается электрокинетический потенциал, уменьшается плотность коллоидных частиц (число частиц в определенном объеме раствора), замедляется броуновское движение, раствор становится мутнее, изменяется его вязкость, теряется способность фильтрации.

Коагуляцию коллоидов можно вызвать действием низких или высоких температур. Например, куриный белок при температуре 70° и выше свертывается, т. е. коагулируется. Замороженный торф после оттаивания удерживает меньше воды, чем обычно, так как в нем произошли явления коагуляции.

Коагуляцию можно вызвать и действием электролитов: солей, кислот, щелочей. Например, раствор куриного белка свернется от прибавления к нему крепкой соляной кислоты. Если к высокодисперсной глинистой суспензии прибавить раствор хлористого кальция, то глинистые частицы свернутся и в форме хлопьев осадут на дно стакана.

Коагуляцию можно вызвать действием другого коллоида, имеющего обратный заряд, пропусканием электрического тока или рентгеновского луча через коллоидный раствор, иногда выпариванием или при диализе*. На коагуляцию оказывают влияние и некоторые не электролиты, например, бензол и ксилол, хотя они сами не принимают участия в явлениях коагуляции.

При коагуляции коллоида среда обособляется от фазы, частицы коллоидов укрупняются, слипаются и под действием тяжести оседают на дно, образуя студенистую массу — коагюлюм.

Явление коагуляции в почвенных процессах имеет большое значение. При коагуляции задерживаются и становятся неподвижными высокодисперсные вещества, которые могут передвигаться в почве и вымываться из нее. После высыхания почвы свернувшиеся коллоиды служат цементом для почвенных частиц,

* Диализ — отделение от коллоидов с помощью коллоидной пленки, бычьего пузыря и частиц, находящихся в состоянии настоящего раствора.

вызывают склеивание частиц, что увеличивает сопротивление обрабатывающим орудиям.

Лиофобные и лиофильные коллоиды имеют разный порог коагуляции. Все лиофобные коллоиды свертываются при добавлении очень малого количества электролита, а лиофильные требуют высокой концентрации его. На порог коагуляции оказывает влияние характер катионов и анионов. Чем выше валентность, тем больше коагулирующая сила катиона. Так, сильные коагулянты — алюминий, трехвалентное железо и кальций, слабые — калий и натрий. Следует заметить, что положительные коллоиды быстрее коагулируются при добавлении щелочи, а отрицательные — кислоты.

Кроме катионной и анионной коагуляции, наблюдается свертывание при слиянии противоположно заряженных коллоидов. Если, например, к отрицательно заряженному золь кремневой кислоты прибавить положительно заряженный золь трехвалентного железа, то коллоиды свернутся. Очевидно, противоположно заряженные частицы будут притягиваться, что приведет к уничтожению их зарядов и слипанию, т. е. к коагуляции. Коагуляцию можно вызвать при смешении нескольких коллоидов. В этом случае, например, четыре различно заряженных коллоида могут сразу выпасть в осадок.

Пептизация. Под пептизацией понимают постоянный переход геля в золь, т. е. явление, обратное коагуляции.

После свертывания одни коллоиды уже не могут быть переведены в состояние золя (необратимые коллоиды). Другие, наоборот, могут переходить из золя в гель и из геля в золь бесконечное число раз (обратимые коллоиды). Примером необратимых коллоидов может служить куриный белок, а обратимых — желатин. Свернувшийся куриный белок не подвергается пептизации, а гель желатина при подогревании переходит в золь.

При пептизации коллоидным частицам возвращаются заряды, потерянные ими при свертывании. Поэтому пептизироваться могут только те коллоиды, которые способны адсорбировать потерянные заряды. Для пептизации достаточно сравнительно небольшого количества пептизатора. Лиофильные коллоиды пептизируются легче, лиофобные — труднее.

Если смешать два однозначных коллоида, но имеющих низкий и высокий порог коагуляции, то свертывания не произойдет, так как они несут одни и те же электрические заряды. И если в смесь добавить электролит в количестве, достаточном для коагулирования коллоида с низким порогом коагуляции, то свертывания все же не произойдет. Электролит с высоким порогом коагуляции как бы защищает своего компонента от свертывания. Это явление получило название защиты коллоидов. Под защитой лиофильного коллоида устойчивее будет и лиофобный. Особенно сильным защитным действием по отношению

к лиофобным коллоидам обладают желатин, гумусовые вещества, кремневая кислота.

Защитный коллоид не вступает во взаимодействие с испытуемым коллоидом, его можно удалить, а свойства первого коллоида останутся неизменными. Защитное действие коллоида наблюдается лишь при известных концентрациях. Увеличение концентрации сверх определенного предела не повышает защиту. Согласно взглядам Жигмонди, явление защиты объясняется взаимной адсорбцией частиц защищающего и защищаемого коллоидов.

Адсорбция. Важным явлением в коллоидных системах является также адсорбция — процесс, при котором в поверхностном слое одного из веществ происходит концентрация молекул, атомов или ионов другого вещества или других веществ. Адсорбция всегда наблюдается на грани раздела твердого и газообразного вещества, твердого и жидкого, жидкого и жидкого и т. д.

При адсорбции связь веществ с адсорбентом может быть или очень прочной, или слабой. Если связь адсорбируемого вещества с адсорбентом слабая и обусловлена силами межмолекулярного воздействия, то это явление называют адсорбцией, когда же связь более прочная и обусловлена химическим сродством между адсорбируемым веществом и адсорбентом, то — абсорбцией. Одно и то же вещество может адсорбироваться и абсорбироваться. Например, кислород, поглощаемый углем при очень низкой температуре (-100°), может быть выделен в чистом виде физическими приемами, а кислород, поглощаемый углем даже при комнатной температуре, физическими приемами выделить нельзя, так как при этом будут выделяться химические соединения CO_2 и CO .

Приведем примеры адсорбции. Если в слабые растворы хлорного железа, краски метиловой синей, красного конго и золя красного золота прибавить тонко размолотый костяной уголь и профильтровать, то все вещества будут поглощены углем, а через фильтр пройдет чистая вода. Если в стакан с водой, в котором находится во взмученном состоянии глина, бросить промытый тонкий песок, то песчинки покроются тонкой пленкой коллоидных частиц глины (В. Р. Вильямс).

Если в своеобразный «раствор» из бактерий поместить песчинки, то на них образуются сплошные оболочки из бактерий. При фильтровании через почву бактерии полностью ею поглощаются, причем в сфере высокого давления, вызванного поверхностными силами коллоидных частиц, у них сильно снизится жизнедеятельность, а иногда совершенно прекратится (Н. Н. Худяков).

Из химических веществ кислоты адсорбируются лучше, чем их соли, а органические кислоты — лучше неорганических. Нан-

большая способность к адсорбции выражена у высокомолекулярных веществ и особенно у коллоидов. На явлениях адсорбции основано писание на бумаге, рисование акварельными красками и пастелью. Тушь, применяемая при черчении, адсорбируется бумагой; крашение тканей также основано на явлениях адсорбции.

Адсорбция может быть положительной или отрицательной. При внесении в какой-либо раствор адсорбента будут поглощаться растворитель и растворенное вещество. Если поглотится больше растворителя, чем растворенного вещества, т. е. если повысится концентрация раствора, то адсорбция будет отрицательной. Если, наоборот, поглотится больше растворенного вещества, то адсорбция будет положительной.

Отрицательной адсорбцией обладают, например, сахара и многие неорганические соли при сравнительно высоких концентрациях.

Такими же свойствами обладают все органические соединения, содержащие много гидроксильных ионов (ОН). Но веществ, обладающих отрицательной адсорбцией, значительно меньше, чем веществ с положительной адсорбцией. К последним относятся все краски, алкалоиды, органические кислоты, простейшие спирты.

В природе есть вещества поверхностно-неактивные. Так, поваренная соль, растворенная в воде, почти не изменяет поверхностного натяжения. Поэтому она плохо адсорбируется коллоидами.

Явления адсорбции в почвенных процессах имеют большое значение. Например, состав воздуха почвы несколько иной, чем атмосферы. Он различен и в обособленных порах почвы. Поэтому корни растений могут найти нужную для них концентрацию и состав воздуха, а микробы — лучшие условия для существования. В минеральных солях, прошедших через почву, изменится соотношение катионов и анионов, что дает возможность регулировать их содержание. Явление адсорбции может играть в жизни растений не только положительную, но и отрицательную роль.

Понятие о гелях (студнях). Студнем называют такое состояние вещества, при котором оно совмещает в себе свойства твердого и жидкого тела. Некоторые студни даже при содержании 98% воды (иногда более) сохраняют постоянную форму и обладают эластичностью. Такой студень можно изгибать, резать на кусочки. Но вместе с тем он, подобно жидкости, проходит через отверстие воронки.

К типичным студням можно отнести застывший столярный клей, сильно разбавленный водой студень из желатина, агар-агара или крахмала, хорошо разложившийся торф. Студень можно приготовить из перегноя почвы, т. е. из веществ гумуса.

Из минеральных студней известны гидраты железа, алюминия и марганца, а также студень кремневой кислоты.

Студень можно получить желатинированием и набуханием. При желатинировании коллоидный раствор превращается в студень. При этом дисперсная фаза и среда остаются в том же соотношении, как и в растворе. Сухой коллоид, помещенный в растворитель, при набухании начинает сильно поглощать раствор, при этом соотношение между фазой и средой будет постоянно меняться, пока новое тело не получит свойства твердого и жидкого тела, т. е. не станет студнем.

Процесс желатинирования зависит от природы коллоида и его концентрации. Так, желатин 1%-ной концентрации образует жидкий, неустойчивый студень, а 3%-ной — устойчивый. Если приготовить студень из агар-агара (растительное вещество, широко применяющееся в кондитерском производстве), то при концентрации лишь 0,1% получается твердый студень.

Желатинирование происходит постепенно. Есть группа коллоидов, для желатинирования которых требуется несколько месяцев. Понижение температуры ускоряет процесс желатинирования, повышение (при обратимых коллоидах) способствует образованию золя. Добавлением солей можно ослабить или ускорить процесс желатинирования. Например, уксуснокислый калий, уксуснокислый натрий и особенно сернокислый калий и сернокислый натрий ускоряют образование студня, а йодистый натрий и йодистый калий сильно замедляют; роданистые соли калия и аммония вообще препятствуют желатинированию.

Набухание зависит от природы растворителя и набухающего вещества. Так, каучук не набухает в воде, но набухает в бензоле. Некоторые перегнойные вещества набухают в воде и не набухают в спирте.

Степень набухания определяется количеством поглощенного растворителя. Иногда это количество превосходит вес набухающего коллоида в его сухом состоянии в десятки раз. Набухание может происходить как в жидких, так и в газообразных растворителях. Если измерить объем коллоида до опыта и прибавить к нему объем поглощаемого растворителя, то получившийся новый объем будет все же несколько меньше суммы объемов коллоида и растворителя. Это объясняется тем, что при набухании происходит уплотнение коллоидов. Поэтому набухшее тело имеет несколько меньший объем, чем первоначальные объемы коллоида и растворителя.

В процессе набухания выделяется тепло, сначала в большом количестве, а потом в меньшем. При набухании в воде картофельного крахмала температура повышается на 10° и более.

Увеличиваясь в объеме, набухающее тело оказывает на окружающую среду давление, определяемое иногда тысячами атмосфер.

Вода в студне замерзает при температуре значительно ниже нуля. Многие организмы, обладающие свойствами студня, могут без вреда переносить низкие температуры. Например, некоторые нематоды, охлажденные до -190° , остаются живыми.

Механизм набухания студней недостаточно хорошо выяснен. Считают, что набухающее вещество вступает с растворителем в химическое взаимодействие, например желатин со слабым раствором соляной кислоты. При этом образуется солеобразное соединение с высокой степенью диссоциации. Анионы этого соединения неспособны к диффузии и потому создают давление по всем направлениям, вызывая набухание студня.

Набухание почвенных коллоидов имеет большое значение для изменения водопроницаемости почв, особенно глинистых и суглинистых. Набухание способствует регулированию динамики почвенных растворов, что сильно влияет на рост и развитие растений. Процессы набухания коллоидов участвуют в создании почвенной структуры и ее водопрочности.

Студни могут быть эластичные и неэластичные. Эластичные студни постепенно теряют растворитель, пока не останется сухое, твердое вещество. При соприкосновении этого сухого вещества с растворителем оно будет снова набухать и превратится еще раз в студень и т. д. Эластичные студни могут растягиваться, изгибаться и снова приобретать прежнюю форму. Некоторые из них при высыхании становятся настолько твердыми и крепкими, что превосходят в этом отношении стекло. Например, желатин на стекле, высыхая и сокращаясь в объеме, отдирает частицы стекла, делая его матовым.

Неэластичные студни сравнительно мало уменьшаются в объеме, при высыхании в них образуются пустоты, заполненные воздухом, при полном высыхании они распадаются на части. Примером неэластического студня может служить студень кремневой кислоты. При высыхании он растрескивается, образуя острогранные твердые обломки.

Студни, как и золеобразные коллоидные системы, неустойчивы. В них непрерывно происходят внутренние изменения, постепенно выделяется растворитель, уменьшается способность его удерживать. При этом отделяется не только растворитель, но и часть гранулы коллоида, происходит уплотнение студня. Это явление называется старением коллоидов (синерезис).

Почвенные коллоиды. Почва состоит из частиц различных размеров, начиная от очень крупных и кончая мельчайшими, коллоидными. Она имеет молекулярные и ионные растворы. По своему составу коллоидные частицы в почве могут быть минеральными, органо-минеральными и органическими. Минеральные частицы образуются в процессе выветривания горных пород. Органическое коллоидное вещество в почве создается в результате отмирания растений, микробов, грибов

и т. д. Химическое выветривание минералов и биологические процессы в почве являются источником образования органо-минеральных коллоидов. Частицы лежат в почве не монолитно: они образуют среду с пора́ми разных размеров, заполненную воздухом и водой. Таким образом, почва служит средой, в которой твердая фаза находится в контакте с жидкой и газообразной. Это — трехфазная коллоидная среда. В почве благодаря сложному взаимодействию этих фаз образуются настоящие растворы, высокодисперсные коллоиды, коллоиды и грубые суспензии. Масса почвы состоит из гелеобразных и золеобразных коллоидов, имеющих тесный контакт с настоящими растворами.

Накопление в почве коллоидов и их свойства зависят от многих причин, и прежде всего от климата. Так, в теплых пустынных зонах при недостатке влаги накопление коллоидов, особенно органических, замедляется. Наоборот, в северных широтах при избыточном увлажнении почвы растительные остатки разлагаются плохо, интенсивно накапливаются органические коллоиды, образуется торф. В теплых и влажных условиях процессы химического выветривания идут энергично с образованием минеральных гелей и золь.

Из минеральных коллоидов в почвах встречается золь и гель кремневой кислоты, окислы марганца, глинные минералы, гидраты железа и алюминия.

В почвенной массе кремневая кислота может находиться не только в форме золя и геля, но и настоящего раствора. Доказательством этого служит содержание ее в больших количествах в клетках тростника, хвощей и диатомовых водорослей.

Кремневая кислота образуется в процессе выветривания силикатов и алюмосиликатов при явлениях гидролиза. Обычно она накапливается или в форме аморфной массы, или, постепенно кристаллизуясь, переходит в кварц. Кремневая кислота может образовывать в почве и соли. Но эти соли очень неустойчивы и, гидролизуясь, превращаются или в золь, или в гель кремневой кислоты и основания.

Золь кремневой кислоты имеет отрицательный заряд и представляет собой гидрофильный коллоид, при потере воды выпадающий в форме геля. Так как этот золь несет отрицательный заряд, он дает непрочные соединения с катионами или образует сложные соединения с гидратами металлов.

Много аморфной кремневой кислоты выделяется в подзолистых почвах, а также в так называемых солодах, встречающихся на юге. Золь кремневой кислоты более подвижен при наличии гидроксильного иона, т. е. в щелочной среде, и менее подвижен — в кислой. В растворах он бесцветен, на поверхности почвенных частиц после потери воды оседает в виде налета или мунистой присыпки.

В некоторых почвах содержится много коллоидных соединений марганца (вады). Они представляют собой оводненные гидраты окислов марганца. Такие образования встречаются в подзолистых почвах, красноземах и желтоземах.

Гидраты марганца способны удерживать катионы, следовательно, они несут отрицательный заряд. Если золеобразная форма коллоидов марганца встречается в почве редко, то гелеобразная — очень часто. Такая форма коллоидов содержится в ортштейновых зернах преимущественно в элювиальных горизонтах подзолистых почв, а на юге — в красноземах. Часто окислы марганца входят в сложные соединения с гидратами железа.

К числу отрицательно заряженных коллоидов почвы следует отнести все глинные минералы (например, каолинит), которые несут отрицательный заряд. В глинистых почвах большая доля почвенной массы состоит именно из этих коллоидов (примерно 30—50%, иногда больше). Эта группа коллоидов имеет очень большое значение в поглощении почвой воды, газов, питательных веществ и особенно в регулировании водопроницаемости, теплового режима, набухаемости, твердости, вязкости и других физических свойств.

В природных условиях коллоидные глинные минералы находятся в контакте с гидратами железа, алюминия и марганца и представлены гелем. Наблюдается слабое перемещение их по трещинам почвы и щелям, вероятно, частью механически, а частично в виде золей.

К положительно заряженным минеральным коллоидам относятся гидраты окисного и закисного железа, алюминия, иногда марганца. Они могут находиться в почве в форме золь или геля. Гель этих соединений имеет разную степень оводненности.

Гидраты окиси железа имеют красно-бурый или желтоватый цвет и вступают во взаимодействие со всеми отрицательными коллоидами почвы. Гидрат железа сильно пептизируется растворами, содержащими ион водорода. В южных почвах (каштановые почвы, южные черноземы), где в растворе содержится много гидроксильного иона, гидрат железа малорастворим и растения часто страдают хлорозом от недостатка железа.

Золь железа вступает в соединения с кремневой кислотой и золем марганца, взаимно осаждаясь в форме геля. Гидраты окиси железа также покрывают частицы глинных минералов. Положительно заряженные коллоиды железа могут вступать в соединения с отрицательно заряженными перегнойными веществами и образовывать сложные студни.

Золь *гидрата закиси железа*, как и его гель, встречается только при недостатке в почве воздуха, отсутствии окислительных процессов, например в болотных почвах. Он имеет положительный заряд. Соединяясь с отрицательно заряженными коллоид-

дами кремневой кислоты, восстановленными соединениями марганца или перегнойными веществами, гидрат закиси железа образует сгустки. При наличии воздуха закисные формы переходят в окисные.

Гель *гидрата алюминия* обладает подвижностью как в кислой, так и в щелочной среде. При этом он частично растворяется с образованием ионов алюминия. Некоторые растения (например, плауны) способны поглощать их в большом количестве. Золь гидрата алюминия может вступать в соединение с золем кремневой кислоты и марганца. Ионы алюминия, появляясь в кислых почвах в большом количестве, становятся ядовитыми для многих сельскохозяйственных культур.

К органическим коллоидам почвы прежде всего относятся все перегнойные вещества: гуминовые и фульвокислоты.

Гуминовые вещества могут быть в почве в форме геля и золя. Золь гуминовых коллоидов заряжен отрицательно, поэтому гуминовые растворы легко коагулируются электролитами, особенно ионами кальция, водорода, железа и алюминия. Гуминовые вещества коагулируются также и одновалентными ионами солей, но при высокой концентрации.

Полученный гель одновалентных катионов легко пептизируется и переходит в раствор, образуя золь. Плохо пептизируются коагулюмы алюминия и железа, несколько лучше магния, водорода, а также кальция. Щелочная реакция почвы способствует пептизации органических и некоторых минеральных коллоидов.

Все гуминовые вещества могут быть сильно оводнены и являются лиофильными коллоидами. Встречаясь с золем железа или алюминия, они коагулируют и выпадают в форме сгустка. Поэтому в северных почвах наблюдаются иногда гуможелезистые прослойки. Будучи гидрофильными, гуминовые вещества часто играют защитную роль для других коллоидов и способствуют их передвижению по профилю почвы и даже склону.

При высыхании гуминовые вещества, соединяясь с гидратами железа, алюминия и даже марганца, образуют цемент и склеивают почвенные частицы. Особенно большими клеящими свойствами обладают гуматы натрия, аммония, калия и отчасти магния. Это их свойство — временное; при смачивании склеенная гуматами натрия почва легко размокает и становится вязкой.

В отличие от темных гуминовых веществ, золи фульвокислот слабо окрашены, обладают большой подвижностью, плохо коагулируют и поэтому обладают меньшей способностью склеивать, цементировать, образовывать сгустки. Но зато они играют большую защитную роль для других коллоидов и способствуют их передвижению. Поэтому в почвах северной половины нашей страны наблюдается активное передвижение минеральных коллоидов из верхних горизонтов в нижние.

Группа органо-минеральных коллоидов включает коагулируемые гуминовых веществ и окислов металлов. Кроме того, органические вещества почвы способны адсорбировать минеральные соединения; адсорбируются полностью также и сами минеральные вещества. В результате в почве образуется группа малоподвижных органо-минеральных коллоидов в виде рыхлосвязанных органических и минеральных веществ и гидратов металла, поверхностно адсорбированных гуматов на различных тонкодисперсных минералах.

Коллоиды живых организмов. Почва населена огромным количеством бактерий, грибов, актиномицетов и водорослей, которые являются живыми коллоидами. Ими особенно богаты верхние слои почвы.

Растворы бактерий способны коагулировать и адсорбироваться. При высыхании тела микробов обладают клеящей способностью. Примерно такими же свойствами обладают водоросли, актиномицеты и грибы, но их роль в почвообразовании значительно меньше, чем бактерий.

Глава 12. ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Свойство почвы поглощать газы, жидкости, солевые растворы и удерживать твердые частицы — составляет ее поглотительную способность. Способность поглощать определяется в первую очередь количеством и качеством коллоидов, находящихся в почве. Коллоиды определяют водный и воздушный режим почвы, обусловленный физическими свойствами пахотного и других горизонтов; от свойств коллоидов зависит биологическая деятельность почвенных микроорганизмов, практически коллоиды почвы определяют условия жизни сельскохозяйственных растений.

В связи с интенсификацией сельского хозяйства, использованием большого количества минеральных удобрений в целях повышения производительности полей знание поглотительной способности почв, ее поглощающего комплекса и умение управлять им приобретают исключительно важное значение.

Первые работы по изучению поглотительной способности почвы провели ученые Уз, Ван-Бемелен, Вигнер и продолжили А. Н. Соколовский и Матсон. Но наибольшее значение имели исследования К. К. Гедройца, который создал стройное учение о поглотительной способности почв. В последнее время была проведена большая работа В. А. Черновым и Н. И. Горбуновым.

Поглотительная способность по Гедройцу — это свойство почвы «задерживать те или другие вещества, приходящие в соприкосновение с ее твердой фазой через циркулирующие в ней воды». Таким образом, «могут задерживаться соединения или

части их, находящиеся в растворенном состоянии, а также коллоидально распыленные частички минерального и органического вещества, живые микроорганизмы и грубые суспензии». Гедройц показал, что в явлениях поглощения почвы принимают участие главным образом почвенные коллоиды, начиная с частиц диаметром 0,001 мм и мельче; суспензии и все частицы размером, близким к 0,01 мм, принимают меньшее участие; крупные же частицы в поглощении не участвуют.

Часть почвы, состоящую из частиц размером меньше 0,001 мм (с небольшим участием частиц диаметром 0,001—0,005 мм), Гедройц назвал поглощающим комплексом почвы. Поглощительная способность почвы определяется физическими свойствами и химическим составом поглощающего комплекса, т. е. свойствами почвенных коллоидов. Известны пять видов поглощительной способности: механическая, физическая, или адсорбционная, физико-химическая, или обменная, химическая и биологическая.

Под механической поглощительной способностью понимают способность почвы задерживать из фильтрующей воды взмученные частицы. Физической поглощительной способностью К. К. Гедройц называл свойство почвы поглощать из почвенного раствора молекулы электролитов, газов, а также продуктов гидролиза слабых кислот и оснований. Физико-химическая, или обменная, поглощительная способность — наиболее важное свойство почвы «обменивать некоторую часть содержащихся в твердой ее фазе катионов на эквивалентное количество катионов, находящихся в соприкасающемся с нею растворе», и удерживать их, «поглощать». Химическая поглощительная способность проявляется в поглощении из почвенного раствора веществ путем образования нерастворимых соединений. Биологическая поглощительная способность состоит в поглощении из почвенного раствора веществ почвенными микроорганизмами и корнями растений.

Механическое поглощение. Если пропустить через почву суспензию глины, то глинистая масса задерживается в порах почвы. Это явление может служить примером механического поглощения. Механически задерживаются частицы только грубых суспензий, размером больше почвенных пор, а также еще более грубые частицы: остатки корней растений, пылеватые и песчаные частицы, хрящ и щебень.

Глинистые, пылеватые и песчаные частицы могут механически передвигаться при растрескивании почвы в сухие периоды года. Так, в условиях Казахстана, Среднеазиатских республик, на юге Кавказа и даже временами в области черноземных степей летом почва сильно растрескивается и значительная часть ее мелкозема, осыпаясь, перемещается в нижние слои. Еще сильнее перемещается мелкозем под влиянием воды.

В самом верхнем слое почвы (2—5 мм) участие в механическом распределении частиц принимает не только дождевая вода, но и ветер. Механические частицы размером больше почвенных пор могут перемещаться и в глубоких слоях почвы, главным образом в случае выщелачивания солей и заполнения ими образовавшихся пустот.

Знание особенностей механического поглощения почвы имеет практическое значение при решении вопросов, связанных с проведением колматажных работ и заилением песков. Механическое задерживание илистых и пылеватых частиц на закаменных территориях — первое условие земледельческого освоения горных мест.

Отложение наилка на поверхности может быть использовано не только для песчаных, но и для суглинистых почв в целях повышения их плодородия. В глинистых взвесах в воде рек много питательных веществ, осаждение которых на бедных почвах повышает их плодородие. Использование мутных вод для повышения плодородия практикуется, например, в Ногайских степях.

Физическое поглощение (молекулярная адсорбция). Почва, как дисперсное тело, обладает поверхностной энергией, с помощью которой может поглощать или отталкивать молекулы и коллоидные частицы, т. е. она обладает положительной или отрицательной поглотительной способностью.

Если раствор анилиновой краски профильтровать через почву, то краска поглотится и останется чистая, бесцветная вода. По количеству поглощенной краски, например метилблау, можно приблизительно определить относительное содержание коллоидов в почве (табл. 18).

Таблица 18

Поглощение метилблау коллоидами

Почвы	Поглощено краски из раствора концентрации 0,001 г/л	
	%	цвет раствора
Торфяная	100	Бесцветный
Чернозем выщелоченный глинистый	90	Слабо-синеватый
Подзолистая тяжелосуглинистая	30	Синий
Песчаная подзолистая . .	5	Интенсивно синий

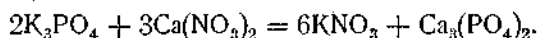
Следовательно, больше всего краски поглощает почва торфяная, содержащая максимальное количество коллоидов, затем черноземная, потом суглинистая подзолистая и, наконец, песчаная подзолистая, наиболее бедная коллоидами.

О значении величины физического поглощения для характеристики свойств почв можно убедиться на таком примере. Песчаные почвы способны физически удерживать 1,5—2% гигроскопической влаги, а торфяные — 15—25%. Для растений же доступна лишь та вода, которая имеется в почве сверх полуторфной максимальной гигроскопической. Поэтому в песчаной почве при 5% влаги растения не будут увядать, а на торфянике адсорбционные силы так велики, что даже при 40—50% влажности растения не смогут использовать эту воду.

Коллоиды почвы способны физически поглощать молекулы разных солей, в том числе некоторых питательных веществ, создавая различную концентрацию их в почвенном растворе.

Физическое поглощение почвой веществ может быть и отрицательным. Это наблюдается, например, в отношении ионов азотной кислоты, которые, обладая отрицательной адсорбцией, легко вымываются из почвы. Поэтому удобрения, содержащие ион NO_3 , нельзя вносить в почву за несколько месяцев до посева или с осени.

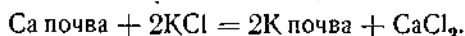
Химическое поглощение. Многие вещества, находящиеся в почвенном растворе, соприкасаясь друг с другом, могут образовать нерастворимое химическое соединение, которое и будет «поглощено» почвой. Нерастворимые вещества могут образоваться и от соприкосновения почвенного раствора с твердой частью почвы. В этом случае почва поглощает вещества из раствора. Так, если в почве соприкасаются растворимые соли K_3PO_4 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, то из раствора выпадает нерастворимая в воде $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ согласно уравнению:



Нерастворимые соединения солей фосфорной кислоты образуются при внесении растворимых фосфорных удобрений в почвы, богатые соединениями железа и алюминия вследствие образования FePO_4 и AlPO_4 .

Соединения, которые не могут в почве образовать нерастворимые соли, химически не поглощаются. Такова, например, поваренная соль. Так как ее анион — хлор — вреден для большинства растений, то для улучшения условий жизни растений эффективно промывание почвы, при этом хлор будет удален.

Физико-химическое поглощение (обменная адсорбция). При соприкосновении почвы с каким-либо раствором соли произойдет обменная реакция: катион соли поглотится почвой, а в раствор вытеснится в эквивалентном количестве катион почвы. Если небольшое количество почвы, например чернозема, поместить на бумажный фильтр в воронку и промыть хлористым калием, то будет вытекать раствор с большим содержанием хлористого кальция. Реакция протекает согласно уравнению:



Изучая физико-химическую поглотительную способность, К. К. Гедройц установил следующие основные законы: 1) катионный обмен между почвой и раствором происходит в эквивалентных отношениях, т. е. количество катионов, вытесненных из почвы и поглощенных ею из раствора, эквивалентно; 2) обмен катионов совершается очень быстро, почти мгновенно*; 3) реакция обмена обратима.

Поглощенные катионы, их количество и соотношение дают важную характеристику многим свойствам почвы. Поэтому при определении физико-химической поглотительной способности следует учитывать количество и природу поглощенных катионов, или, как их называл К. К. Гедройц, оснований. Сумма обменных катионов, выраженная в миллиэквивалентах (м.-экв.) на 100 г почвы, называется емкостью поглощения или емкостью обмена.

Емкость поглощения каждой почвы К. К. Гедройц считал величиной постоянной, определяемой количеством и качеством коллоидов, входящих в состав поглощающего комплекса.

Самой малой емкостью обладают почвы песчаные. Их емкость определяется в 3—5 м.-экв. на 100 г почвы. Суглинистые подзолистые почвы имеют емкость 8—15 м.-экв., серые лесные — 15—25, черноземы — 40—60, торфяные почвы — 60—100 м.-экв. и более. 100 г чистых гумусных веществ могут удерживать своими коллоидами до 300 м.-экв. катионов.

Чем больше в почве глинистых частиц и особенно органических коллоидов, тем выше емкость поглощения. Работами Н. И. Горбунова установлено, что емкость поглощения почвы зависит не только от коллоидов, но и от реакции почвенного раствора. Так, если емкость для одной и той же почвы принять за 100 при нейтральной реакции, то при щелочной она будет значительно выше.

В состав поглощенных оснований входит сравнительно небольшое число различных катионов: кальций, магний, водород, калий, натрий, небольшое количество аммония и ионов железа и алюминия. Количество обменных катионов и их соотношение характерно для каждого типа почвы и определяет многие его агрономические свойства.

Подзолистые почвы содержат в поглощающем комплексе много водорода (алюминия), имеется кальций, магний, небольшое количество железа. В поглощающем комплексе черноземов и каштановых почв содержатся ионы кальция, магния; в солонцах имеются ионы натрия, кальция, магния, в сероземах — кальций и магний. Катионы калия во всех почвах содержатся в малых количествах.

* Исследованиями И. Горбунова и Г. Цурюпы установлено, что реакция обмена не всегда протекает быстро, иногда она совершается в течение нескольких дней.

Поглощенные основания имеют большое значение в создании почвенной структуры и ее водопрочности. Если почву насытить различными катионами, а потом определить степень ее дисперсности, то окажется, что наиболее диспергирована будет почва, насыщенная натрием, аммонием, калием, затем следует почва, насыщенная магнием, водородом, кальцием и, наконец, трехвалентным железом. Это означает, что одновалентные катионы не могут создавать водопрочных агрегатов. Эту задачу в почве решают катионы кальция и в меньшей степени катионы магния.

Водопрочность агрегатов структуры почвы зависит не только от кальция и магния, но и от гумуса. Важно, чтобы в почве было достаточное количество органического вещества, как это наблюдается в черноземах, обладающих ценной структурой.

Согласно взглядам А. А. Роде, прочность структуры зависит от характера сцепления почвенных коллоидов с катионами. Двухвалентный катион кальция может прочно удерживать одновременно две частицы коллоидов почвы, не допуская проникновения между ними воды. По этим же причинам большой водопрочностью обладают агрегаты, скоагулированные трехвалентным железом и алюминием. Наоборот, одновалентный катион (например, водорода) имеет сцепление только с одной частицей коллоидов, в результате чего образуется разъединяющая водная оболочка и почвенные частицы диспергируются.

Следовательно, лучшими условиями для создания прочной структуры имеют черноземы, потому что они обладают большой емкостью и в их поглощающем комплексе содержится преимущественно ион кальция и ион магния. Несколько меньшей водопрочностью и худшими условиями для создания прочной структуры обладают лесостепные почвы, в которых при общем уменьшении емкости поглощения увеличивается содержание иона водорода. Еще хуже условия в подзолистых почвах. Эти почвы имеют низкую емкость поглощения, малые запасы перегнойных веществ и в их поглощающем комплексе в большом количестве содержатся ионы водорода.

Достаточно хороши условия для создания структуры в каштановых почвах. В их поглощающем комплексе, как и у черноземов, содержатся кальций и магний, но вследствие небольшого содержания гумуса, структура у них хуже. Кроме того, в их поглощающем комплексе имеются следы иона натрия. Пустынные почвы, в поглощающем комплексе которых находятся только ионы кальция и магния, обладают хорошо выраженной микроструктурой. Но крайне малое содержание органических веществ не благоприятствует образованию макроструктуры.

В поглощающем комплексе солонцов содержится много иона натрия. Поэтому структурные агрегаты легко диспергируются,

так как одновалентный катион не создает водопрочных агрегатов.

Поглощенные основания не остаются в почве в неизменном состоянии. Они вступают в обменные реакции с катионами почвенного раствора и тем самым активно участвуют в питании растений. Если в черноземную почву внести какое-либо кислое удобрение, то ион водорода обменивается местами с имеющимися в поглощенном состоянии ионами кальция и магния и вытеснит их в раствор. Это усреднит реакцию раствора и улучшит питание растений кальцием и магнием. Аммонийные удобрения подкисляют почвенный раствор, так как ион аммония сильно поглощается. Если в почвенных коллондах было много поглощенного водорода, то эти удобрения могут не дать положительного эффекта (П. Н. Кошельков). Но если аммонийные удобрения внести в почву, в поглощающем комплексе которой много кальция и магния, то реакция почвенного раствора не станет кислой.

Поглощенные основания достаточно подвижны, и поэтому они используются растениями как элементы зольного питания.

К. К. Гедройц указывал на отрицательное значение в почве иона водорода. Только очень небольшое его количество в поглощающем комплексе может играть положительную роль. Но если количество ионов водорода переходит за пределы 10% от емкости, его роль становится отрицательной. Основываясь на этих свойствах иона водорода, К. К. Гедройц все почвы делил на две группы: насыщенные и не насыщенные основаниями. К насыщенным основаниям он относил все почвы южных районов нашей страны, начиная от черноземов, в поглощающем комплексе которых ионов водорода нет или их очень мало. Наоборот, все северные почвы (подзолистые, лесостепные, некоторые виды болотных почв), в поглощающем комплексе которых много ионов водорода, он назвал ненасыщенными.

В настоящее время взгляд на значение иона водорода несколько изменился. Ряд исследователей считают, что отрицательное влияние на произрастание сельскохозяйственных культур оказывает не ион водорода, а ион алюминия, внедряющийся в поглощающий комплекс при сильнокислой реакции. Однако в почвенном растворе ион алюминия может появляться лишь при наличии в растворе иона водорода. При этом имеющийся в почве гидрат алюминия должен будет вступить во взаимодействие с кислотой согласно следующему уравнению: $Al(OH)_3 + 3HX = AlX_3 + 3HON$, где X — неизвестный анион кислоты. Очевидно, при таких условиях алюминий может быть в форме иона в растворе и в поглощающем комплексе почвы.

Многими исследователями (например, Н. П. Ремезовым) установлено, что не все ионы водорода одинаковы по физиологическому воздействию на растение. Особенно вредны наиболее подвижные ионы, которые находятся в почвенном растворе и

определяют его реакцию. Менее вредны ионы, вытесняемые нейтральной солью, например хлористым калием. Наконец, ионы водорода, прочно связанные с поглощающим комплексом, безвредны для растений. Для их вытеснения применяется уксуснокислый кальций (или уксуснокислый натрий). Эти соли гидролитически расщепляются и, следовательно, в воде образуют щелочной раствор. Применяя такие соли в качестве вытеснителей, можно связать весь ион водорода почвенных коллоидов. В агрохимической практике выделяют три вида кислотности: актуальную — ион водорода извлекается водой, обменную — ион водорода вытесняется хлористым калием и гидролитическую — ион водорода вытесняется уксуснокислым кальцием или натрием. В производственной практике для вытеснения иона водорода из почвенных коллоидов применяют известняк, содержащий высокий процент углекислого кальция.

Если для северных почв неблагоприятные условия для произрастания растений создает ион водорода (или ион алюминия), то для южных почв отрицательную роль играет ион натрия. Вступая во взаимодействие с ионом водорода углекислоты почвенного раствора, натрий обменивается с ним местами, и в растворе образуется сода согласно уравнению:



Сода в растворе обладает щелочными свойствами и для растений ядовита. Поэтому для снижения щелочности южных почв целесообразно применять кислые удобрения.

Биологическое поглощение веществ почвой вызывается жизнедеятельностью растений и микроорганизмов. Минеральные соли, образующиеся в почве или попадающие в нее извне в виде удобрений, не вымываются дождевой водой, так как их используют корни растений и почвенные микроорганизмы, после отмирания которых они как бы поглощаются самой почвой.

Важное значение биологического поглощения подчеркивал В. Р. Вильямс. Он считал, что соли фосфора, азота и калия не накапливаются в больших количествах в морской воде потому, что их поглощают растения и другие животные организмы, населяющие почву. При этом все поглощаемые вещества из растворимого состояния переходят в нерастворимое: соли азота — в белковые вещества, соли фосфора — в нерастворимые фосфаты и т. д.

Особенно большое значение биологическое поглощение имеет для горных и увлажненных районов. Здесь внесенные в почву питательные вещества не вымываются только благодаря биологическому поглощению. Имеется и другое значение этого вида поглощения. Растения выделяют своими корнями CO_2 и органические кислоты, которые растворяют нерастворимые в воде почвенные минералы. Такое же воздействие на частицы почвы оказывают и микроорганизмы.

Глава 13. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Физические свойства почв, как и химические, имеют исключительно большое значение в создании в ней питательного режима, а следовательно, роста и развития растений. Умение регулировать эти условия дает возможность поднять урожай сельскохозяйственных культур и тем самым повысить производительность земли.

Объемный вес почвы. Под объемным весом почвы понимается вес единицы объема абсолютно сухой почвы с нарушенным сложением. Объемный вес меняется в зависимости от типа почвы, особенностей ее горизонтов, структуры, упаковки структурных агрегатов, входящих в данную почву минералов, содержания органических веществ, скважности и т. д.

Чем лучше выражена структура почвы, чем больше почва разрыхлена, тем меньше ее объемный вес. Созданная при обработке почвы скважность (т. е. объем всех пор) не бывает длительное время постоянной. Через несколько дней после обработки почва оседает, уплотняется, становится менее скважной, ее объемный вес увеличивается. Бесструктурные почвы слитного сложения, со слабо выраженной скважностью обладают большим объемным весом, тогда как структурные черноземы и особенно сухие торфянистые почвы — меньшим. Например, объемный вес почвы горизонта $A_{пах}$ подзолистой суглинистой почвы в одном опыте был равен 1,24, чернозема с большим количеством перегноя — 1,04, торфяной почвы — 0,24. Объемный вес песчаных почв в том же опыте, образовавшихся на кварцевых песках, равен 1,7 и даже 1,85.

Удельный вес. При характеристике физических свойств почв, кроме объемного, имеет значение удельный вес твердой фазы почвы, т. е. вес в граммах 1 см³ абсолютно сухой твердой фазы почвы без пор (при сплошном залегании).

Удельный вес зависит от особенностей минералов, входящих в почву, и количества органического вещества. Почвы с малым количеством гумуса имеют большой удельный вес, а содержащие много перегноя — малый. Чем больше в почве тяжелых минералов, тем выше ее удельный вес. Удельный вес песчаной подзолистой почвы колеблется от 1,8 до 2,65, черноземной почвы из разных горизонтов — 2,4—2,7, торфяной почвы — 1,5—1,7.

Соотношение объемного и удельного весов дает возможность определить скважность почв по следующей формуле:

$$P = \left(1 - \frac{\Delta}{\rho}\right) \cdot 100\%,$$

где ρ — удельный вес твердой фазы почвы, Δ — объемный вес почвы.

Пластичность и липкость. Способность влажной почвы сохранять приданную ей форму называется пластичностью, а прилипать к предметам, например к орудиям обработки, к рукам, — липкостью. Чем больше в почве коллоидных частиц, тем она во влажном состоянии более пластична и липка. Поэтому суглинистая и глинистая почвы обладают высокой липкостью и пластичностью, а супесчаные и песчаные значительно меньшей. Особенно пластичны и липки глинистые солонцы, коллоиды которых насыщены натрием. Пластичность, так же как и липкость, возрастает по мере увеличения влажности почв примерно до 90% полной влагоемкости. Если увлажнение увеличивать и дальше, то появляется новое свойство — текучесть почв.

Набухание. Способность почвы увеличивать свой объем под влиянием увлажнения (и замерзания) называется набуханием почв. Такой способностью обладают главным образом глинистые почвы с большим количеством перегноя, например глинистые черноземы, а также торфяные почвы и солонцы. Малогумусные песчаные почвы практически не набухают. Сырые, сильно набухшие почвы при высыхании образуют трещины, часто вызывающие разрыв корней. Иногда эти трещины достигают такой большой ширины и глубины, что в них могут проваливаться ноги скота (например, джарычные почвы в Казахстане). Сильно набухающие почвы обладают большой усадкой, поэтому они часто расположены в мелких депрессиях. Набухание почв может вызвать их выпучивание.

Связность почв. Под связностью почвы следует понимать ее способность сопротивляться расклиниванию, сдавливанию, разрыву обрабатывающим орудиям или вообще приборам, разъединяющим почвенные частицы или ее структурные отдельности. Связность почв вызывается силами взаимного сцепления между почвенными частицами, обусловленного главным образом свойствами ее коллоидов. От связности почвы зависит трудность или, наоборот, легкость обработки земли. Человеку было давно известно, что глинистые почвы, т. е. почвы, богатые коллоидами, труднее обрабатывать, нежели песчаные.

Сельскохозяйственные растения различно относятся к связности почв. Одни из них дают хорошие урожаи на связных почвах, другие, наоборот, на рыхлых. Связность почвы не постоянна. Она зависит прежде всего от механического состава, затем от влажности и от тех коллоидов, которые участвуют в создании связности. Сухие глинистые почвы более связны, чем сырые. Песчаные, наоборот, рассыпчаты в сухом и слабосвязны в сыром. В глинистых почвах связность уменьшает перегной, в песчаных он ее несколько увеличивает. Сильно уменьшает связность глинистых малогумусных северных почв внесенный торф и

известь. Очень большой связностью обладают почвы, в составе которых имеется гумат натрия, например солонцы.

Для определения связности почвы, часто называемой почво-ведами плотностью, существуют приборы — плотномеры. В этом случае плотность почв определяется измерением сопротивления при вдавливании в почву клина или конуса с площадью основания 1 см^2 и высотой 5 см. Сопротивление почвы, ее плотность, выражается в кг/см^2 .

Каждая почва имеет разную связность своих горизонтов. Так, почвенный профиль чернозема при нормальном увлажнении довольно рыхлый в пахотном слое, затем слегка уплотняется, далее книзу становится менее плотным.

Большинство сельскохозяйственных культур лучше всего развиваются и растут при сопротивлении почвы $10\text{—}20\text{ кг/см}^2$, а при $30\text{—}35\text{ кг/см}^2$ страдают и снижают урожай. Именно поэтому при исследовании почв важно установить их плотность по природным горизонтам.

Тепловые условия почв. Тепловой режим почвы зависит от количества поступающей солнечной энергии и способности почвы поглощать ее. Эта способность связана с теплоемкостью почвы, ее теплопроводностью и силой излучения энергии в атмосферу. Биологические процессы в почве, а также рост и развитие растений протескают при определенном тепловом режиме. Однако биологический фактор, в свою очередь, влияет на тепловой режим почвы.

Если бы солнечные лучи, падающие на тело, поглощались полностью и превращались в теплоту, то полученное этим телом количество калорий представляло бы собой абсолютную меру солнечной радиации. Единицей измерения силы потока лучистой энергии является малая калория в минуту на 1 см^2 поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей. Тело, которое полностью поглощает солнечную энергию, является абсолютно черным телом. В практике его заменяет особым способом приготовленная сажа, поглощающая 98% солнечной энергии.

Подсчитано, что среднее количество солнечной энергии, поступающей на 1 см^2 поверхности, должно бы быть равным 1,98 калорий. Но вследствие рассеивания ее атмосферой и отражения от облаков на землю попадает энергии значительно меньше. Количество отраженной от поверхности земли солнечной энергии составляет ее альбедо. Величина последнего сильно зависит от увлажнения почвы, ее обработки, окраски, особенностей растительного покрова и ряда других условий. Снежный покров имеет альбедо 70—80%, чернозем сухой — 14, влажный — 8—9, песок белый — 40, зеленая травянистая растительность — 14—18.

Почвы в зависимости от их использования, свойств растительности на них и т. д. будут различаться по тепловым свойствам. В практике сельского хозяйства почвы давно подразде-

ляются на холодные и теплые. Темные почвы нагреваются сильнее, чем светлые. Особенно выделяются в этом отношении почвы легкие супесчаные и песчаные, с большим количеством перегноя. Слабее нагреваются почвы, покрытые растительностью.

Очень большое значение для излучения почвой тепла в атмосферу имеет влажность. Сырые почвы охлаждаются быстрее, чем сухие. Это объясняется тем, что вода имеет высокий показатель теплоизлучения. Если почву покрыть навозом, соломой или снегом, ее теплоизлучающая способность сильно уменьшится. Поэтому даже под снегом температура поверхности почвы окажется выше, чем на открытом месте.

Различные типы почв и их состояние имеют разную теплоемкость и теплопроводность. По данным проф. А. Н. Сабанина, для нагрева грамма почвы на градус для разных почв требуется от 0,217 до 0,248 малой калории. Чем влажнее почва, тем она более теплоемка.

Различна в почвах и теплопроводность. Лучше проводят тепло почвы с большим количеством обломков горных пород, их минералов и осколков минералов. Очень плохой теплопроводностью отличается находящийся в почве воздух, несколько лучшей — вода и перегной. Поэтому почвы с малым количеством перегноя, минеральные и плотные — хорошие проводники тепла. Если же в почвах много перегноя и воздушных пор (например, сухая торфяная почва или структурный чернозем), то они будут плохо проводить тепло.

Знание тепловых особенностей почвы имеет важное значение при организации территории колхозов и совхозов. Землеустроителю приходится подбирать и группировать разрозненные контуры почв в производственно однородные массивы. При этом ему необходимо знать, какие почвы теплее или холоднее, чтобы эти особенности учесть при размещении сельскохозяйственных культур по территории хозяйства и особенно при организации севооборотной площади.

Землеустроителю очень важно знать тепловые свойства почв и при размещении садовых культур, так как от тепловых свойств почвы зависит общий урожай насаждений и его качество.

Вода и водный режим почв. Вода в почве имеет очень большое значение для жизненных процессов растений. В растении вода содержится в количестве от 40 до 70%, а в протоплазме растительных клеток в среднем 53—60%. Для создания 1 кг сухого вещества (в древесине, соломе, зерне) растение расходует от 300 до 1000 л воды, а иногда и более. Испаряясь через листья, вода охлаждает растение, предохраняя его от перегрева и высыхания.

В почву вода попадает из атмосферы, частично в виде водяных паров, но большей частью в капельножидком состоянии, в форме дождя или талых вод. Количество поступающей в почву

воды различно и зависит от климатических условий, географического положения местности, характера рельефа, особенностей растительного покрова, интенсивности стока и т. д.

Почвенная вода находится в сфере влияния трех видов сил: тяжести, молекулярного притяжения минеральными и органическими частицами почвы и взаимного притяжения молекул самой воды.

Наиболее обстоятельно изучили состояние воды в почве С. М. Богданов, П. С. Коссович, А. Ф. Лебедев, С. И. Долгов,

Н. А. Качинский и А. А. Роде. Ими была разработана классификация форм почвенной воды.

В почве можно обнаружить воду газообразную, химически связанную, кристаллизационную, гигроскопическую, максимально-гигроскопическую, пленочную, капиллярную, гравитационную и твердую.

Газообразная, или паровая, вода насыщает парами воздух почвенных пор, отверстий и межструктурных пространств. Она передвигается в почве при условии разности давления водяного пара.

Химически связанная вода (конституционная) входит в состав кремневой кислоты, глинных минералов, гидратов окислов металлов и других веществ, имеющих в почве. Химически связанная вода может быть удалена только при нагревании минералов до 400—800°. При этом строение минерала изменяется.

Кристаллизационная вода связана с минералами значительно слабее, чем конституционная. Из минерала мирабилита ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), например, эта форма воды частично удаляется уже при нагревании почвы солнцем; при температуре же 100° ее можно удалить полностью.

Гигроскопическая вода адсорбирована поверхностными силами мелких частиц, особенно коллоидами почвы. Ее легко обнаружить. Если почву в воздушно-сухом состоянии высушить в термостате, то она уменьшит свой вес вследствие потери адсорбированной гигроскопической воды. Эта форма воды в почве

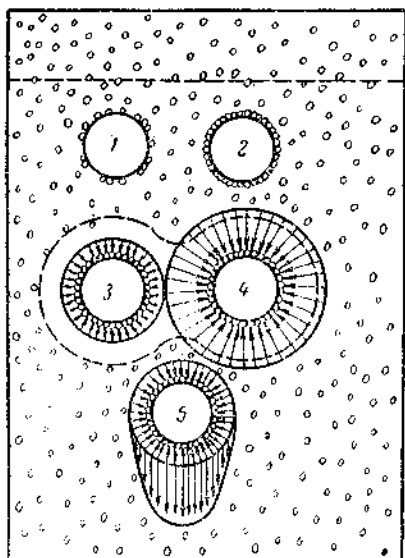


Рис. 8. Формы воды в почве (по А. Ф. Лебедеву):

частицы почвы покрыты гигроскопической водой (1), максимальной гигроскопической (2), пленочной (3 и 4), гравитационной (5).

может передвигаться только при переходе в газообразное состояние. Содержание ее в почве не постоянно и зависит от влажности воздуха.

Максимально-гигроскопическая вода адсорбируется и удерживается почвой в условиях полного насыщения окружающего ее воздуха водяными парами, т. е. при относительной влажности воздуха 100%. Молекулы этого вида воды, как и предыдущего, строго ориентированы относительно почвенных частиц, неподвижны. Они неспособны растворять, например, сахар, кислоты, основания; не замерзают при температуре до 78° ниже нуля и обладают большим давлением.

Пленочная вода удерживается дополнительными адсорбционными силами почвенных частиц. В виде одномолекулярных водных слоев она удерживается поверх пленки гигроскопической влаги. Эта вода в почве может передвигаться от частиц с толстой пленкой к частицам с тонкой пленкой или от теплых участков к более холодным.

Все перечисленные виды воды недоступны растениям.

Капиллярная, или волосная, вода заполняет тончайшие поры в почве. Удерживается и передвигается менисковыми капиллярными силами. Она поднимается из нижних слоев почвы тем выше, чем тоньше капилляры (т. е. чем тяжелее механический состав почвы). Так, в рыхлых песках капиллярное поднятие воды не превышает 50—70 см, а в глинистой почве до 500 см и более.

Гравитационная вода свободно просачивается через почву под действием силы тяжести. Если в почве близко залегают грунтовые воды, то при таянии снега и выпадении обильных осадков гравитационная вода может сомкнуться с грунтовыми водами и поднять их уровень. Если же грунтовые воды залегают глубоко и осадков выпадает мало, то гравитационная вода заполняет лишь самые крупные промежутки между частицами почвы. В этом случае она не оказывает влияние на подъем грунтовых вод. После дождя она рассасывается и переходит сначала в легкоподвижную капиллярную воду, а затем в капиллярную.

Хотя гравитационная вода и доступна растениям, но из-за быстрого рассасывания и перехода в капиллярное состояние она большого значения в питании растений не имеет (за исключением осоки, камыша и других болотных растений).

Гравитационная вода, залегающая в грунте или почве сплошным слоем, называется *грунтовой*. Грунтовые воды залегают обычно на водонепроницаемом (водоупорном) слое подстилающей породы. Такими породами могут быть глина, глинистая морена, иногда глинистые сланцы и реже массивно-кристаллические породы.

Грунтовые воды различно влияют на почву. При очень глубоко залегании они не участвуют в почвообразовательных про-

цессах. Если же грунтовые воды снабжают капилляры почвы влагой, то они активно участвуют в почвообразовании. Иногда грунтовые воды залегают очень близко от поверхности (50 см и меньше) или выходят на поверхность. В таких случаях они принимают активное участие в почвообразовании.

Влияние грунтовых вод на почвообразовательный процесс может быть двойное. Проходя через толщу грунта, они растворяют минеральные соли. Поднимаясь к верхним горизонтам почвы, такие воды будут ее засолять, т. е. создавать неблагоприятные условия для произрастания растений или, наоборот, обогащать ее питательными веществами. Поднимаясь в корнеобитаемые почвенные горизонты и заполняя все капилляры, грунтовые воды вытесняют воздух из почвы, ухудшают условия газообмена и обычно вызывают заболачивание.

Твердую воду составляет лед, находящийся в холодное время в почве. Количество твердой воды в почве меняется в зависимости от географического положения. В тундре лед в почве можно наблюдать в течение всего года, в таежной зоне — зимой и осенью, в черноземных почвах — зимой, в пустыне — только в верхнем слое почвы, да и то в наиболее холодном месяце — январе.

Водные свойства почв и использование воды растениями. Содержание в почве воды изменяется по сезонам года в зависимости от выпадения осадков, испарения, поглощения влаги растениями, обработки почвы и т. д. Для сельскохозяйственного производства в каждый период времени очень важно знать запасы воды в почве, как доступной, так и недоступной для растений.

При полной влагоемкости количество воды в почве равно объему всех пор в почве. Если вычислить общую скважность почвы, то легко определить и полную ее влагоемкость, считая, что все поры могут быть заполнены не только воздухом, но и водой.

Под капиллярной влагоемкостью понимают наибольшее количество воды, размещающееся в капиллярах слоя почвы, находящегося непосредственно над зеркалом грунтовой воды.

Кайма с капиллярно-насыщенной водой может охватывать только нижние горизонты почвы, но она может подниматься и в верхние ее слои.

Под полевой (наименьшей) влагоемкостью понимают то количество воды, которое удерживается почвой без передвижения в нижние горизонты. При этом вода заполняет не все почвенные поры, а только капилляры.

Полевая влагоемкость неустойчива. Она меняется в зависимости от способов обработки почв, особенностей произрастающих на ней культур, длительности их пребывания на одном

месте и других условий. Полевая влагемкость определяется методом заливания водой площадки 3×3 м.

Водоподъемная способность. Свойство почвы поднимать воду по капиллярам называется водоподъемной способностью. Движение воды по капиллярам подчиняется следующим закономерностям:

а) капиллярное поднятие воды тем быстрее, чем крупнее почвенные частицы, в которых проявляются капиллярные силы;

б) высота поднятия воды по капиллярам — величина, обратная диаметру капилляров;

в) капиллярная вода движется от увлажненных к менее увлажненным участкам, причем влажность первого участка должна превышать на 50% полную влагемкость почвы;

г) вода движется в направлении от капилляров с большим диаметром к капиллярам с меньшим диаметром, т. е. сосущими служат самые тонкие капилляры, а питающими их — более крупные;

д) если капилляры подходят к поверхности почвы, то испарение вызывает движение воды по всей толще капиллярного слоя;

е) скорость капиллярного поднятия воды возрастает при повышении температуры и уменьшается при ее понижении; это вызывается изменением вязкости воды, которая с повышением температуры уменьшается;

ж) содержание в почвенной воде солей замедляет капиллярное поднятие; чем выше концентрация раствора, тем медленнее поднятие.

Согласно исследованиям С. И. Долгова, в почве могут быть три вида капиллярной воды: капиллярно-разобшенная или капиллярно-неподвижная, капиллярно-подвижная и капиллярно-легкоподвижная.

Первый вид воды характеризуется разобщением капель в капиллярах, ограниченных менисками. Эта вода зажата и неподвижна. Лишь переходя в пар и конденсируясь в другом месте, она может передвигаться в почве. Капиллярно-неподвижная вода малодоступна растению.

Капиллярно-подвижная вода занимает прерывистое положение в капиллярах и может легко передвигаться на сравнительно небольшие расстояния; хорошо доступна растениям.

Третий вид воды наиболее подвижный; она насыщает почву непосредственно над грунтовыми водами. Ее запасы в почве пополняются выпадающими дождями. Это наиболее доступная вода для растений.

Водопроницаемость. Способность почвы впитывать и фильтровать через себя воду называется водопроницаемостью. Это свойство неодинаково не только в разных почвах, но и в одной и той же почве. Водопроницаемость зависит прежде всего

от влажности почвы, ее структуры и водопрочности, механического состава, условий использования почвы и некоторых других причин.

Влажная почва обладает меньшей водопроницаемостью, чем сухая. Если сухую почву увлажнять, то вначале вода будет впитываться в почву, а затем только фильтроваться. Скорость фильтрации и определит водопроницаемость почвы. Водопроницаемость измеряется количеством воды, фильтрующейся через почву в единицу времени. Ее выражают миллиметрами водного столба, просачивающегося через почву в минуту.

Скорость всасывания воды почвой имеет большое значение, особенно для мелиорации земель. Важную роль играет также устойчивость водопроницаемости. Показатели влагоемкости и водопроницаемости почвы используются для определения потребности в воде при орошении сельскохозяйственных культур.

Н. А. Качинский указывает, что вода поступает в почву неравномерно в зависимости от строения верхних и нижних почвенных горизонтов, характера нанорельефа, т. е. чередования мелких западинок и поднятий, наличия в почве ходов, проложенных червями, насекомыми и корнями, механического состава микропористости, распределения солей и других условий. Поэтому вода в почву просачивается очагами: сильно увлажненные участки чередуются с сухими.

Испаряемость. Запас воды в почве, нужный для нормального произрастания растений, зависит от количества выпавших осадков, впитываемости их в почву и ее испаряющей способности.

Испарение влаги с поверхности почвы зависит от многих причин. Чем почва влажнее, тем она относительно больше испаряет влаги. Почвы разного механического состава обладают неодинаковой испаряющей способностью. Так, песчаная почва с поверхности высыхает быстро, глинистая и торфяная — медленнее. Большое значение имеет также структурность почвы: чем лучше выражена структура, тем испаряющая способность меньше.

Крутизна и экспозиция склона сильно влияют на испарение влаги: на южных склонах, лучше прогреваемых солнцем, влага испаряется быстрее и больше, чем, например, на восточных и особенно на северных. То же и на крутых склонах по сравнению с пологими. Глыбистая или изрезанная бороздами поверхность пашни больше теряет влаги, чем выровненная.

Испарение воды сильно уменьшается, если верхний слой почвы состоит из сухих комочков и пылеватых частиц и имеет нарушенные капиллярные ходы, изолирующие его от нижних горизонтов почвы.

В зависимости от особенностей растительности (например,

лес, травяной покров, посевы пропашных культур) показатели испаряемости для одной и той же почвы могут быть различными.

Испаряемость воды уменьшается, если мульчировать поверхность почвы. Почвы более темного цвета испаряют больше влаги. Наличие солевых растворов в почве снижает испаряемость.

Испаряемость зависит также от влажности воздуха: чем суше воздух, тем она выше. Кроме того, чем сильнее ветер и выше температура воздуха, тем больше испарение. На защищенных от ветра участках испаряется влаги меньше.

Общая закономерность в испарении почвами воды такова: на севере в тундре почвы испаряют влаги мало, в лесной зоне — больше; лесостепные почвы испаряют примерно столько влаги, сколько ее выпадает с осадками; черноземные почвы могут испарять влаги больше, чем ее выпадает, а южные, особенно в сухих и пустынных степях и пустынях, — значительно больше, чем поступает ее из атмосферы. Конечно, фактически в степях и пустынях испаряется только та влага, которая выпадает с осадками, так как сухая почва воды не содержит.

Доступность воды растениям. Для созданияграмма сухого вещества различным растениям требуется неодинаковое количество воды, т. е. они обладают разным транспирационным коэффициентом (табл. 19).

Таблица 19

Транспирационные коэффициенты растений
(по Н. А. Максиму)

Вид и сорт растения	Транспирационный коэффициент	
	по сортам и видам	средний для рода
Просо сорта Воронежское	268	304
Кукуруза	315	364
Пшеница сорта Кубанка	492	518
Ячмень сорта Белый голый	556	529
Рожь	685	685
Рис	710	710
Сахарная свекла	397	397
Горох	788	788
Картофель	554	554

Транспирационный коэффициент зависит не только от вида растений, но и от его сорта. В сельскохозяйственной практике выделяют группы сухолюбивых, менее сухолюбивых и влаголюбивых растений. Имеются сорта сельскохозяйственных культур, более или менее засухоустойчивые.

Работников сельского хозяйства должен интересовать запас воды в почве: доступный для растений и недоступный

(мертвый запас). Недоступной для корней растений является адсорбированная вода, молекулы которой с большой силой удерживаются поверхностью почвенных частиц, и тем более кристаллизационная и конституционная вода.

Количество воды в почве, при котором растение начинает увядать, считают коэффициентом завядания растений, или коэффициентом влажности завядания. Этот коэффициент у разных растений неодинаков. Более того, он различен для отдельных фаз развития одного и того же растения (например, в фазе всходов, кушения, выхода в трубку). Коэффициент завядания приближается к показателю максимальной гигроскопической воды, т. е. к тому количеству влаги, которое удерживает сухая почва в условиях максимальной влажности воздуха. В этот момент почвенные частицы покрываются сплошным одно-молекулярным слоем воды.

Отношение коэффициента завядания к величине максимальной гигроскопической влаги колеблется от 1 до 3. В подавляющем большинстве случаев оно равно 1,3 — 1,5.

Величина коэффициента завядания зависит прежде всего от механического состава почвы. Чем больше в почве тончайших, иловатых частиц, органических коллоидов, тем выше коэффициент завядания. На песчаной почве растения могут произрастать при влажности 4%, в то время как в глинистой почве минимальная влажность более 15%, а в торфяной растения могут завядать при влажности 50%. Это обязывает проявлять осторожность при осушении болот, чтобы не переосушить их.

В песках даже при малом содержании воды она доступна для растений. Однако эта вода с большим трудом удерживается песчаной почвой, поэтому на песках растения часто увядают от недостатка ее.

Воздушный режим почв. Почва — пористое тело. Поры пронизывают все агрегаты, имеются они и между структурными отдельностями. Поры в почве заполнены воздухом или водой.

Воздух в жизни растений играет огромную роль. Его использует не только надземная часть растений, но и корни. Разные растения обладают неодинаковой потребностью в почвенном воздухе. Например, болотные растения нуждаются в относительно малом количестве воздуха. Большинство же растений требуют наличия в почве больших запасов воздуха. Особенно требовательны культурные растения.

В атмосферном воздухе содержится в среднем 79,01% азота, 20,96% кислорода и 0,03% углекислого газа. Почвенный же воздух по своему составу резко отличается от атмосферного. В нем содержится от 0,15 до 0,65% углекислого газа, т. е. значительно больше, чем в атмосфере. Если же исследовать воздух в почвах различных типов, то его состав будет отклоняться еще больше. Так, в болотных почвах, где преобладают восстановительные

процессы, воздух может содержать метан. В некоторых болотах выделяется сероводород, водород и даже фосфористый водород. При внесении в почву навозного удобрения в почвенном воздухе может появляться аммиак.

Так как энергия дыхания корней растений за вегетационный период меняется, то и состав почвенного воздуха не остается одним и тем же. Особенно отличается от атмосферного воздух глубоких почвенных горизонтов, изолированных от атмосферы. Здесь в почвенном воздухе содержание углекислого газа иногда достигает 2—5%.

Изменение состава почвенного воздуха определяется потреблением газов растениями и микроорганизмами и способностью почвы к газообмену. Микроорганизмы выделяют углекислоту, а потребляют кислород, некоторые азот. Корни растений потребляют кислород и выделяют углекислоту. Имеющиеся в почве водоросли используют углекислоту, а выделяют и потребляют кислород. Некоторое влияние на состав почвенного воздуха оказывают черви, насекомые и животные, населяющие почву.

Если бы в почве не было газообмена, то растения и микробы быстро использовали бы почвенный воздух и погибли. Но в почве постоянно происходит газообмен, создающий условия для непрерывно возникающих биологических процессов.

Чем почва структурнее, чем больше в ней пустот, особенно крупных, тем легче идет газообмен. Самое большое значение в газообмене имеют суточные и сезонные колебания температуры.

Известно, что при нагревании газы расширяются, а при охлаждении их объем уменьшается. Следовательно, днем, когда солнце сильно нагревает почву, почвенный воздух частично переходит в атмосферу, а вечером и ночью, охлаждаясь, сжимается и устремляется в почву. Эту форму газообмена принято называть дыханием почвы.

Но газообмен происходит и вследствие проветривания. Ветер при своем движении увлекает частицы воздуха поверхностных слоев почвы и, создавая там разрежение, заставляет атмосферный воздух проникать в почву.

Кроме того, существует диффузия, т. е. стремление молекул любого газа к равномерному распределению. Диффузия наблюдается при контакте атмосферного и почвенного воздуха.

Большое участие в газообмене принимает вода. Во время дождя она проникает в почву, заполняет пустоты и вытесняет почвенный воздух в атмосферу. Одна часть газов растворяется в воде, другая, наоборот, выделяется из воды в атмосферу и, наконец, третья механически вытесняется из почвы. По мере продвижения воды в нижние горизонты почвы вслед за ней устремляется атмосферный воздух. При испарении воды и движении ее по капиллярам также происходит газообмен.

Необходимо указать на большую роль в газообмене барометрического давления. С повышением давления воздух как бы запрессовывается в почву, а при уменьшении давления он переходит в атмосферу.

Интенсивность газообмена зависит от структурного состояния почвы. Лучшие условия для газообмена создаются в структурной почве. Самые же плохие — в монолитной, однородной плотной почве.

Газообмен в почве изменяется в зависимости от применяемой агротехники и особенностей возделываемых культур. Для подзолистых почв опытного поля Сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева А. Г. Дояренко приводит следующее содержание воздуха в объемных процентах: клеверище — 23, поле под картофелем — 35, после перепашки — 41 и весной по зяблевой вспашке — 26. Приведенный цифровой материал характеризует запасы воздуха в верхнем слое почвы, наиболее ответственном в жизни растений. Нижние горизонты почвы имеют меньшие запасы и более устойчивый состав воздуха.

На подзолистых почвах колебание запасов воздуха больше, чем на черноземах. Это объясняется тем, что структура в черноземных почвах обладает большей водопрочностью и рыхлостью, чем в подзолистых.

Воздушный режим почв поддается регулированию, что особенно важно для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Почвенный раствор. Вода в почве представляет собой сложный раствор органических и минеральных кислот, оснований, солей и газов.

Дождевая вода, проходя через атмосферу, растворяет азот, кислород, углекислый газ, аргон, неон, криптон, ксенон, а также окислы азота, аммиака, сернистый газ и сероводород. Близ морей в полупустынях и пустынях в воздухе много мельчайших частиц поваренной и глауберовой солей, сернокислого и углекислого кальция. В атмосферу попадают миллиарды глинистых и пылеватых частиц, споры грибов и микроорганизмы. Дождевая вода увлекает из атмосферы все эти газы и твердые взвешенные частицы в почву в виде растворов с различной кислотностью и щелочностью.

Попав в почву, раствор изменяет свой состав: одни вещества поглощаются растениями, микроорганизмами и почвой, другие остаются в составе почвенного раствора. Состав и концентрация этих растворов различны и непостоянны и зависят от географического положения, характера материнских пород, рельефа, хозяйственного использования земельных угодий и других условий.

Почвенный раствор состоит из минеральных и органических веществ, которые могут находиться в молекулярном, коллоидном или даже в ионном состоянии.

Из минеральных соединений в растворе преобладают двууглекислые соли Са, Mg и др., нитраты, фосфаты, сульфаты и хлориды. Последние две группы солей в некоторых южных почвах образуют концентрированные растворы. Есть почвы, которые содержат соду и даже соли кремневой кислоты.

Органические вещества почвенного раствора представлены высокодисперсными перегнойными кислотами, их солями и молекулярными растворами сахаров, аминокислот, органических кислот и некоторых других соединений.

Слабо минерализованные почвенные растворы характерны для тундровых, подзолистых, серых лесных почв, черноземов и красноземов; более минерализованные растворы — в каштановых, бурых и сероземных почвах; сильно минерализованные — в солонцах и особенно в солончаках, в которых в сухой период года соли из раствора могут выпадать в форме кристаллов и их друз.

В агрономической практике концентрацию почвенного раствора считают слабой, если в литре содержится 0,5—2 г солей. Такая концентрация характерна для почв центральных и северных областей нашей страны и определяется главным образом наличием бикарбоната кальция и в меньшей степени магния. Осмотическое давление таких растворов примерно равно 1—3 атм.

В южных засоленных почвах литр почвенного раствора содержит от 5 до 100 г и более солей в зависимости от степени засоления. Осмотическое давление таких растворов достигает 10—20 атм. и более. На таких почвах могут произрастать только специфические солевыносливые растения (например, солянки), клеточный сок которых также имеет высокое осмотическое давление.

Органическими веществами особенно богаты почвенные растворы солонцов и некоторых болотных почв. Водная вытяжка таких почв имеет коричневатую или темно-коричневую окраску.

Реакция почвенного раствора. Химические и физические процессы в почве, а следовательно, и условия питательного режима растений во многом зависят от реакции почвенного раствора.

Реакция почвенного раствора не всегда устойчива. Она меняется в зависимости от погоды, внесения удобрений, особенностей агротехники. Выпадение обильных дождей изменяет реакцию почвы в сторону нейтральной.

Реакция раствора определяется соотношением в нем ионов H^+ и OH^- . Известно, что даже дистиллированная вода обладает хотя небольшой, но все же измеримой величиной электропроводности, определяя которую можно получить данные о диссоциации воды. При температуре 22° вода распадается на ионы в количестве 1/10 000 000 грамм-молекулы, т. е. 10^{-7} молей на литр воды. Из каждой молекулы воды при диссоциации получается

по одному иону H^+ и OH^- . Их концентрация в дистиллированной воде при температуре 22° будет равна:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ г-ион/л.}$$

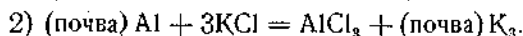
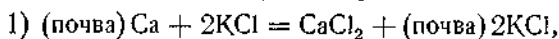
Произведение ионов H^+ на OH^- при любой их концентрации имеет приблизительно постоянное значение, равное 10^{-14} . Так, если к дистиллированной воде прибавить кислоту и тем самым увеличить в растворе концентрацию ионов водорода, то количество ионов OH^- уменьшается во столько раз, во сколько увеличится количество ионов водорода. В связи с этим реакция любого раствора определяется соотношением в нем ионов H^+ и OH^- . Если в растворе $H^+ > OH^-$, то реакция кислая, при $H^+ = OH^-$ — нейтральная и при $H^+ < OH^-$ реакция будет щелочной. Следовательно, реакцию почвенного раствора можно определить как по количеству ионов H^+ , так и OH^- .

Реакцию почвенного раствора обозначают величиной pH — отрицательным логарифмом концентрации ионов водорода. Так, если концентрация иона водорода в литре раствора равна 0,1 г, его кислотность обозначается $pH = 1$; если концентрация равна 0,01 г, то $pH = 2$; при концентрации 0,001 г в литре $pH = 3$ и т. д. Поэтому если в одной почве $pH = 6$, а в другой $pH = 4$, то почвенный раствор последнего образца в 100 раз кислее первого.

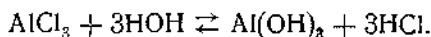
Кислотность почв в настоящее время определяют pH -метрами и колориметрически на приборах Алямовского, Голубева и др.

Почвенный раствор обладает различной кислотностью и щелочностью. Большинство северных почв имеют кислую реакцию почвенного раствора ($pH = 4-6$); почвы степей — нейтральную или близкую к ней ($pH = 6,5-7,2$); почвы сухих степей имеют реакцию слабощелочную ($pH = 7,5-8,5$). Сильнокислой реакцией обладают верховые болота, мшары, а сильнощелочной — содовые солонцы и солончаки, так как их почвенный раствор содержит соду.

Кислая или щелочная реакция почвенного раствора получается не только вследствие диссоциации кислот и оснований, но и вследствие гидролиза солей. Так, при действии на почву солевого раствора происходит следующая реакция:



В первом случае реакция почвенного раствора не изменится, так как и калий и кальций — сильные основания. Во втором случае реакция раствора будет кислой согласно следующему уравнению:



Вследствие гидролиза образуется слабое основание (гидрат

алюминия) и соляная кислота, которая диссоциирует на ионы H^+ и Cl^- и создает кислую реакцию.

Использование данных по кислотности почв в практических целях. Кислотность почвенного раствора сильно изменяется в зависимости от многих условий. В связи с этим для определения кислотности лучше брать из почвы не водную вытяжку, а солевую. Определение реакции почв с помощью нейтрального солевого раствора, например хлористого калия, дает результаты более устойчивые.

В настоящее время для определения кислотности почв применяют хлористый калий с $pH=6,5$ (нейтрально-солевая вытяжка). Считают, что при $pH=4,5$ и меньше степень кислотности почвенного раствора сильная, при $pH=4,6-5,0$ — средняя, при $pH=5,1-5,5$ — слабая, при $pH=5,6$ и более — близкая к нейтральной. В зависимости от степени кислотности меняется потребность почвы в известковании; чем выше кислотность, тем больше требуется вносить извести; при близкой к нейтральной — почвы не нуждаются в известковании, но для отдельных сельскохозяйственных культур даже в этом случае внесение извести может быть эффективным.

Кислотность почвенного раствора оказывает сильное влияние на произрастание культурных растений. Каждый вид растений лучше всего произрастает при определенной реакции почвенного раствора. В таблице 20 приводятся оптимальные pH для некоторых сельскохозяйственных культур.

Таблица 20

Оптимальные условия кислотности почвы для некоторых сельскохозяйственных культур

Культура	Оптимальный pH солевой вытяжки	Культура	Оптимальный pH солевой вытяжки
Рожь	5,5—5,7	Горох	6,0—7,0
Пшеница	6,0—7,5	Бобы	5,0—7,0
Овес	5,0—7,5	Вика	6,3—6,8
Ячмень	6,8—7,5	Капуста	6,0—7,4
Просо	5,5—7,5	Подсолнечник	6,0—6,8
Кукуруза	6,0—7,0	Лен	6,0—6,5
Сорго	—	Конопля	7,0—7,5
Рис	4,0—7,5	Сахарная свекла	7,0—7,5
Гречиха	4,7—7,5	Картофель	5,0—5,5
Соя	6,5—7,1		

Из таблицы 20 видно, что имеются сельскохозяйственные культуры кислотовыносливые, менее кислотовыносливые (картофель) и хорошо развивающиеся только в нейтральной или близкой к ней среде (пшеница, ячмень, кукуруза, горох).

Избыточная кислотность или щелочность почвенного раствора не может служить единственным показателем для суждения

о возможности успешного возделывания сельскохозяйственных культур в данных условиях. В практике сельского хозяйства неблагоприятная для растений реакция почвы часто парализуется другими факторами, оказывающими положительное влияние на произрастание растений. К таким факторам можно отнести, например, повышенное содержание гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия.

Глава 14. ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Под плодородием понимают свойство почвы обеспечивать растения питательными веществами, воздухом и водой для получения урожая.

Плодородие не постоянно, оно меняется с течением времени не только для разных почв, но и для одной и той же почвы. К. Маркс указывал, что с развитием естественных наук и агрономии изменяется и плодородие земли, так как изменяются средства, при помощи которых элементы почвы делаются пригодными для немедленного использования.

К. Маркс различал естественное, или природное, плодородие почв, и искусственное, которым почва начинает обладать при введении ее в культуру, когда она становится средством производства. Первое зависит от природных качеств (содержание природного гумуса и питательных солей, характер составляющих ее минералов, почвенные микроорганизмы и их жизнедеятельность и т. д.), а второе — от качества обработки почвы, количества внесенных удобрений, особенностей возделываемого растения и его сорта, применения орошения, ухода за посевом и других условий, создаваемых человеком.

Природное и искусственное плодородие составляют эффективное плодородие. Мерилом последнего является урожай сельскохозяйственных культур. Природное и искусственное плодородие проявляют себя совместно, разделить их нельзя.

Плодородная почва должна содержать достаточное количество питательных веществ в доступной растениям форме в течение всего периода вегетации, обеспечивать растения и полезные для его жизни микроорганизмы водой и воздухом, иметь механический состав и физические свойства, благоприятствующие хорошему росту и развитию растений, и не содержать вредных и ядовитых веществ. Все эти условия равнозначны, и при отсутствии хотя бы одного из них урожай сельскохозяйственных культур будет снижаться или совершенно пропадет. Плодородие почвы зависит также и от способа использования земли (пастбище, луг, пашня, сад и т. д.).

Современное состояние науки и техники дает возможность человеку активно воздействовать на плодородие почв. Приме-

нением удобрений, правильной обработкой почвы, подбором культур и их сортов, химическими средствами уничтожения сорняков, вредителей и возбудителей болезней растений малопродуктивные почвы можно превратить в высокопроизводительные.

Дальнейший подъем сельского хозяйства и удовлетворение возрастающих потребностей нашей страны в продуктах сельского хозяйства будут зависеть от интенсификации сельского хозяйства, рационального использования земли. К. Маркс писал, что при рациональной системе хозяйства производительность почвы может быть доведена до такой степени, что она будет повышаться из года в год в течение неограниченного периода времени, пока не достигнет высоты, о которой мы сейчас едва можем составить представление.

Эффективное плодородие различных почв можно повлиять многими приемами земледелия, учитывая при этом закон равнозначимости факторов жизни растений. Для выращивания высоких урожаев нужно обеспечить одновременное действие всех без исключения факторов. Только при таких условиях можно добиться прогрессирующего плодородия почв. Но в конкретных природных условиях среди факторов имеются ведущие, от наличия которых прежде всего зависит урожай. Так, для получения высоких урожаев в северной половине нашей страны ведущим фактором являются удобрения, а в южной — влага.

Если увеличивать действие какого-либо одного фактора без изменения других, то каждая последующая прибавка фактора будет давать все меньшую прибавку урожая. Показателен в этом отношении опыт Гельригеля. В сосудах с посевами овса ученый постепенно увеличивал влажность почвы до полной влагоемкости, а остальные факторы роста растений оставлял без изменения. В результате опыта урожай овса сперва возрастал до определенного предела, а потом начал уменьшаться.

Уменьшение эффекта от прибавки последующего равновеликого количества фактора буржуазные ученые объясняют проявлением «закона» убывающего плодородия. По их мнению, каждое добавочное вложение труда и капитала в землю дает все меньший и меньший прирост урожая.

Несостоятельность этого реакционного метафизического «закона» убедительно доказал В. И. Ленин. «Закон убывающего плодородия почв» вовсе не применим к тем случаям, когда техника прогрессирует, когда способы производства преобразуются; он имеет лишь весьма относительное и условное применение к тем случаям, когда техника остается неизменной. Очевидно, если воздействовать на все факторы роста растений с применением всех достижений науки, то урожай сельскохозяйственных культур будет возрастать непрерывно и в соответствии с прибавками факторов.

Для систематического повышения урожайности сельскохозяйственных культур одним из важнейших факторов является эффективное удобрение почв. С помощью корневой системы растения усваивают из почвы многие элементы питания, например азот, фосфор, калий, кальций, магний и др. При недостатке в почве хотя бы одного из нужных для растения элементов урожай сельскохозяйственных культур снижается, а иногда и гибнет. Причем нельзя какой-либо элемент заменять другим. В относительно больших количествах растения потребляют азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу и железо, которые принято называть макроэлементами. Натрий, бор, молибден, марганец, алюминий, медь и некоторые другие элементы растения потребляют в незначительных количествах, поэтому их называют микроэлементами.

Запас питательных веществ даже в бедных почвах достаточно для получения в течение длительного периода высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Однако эти запасы находятся в почве большей частью в нерастворимой, а следовательно, и в недоступной для растений форме. Только в результате деятельности микроорганизмов и корневых выделений эти элементы становятся доступными растениям. В зависимости от количества питательных веществ в доступной для растения форме одни почвы считаются богатыми, плодородными, а другие бедными, малоплодородными или бесплодными.

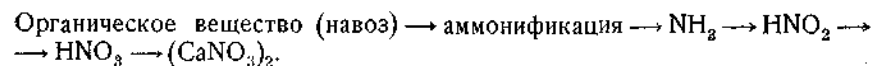
Понятие доступности питательных веществ растениям весьма условно. Одни сельскохозяйственные культуры по своим биологическим и хозяйственным особенностям требуют достаточно влажных и плодородных почв, богатых азотом (например, капуста, свекла и брюква), другие мирятся с менее плодородными и легкими почвами (картофель, морковь, просо), третьи могут возделываться на легких и кислых почвах (люпин). Поэтому правильную оценку плодородия почвы можно сделать лишь по отношению к определенной культуре. Бедной почвой для какой-либо культуры будет та, на которой она не дает высоких урожаев. Наоборот, на богатой почве имеются все условия для выращивания наибольших урожаев какой-либо определенной культуры. Различным видам и сортам растений требуется неодинаковое количество питательных веществ в разные фазы развития (всходы, кущение, выход в трубку, цветение, плодоношение). И не только разное количество питательных веществ, но и различные их соотношения. Например, рожь наибольшее количество питательных веществ потребляет в фазе выхода в трубку, после чего потребность в них сильно сокращается. Вместе с тем резко изменяется и соотношение поступающих веществ. Потребление калия после цветения почти прекращается, фосфор продолжает поступать в значительных количествах, потребность в азоте в этот период уменьшается.

Чтобы удовлетворить потребность сельскохозяйственных культур в питательных веществах в нужных соотношениях и в других факторах, человеку приходится вносить удобрения, регулировать влажность и запасы воздуха в почве, т. е. искусственно создавать условия для наибольшей производительности листового аппарата и корней растений.

Физиологи, агрохимики и агробиологи (Буссенго, Кноп, К. А. Тимирязев, Д. Н. Прянишников, Т. Д. Лысенко и др.) выяснили роль отдельных элементов в жизни растений и объяснили механизм почвенного питания. Так, азот поступает в растения из почвы и входит в состав белков, без которых не может быть жизни. В почве азот может пополняться из атмосферы при электрических разрядах (в среднем 2,5—4 кг на гектар), путем связывания атмосферного азота свободными микробами (5—15 кг на гектар) и клубеньковыми микроорганизмами, живущими на корнях бобовых культур (70—200 кг на гектар). Азотные минеральные соединения образуются в результате разложения корневых и других остатков растений, насекомых, червей и микроорганизмов. Недостающее количество азота человек вносит в почву с навозом и другими азотсодержащими органическими веществами, особенно с минеральными азотистыми удобрениями.

Из почвы в растение азот поступает или в форме аниона (NO_3), или катиона (NH_4). Доступный для растения азот содержится в почве в нитратах (NO_3), аммиаке (NH_3) или амидогруппах (NH_2). В соответствии с этим азотные удобрения могут быть нитратными (селитры: калиевая, кальциевая и натриевая), аммиачными (сульфат аммония, хлористый аммоний), амидными (мочевина, цианамид кальция), смешанными (нитрат аммония) и азотно-органическими (гумат аммония).

Из органических веществ азотистые соединения образуются в почве в процессе аммонификации и нитрификации согласно следующему уравнению:



Азотная соль кальция или другого катиона хорошо усваивается растением. Помимо органических удобрений, в почву вносят минеральный азот в форме главным образом аммиачной селитры (нитрат аммония).

В азотных удобрениях нуждаются многие почвы, за исключением лишь мощных, сильно гумусированных черноземов и осушенных низинных торфяников. Но и на этих почвах эффективно внесение азотных удобрений в подкормку ранней весной, когда деятельность микроорганизмов почвы проявляется слабо.

Важным элементом для питания растений служит также фосфор и сера. Они входят в состав белков и других органи-

ческих веществ. Из почвы растения усваивают фосфор в форме пятиоксида P_2O_5 , которая образуется в результате окисления мертвых органических остатков или из почвенных минералов. Поэтому действующее вещество в фосфорных удобрениях обычно выражают в пятиокиси P_2O_5 . Фосфорные удобрения могут быть в воднорастворимой форме (суперфосфат, аммофосы), растворимой в лимонной кислоте (преципитат и некоторые термофосфаты), лимоннорастворимой и труднорастворимой форме (фосфоритная и костная мука). Большинство почв бедны доступным для растений фосфором. Лишь некоторые низинные торфяники, богатые вивианитом, содержат много фосфора.

В нашей стране создана мощная химическая промышленность, вырабатывающая простой и двойной суперфосфат $[Ca(H_2PO_4)]_2$, фосфоритную муку, преципитат, обесфторенный фосфат, фосфатные шлаки, аммофос и некоторые другие фосфорные удобрения.

Роль катионов в почвенном плодородии менее выяснена. Вообще катионами почвы богаче, чем, например, анионами азота и фосфора. Но для получения высоких урожаев приходится прибегать к удобрению почв еще калием, магнием, иногда кальцием и катионами микроэлементов. Разберем значение важнейших катионов, которыми питаются растения.

Калий — один из важнейших элементов, необходимых для нормального роста и развития растений. При недостатке калия на листьях появляется желтая пятнистость, их края начинают буреть и скручиваться. Омертвление краевой части зеленых листьев — наиболее типичный показатель недостатка в почве калия. Чем богаче белковыми веществами растения, тем в их золе больше калия. Если в золе зерновых содержится 0,4—0,6% K_2O , то в золе бобовых 1—1,3%. В сухом веществе листьев калиелюбивых растений (гречихи, табака, подсолнечника) содержится до 7% окиси калия. В корнях растений калия значительно меньше, чем в надземной части.

Содержащийся в растениях калий находится в ионной форме и легко выщелачивается водой. Присутствие калия усиливает способность растений синтезировать органическое вещество.

Калий способствует переходу простейших сахаров в более активные углеводы и играет важную роль в усвоении растением азота. В глинистых почвах доступных для растений форм калия больше, чем в легких по механическому составу. Наиболее обеспечены подвижными формами калия южные почвы, менее — северные.

Внесение калийных удобрений в почву дает высокий эффект на северных почвах, особенно на легких. Но для калиелюбивых растений (сахарная свекла, картофель, табак, гречиха, подсолнечник, виноград и др.) следует вносить калийные удобрения и на южных почвах, хотя последние и богаты доступными формами.

Калий усваивается растениями в форме K_2O . Это есть действующее начало, которое принимают в расчет при определении нормы внесения удобрения. Из калийных удобрений в нашей стране производятся хлористый калий, калийные соли, калинит, калимаг, сульфат калия.

Натрий содержится в растениях в количестве от 0,001 до 4% и больше. Много его в растениях, произрастающих на солончаках, например в солянках. Богата натрием и растительность по берегам морей и океанов. Из полевых культур больше всего содержится натрия в свекле, кормовой моркови, турнепсе и цикории. Относительно много его в горчице, рапсе, вике, ячмене и овсе. Большинство сельскохозяйственных культур не нуждается во внесении натрия в удобрении. В почве содержится достаточно этого элемента.

Внесение поваренной соли под все виды свеклы (сахарная, столовая, кормовая) увеличивает урожай и может частично заменить удобрение этих растений калием. Для других сельскохозяйственных культур натрий служит только микроэлементом.

Кальций необходим растениям главным образом для нормального развития корневой системы и образования хлоропластов, т. е. той части клеток, где начинается синтез органических веществ. При недостатке кальция в почве задерживается формирование листьев, на них появляются коричневые пятна, листья желтеют и отмирают. Кальций необходим преимущественно зеленым растениям, грибы развиваются на субстратах без кальция. Этот элемент регулирует кислотно-щелочное равновесие в растении и потребление им воды; переводит в безвредное состояние образующуюся в растениях щавелевую кислоту.

Плодородие почвы связано с содержанием в ней кальция. Акад. А. Н. Соколовский считал кальций «стражем» почвенного плодородия. Плодородные почвы, например черноземы, богаты кальцием, так как формируются главным образом на материнских породах, богатых известью. Уменьшение содержания кальция усиливает кислую реакцию почвенного раствора, снижает плодородие. Северные почвы бедны кальцием, поэтому здесь особенно эффективно известкование.

Магний входит в состав молекулы хлорофилла и, следовательно, принимает участие в синтезе органического вещества. Этот элемент усиливает активность ферментов в растении и влияет на окислительно-восстановительные процессы. При недостатке в почве магния на листьях между жилок образуются желто-белесые пятна и листья, начиная с нижних, опадают. В почве магний находится главным образом в форме простых силикатов. Кроме того, магний в поглощающем комплексе почв содержится в форме катиона, способного к обмену. Иногда обменного магния в южных почвах бывает настолько много, что он вызывает солонцеватость, способствует образованию так на-

зываемых магниевых солонцов. Магниевыми солями почвы удобряют редко. Но в последнее время было установлено, что северные песчаные и супесчаные почвы, кроме известкования, нуждаются в удобрении магниевыми солями. На этих почвах вместо известняка с успехом применяется доломитовая мука, содержащая магний.

Железа в растениях очень мало (сотые доли процента). Тем не менее оно играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах в растениях, входит в состав ферментов, участвующих в дыхании. Железо необходимо растению для образования хлорофилла.

Железом богаты все почвы, особенно с кислой реакцией. Гидратованных окислов железа содержится много даже в подзолах. Но все же на некоторых карбонатных южных почвах из-за недостатка железа растения иногда страдают хлорозом (желтизна листьев). Чаще всего такое заболевание наблюдается, например, у белой акации, винограда, малины. Объясняется это тем, что в южных почвах часто встречаются карбонаты (CaCO_3 и MgCO_3), создающие слабощелочную реакцию ($\text{pH} = 8$). Иногда содержится сода NaHCO_3 ($\text{pH} = 8,2 - 8,5$) и даже Na_2CO_3 ($\text{pH} = 9 - 11$). В этих условиях окислы железа становятся нерастворимыми и не поступают в растения, вследствие чего последние заболевают. В этих случаях полезно вносить в почву железный купорос или опрыскивать растения 0,05—0,5% -ным его раствором.

Остальные катионы (Mn, Al, Co, Cu, Mo) относятся к микроэлементам. Например, удобрение осушенных болотных почв медным купоросом резко повышает их производительность. Медь задерживает старение листьев. При недостатке в почве меди растения страдают хлорозом. Кончики листьев белеют, у злаков листья часто не выходят из влагалищ, растения не образуют семян, сильно кустятся. От недостатка меди страдают также бобовые, а иногда и садовые культуры.

Марганцовые соединения в растениях участвуют в окислительно-восстановительных процессах. При недостатке марганца в растительном организме замедляются химические реакции, а следовательно, и синтез органических веществ. Марганец входит в состав многих ферментов. При недостатке его в почве растения заболевают хлорозом. От недостатка этого микроэлемента часто страдают яблоня, вишня, черешня, слива, малина, а из полевых культур — свекла, картофель, овес. Наиболее бедны марганцем торфяно-болотные и песчаные почвы. Очень богаты марганцем красноземы и горнолуговые фиолетовые почвы на Яйле в Крыму, реже в районе Батуми. Наиболее подвижная форма марганцовых соединений — двухвалентный обменный марганец. Чем кислее почвы, тем больше обменного марганца. По-видимому, 2—3 мг этого элемента на 100 г почвы вполне достаточно для получения высокого урожая любой культуры.

При недостатке в почве цинка задерживается рост и развитие растений, появляются хлоротические пятна на листьях. У цветущих растений часто не образуется завязей. Больше всего от недостатка цинка страдают плодовые деревья, цитрусовые, грецкий орех, из полевых культур — кукуруза, соя, фасоль.

Большинство почв содержит достаточное количество цинка. Но для перечисленных растений эффективно внесение в почву цинксодержащих удобрений или внекорневая подкормка.

Молибдена в растениях очень мало (тысячные доли процента). Но он имеет большое значение при фиксации азота азотобактером и в синтезе белков растением. При недостатке в почве молибдена у цветной капусты образуются недоразвитые головки, у цитрусовых появляется желтая пятнистость. От внесения молибденовых удобрений резко увеличивают урожай люцерны, клевера и другие бобовые травы, а также хлопчатник, сахарная свекла, томаты, шпинат. Молибденовые соединения вносят в почву с семенами или раствором этих солей опрыскивают растения.

Кобальт, по-видимому, нужен растению. В растениях его очень мало (0,01—0,6 мг на 1 кг сухого вещества). Недостаточное содержание кобальта в кормовых растениях вызывает заболевание животных. Кобальтовые соединения вносят в почву с обычными удобрениями или вместе с семенами.

Алюминий в ряде растений содержится в большом количестве (например, в золе плауна до 50% Al_2O_3), но для некоторых культур он имеет скорее отрицательное значение. Так, при содержании в 1 л водного раствора 2 мг алюминия рост корней пшеницы задерживается, а при 6 мг прекращается. Поэтому многие исследователи объясняют вредное действие кислого почвенного раствора на растения присутствием в нем ионов алюминия.

Плодородие почвы зависит не только от содержания в ней тех или иных элементов, но прежде всего от их доступности растениям. Большое значение при этом имеют биологические и хозяйственные особенности растений. Очень многое зависит от умения человека использовать природные условия для возделывания культурных растений и создавать среду, требующуюся возделываемым культурам.

В этом отношении большое значение имеют почвенные карты и картограммы содержания в почвах подвижных форм фосфора, калия, азота, для южных почв поглощенного натрия, засоленности, а также картограммы, показывающие эродированность отдельных участков, избыточность увлажнения и т. д. Если все эти материалы используются и проводится передовая агротехника, колхозы и совхозы получают очень высокие урожаи, их земли становятся высокопроизводительными. Доказательством этому могут служить успехи передовиков.

Передовые хозяйства получают высокие урожаи на больших площадях. Так, в Краснодарском крае в колхозе имени Кирова было получено по 23,5 ц озимой пшеницы с гектара на площади 20 250 га, а в колхозе имени Орджоникидзе Харьковской области по 33 ц на площади 1200 га. Бригада А. И. Романюка в 1962 г. в колхозе «Нове життя» Херсонской области получила по 1064 ц зеленой массы и по 80,4 ц зерна кукурузы с каждого гектара орошаемой площади.

Даже в засушливых условиях 1963 г. колхоз имени XXII съезда КПСС Винницкой области, где председатель В. М. Кавун, получил в среднем с гектара зерновых по 23,8 ц, а корней сахарной свеклы по 213 ц с гектара.

Больших успехов достиг и колхоз села Калиновки Курской области, руководимый В. В. Грачевым. Здесь в 1953 г. урожай зерновых составлял только 5,6 ц с гектара, а в 1963 г., используя достижения агрономической науки, несмотря на засуху, колхоз получил по 25,5 ц зерна с гектара.

Декабрьский (1963 г.) и февральский (1964 г.) Пленумы ЦК КПСС приняли постановление об ускоренном развитии химической промышленности и интенсификации сельского хозяйства как важнейшем условии подъема сельскохозяйственного производства и роста благосостояния народа.

Производство минеральных удобрений возрастет с 20 млн. тонн в 1963 г. до 80 млн. тонн в 1970 г. Из этого количества будет произведено азотных удобрений 30,2 млн. тонн, фосфорных — 34,1 млн., калийных 15,5 млн. и борных 0,2 млн. тонн. Осуществление мероприятий, намеченных партией по интенсификации сельского хозяйства, повысит эффективное плодородие почвы нашей страны и обеспечит прогрессивное увеличение производства сельскохозяйственной продукции.

Глава 15. ОСНОВЫ ГЕОБОТАНИКИ (РАСТЕНИЕ И СРЕДА)

В землеустроительной практике приходится иметь дело не только с пахотными угодьями, но также с лугами, пастбищами, лесами и болотами, т. е. угодьями, на которых произрастает естественная растительность. Чтобы правильно составить проект, землеустроитель должен иметь представление о биологических, экологических и хозяйственных особенностях важнейших растений и их группировок, знать их продуктивность и пути повышения продуктивности лугов и пастбищ. Эти сведения он получает из экологии растений и учения о растительных сообществах.

Раздел ботаники, изучающий взаимоотношение растительности и среды, называется экологией растений.

К экологическим условиям, влияющим на произрастание растений, относятся факторы климатические (свет, тепло, воздух, вода), почвенные (механический состав, физические свойства, химизм почв), топографические (рельеф), биологические (животные, растения, микроорганизмы) и антропогенные (воздействие человека).

Отношение растений к свету. Некоторые растения встречаются в природе только на открытых, солнечных местах, другие наоборот, в тени, например в зарослях лесов. По отношению к свету различают растения светолюбивые и теневыносливые. Светолюбивые растения произрастают преимущественно в луговых, полупустынных и степях, но частично встречаются также и в лесостепной и лесной зонах. Так, в осветленных сосновых лесах по полянам, на песчаных почвах часто можно встретить светолюбивое растение молодило, а по сухим открытым песчаным местам — очиток едкий. Светолюбивыми являются также мать-и-мачеха, веснянка, незабудка песчаная и некоторые другие. К теневыносливым относятся ландыш, кислица, вороний глаз, недотрога, копытень и другие, преимущественно лесные травы.

Светолюбивые растения сильно реагируют на неравномерное, одностороннее освещение. Побеги их изгибаются в сторону источника света. Корзинки таких светолюбивых растений (подсолнечника, козлобородника, череды) всегда поворачиваются за движением солнца.

Листья у теневых растений тонкие, без кутикулы и опушения, не блестящие.

Листья у светолюбивых растений толще и грубее, чем у теневых. У них толстая кутикула (наружная пленка, покрывающая кожицу листа), больше механических тканей. Они иногда сильно опушены или покрыты восковым налетом.

Если светолюбивое растение затенить, оно начинает страдать от недостатка света и иногда погибает. Если же оно приспосабливается к новым условиям, то сильно изменяет свой внешний вид.

Древесные породы можно расположить в такой последовательности, начиная с самых светолюбивых: лиственница, береза бородавчатая, сосна, осина, дуб, ясень, клен, ольха черная, ольха серая, липа, граб, ель, бук, пихта (М. Турский). Такой же ряд может быть составлен из травянистых растений.

В лесу теневыносливые деревья образуют более сомкнутые насаждения, растут гуще. Под пологом высоких деревьев произрастают теневыносливые кустарники, а ниже их — наиболее теневыносливые травы и мхи. Различное отношение к свету дает возможность растениям образовывать сложные сообщества.

Отношение растений к теплу. Тепловой режим — одно из важнейших условий существования растений. Физиологические процессы в растительном организме возможны лишь при опре-

деленных температурах. Географические растительные зоны и высотные поясы растительности прежде всего связаны с тепловым режимом земного шара, в том числе и горных районов. Разные виды и сорта растений предъявляют неодинаковые требования к тепловому режиму. Если температурные условия отклоняются от оптимальных, то растение в одних случаях совсем прекратит развитие, в других — не зацветет, в третьих — не будет плодоносить. Согласно учению Т. Д. Лысенко, для перехода растения к плодоношению необходим определенный тепловой режим. Семена некоторых растений без предварительного воздействия на них холода не прорастают. Потребность в тепле у разных растений неодинакова. Так, некоторые водоросли арктических морей растут и развиваются в воде при температуре, близкой к 1°. Водоросли, окрашивающие снег в Арктике в красный цвет, и некоторые диатомовые нормально живут и развиваются при температуре тающего снега. Побег некоторых растений, например пролески, пробиваются сквозь снег.

В субтропическом, умеренном и холодном климате растениям приходится переносить действие температур ниже нуля. Растения, недостаточно выносливые к таким воздействиям холода, повреждаются или погибают. Следовательно, возможность существования растений в условиях холодного и умеренного климата тесно связана с их морозоустойчивостью. Большинство растений умеренного климата является многолетниками, и им приходится переносить холод зимы. Многие культурные растения — однолетники, но среди них есть двулетники (например, озимая пшеница, озимый ячмень) и многолетники. Они зимуют под снегом и иногда вымерзают. Причину гибели растений от мороза следует искать в изменении протоплазмы при коагуляции (Н. А. Максимов). После оттаивания такая протоплазма оказывается мертвой. Не все растения одинаково чувствительны к морозам. Например, картофель гибнет при слабом промерзании, в то время как капуста или лук выносят умеренное промерзание, а рожь и пшеница в бесснежные зимы выносят морозы до 15—20°. Морозоустойчивость растений во многом зависит от содержания в них сахара, который предохраняет белок клетки от коагуляции. Именно поэтому хорошо окрепшие и развившиеся, накопившие с осени в клетках высокий процент сахара ростки ржи и пшеницы хорошо перезимовывают. Зимостойкость растений усиливается при так называемой закалке растений. Озимые злаки, выращенные на холоду, обладают сравнительно высокой морозо-выносливостью. Весенние заморозки часто бывают губительнее, чем зимние морозы, так как они действуют на молодые побеги.

Кроме вымерзания, растения могут погибнуть и от выпревания. Это явление наблюдается в мягкие снежные зимы. Под толстым слоем снега растения зимуют при температуре, близкой к 0°, и сохраняют довольно интенсивное дыхание. При этом

они расходуют свои запасы питательных веществ и погибают от истощения. Но гибель растений в понижениях наблюдается и ранней весной. В это время на поверхности еще промерзшей почвы скапливается вода. Растениям, начавшим свою жизнедеятельность в таких условиях, не хватает для дыхания кислорода, они «вымокают».

Если же снеговая вода успеет проникнуть в почву и замерзнет, то возникает опасность «выпирания» растений. Образующаяся ледяная прослойка приподнимает почву вместе с растениями, обрывая их корни.

Многие растения для своего роста и развития требуют высоких температур. Например, апельсины, мандарины, лимоны, инжир и другие субтропические культуры произрастают там, где нет больших морозов. Но и очень высокие температуры для растений вредны. При температуре свыше 40° даже у южных растений снижается интенсивность дыхания и они гибнут; однако и в этом отношении есть исключения. Например, верблюжья колючка, растущая в полупустынных и пустынных местах, может выносить нагревание до $60-70^{\circ}$.

Углекислоту растения лучше всего усваивают при температуре $20-30^{\circ}$. Для роста и развития каждого вида растения существует минимальная, оптимальная и максимальная температура.

Отношение растений к воздушному режиму. Воздух для растений — не только среда, в которой протекают их жизненные процессы, но и один из основных источников питания. В сухой массе растения примерно половина веса приходится на долю углерода, усваиваемого растением из воздуха. Другая половина почти целиком состоит из кислорода и водорода с небольшим участием азота, и только 3—8% содержится солевых веществ, извлекаемых растением из почвы.

В атмосферном воздухе содержится азота 78%, кислорода 21, аргона 1 и углекислого газа 0,03%. В воздухе почвы CO_2 значительно больше, чем в воздухе атмосферы. При участии хлорофильных зерен листьев углекислый газ на свету разлагается на кислород (поступающий снова в воздух) и углерод, который усваивается растениями с образованием различных органических соединений. Атмосферный азот большинством растений не используется. Но, поступая в почву, он усваивается микроорганизмами. Органическое вещество растений и микробов после их отмирания и разложения переходит в соли, используемые затем растениями для своих жизненных процессов.

В воздухе содержится в небольших количествах NH_3 , SO_2 , Cl_2 и некоторые органические пахучие вещества. Одни из них «засоряют» атмосферу и мешают нормальному развитию растений (SO_2 , Cl_2), другие являются фитонцидами, т. е. веществами, играющими защитную роль для растения-хозяина (Б. П. Токин).

Из всех газов воздуха особенно большое экологическое значение имеют кислород и углекислый газ. Кислород появляется в атмосфере в результате фотосинтеза растений. Содержание кислорода в атмосфере является более постоянным, чем в воздухе почвы, так как газообмен в последней очень затруднен. Поэтому в сырых местах растения страдают от недостатка кислорода в почве. В этом случае одни растения могут вытесняться другими, например луговые травы — осоками, менее требовательными к запасам кислорода в почве.

Содержание в воздухе CO_2 подвергается значительным изменениям. Так как количество этого газа в воздухе лишь 0,03%, то даже незначительное его уменьшение или увеличение может влиять на фотосинтез растений, их рост и развитие. Потребление растениями CO_2 , как известно, происходит только днем. Поэтому на поле, занятом сахарной свеклой, уже к 6 часам вечера содержание в воздухе этого газа снижается на 10%. В период наиболее интенсивного фотосинтеза (в начале лета) содержание углекислого газа в атмосфере уменьшается ниже нормы, а к осени снова увеличивается.

По данным В. А. Чеснукова, в лабораторных условиях при искусственном увеличении содержания CO_2 в воздухе удается поднять урожай растений в 2 раза. Однако если контрольные растения поставить в лучшие условия минерального питания, то прибавка урожая становится мало заметной.

Мало распространен в атмосфере сернистый газ. Он встречается лишь над городами и поселками, вблизи железных дорог, где паровозы отопляются углем. Сернистый газ очень ядовит для растений. Попадая в растительные клетки, он нарушает деятельность ферментов, вызывает свертывание коллоидов плазмы, нарушает обмен веществ. Наиболее чувствительны к этому газу хвойные растения. Лиственные растения более выносливы. Н. П. Красинский считает, что более устойчивы из хвойных туя и можжевельник, а из лиственных — тополь канадский и бузина красная. Травы лучше переносят содержание в воздухе дымовых газов. Имеющиеся в воздухе NO_2 и NH_3 поглощаются водяными парами и во время дождя попадают в почву, где служат дополнительным источником азотистой пищи растений. Наличие Cl_2 в атмосфере может быть только вокруг специализированных заводов. Этот газ для растений сильно ядовит.

Значение ветра в жизни растений очень разнообразно. Многие растения опыляются и распространяют свои семена при помощи ветра. Ветер усиливает газообмен в атмосфере и почве, создавая благоприятные условия для развития растений. Но он часто играет и отрицательную роль. Сильные северные ветры например, обламывают ветви и искривляют кроны деревьев. Сухие юго-восточные (суховей) наносят огромный вред сельскому хозяйству, сильно снижая, а иногда и уничтожая урожай.

Отношение растений к воде. Преобладающая часть зеленых сухопутных растений получает воду через корни из почвы. Но лишайники и мхи поглощают воду и водяной пар всей своей поверхностью непосредственно из атмосферы. Слоевище сухого лишайника очень быстро впитывает влагу, становясь эластичным, и начинает расти. Но если солнце сильно пригреет, лишайник быстро высыхает и впадает в состояние анабиоза. Сухие лишайники летом кажутся безжизненными и крошатся под ногами, но после дождя быстро оживают. Благодаря таким особенностям лишайники встречаются в тундре и лесной зоне, степях и пустынях.

Атмосферную воду поглощают и быстро ее теряют также мхи. Особенно высокой поглотительной способностью обладают сфагновые и гипновые мхи. Сфагновые мхи могут поглощать до 2000 % воды от веса своего сухого вещества.

Высшие растения потребляют воду почти исключительно корнями. Только некоторые тропические растения усваивают воду корнями, листьями или специальными воздушными корнями. А. Б. Келлер утверждал, что некоторые солянки усваивают воду листьями, имеющими особые волоски.

В зависимости от количества поступающей в растительный организм воды и содержания ее в окружающем воздухе изменяется не только общий облик растения, но и характер его корневой системы. Так, при большом количестве осадков у озимой пшеницы корни вырастают в 2 раза длиннее, чем при малом.

По отношению к воде различают три экологических типа сухопутных растений: **гигрофиты**, **ксерофиты** и **мезофиты**.

В группу **гигрофитов** относят растения, живущие в воздухе, насыщенном водяными парами. Растения, живущие непосредственно в воде, называются **гидрофитами**. В умеренно холодном и континентальном климате, охватывающем большую часть СССР, к **гигрофитам** относятся растения тенистых лесов, такие, как кисличка, недотрога, вороний глаз, некоторые папоротники, а также растения открытых, но сырых мест с влажным воздухом: калужница, сердечник, белокрыльник, незабудка болотная, некоторые осоки и хвощи. Все **гигрофиты** даже на временное высыхание воздуха и почвы быстро реагируют завяданием, уменьшением размеров и угнетенностью роста. Корни их маловетвисты, лишены волосков, имеют множество межклетников и воздухоносных полостей. Сено, в составе которого много **гигрофитов**, имеет легкий вес и объемисто.

Ксерофитами называются растения, противоположные по своим экологическим особенностям **гигрофитам**. Эти растения способны переносить продолжительную сухость воздуха и почвы. Они характерны для областей с жарким и сухим климатом и в той или иной степени теплолюбивые. В СССР распространены в степях и пустынях, в Крыму, на Кавказе.

Основной морфологический признак ксерофитов — опушенность листьев, узкая пластинка листа, створчатые листья, прочная кутикула. Большая часть ксерофитов имеет сизовато-сероватый тон. К ним относятся ковыли, типчак, тонконоги, полыни и многие другие растения степей и пустынь. Среди ксерофитов выделяют особую группу растений, называемых суккулентами. Это сочные, мясистые, большей частью многолетние растения, клетки которых в листьях или стеблях сильно оводнены. Такие растения встречаются главным образом в Африке, Мексике. В нашей стране к суккулентам относятся очитки, молодило, заячья капуста. Среди ксерофитов выделяется еще группа склерофитов. Это растения с довольно большим количеством воды в тканях толстых корней, использующие ее во время засух. Надземная часть их очень мала. Многие листья представляют собой острые шипы, иногда стебель заменяет растению листья. К ним относятся некоторые солянки, кузьмичева трава, саксаул и другие пустынные растения.

Ксерофитизм наблюдается у многих растений севера. Но так как здесь растения недостаточно обеспечиваются влагой вследствие низких температур, то такие растения называют криптофитами и психрофитами. К ним относятся багульник, водяника, клюква, куропаточья трава, карликовая береза и многие другие.

В группу мезофитов входят растения, которые по режиму влажности местообитания занимают промежуточное положение между гигрофитами и ксерофитами. Эти растения предпочитают средние условия увлажнения, теплового и воздушного режима и минерального питания. К мезофитам следует отнести все наши лиственные деревья и подавляющее большинство луговых трав. Многие лесные травы и сорные растения полей являются растениями этой группы. Зерновые, технические, плодово-ягодные, большинство лекарственных растений тоже относятся к мезофитам. Мезофиты по-разному относятся к положению уровня грунтовых вод, затоплению полыми водами, заилению и т. д.

Влияние насекомых и животных на жизнь растений. Биологический фактор в жизни растений имеет очень большое значение. Исключительна роль животных в размножении растений. Практически все цветущие растения (имеющие венчик и чашечку или чашечку в форме венчика) опыляются насекомыми. Муравьи разносят семена злаков и других растений на большое расстояние, делают ходы в почве, увеличивая ее порозность, улучшают условия газообмена почвы и впитывание воды глубокими ее горизонтами. Большое значение в расселении растений с крупными плодами имеют животные и птицы. Кедровые орехи разносятся белками и птицей кедровкой. Сойка способствует расселению дуба. Семена с шипами и зацепками далеко переносятся овцами, козами, коровами, верблюдами. Но вместе с тем

животные уничтожают растения. При неправильном выпасе скота растения вытаптываются на этих местах, часто можно видеть обилие специфической, так называемой рудеральной (сорной) растительности. При пастбе животных по сырой почве образуются кочки, усиливается заболачивание, появляются осоки там, где их раньше не было. Известны случаи уничтожения насекомыми огромных массивов леса, например непарным шелкопрядом. Саранча полностью уничтожает заросли тростника и других трав, окружающих водоемы. Многие насекомые и черви (нематоды) портят корни растений, ослабляя их жизнеспособность.

Антропогенный фактор. Влияние человека на растительный мир может быть двояким. Он может воздействовать непосредственно: вырубка леса, косьба травы, осушение и орошение земель, распашка. Но человек оказывает сильнейшее влияние на растительный мир и косвенно. Проводя осушительные каналы, человек изменяет гидротермический режим окружающих территорий и тем самым воздействует на состав растительности. Распашка земель вызывает остепнение страны. Большинство приемов воздействия человека на природу сильно изменяет первоначальные экологические условия, что способствует изменению растительности.

Закономерности в распределении растительного покрова. Схема распределения растительности в Евразии от экватора до полюса с учетом расположения океанов на западе и востоке была составлена А. П. Шенниковым (см. схему на рис. 12). Согласно этой схеме в высоких широтах располагаются холодные пустыни, ледяные покровы, почти или совершенно лишенные растительности. За ними следуют тундры с характерной мхово-лишайниковой растительностью и своеобразными, только этим местам присущими почвами.

Начиная с 70-й и 60-й параллели на востоке усиливается влияние Тихого океана на распределение растительности. В областях, примыкающих к нему, располагаются океанические хвойные леса, в то время как в центре зоны преобладают континентальные хвойные леса. В первом случае господствующее положение занимает пихта, саянская ель и даурская лиственница, а во втором — сосна, пихта, ель и сибирский кедр.

В более низких широтах по побережью океана начинаются лиственные и лавролиственные леса, а также пространства с разреженным древостоем и колючим кустарником и сильно опущенными или беловойлочными, также часто колючими травами.

В центре континента, по границе с хвойными лесами, простирается лесостепь, где с дубово-кленово-ясеневыми лесами чередуются массивы остепненных лугов, с участием тимopheвки, мятлика узколистного, мезофильного разнотравья и ковыля. Ря-

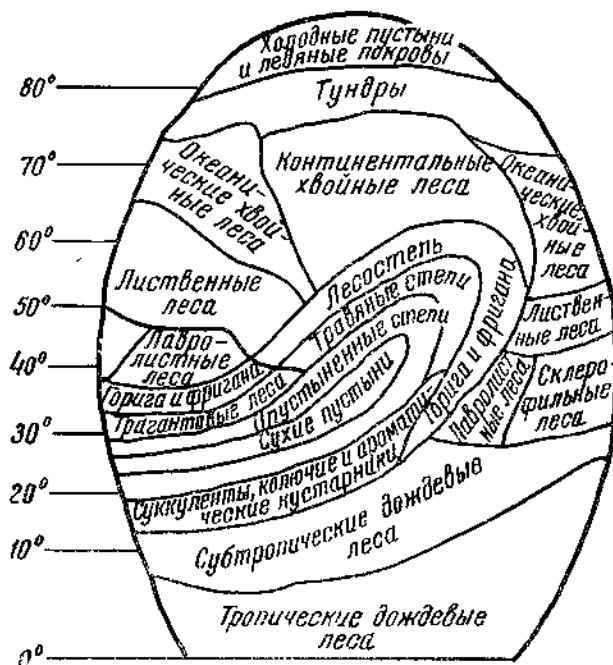


Рис. 9. Схема распределения типов растительности на континенте Евразии от экватора до полюса (по А. П. Шенникову)

дом с ними раскинулись ковыльные степи, а южнее — злаково-полюнные. В пределах 10—20-й параллели располагаются заросли суккулентов*, колючих и ароматических кустарников, а также субтропические и тропические леса.

Понятие о растительных сообществах. Совокупность растительных организмов, связанных между собой сложными взаимоотношениями, имеющая определенные условия местообитания, называется растительным сообществом, или фитоценозом (ассоциацией).

В пределах каждой зоны на лугах, пастбищах и в лесах имеется много исторически сложившихся группировок или сообществ растений. Любое растительное сообщество сформировалось под воздействием определенных факторов и соответствует условиям своего местообитания. Состав растений в сообществе складывается под влиянием окружающей среды. Но и растения в результате своей жизнедеятельности также влияют на среду,

* Суккуленты — растения с толстыми сочными листьями или стеблями, растущие в пустынях.

изменяя ее в том или ином направлении. Поэтому, зная состав растений в сообществе, можно с большой достоверностью судить об условиях произрастания этих растений, т. е. о почве, освещении, гидротермическом режиме и т. д. Наоборот, зная почву и другие элементы среды, можно с достаточной точностью назвать естественную растительность, сформировавшую эту почву, даже в том случае, если состав растительности сильно нарушен или вообще растительность отсутствует.

Иногда только по одному растению можно судить об условиях его местообитания. Так, осока дернистая может произрастать только в сыром месте, на богатом питательными веществами болоте, в той или иной степени заторфованном, в сообществе с характерными растениями. После осушения такое болото можно распахать и превратить в высокопродуктивное сельскохозяйственное угодье.

В состав растительного сообщества могут входить или растения одного и того же рода и вида, или представители различных семейств, родов и видов.

Растительные сообщества более или менее устойчивы. Например, в ковыльной степи случайно попавшие семена не степных растений чаще всего не прорастают. Степь сохраняет свой травостой. Но есть и неустойчивые сообщества. Например, на вырубке леса появляются новые, ранее не росшие здесь травянистые растения. Состав травостоя по рубкам ежегодно меняется.

Характерные признаки растительных сообществ. Каждое растительное сообщество имеет следующие отличительные признаки: видовой состав, количественные и качественные соотношения между растениями, ярусность, сочетаемость, физиономичность, периодичность, синузильность и характер местообитания.

Видовой состав растительного сообщества определяется по наиболее часто встречающимся в нем и характерным для него видам растений. Эти виды растений в одних случаях могут встречаться только в данном сообществе, в других — только предпочитать его и в третьих — встречаться также и в других сообществах. Кроме того, здесь можно встретить растения случайные, не характерные для данного сообщества.

При учете видового состава сообщества обязательно отмечают, насколько хорошо развивается каждый вид растений.

Качественные и количественные соотношения между растениями. Каждый вид растений, входящий в сообщество, имеет неодинаковое значение. Так, в лесу основная роль принадлежит деревьям. Меньшее значение имеют кустарники, находящиеся под пологом леса, а также травы и мхи. Поэтому принято говорить о чистых насаждениях ели, сосновом боре, смешанном лесу, не называя при этом кустарников и трав, растущих в этих лесах.

Растения, определяющие структуру сообщества, обязательно должны составлять основную массу всей растительности. В группировке растения, имеющие решающее значение, могут размещаться разреженно, не обильно и тем не менее играть в сообществе первенствующую роль. Так, если в каком-либо еловом лесу деревья растут разреженно или даже одиночно, то в основном все же только ель определяет условия среды, а не другие деревья, растущие здесь.

В. И. Сукачевым и Г. И. Поплавской впервые сформулировано понятие о растениях-эдификаторах (преобладающих в сообществе) и ассектаторах (им соподчиненных). Т. А. Работновым установлено, что в группе эдификаторов или ассектаторов имеются различные популяции, т. е. растения, отличающиеся по своему развитию и жизнеспособности. Например, на альпийских лугах, в одинаковых сообществах, при одной и той же густоте стояния ветреница может образовать разную по весу вегетативную массу. Изучение популяций в сообществе дает возможность глубже познать значение отдельных особей одного и того же вида в растительном сообществе, оценить их жизнедеятельность.

Количество экземпляров какого-либо растения в данном сообществе называют обилием. Для определения обилия чаще всего применяют следующую шкалу Друде:

Soc — растения растут сплошь, смыкаясь друг с другом; Sor₁ — очень обильно; Sor₂ — много; Sor₃ — довольно много; Sp — рассеянно, в сравнительно небольшом количестве; Sp. gr. — рассеянно, но кучками и Sp. Sol — рассеянно одиночно; Sol — одиночно в очень небольшом количестве. Иногда выделяют Sol. gr. — одиночно кучками. Если в сообществе встречен один экземпляр какого-либо нового растения, то применяют обозначение Un*.

Ярусность. В сообществах растения часто распределяются по ярусам. Например, в лесу имеются ярусы: древесный, кустарниковый, травянистый и моховой. Иногда в лесных насаждениях (например, в сосновом лесу) можно наблюдать только два яруса: древесный и лишайниковый.

В травостоях также можно обнаружить более или менее резко выраженные ярусы, часто два, реже три. Некоторые растения развивают листья в нижнем ярусе, а стебли с цветками или семенами выносят в верхний. Так как основная масса этих растений размещается внизу, то такие растения относят к нижнему ярусу.

Сочетаемость. Характер растительного сообщества определяется количественными и качественными соотношениями расте-

* Sociales — сплошной; Copiosae — обильно; Sparsae — рассеянно; Solitaria — одиночно; Un — единственно. От этих латинских слов и взяты сокращенные обозначения по Друде.

ний. Например, названия «мятlikово-бобово-разнотравное» или «ковыльно-полынно-типчаковое сообщество» указывают, из каких основных растений оно состоит, причем в первом случае наиболее распространено разнотравье, а во втором — типчак.

Но в одних и тех же растительных сообществах можно обнаружить различные сочетания растений. Это будут своего рода микрогруппировки в пределах данного сообщества.

Физиономичность. Каждое растительное сообщество в любой отрезок времени обладает определенным внешним видом или, как иногда говорят геоботаники, физиономией. Внешний вид сообщества определяется тем растением, которое больше всего бросается в глаза. Так как в сообществе растения развиваются не одновременно, то и его «физиономия» выглядит различно в разные периоды.

Периодичность. В продолжение вегетационного периода в растительном сообществе одни растения начинают зацветать, другие отцветают, одни заканчивают свое развитие, другие — продолжают. Поэтому, например, на сыроватом лугу весной преобладает желтый фон (калужница), потом появляется голубой (незабудка) и, наконец, розовый (кукушкины слезки) в зависимости от цветения того или иного растения.

Смену окраски сообществ геоботаники называют сменой аспектов, а о растении, которое определяет физиономию сообщества в данный период, говорят, что оно составляет аспект.

Синузальность. Понятие синузия в геоботанической практике недостаточно определено. Чаще всего под синузиями понимают растительные микрогруппировки. Например, мелкие контуры из различных мхов под лесным пологом образуют синузии.

Характер местообитания. Участок территории с определенными условиями произрастания сообщества называют его местообитанием. Характер растительного сообщества и местообитание взаимно связаны.

Местообитание характеризуется географическим положением, характером рельефа, высотой над уровнем моря, экспозицией склона, почвенными условиями, характером использования данного участка человеком и т. д.

Имея представление о растительных сообществах, можно определить условия местообитаний растений, что очень важно при составлении землеустроительных проектов. Особенно тесна взаимосвязь растительных сообществ с почвами. Например, сообщество белых мхов с гонобобелем, багульников и клюквой встречается только на торфяно-болотных почвах верховых болот, где слой торфа достигает не менее полметра. Такое торфяное болото в сельскохозяйственном отношении не имеет большой ценности, но его с успехом можно использовать для добычи торфа на топливо или подстилку скоту. Сосновый лес с лишай-

ником располагается на песчаных слабоподзолистых почвах, дубово-липовые леса — на серых суглинистых лесных почвах.

Изучив растительные сообщества и зная экологические особенности каждого растения, входящего в состав сообщества, или только нескольких эдификаторов, можно составить обоснованное представление об условиях местообитания в целом. Например, решая вопрос о целесообразности вырубki леса под распахку, учитывают, что дуб и липа при совместном произрастании указывают на наличие умеренно влажных суглинистых почв, богатых питательными веществами. В северных лесах наличие в подлеске орешника, черемухи и бузины указывает на то, что почвы здесь плодородны. Присутствие на них ландыша, майника, грушанок еще больше подтверждает эти выводы.

Растительное сообщество с осокой обыкновенной и редкими кустами ив и ольхи серой указывает на то, что с данного участка в естественных условиях можно собирать невысокие урожаи сравнительно низкокачественного сена. Но если этот участок осушить, то на нем можно получать высокие и устойчивые урожаи луговых трав или полевых культур, особенно тех, которые нуждаются в большом количестве азота.

Сочетание в степных и сухостепных условиях, например, крупных ковылей с небольшими участками типчака и разнотравья указывает на наличие богатых черноземов. Сообщество же мелких ковылей с полынями, типчаком и тонконогом характеризует сухостепные условия, преимущественно с каштановыми почвами. Сообщество солянок всегда встречается только на солончаках.

Динамика растительных сообществ на сенокосах и пастбищах. Состав растительного сообщества постоянно изменяется под влиянием внешних причин — сезонных изменений погоды, сухих и влажных годов, сенокосения, выпаса скота, распахки, пожаров и др. Но изменения могут происходить и под влиянием саморазвития сообщества. Например, при накоплении органического вещества в почве, увеличении ее влагоемкости, уменьшении в ней запаса питательных веществ, ухудшении аэрации в растительном сообществе, во всех этих случаях одни растения заменяются другими, сообщество меняется.

На состав растительного сообщества воздействует также изменение окружающей среды. Оставленный небольшой участок леса среди вырубок неизбежно изменит свой флористический состав. В степных условиях смены растительных сообществ происходят иногда вследствие степных пожаров, уничтожающих растения с поверхностной корневой системой и с высокорасположенными почками. Наоборот, глубоко укореняющиеся сочные растения с хорошо защищенными почками после пожара разрастаются.

Состав растительных сообществ может изменяться на малых или больших территориях. Иногда целые растительные зоны претерпевают изменения в составе сообществ и меняют свои границы. Особенно большие изменения в растительных сообществах вносит хозяйственная деятельность человека. Если бы пойменные луга не выкашивались, то за 20—30 лет они покрылись бы своеобразными лесами, которые когда-то преобладали на пойменных землях. Большая часть современных степей распахана, и лишь небольшие участки используются под выпас или сенокос. Сообщества на пастбищах находятся под воздействием скота, а также влияния окружающей луговой и полевой растительности и поэтому постоянно изменяются.

Возведение гидросооружений на реках изменяет гидротермический режим окружающих пространств, тем самым изменяет и состав и соотношение растительных сообществ. Повышение уровня воды на реках влияет на уровень грунтовых вод окружающей местности, что вызывает смену одних растительных сообществ другими.

Следовательно, растительный покров постоянно изменяется. Поэтому геоботанические карты, используемые при землеустройстве, отражают состояние растительности сельскохозяйственных угодий только на короткий срок — 5—10 лет. Состав почвы изменяется менее заметно. Вот почему геоботаническая карта какого-либо участка имеет больше контуров, чем почвенная.

Очень сильно изменяются растительные сообщества под влиянием выпаса скота, особенно плохо регулируемого. Под влиянием сильного стравливания и сбоя растительности скотом даже на различных местоположениях могут образовываться одни и те же растительные группировки. Так, в сухой степи с преобладанием ковыля Лессинга, типчака, полыней и небольшого участка разнотравья (разнотравно-типчаково-ковыльная степь) скот в первую очередь выедает наиболее питательные и вкусные растения, т. е. ковыли и типчаки. Эти травы постепенно выпадают и заменяются другими. В последней стадии сбоя остается голая земля с редким травостоем из колючих бурьянов и спорыша. Таким образом, после усиленного выпаса типчаково-ковыльная степь на светло-каштановых суглинистых почвах покрывается мозаикой хозяйственных модификаций растительности, начиная от полных сбоев и кончая малоизмененными растительными группировками. В этом случае на геоботанической карте будет обозначено несколько контуров, а на почвенной только один. Соответствие между почвой и растительными группировками будет нарушено. В северных районах изменение сообществ под влиянием выпаса будет аналогичным, но состав растительности в получившихся хозяйственных модификациях иной. Большей частью здесь разрастается подорожник, ромашка, одуванчик, пастушья сумка, спорыши.

Хозяйственная характеристика отдельных растений и растительных сообществ. Для хозяйственной характеристики выделяют обычно следующие группы растений: злаки, бобовые, осоки, маревые и разнотравье (сложноцветные, гречишные, зонтичные и др.). Злаки и бобовые считаются хорошими и отличными кормовыми растениями, а осоки и разнотравье — плохими. Растительные сообщества в зависимости от произрастающих растений называют злаково-разнотравное, бобово-злаковое, осоковое, осоково-злаково-разнотравное и т. д., причем преобладающее в сообществе растение ставят в конце названия. Лучшим по кормовому достоинству является бобово-злаковое сообщество, худшим — осоковое. Однако среди осоковых и разнотравья имеются такие растения, которые по питательности не уступают злакам и даже бобовым.

Основные признаки злаков: стебель — соломина, листья лентообразные в виде открытой или свернутой пластинки, плотно прикреплены к стеблю, иногда с большим объемлющим его раструбом. Соцветие — колос, метелка, султан (тимopheевка), початок (кукуруза).

Представители культурных злаков — пшеница, рожь, кукуруза, рис, просо, сорго, ячмень, овес и могар, тимopheевка, ежа сборная, овсяница луговая, лисохвост луговой, костер безостый, райграс пастбищный, суданка и некоторые другие.

По экологическим особенностям можно выделить пять групп луговых и пастбищных злаков: сухолюбы (ксерофиты); луговые злаки, т. е. умеренно влаголюбивые растения (мезофиты); влаголюбые (гигрофиты); солевывосливые (галофиты); однолетники — преимущественно мезофиты.

Сухолюбивые злаки распространены преимущественно в степях, полупустынях и пустынях. Сухолюбы отрастают рано весной, быстро выколашиваются, цветут, плодоносят и в начале лета быстро созревают и осыпаются. В августе — сентябре после дождей они снова образуют листья, их семена частично прорастают. Важнейшие из них следующие.

Ковыль Иоанна — многолетний кустовой злак высотой 100—150 см. Верхняя часть ости перистоволнистая. Листья голые. Растет по богатым более или менее обеспеченным влагой черноземным и каштановым почвам, преимущественно легкого механического состава. С юга заходит в Московскую, Рязанскую, Тульскую области. Хорошо поедается скотом весной до выбрасывания метелки.

Ковыль Лессинга, или ковылек, — многолетний плотнокустовой злак высотой 30—70 см. Широко распространен по сухим местам лесостепей, в степях, в сухих степях, преимущественно на суглинистых каштановых почвах. Из ковылей — лучшее кормовое растение. Хорошо поедается скотом до выбрасывания метелки (весной), а также при вторичном отрастании осенью (отава).

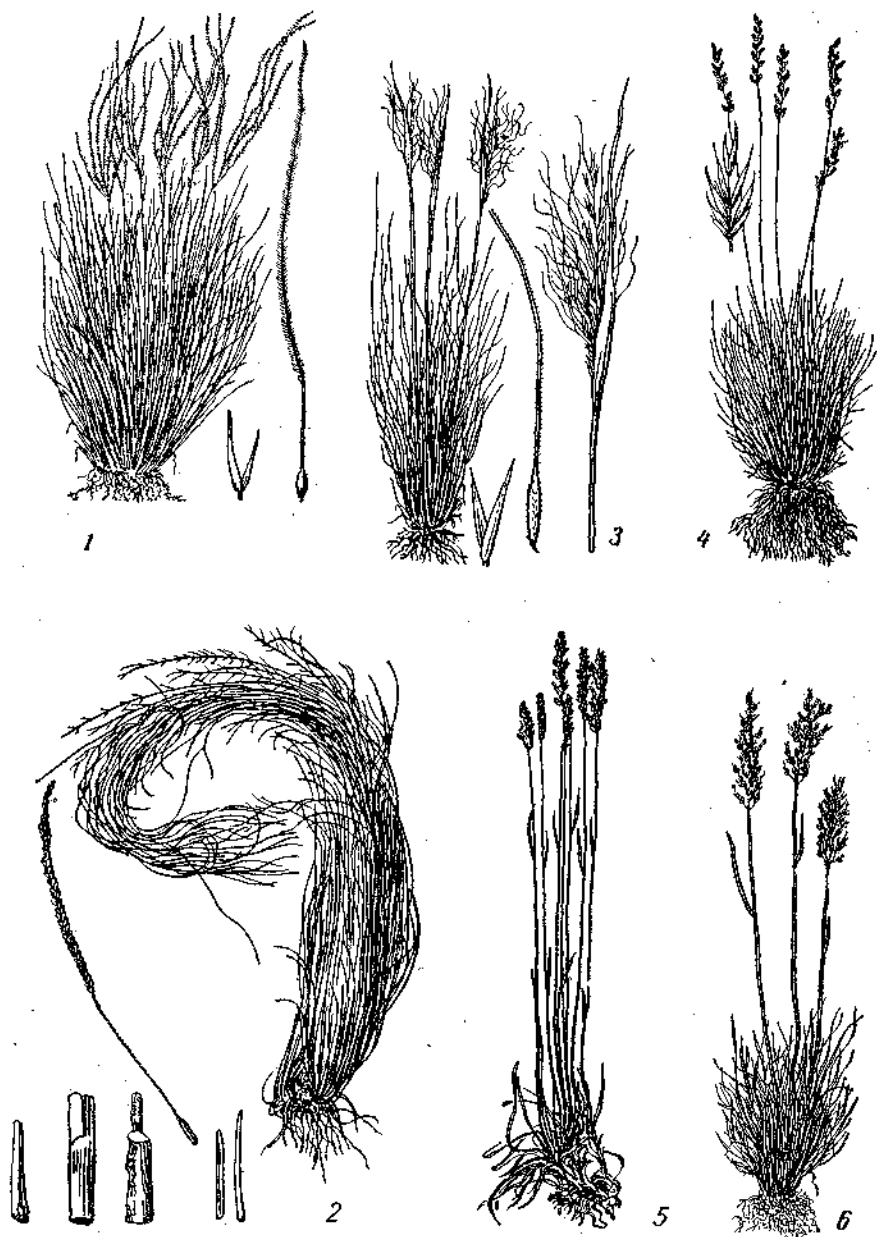


Рис. 10. Злаки-ксерофиты:

1 — ковыль Иоанна; 2 — ковыль Лессинга; 3 — ковыль волосатик; 4 — тыпчак; 5 — тонконог; 6 — мятлик луковичный.

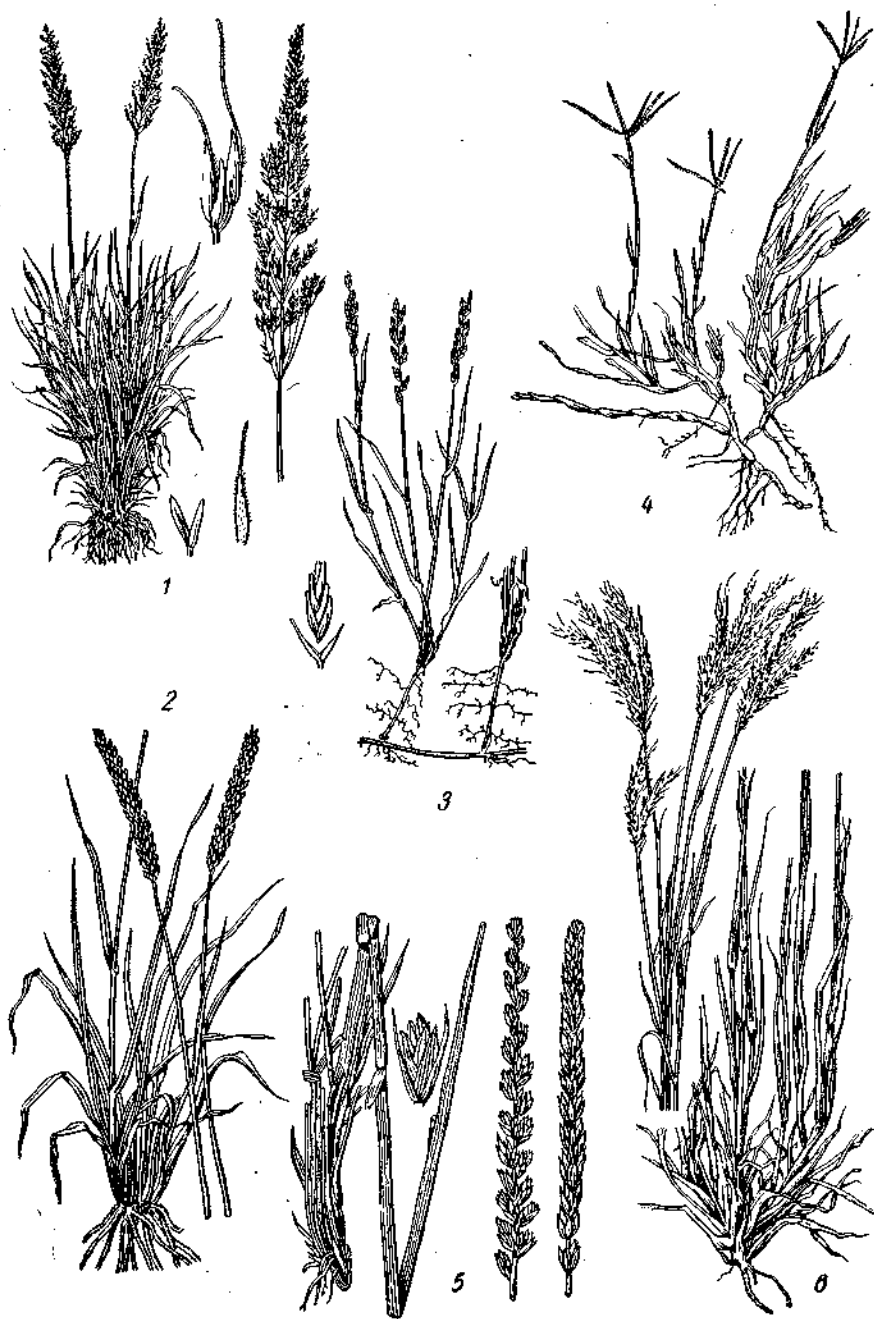


Рис. 11. Злаки-ксерофиты:

1 — чий блестящий; 2 — житняк сибирский; 3 — вострец ветвистый; 4 — свижорой;
5 — кияк; 6 — бородач.

Ковыль-волосатик, или тырса, — многолетний плотнокустовой злак высотой 40—60 см. Распространен в сухих степях и полупустынях, преимущественно на каштановых, иногда на бурых почвах, реже заходит в степь и лесостепь. Предпочитает суглинистые почвы, но в полупустыне встречается на песчаных почвах и даже песках. Весной хорошо поедается скотом, летом — хуже. Осенью дает отличную отаву. Зерновка тырсы сильно засоряет шерсть овец, иногда ввинчивается в тело, вызывает заболевание.

Типчак, или овсяница бороздчатая, — многолетний низовой плотнокустовой злак высотой 25—35 см. Метелка сжатая. Корни мочковатые. Одно из наиболее распространенных растений на черноземных, каштановых и бурых почвах разного механического состава. Лучшее пастбищное растение весной, в начале лета, осенью и зимой, преимущественно для овец.

Тонконог — многолетний плотнокустовой низовой злак высотой 20—30 см. Распространен в степях, по залежам, сухим лугам и южным склонам в лесостепи. В сообществе с ковылем и типчаком образует довольно густые травостой. Ранней весной и осенью служит хорошим пастбищным кормом для всех видов скота.

Мятлик луковичный — многолетний мелкодерновинный низовой злак. Стебли у основания имеют луковичеобразные утолщения. Высота растения 15—20 см. Отличается очень коротким вегетационным периодом, поэтому мятлик луковичный называют эфемероидом. Произрастает в полупустынных и пустынных степях. Хорошо выносит вытаптывание. Летом листья и стебли осыпаются, а осенью снова отрастают.

Селины — корневищные злаки, произрастающие на песках полупустынь и пустынь. В Туркменской ССР имеют значение для заготовки сена. На летних пастбищах селины почти не поедаются. Осенью и зимой после дождей их поедаемость увеличивается. Используются для закрепления песков.

Чий блестящий — многолетнее дерновинное растение высотой 50—250 см. Растет в пустынях и полупустынях, в местах с близким залеганием сравнительно мало минерализованных грунтовых вод. Стебель грубый, крепкий, блестящий, листья жесткие. Скотом поедается только до колошения.

Житняк сибирский, или пырей сибирский, кубанка, — многолетнее кустовое растение высотой 30—80 см. Соцветие — типичный узкий колос. Распространен на покрытых песками и супесями равнинах в степях, полупустынях и северной части пустынь. Засухоустойчив и морозоустойчив. Имеет высокое кормовое достоинство. Кроме житняка сибирского, распространены житняки узкоколосый и гребневидный, встречающиеся на суглинистых каштановых и темно-каштановых почвах в сухих степях.

Вострец ветвистый, или острец, — многолетний с длинными корневищами злак высотой 30—50 см. Стебель хорошо облист-

вен. Растет в сухостепных условиях, на суглинистых и глинистых темно-каштановых, иногда солонцеватых почвах. Особенно много востреца на залежах, где он замещает пырей ползучий. Уступает последнему по кормовому достоинству. Отава после скашивания отрастает плохо.

Свиной, или бермудская трава, софийка, — многолетний корневищный злак высотой 15—50 см. Листья линейно-ланцетные, соцветие пальчатое, состоит из 3—8 веточек. Широко распространен в пустынных и полупустынных степях на темных сероземах и светло-каштановых почвах, реже в черноземных степях. Встречается на Кавказе и в Крыму по залежам, а в Средней Азии засоряет хлопковые поля. После стравливания быстро отрастает. По устойчивости к вытаптыванию среди злаков не имеет конкурентов. На достаточно увлажненных местообитаниях хорошо поедается скотом, по сухим местам — значительно хуже.

Волоснец гигантский, или овес песчаный, кияк, — многолетний корневищный злак высотой 100—150 см. Соцветие — крупный колос. Листья лентообразные, крупные, жесткие. Стебли грубые. Растет куртинами на разбитых барханных песках. В фазе кущения довольно хорошо поедается скотом. Используется для закрепления разбитых песков.

Бородач кровоостанавливающий — многолетний злак с очень короткими корневищами и с большим количеством прикорневых листьев высотой 25—80 см. Соцветие состоит из 3—8 колосовидных мохнато-волосистых веточек. Растет в сухих степях на суглинистых и глинистых каштановых почвах. В предгорьях встречается на южных черноземах. Довольно хорошо поедается скотом, особенно в молодом возрасте. Выдерживает сильное вытаптывание. Ценное пастбищное растение.

Луговые злаки распространены в умеренно влажной зоне (таежная, лесостепная, отчасти по залежам и лиманам в степях). Характерны на пойменных землях и горных лугах. Листья широкие, стебли хорошо облиственны. Большая часть луговых злаков верховые, рыхлокустовые или корневищные растения. Поедаются скотом хорошо до конца колошения, а многие даже позже. Осенью дают отаву, весной отрастают медленнее, сухолюбов. Ниже дается характеристика основных представителей.

Тимофеевка луговая — многолетний верховой рыхлокустовой злак высотой 60—80 см, иногда больше. Соцветие — круглый колос (султан). Стебель хорошо облиствен, у основания имеет луковичеобразное утолщение. Тимофеевка очень ценная кормовая, преимущественно сенокосная трава. Давно введена в культуру. Растет по достаточно богатым дерновым почвам среднего увлажнения. Избыток влаги переносит плохо. Распространена в лесной, лесостепной зонах и горных районах.

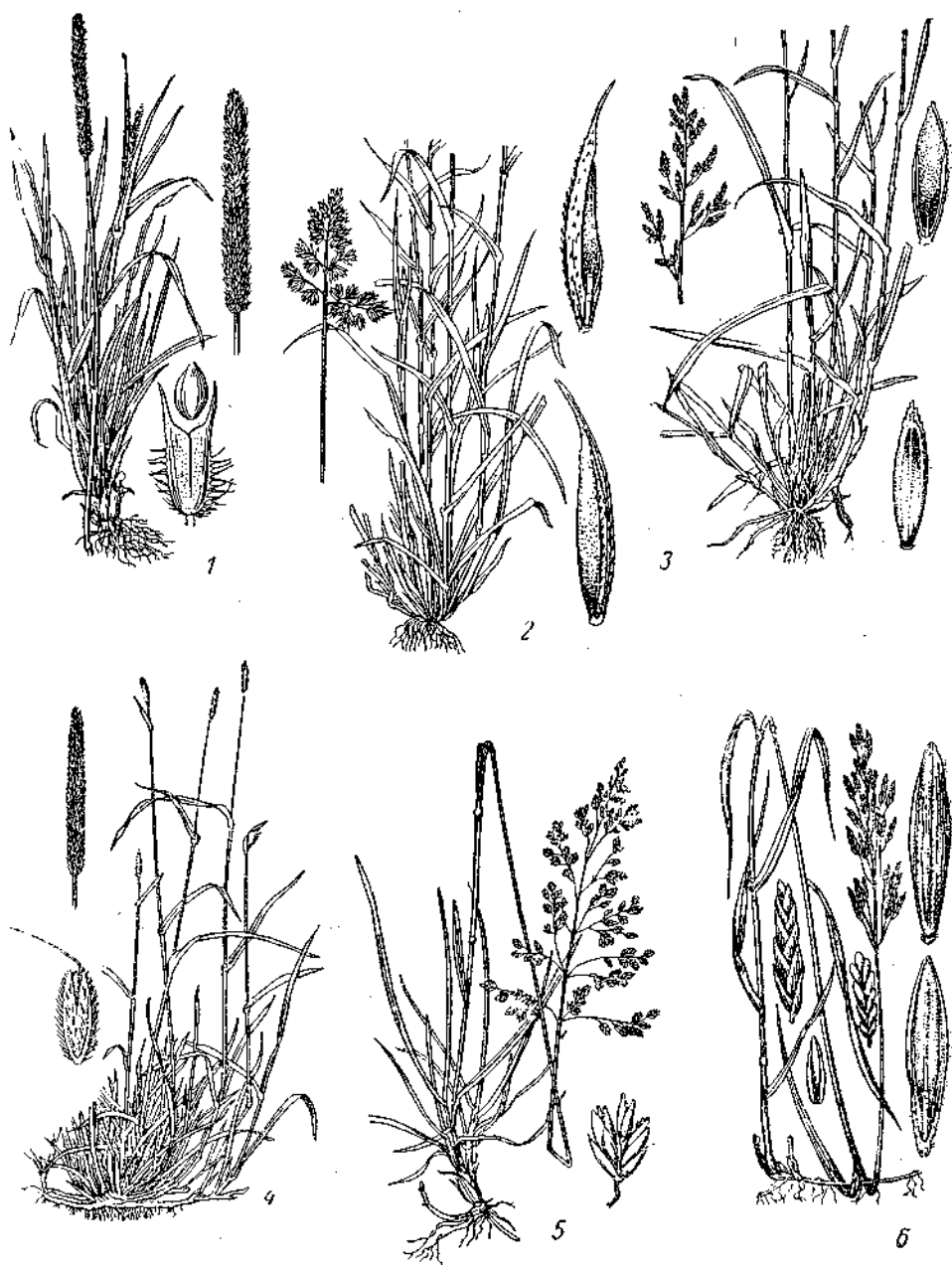


Рис. 12. Злаки-мезофиты:

1 — тимфеевка луговая; 2 — ежа сборная; 3 — овсяница луговая; 4 — лисохвост луговой;
5 — мятлики луговой; 6 — костер безостый.

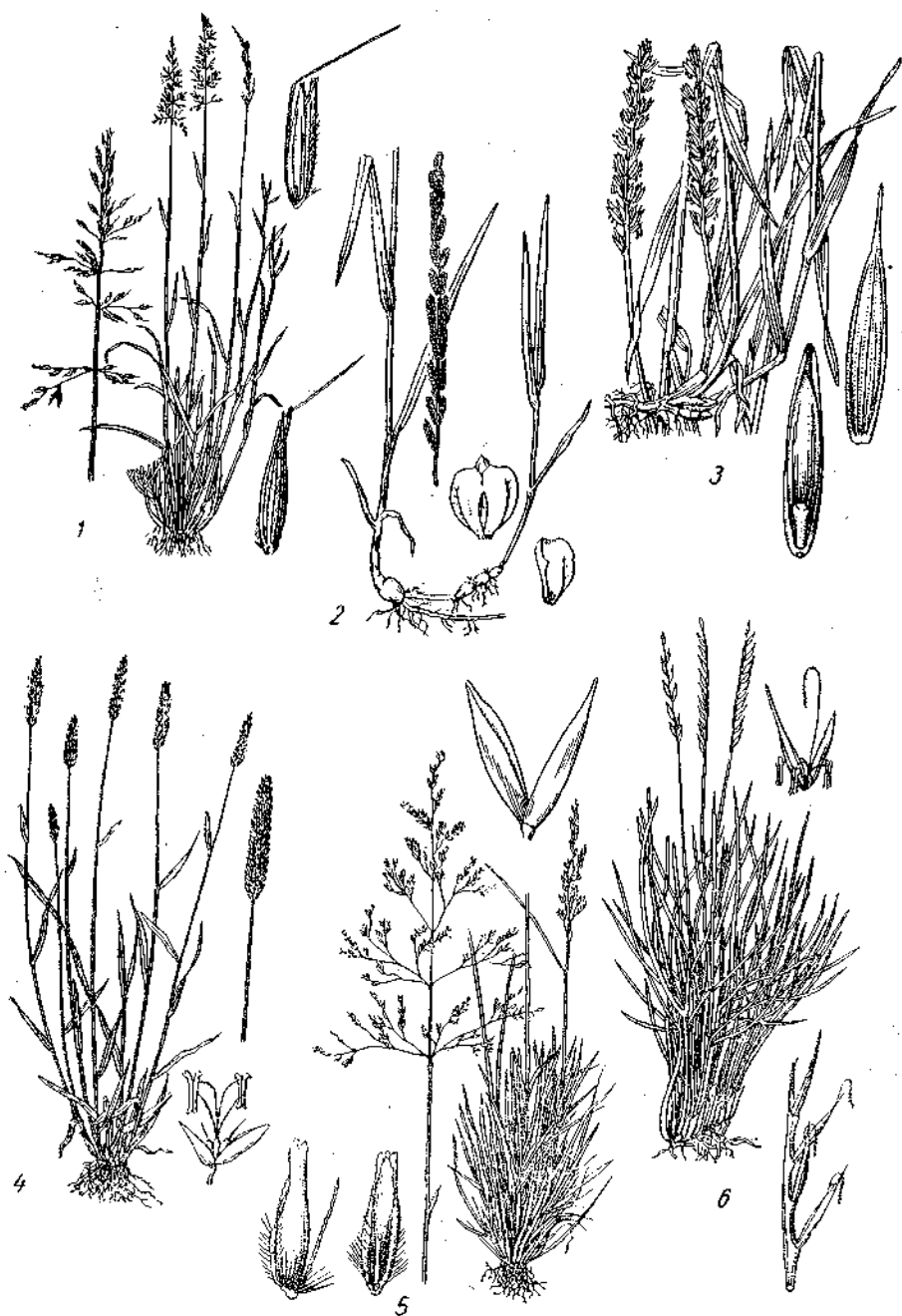


Рис. 13. Злаки-мезофиты:

1 — райграс высокий; 2 — бекмания обыкновенная; 3 — пырей ползучий; 4 — душистый колосок; 5 — щучка дернистая; 6 — белоус.

Ежа сборная — многолетний рыхлокустовой злак высотой 60—150 см. Хорошо облиствен внизу. Метелка сжатая, состоит из собранных в пучки колосков. Растет по достаточно богатым свежим дерновым почвам. Избытка влаги не выносит. С весны отрастает рано и дает ранний пастбищный корм. Хорошо поедается скотом до колошения. Перестоявшее растение сильно грубеет. Введена в культуру.

Овсяница луговая — многолетний верховой рыхлокустовой злак высотой 75—95 см. Соцветие — раскидистая метелка с довольно крупными колосками. Хорошо облиствен. Растет по богатым дерновым свежим почвам в лесной и лесостепной зонах. Распространен в поймах рек. Очень хорошо поедается всеми видами скота. Введена в культуру.

Овсяница красная — многолетний рыхлокустовой, преимущественно низовой злак высотой 30—70 см. Метелка редкая, раскидистая с коричневатым оттенком. Стебель плохо облиствен. Распространен по хорошо увлажненным среднебогатым и даже бедным кислым почвам в лесной и лесостепной зонах. Хорошо растет на осушенных болотах. Скотом хорошо поедается до цветения. Осенью дает ценную отаву.

Лисохвост луговой — многолетний рыхлокустовой злак высотой 60—80 см. Снизу хорошо облиствен. Соцветие — круглый мягкий ложный колос — султан, с хорошо заметными остями. Растет по богатым, хорошо увлажненным, иногда даже сырым дерновым почвам в лесной, лесостепной и степной зонах. В поймах рек часто образует чистые заросли. Выносит длительные весенние затопления. До цветения имеет высокую кормовую ценность и прекрасно поедается скотом. После цветения поедается снижается. Хорошо отрастает после сжатия. Введен в культуру.

Мятлик луговой — многолетний низовой рыхлокустовой или рыхлокустово-корневищный злак высотой 40—50 см. Соцветие — метелка. Куст мятлика состоит из хорошо облиственных побегов, многие из них недоразвитые. Лист — пластинка, оканчивающаяся килем-лодочкой. Распространен в лесной, лесостепной зонах по среднебогатым дерновым суглинистым свежим почвам, много на пойменных лугах. Одна из лучших трав для сенокосов и пастбищ. Введен в культуру.

Костер безостый — многолетний корневищный верховой злак. На хорошо увлажненных и богатых почвах достигает высоты 100 см и более. Стебель в верхней части хорошо облиствен. Соцветие — раскидистая метелка. Семена широколанцетные, колоски крупные. Растет в лесной, лесостепной, местами степной зонах. Урожай сена с гектара достигают 25—50 ц и более (по поймам рек); на залежах — 8—12 ц. До цветения хорошо поедается скотом. На заливных лугах переносит довольно дли-

тельное затопление. Введен в культуру. В посевах держится 6—8 лет.

Полевица белая — корневищный низовой многолетний злак с многочисленными прикорневыми листьями. Распространен в лесной, лесостепной зонах и горных районах по дерновым почвам. Переносит кислую реакцию почвы. В поймах выдерживает длительное затопление. Иногда встречается на солончаковых почвах. Трава и сено хорошо поедаются всеми видами скота.

На пастбищах встречается также *полевица обыкновенная*. Она занимает бедные, довольно сухие почвы, кислотовынослива. Дает низкие урожаи сена. Скотом поедается удовлетворительно.

Райграс пастбищный — многолетний низовой рыхлокустовой злак высотой 15—65 см. Соцветие — рыхлый колос. Колоски прикреплены к стеблю узкой стороной (отличие от пырея). В диком виде встречается редко, на богатых дерновых, хорошо увлажненных почвах, по поймам (Прибалтика, Западная Белоруссия). Хорошо поедается скотом, быстро отрастает после стравливания. Переносит сильные уплотнения почвы. Очень ценное пастбищное растение.

Бекмания обыкновенная — верховой корневищный многолетний злак высотой 50—150 см. Колоски двухцветковые. Стебель при основании клубневидно утолщен. Распространен по лиманам, на сырых солончаковых почвах в поймах рек. До цветения охотно поедается скотом, дает хорошее сено. Введен в культуру на осушенных болотах.

Пырей ползучий — многолетний верховой злак с длинными корневищами. В зависимости от условий произрастания достигает высоты 50—70 см. Распространен по поймам рек, лиманам, часто образует заросли. Характерное растение залежей в степях и сухих степях. Злостный сорняк на полях. В поймах переносит длительное затопление (месяц). Соцветие — типичный колос, ось неломкая. Прекрасно поедается всеми видами скота. Осенью хорошо отрастает.

Душистый колосок — рыхлокустовой низовой злак высотой 10—50 см. Стебли слабо кустистые. Округло-колосовидные соцветия имеют малозаметные ости. Широко распространен по суходольным влажным лугам лесной зоны и в горных районах. Характерен для среднебогатых почв. Обычно составляет примесь в разных сообществах. Приятно пахнет вследствие наличия кумарина (запах сухого сена). Но так как кумарин имеет горький вкус, то душистый колосок поедается скотом плохо.

Щучка дернистая, или луговик дернистый, — многолетний плотнокустовой верховой злак высотой 60—80 см. Метелка раскидистая. Листья сосредоточены у основания стеблей. Образует небольшие кочки. Распространена в лесной и лесостепной зонах по сырым лугам с суглинистыми дерново-глебоватыми и глеевыми



Рис. 14. Злаки-гигрофиты и однолетки:

1 — тростник обыкновенный; 2 — канареечник тростниковидный; злаки-галофиты; 3 — прибрежница солончаковая; 4 — бескильница расставленная; злаки однолетки; 5 — пырей пшеничный; 6 — мышей сизый; 7 — овсюг.

почвами. Кислотовынослив. Встречается также по поймам рек, преимущественно в притеррасье. Хорошо поедается скотом весной. Рано убранное сено щучки скотом поедается удовлетворительно. Растение малоценное. Способствует заболачиванию лугов. На высокопродуктивных лугах расценивается как сорная трава.

Белоус торчащий, или щетинник, мичка, — многолетний плотнотравный злак высотой 15—40 см. Соцветие — односторонний колос. Распространен на бедных почвах в лесной зоне, местами в лесотундре, в альпийском поясе Кавказа и Карпат. Скотом поедается только до колошения. На сено из-за малой урожайности скашивается редко. Появление белоуса на лугах, — признак вырождения луга.

Вейник наземный — многолетний верховой корневищный злак высотой 60—80 см. Соцветие — сжатая метелка. Широко распространен в лесной, лесостепной, местами в степной зонах, на песчаных местах и в сухих степях. Встречается в поймах рек, много на вырубках лесов. В Западной Сибири эту траву можно встретить на солонцеватых и солончаковых почвах. Скотом поедается плохо. Рано скошенное сено скот поедает удовлетворительно. Растение нежелательное в травостоях. Оно затрудняет и лесовозобновление, особенно на юге.

Влаголюб (гигрофиты) встречаются по берегам водоемов, иногда в водоемах, на заболоченных почвах. Ниже приводим описание наиболее распространенных влаголюбов.

Тростник обыкновенный — многолетний корневищный злак высотой от 10 см до 6—8 м. Листья ланцетные, грубоватые и грубые. Метелка слабораскидистая, густая. Растет в воде и на суше с близкими грунтовыми водами. Встречается на влажных песках приморской полосы на солончаковых почвах. В молодом возрасте содержит много сахара, поэтому хорошо поедается крупным рогатым скотом. После колошения поедается плохо. На сено тростник убирают в период образования 5—6 листьев. Используется для силосования. В начале колошения дает высокие урожаи сена. Идет для изготовления бумаги.

Канареечник тростниковидный — многолетний верховой корневищный злак высотой 50—250 см. Соцветие — сжатая метелка, высокие стебли хорошо облиственны. Распространен по богатым заболоченным почвам в поймах рек, приозерных понижениях, в горных районах. Часто образует чистые высокопроизводительные заросли. До колошения хорошо поедается скотом. Неплохое сено получается при скашивании даже в конце колошения. Введен в культуру. Отличается исключительно быстрым ростом с весны.

Солевыносливые злаки распространены на солончаковых и солончаковых почвах полупустынь и пустынь (см. рис. 14).

Прибрежница солончаковая, или ажрык, — многолетний корневищный злак высотой 20—60 см. Листья сизые, жесткие, стебли лежачие, приподнимающиеся. Метелка колосовидная. Распространен по солончакам и корковым солонцам в полупустынной и пустынной зонах, иногда образует чистые заросли. На стеблях видны выцветы солей, поэтому стебли долго сохраняются даже после зимовки. Хорошо поедается скотом только до цветения. Дает сено удовлетворительного качества.

Бескильница расставленная, или шелковица, — рыхлокустовой многолетний злак высотой 30—60 см. Метелка раскидистая с отогнутыми книзу веточками. Стебель коленчатый, у основания слегка утолщен. Распространен по свежим сыроватым и влажным солончаковым лугам во всех зонах. В Западной Сибири, на лиманах степей и полупустыней некоторые виды бескильниц образуют почти чистые сообщества. Растения обычно высокого кормового достоинства. Сено хорошо поедается всеми видами скота.

Злаки однолетники можно объединить в две подгруппы: низкорослые (эфемеры) и нормального роста. К подгруппе эфемеров относятся мелкие костры, ячмени, дикие пшеницы и пыреи. Ко второй подгруппе — ценные кормовые травы: суданская трава и сорго, а также сорняки: овсюг, куриное просо, мышей и др.

Пырей пшеничный (мортук), мортук Бонапарта — эфемеры, так как очень быстро заканчивают вегетацию, высотой 10—15 см, редко 30 см. Стебель облиственный. Соцветие — колос. Распространены в сухих степях, полупустынях и пустынях (мортук Бонапарта). При интенсивном выпасе пастбища покрыты почти чистыми мортаками. В пустынях на предгорных сероземах они составляют основную массу травостоя. Прекрасно поедаются всеми видами скота. Верблюды поедают их удовлетворительно. Дают ценный питательный корм. Растение типично пастбищное. В увлажненные годы их косят, получая ценное майское сено.

Мышей сизый — однолетник высотой 10—60 см. Стебли хорошо облиственны, колос круглый, мелкоостистый. Злостный сорняк на полях. На пастбище хорошо поедается до колошения. После цветения может причинить вред скоту, поэтому на сено его надо косить до цветения.

Овсюг, или овес пустой, в отличие от культурного овса имеет шуплые семена с большой остью, темные, покрытые волосками. Достигает 50—120 см высоты. Злостный сорняк на полях в степных и даже лесостепной зонах. До цветения хорошо поедается скотом. Выкашивать на сено надо до цветения, так как загрубевшие ости могут ранить полость рта и желудок животных.

Бобовые. В травяном покрове СССР бобовые имеют большое значение. Эти травы особенно распространены на сенокосах и пастбищах в лесной зоне, меньше встречаются в лесостепи и

степи; совсем мало в полупустынях и пустынях. На горных лугах бобовые часто составляют высокий процент в растительных сообществах. Сено бобовых содержит много белка, золы и безазотистых экстрактивных веществ, относительно мало клетчатки. По данным И. В. Ларина, 85% бобовых поедается скотом удовлетворительно, хорошо и отлично и только 15% плохо или совсем не поедается. Наряду с очень ценными видами имеются ядовитые. Краткая хозяйственная характеристика бобовых дается ниже.

Клевер красный, или клевер луговой, — многолетнее растение высотой 40—65 см, в посевах достигает 100 см. Листья тройчатые, соцветие — головка, корни стержневые, мощные. Растет на достаточно богатых почвах, в поймах рек и на водоразделах. Плохо выносит кислотность и избыточную влажность. Предпочитает суглинистые почвы. Хорошо поедается скотом. Дает высокого качества сено. Введен в культуру.

Клевер белый, или клевер ползучий, — многолетнее растение высотой 15—50 см. Стебли лежащие, укореняющиеся. Соцветие — рыхлая головка, венчик белого цвета. Лист тройчатый с маленькой выемкой на верхушке верхнего листка. Растет в тех же условиях, что и клевер красный. Скотом охотно поедается, переносит вытравливание, хорошо отрастает после скармливания. Дает ценное сено. Введен в культуру.

Клевер розовый, или клевер шведский, — многолетнее и двулетнее растение высотой 15—50 см, в посевах достигает 100 см. Головка розового цвета. Стебли почти вертикальные, корень стержневой. Распространен в лесной и лесостепной зонах. Встречается в горных районах. Более влаголюбив, чем клевер красный и белый. Предпочитает тяжелые суглинистые почвы. Кислотовынослив, вымерзает редко. Введен в культуру. Дает ценный корм, но поедается несколько хуже красного и белого клевера. Имеется много и других клеверов, например горный, средний, персидский (шабдар) и др.

Люцерна посевная, или синяя, — многолетнее растение с глубоко идущим корнем. Средняя высота 60—70 см, при поливах достигает 150 см и больше. Соцветие — кисть. Листья тройчатые, верхний листочек имеет, в отличие от клевера, маленькую ножку. Встречается в диком виде в лесостепи, степи, на Кавказе. Дает ценный корм в виде травы и сена. Введена в культуру более 2500 лет назад.

Люцерна серповидная, или желтая, буркун — многолетнее растение высотой 45—60 см. Соцветие — желтая кисть. Плод серповидный, корень очень мощный, глубоко идущий в почву. Распространена в степях и сухих степях, в полупустыне по западинам. Более зимостойка, засухоустойчива и солевынослива, чем люцерна посевная. Прекрасно поедается скотом в виде травы и сена. Введена в культуру.

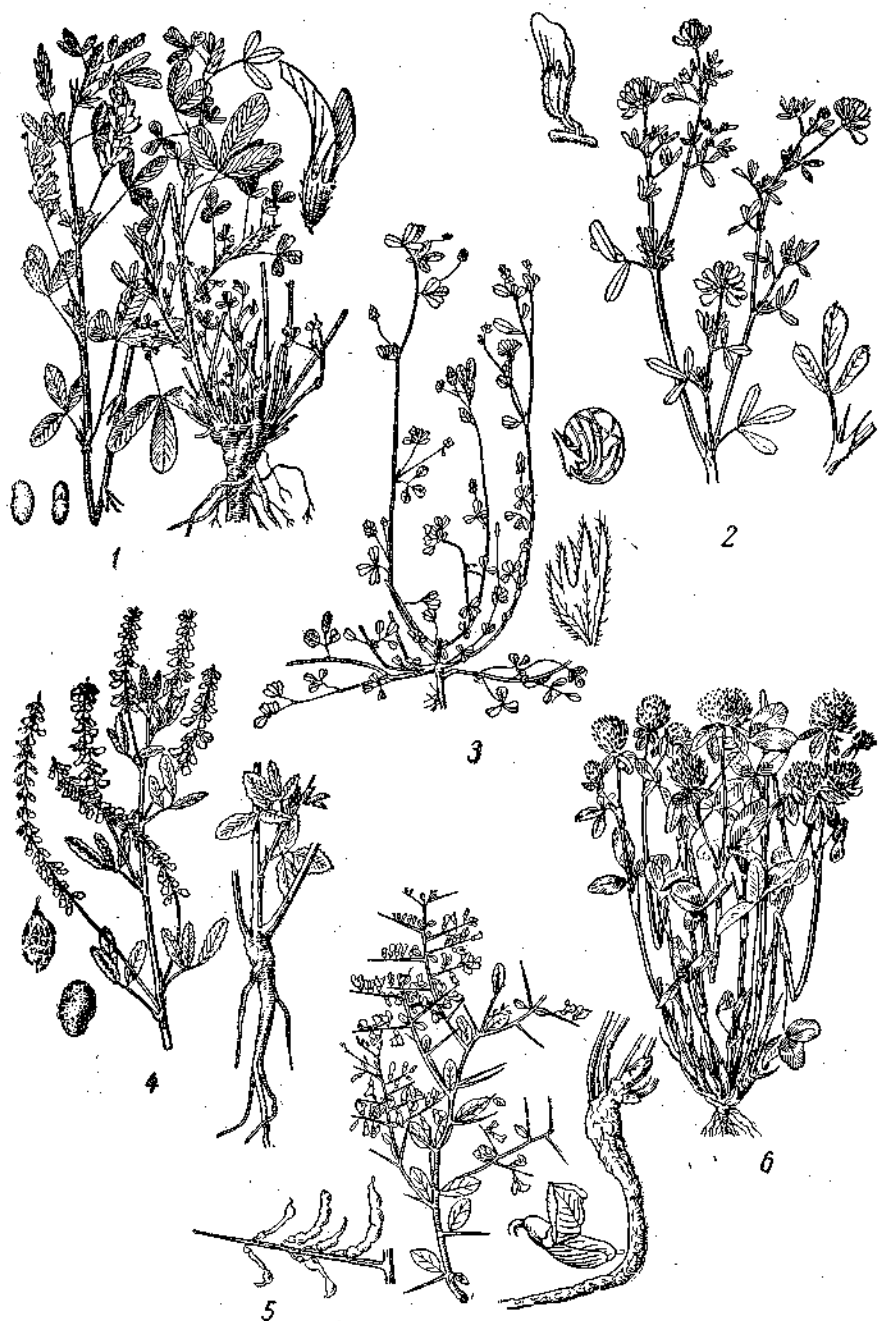


Рис. 15. Бобовые:

1 — люцерна посевная; 2 — люцерна серповидная; 3 — люцерна хмелевидная; 4 — донник белый; 5 — верблюжья колючка; 6 — клевер красный.

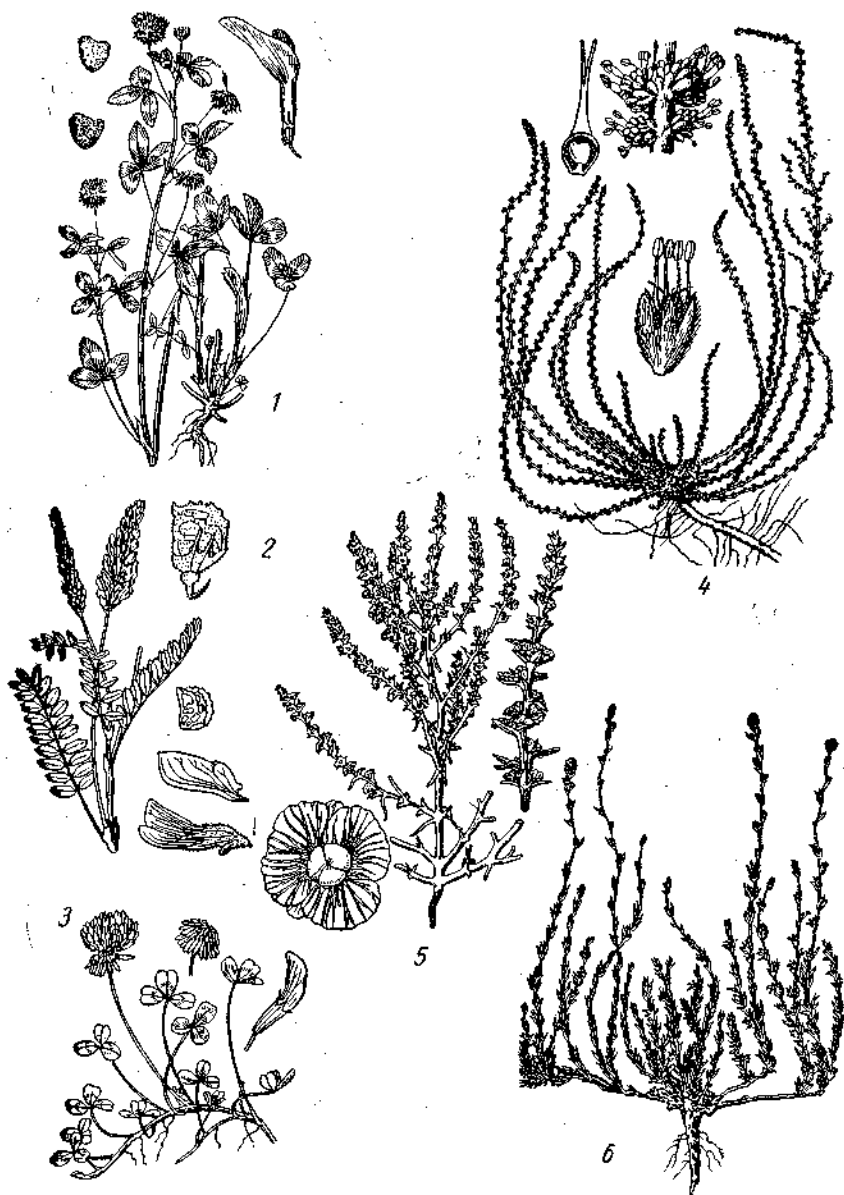


Рис. 16. Бобовые и солянки:
 1 — клевер розовый; 2 — эспарцет; 3 — клевер белый; солянки; 4 — камфоросма Лес-
 синга; 5 — курай русский; 6 — кохия, или прутняк.

Меньшую ценность представляет *люцерна хмелевидная*. Люцерна маленькая является злостным засорителем шерсти овец.

Эспарцет виколистный, или посевной, — многолетнее растение высотой 30—50 см, в посевах достигает 100—150 см. Соцветие — сильно расширяющаяся книзу кисть с розовыми цветками. Корень толстый, деревянистый. Лист сложный непарнолистный. Растение распространено в степной зоне. Хорошо поедается всеми видами скота. При раннем скашивании дает отаву. Введен в культуру.

Встречаются и другие эспарцеты: *песчаный, высочайший, закавказский*.

Донник белый — двулетнее, иногда однолетнее растение высотой 70—200 см, в культуре достигает 3 м. Соцветие — рыхлая, длинная кисть. Листья тройчатые, по краям зубчатые, верхний листочек имеет маленькую ножку. Распространен в лесостепи и степи, но встречается в лесной зоне и даже лесотундре. По высокоим местам пойм часто образует заросли. Вблизи построек, по насыпям железной дороги, в огородах, посевах — сорное растение. Хорошо развивается на глубоких солонцах и влажных солончаковых почвах. Дает ценный корм в виде травы и сена, но уступает по качеству клеверу и люцерне. Скот в первые дни ест его плохо, но, привыкнув к запаху кумарина, содержащегося в доннике, начинает поедать охотно. Введен в культуру.

Верблюжья колючка — многолетний колючий полукустарник высотой 60—100 см. Соцветие — редкая кисть с фиолетовыми цветками. Листья простые, продолговатые, корень мощный, уходящий в почву до 10 м и более. Распространена в сухих степях, в долинах рек Закавказья и Средней Азии, встречается на различных почвах, но при условии сравнительно близкого залегания (3—5 м) грунтовой воды. До цветения хорошо поедается верблюдами, овцами и козами; весной — крупным рогатым скотом. В сухом виде очень колюча.

Солодка обыкновенная — корнеотпрысковое многолетнее растение высотой 55—65 см, иногда более метра. Соцветие — рыхловатая кисть. Растет в степях, полупустынях и пустынях, широко распространена на заливных лугах, лиманах, степных западинах, на поливных пашнях. Часто образует чистые заросли. Встречается на солонцеватых и солончаковых почвах. Поедается на пастбищах удовлетворительно при условии отсутствия хороших трав. После скармливания или сенокоса быстро отрастает и дает отаву. Сено, убранное в период высыхающих бобиков, поедается скотом удовлетворительно.

Осоки. Осока имеет стебель без утолщений и узлов с выпуклой сердцевинной, большей частью трехгранной. В соцветии обычно образуются несколько колосков. Цветки без околоцветника, с тремя тычинками, опыляются при помощи ветра. Распространены на болотах и влажных пойменных лугах, где

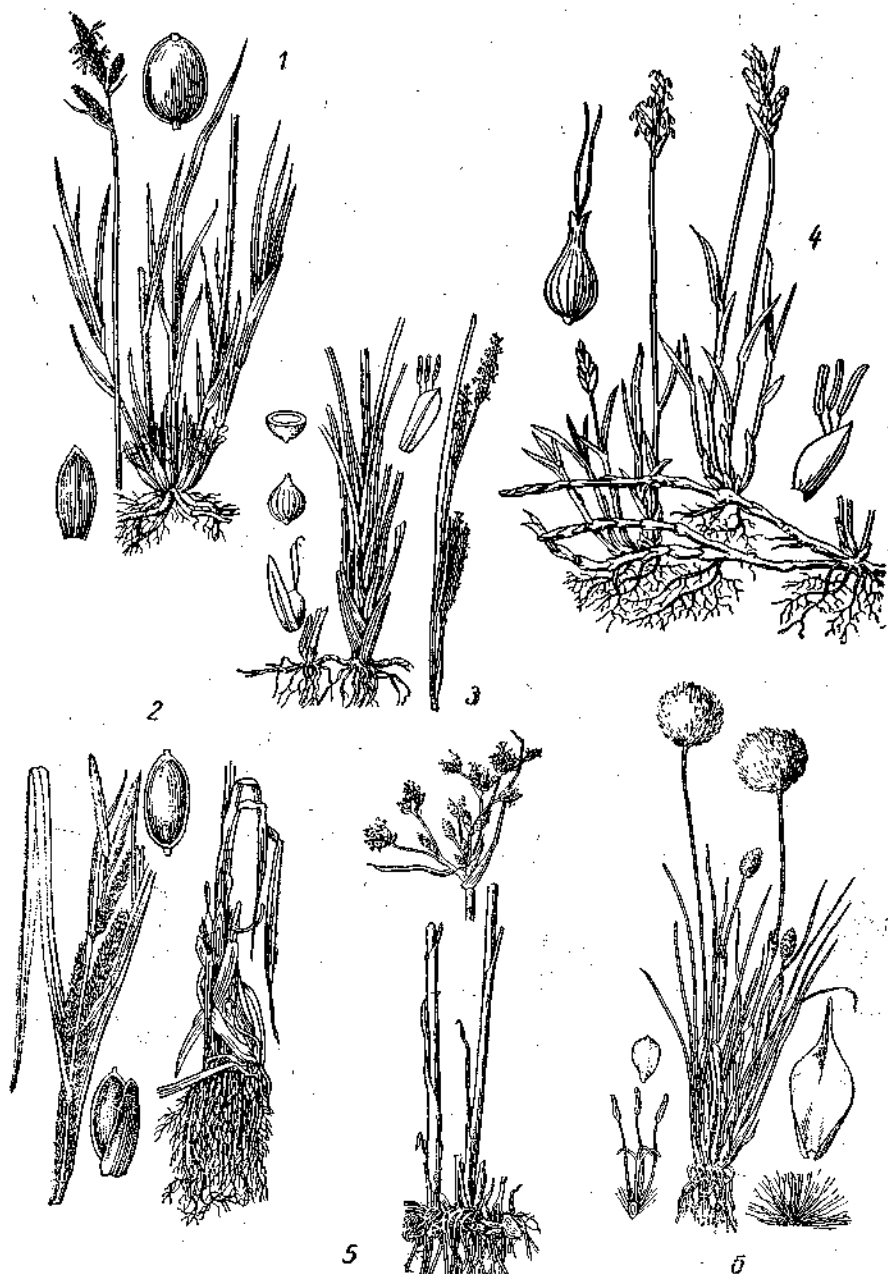


Рис. 17. Осоки и осоковые:
 1 — осока дернистая; 2 — осока водная; 3 — осока стройная; 4 — осока ранняя; 5 — камыш озерный; 6 — пушица влагалищная.

часто составляют основу растительных сообществ. Осоки влажных местообитаний имеют грубые жесткие листья, края которых покрыты окремнелыми шипиками. Эти растения бедны фосфором, кальцием и малопитательны. Мелкие осоки горных районов, степей и пустынь — ценные кормовые травы, не уступающие лучшим злакам. Эти осоки содержат протеина и белка больше, а клетчатки меньше, чем злаки. Можно выделить еще группу осок, удовлетворительно или хорошо поедаемых, но имеющих относительно более высокий рост.

Осока дернистая — многолетнее растение, образующее кочки. Цветковые чешуи колосков черные. Стебли острогранные, шероховатые. Распространена преимущественно в лесной зоне, иногда образует почти чистое сообщество. Занимает преимущественно неудобные земли (сырые ольшатники, кочковатые и торфяные болота, болотистые луга). Эти почвы после осушения и окультуривания становятся ценными угодьями.

Осока водяная — многолетнее растение с длинным корневищем. Стебли голые высотой 50—100 см. Листья линейные и гладкие. Распространена по берегам рек и озер, в лесной зоне и даже тундре. В низовьях Оби — основное растение для заготовки сена. Рано скошенное или полусухое сено поздней заготовки скот довольно хорошо поедает. Сухое, поздно скошенное сено не поедается.

Осока стройная — многолетнее растение, не образующее кочек, высотой 50—125 см. Листья и стебли грубые, шероховатые. Распространена в лесной, лесостепной и степной зонах, на иловато-глеевых и торфянисто-глеевых почвах, длительно затопляемых весенними водами. Часто образует чистые заросли, выкашиваемые на сено. Сено, убранное рано, удовлетворительно поедается крупным рогатым скотом, но плохо овцами.

Мелкие осоки сухих местообитаний — многолетние растения высотой от 5 до 30 см. Встречаются в степях, полупустынях, пустынях и на горных лугах, местами по сухим участкам поймы в лесной и степной зонах. Хорошо поедается всеми видами животных на пастбищах не только в зеленом, но и в сухом состоянии. К таким растениям относятся: осока ранняя, осока вздутая, осока толстолобиковая, осока траурная. На солончаковатых лугах довольно хорошо поедается осока двухрядная и осока раздельная.

Из других родов семейства осоковых следует указать на кобрезии. Распространены на альпийских лугах, скотом поедаются хорошо. Плохо поедаются пушицы и камыши.

Маревые. К маревым относятся растения, встречающиеся в пустынных, полупустынных местах и степях; в лесной зоне маревых в сообществах почти нет. Встречаются только как сорняки. В сухой степи марь белая, солянки холмовая и калийная иногда составляют основу травостоя и могут быть использованы

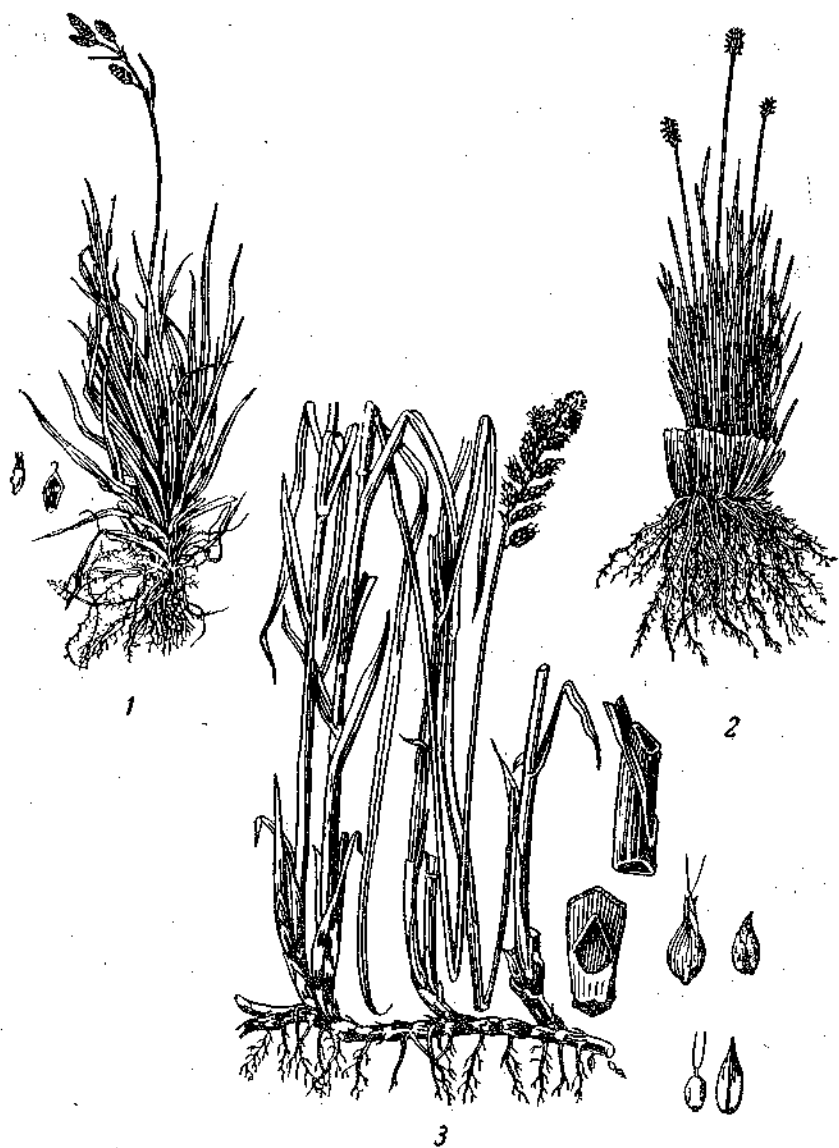


Рис. 18. Осоки:
 1 — осока траурная; 2 — кобрезия; 3 — осока двурядная (средняя).

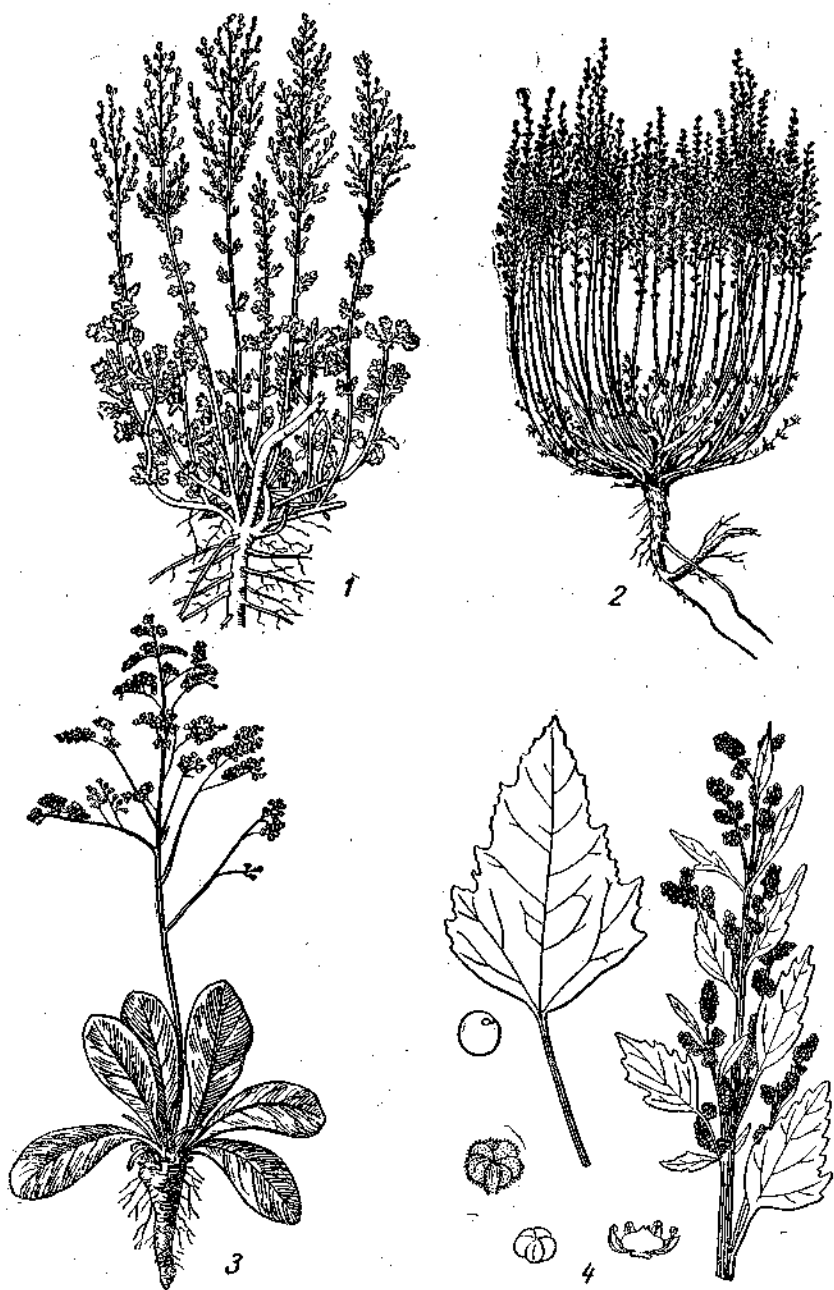


Рис. 19. Полыни и маревые:
 1 — полынь белая; 2 — полынь черная; разнотравье; 3 — кермек Гмелина; 4 — марь белая.

для силосования. В сухой степи, полупустыне встречаются другие представители маревых, например прутняк, камфоросма и сарсазан. На солонцах и солончаках маревые занимают господствующее положение. По морфологическим особенностям маревые подразделяют на две группы: сухие и сочные.

Прутняк, или кохия, золотурган — полукустарник с толстым, гибкокондушим в почву корнем. Стебель высотой от 10 до 75 см. Распространен преимущественно на легких почвах сухой степи, полупустыни и в предгорьях пустыни. Встречается на солонцеватых каштановых почвах и даже солонцах. В полупустыне иногда образует чистые травостой; встречается часто в виде примесей в ковыльных, полынных, типчаковых сообществах. Растение засухоустойчивое и солевыносливое. Хорошо поедается овцами и козами, несколько хуже крупным рогатым скотом. Начинает развиваться очень рано и почти в течение всего вегетационного периода используется на корм. Плодоносит в сентябре—октябре. Вводится в культуру.

Камфоросма Лессинга — полукустарничек высотой 15—40 см, обычно с распростертыми ветвями. Растение коротковолосистое. Соцветие с поникшими боковыми ветвями. Растение образует толстый деревянистый корень. Распространено по солончаковым почвам и солончакам полупустынь и пустынь. Лучшее зимнее кормовое растение для овец. Летом поедается удовлетворительно.

Устели-поле — однолетнее растение высотой 5—30 см, образующее шаровидный «кустик». При созревании становится колючим из-за коротких остей у прицветника. Встречается в степях, полупустынях, пустынях, по выбитым пастбищам, на солонцеватых светло-каштановых и бурых почвах легкого механического состава. В пустыне поедается круглый год всеми видами скота, в степях только удовлетворительно.

Маревые с сочными листьями и стеблями распространены главным образом на засоленных почвах. Содержат до 37% золы, а некоторые из них до 50%. В состав золы входят поваренная соль, глауберова соль, сода. Поэтому весной, летом и даже ранней осенью скотом не поедаются, но после заморозков, когда соли выщелачиваются, поедаемость увеличивается. К маревым сочным относятся: солерос травянистый, сарсазан, солянка мясистая.

Среди маревых встречаются также переходные формы от сочных к сухим, к ним относятся, например, марь белая и солянка русская. *Марь белая* высотой от 10 до 300 см. Распространена на залежах. В виде сена скотом почти не поедается. Используется на силос. В эту группу входит также *солянка русская, или курай*. Однолетнее растение высотой 5—100 см. Распространена по залежам. Может быть использована для силосования.



Рис. 20. Разнотравье:
 1 — василек луговой; 2 — поповник; 3 — козлородник луговой; 4 — одуванчик;
 5 — тысячелистник обыкновенный.

Сложноцветные. Цветки растений этого семейства мелкие, собраны в головчатое, одетое снизу оберткой из листочков соцветие, называемое *корзинкой*. По обилию в растительных сообществах сложноцветные уступают только злакам. По данным И. В. Ларина, составляют 10—15% растительной массы сенокосов и пастбищ. В лесной зоне из сложноцветных распространены васильки, тысячелистники, ястребинки, ромашки, одуванчики и многие другие травы, плохо поедаемые животными. В лесостепи наряду с перечисленными травами распространены также полыни, мелколепестники, осоты. В степях встречается много полыни, бодяков, осотов, мелколепестников и других трав, приобретающих здесь кормовое значение. В полупустынях и пустынях господствуют полыни, которые используются в качестве позднего осеннего и зимнего корма для скота, преимущественно для овец. Даем краткую характеристику некоторым из сложноцветных.

Одуванчик — многолетнее растение высотой 10—50 см с толстым стержневым корнем. Соцветие — корзинка, цветки желтые, обертка серо-зеленая двурядная, листья прикорневые, зубчатые или перистораздельные. Распространен в лесной и лесостепной зонах на свежих достаточно богатых почвах, особенно обильно на выбитых пастбищах. Скотом поедается удовлетворительно. В сене имеет значение как приправа.

Козлобородник луговой — многолетнее растение высотой 30—60 см с желтыми корзинками. Листья очередные, длинные, стеблеобъемлющие. На изломе выделяет млечный сок. Распространен особенно в поймах рек в лесной, лесостепной, меньше в степной зоне. Скотом поедается хорошо.

Нивяник обыкновенный, или *поповник*, — многолетнее растение высотой 30—60 см, цветки наружные — белые, внутренние — желтые. Прикорневые листья с длинными черешками обратно-йцевидные, на стебле — сидячие, зубчатые. Распространен в лесной и лесостепной зонах на паровых полях, залежах, полянах, склонах и лугах. Скот поедает плохо.

Василек луговой — многолетнее растение высотой 30—100 см, корзинки лилово-пурпурные, нижние листья с черешком, крупнозубчатые, остальные — сидячие ланцетные. Растение шероховатое, паутинистое. Молодые растения скот поедает.

Тысячелистник (деревей). Корзинки мелкие, собраны в довольно густые шитки, белые или розовые. Листья дважды перисторассеченные. Растение образует корневище; имеет своеобразный запах. Скотом в молодом состоянии поедается, в зрелом почти не поедается.

Особую группу среди сложноцветных составляют *полыни*. Их роль в кормовом балансе возрастает по мере продвижения к югу. Среди них есть плохо и хорошо поедаемые скотом. Очень большое значение в кормовом балансе в полупустыне на солон-



Рис. 21. Разнотравье:

1 — бодяк; 2 — щавель; 3 — щавелек; 4 — борщевик; 5 — кровохлебка.

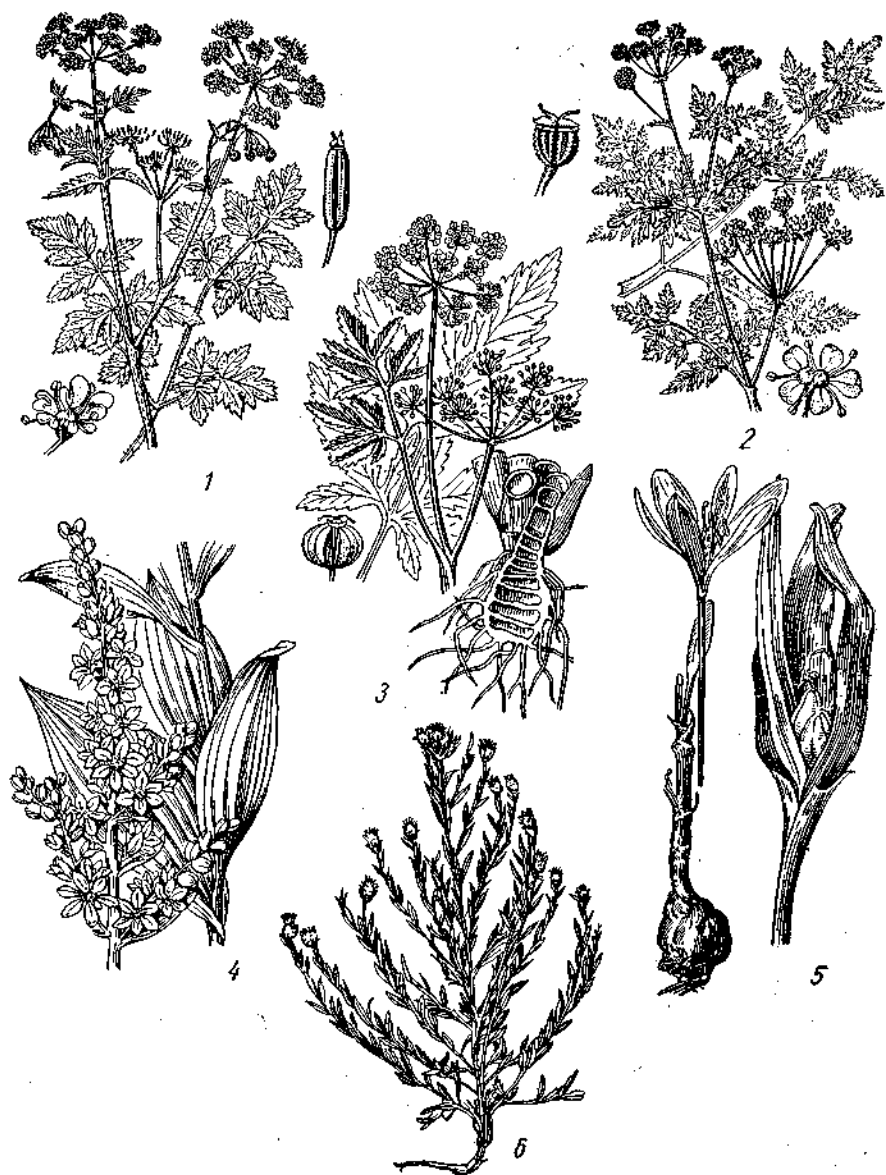


Рис. 22. Ядовитые растения:
 1 — болиголов; 2 — бутень; 3 — вех ядовитый; 4 — чемерица; 5 — безвременник;
 6 — горчак.

цах и солонцеватых почвах имеют *полынь белая*, *полынь астраханская* и *полынь черная*. Они являются важными пастбищными растениями в этих условиях. В пустынных степях основную растительную массу составляет *полынь морская* и *полынь сероземная*. На заливных лугах довольно часто встречаются почти непоедаемые *полыни* — *божье дерево* и *эстрагонная*.

Среди сложноцветных много сорных растений, например *бодяки*, *осоты*, а также *ядовитых*: *горчак ползучий* и *лактук ядовитый*.

В особую группу выделяют растения семейств *зонтичных*, *крестоцветных*, *гречишных*, *губоцветных* и др.

Среди этих семейств есть растения хорошо поедаемые, непоедаемые и ядовитые. Например, *борщевики* из семейства *зонтичных* поедаются скотом довольно хорошо, а *болиголов* и *бутень* — ядовиты. Из *крестоцветных* растений хорошо поедаемых почти нет.

Из *гречишных* имеется мало ценных растений. *Щавель конский*, *щавель обыкновенный* и *малый* — сорняки. Лишь *птичья гречишка* имеет кормовую ценность на вытоптаных пастбищах. Из семейства *розоцветных* есть травы, довольно ценные в кормовом отношении, например *кровохлебка аптечная*. *Лапчатка* же, *манжетки* и *таволги* такой ценности не имеют. Среди *бурачниковых* хорошим кормовым растением является *опонник*. *Губоцветные*, как правило, или плохо, или совсем не поедаются скотом.

К *ядовитым* растениям относятся представители многих семейств. Особенно ядовиты *вех*, *болиголов*, *дурман*, *чемерица*, *безвременник*.

Экологические особенности растительных сообществ и их взаимосвязь с условиями произрастания. В повседневной практике человеку приходится иметь дело не с отдельными растениями, а с их группировками — растительными сообществами, точнее *биоценозами*. *Биоценоз* — это совокупность растений, животных и микроорганизмов, населяющих участок с более или менее однородными условиями жизни. В результате своей жизнедеятельности организмы вступают в сложные взаимоотношения, в основе которых лежит обмен веществ. Жизнь организмов могла бы прекратиться, если бы органическое вещество, создаваемое растениями, не разрушалось гетеротрофными микробами. Обладая неодинаковыми экологическими особенностями, разные виды растений могут жить в сообществе, не мешая один другому. Например, в полупустынных и пустынных условиях в одном сообществе растут *эфемеры* и *многолетники* с толстыми и длинными корнями. В лесах и лугах растения имеют *ярусы*.

В процессе своей жизнедеятельности растительные сообщества (так же как и *биоценозы* в целом) изменяются. В одних

Схема типов лугов и пастбищ с характерными растительными сообществами и условиями местобитания (Водораздельная часть территории преимущественно подзолистой зоны; производительность угодий указана в центнерах сена)

Сухие	Разреженные сухие полевищники с участием в травостое косячков лапок и ястребинки волосистой на песчаных слабоподзолистых почвах. 3—5 ц/га	Сухие с овсянницей овечьей и белоусом пушковым по легкосупесчаным и песчаным подзолистым почвам. 5—7 ц/га	Сухие овечье-овсянничье луга с участием мятлика узколистного, по слабоподзолистым супесчаным и легкосуглинистым почвам. 6—8 ц/га	Сухие мятlikово-полевищно-сухоразнотравные луга по супесчаным и легкосуглинистым дерново-подзолистым почвам. 8—10 ц/га
Суховатые	Суховатые белоусово-полевищные пустошные луга по среднеподзолистым супесчаным почвам. 5—7 ц/га	Суховатые овсянничье-белоусовые луга по дерново-сильноподзолистым супесчаным почвам. 6—9 ц/га	Суховатые овсянничье-мятlikово-полевищно-разнотравные луга с участием ястребинки зонтичной и лапчатки по среднеподзолистым легкосуглинистым почвам. 10—12 ц/га	Суховатые злаково-бобово-разнотравные луга (ежа сборная + овсяница + клевер горный) по легкосуглинистым и среднеподзолистым дерновым среднеподзолистым почвам. 10—14 ц/га
Свежие	Свежие, с участком душистого колоска белоусики по среднеподзолистым легкосуглинистым почвам. 6—8 ц/га	Свежие душисто-колосковые с участком щучки, гребенника, колокольчика развесистого, манжетки луга по суглинистым среднеподзолистым почвам. 7—9 ц/га	Свежие щучково-полевищные луга по суглинистым, среднеподзолистым почвам. 10—15 ц/га	Свежие мятlikово-овсянничьи с участком тимopheвки, клевера и чины луговой луга по дерново-луговым средним и тяжелосуглинистым почвам. 15—20 ц/га
Влажные	Влажные белоусовосивцовые замшелые луга по сильноподзолистым суглинистым, местами глееватым почвам. 8—10 ц/га	Влажные полевищно-щучково-разнотравные луга по сильно- и среднеподзолистым суглинистым почвам. 10—15 ц/га	Влажные щучковые луга с участком лютика по среднеподзолистым тяжелосуглинистым глееватым почвам. 20—25 ц/га	Ползуче-полевищно-щучковые луга по дерново-луговым глееватым глинистым почвам. 20—25 ц/га

Сырые	Сырые замшелые щучково-осоковые луга с участком ситника нитевидного, полевицы собачьей по сутлинным дерново-подзолистым глеевым почвам. 10—15 ц/га	Сырые щучково-полевицево-мелкоосоковые разнотравные луга по дерново-глеевым тяжело-сутлинным и глинистым почвам. 20—25 ц/га	Сырые осоковые (преимущественно с осокой острой) луга по торфянисто-болотным почвам низинных болот. 30—40 ц/га
Мокрые	Осоково-пушицевые торфянистые болота. Не косятся	Мелкоосоково-разнотравные болота по торфяно-глеевым почвам. 20—25 ц/га	Крупноосоковые и осоково-хвощевые болота по торфяным почвам. 40—50 ц/га
С выходом воды на поверхность	Верховые болота — мшарники. Не косятся	Беломоховые болота с участком осоки нитевидной и сабельника. Не косятся	Крупно-осоково-камышово-тростниковые заросли по низинным болотам. Редко косятся. 25—30 ц/га
С зеркалом воды	Грядово-озерный комплекс с беломоховыми наплавами. Не используются.	Тростниково-моховые топи. Не используются	Черноольховые топи. Иногда используются в зимний период

Возрастание богатства почв

Растительные сообщества и урожай поедаемой скотом массы в сухой и полупустынной степях

По видам песков	По слабогумусиро- ванным супесчаным бурым почвам	По суглинистым, местами тяжелосугли- нистым бурым светло-каштановым почвам	По сильно солонцеватым, солончаковым почвам и солончакам
<i>По разбитым пескам</i>			
Разреженный травостой из по- лыни песчаной, вейника и тростни- ка. 0,2 ц/га	Разнотравно- кубанково-вей- никовая. 3,3 ц/га	Ковыльное. 5,3 ц/га	Петросимоние- вое. 2,5 ц/га
Отдельные пят- на зарослей кияка (овса песчаного). 2 ц/га	Разнотравно- свиноройно- вейниковое. 5,5 ц/га	Разнотравно-тип- чаково-ковыльное. 3,8 ц/га	Солянковое с эфемерами. 2,9 ц/га
Разнотравно-пес- чано-полянное. 1,5 ц/га	Эфемерово- свиноройное. 3,8 ц/га	Свиноройно - ко- выльно-типчако- вое. 3,8 ц/га	Абионо-камфо- росмово-полянное. 1,5 ц/га
<i>По полужаросшим пескам</i>			
Кубанково - вей- никово - разнотрав- ное. 1,9 ц/га	Донниково- донниково-вей- никовое. 7 ц/га	Кубанково - тип- чаково-ковыльное. 5,5 ц/га	Камфоросмо-по- лынно-сарсазанное. 3,1 ц/га
Разнотравно-кос- трово - вейниково - тростниковое, 3,3 ц/га	Эриантусово- императо-вей- никовое. 2,4 ц/га	Ковыльно-типча- ковое с кохней простертой. 3,3 ц/га	Крупно-соляно- вое полянное с пе- тросимонией. 3,8 ц/га
Кубанково-ко- стровое по редким зарослям джугу- на. 4,1 ц/га		Житняково-по- лынно-типчаково- ковыльное. 6,5 ц/га	Пырейно-корме- ково-тростнико- вое. 3,8 ц/га
<i>По заросшим пескам</i>			
Вейниково - жит- няково-кубанко- вое. 4,5 ц/га		Полянно - житня- ково-ковыльное. 5 ц/га	Разнотравно-корме- ковое. 2,9 ц/га
Разнотравно- житняково - вейни- ковое. 5,9 ц/га		Эфемерово - осо- ково-полянное. 2,9 ц/га	Эфемерово - пет- росимониевое с кермеком. 3 ц/га
Полянно - вейни- ковое. 4,5 ц/га		Полянно - житня- ковое с солодкой. 4 ц/га	

Примечание. Кубанкой называется житняк сибирский. Валовой уро-
жай травостоев выше поедаемой массы в разных сообществах бывает
в 2—4 раза.

случаях это происходит быстро и легко обнаруживается, в других — изменения протекают очень медленно, и поэтому такие сообщества кажутся постоянными (например, ковыльные степи, заросли осоки на болотах, сосновые леса на песках). Изменения в растительных сообществах должны интересовать землеустроителя с точки зрения кормовой продуктивности сенокосов и пастбищ, выхода древесины, изменения условий местообитания, уровня грунтовых вод, запасов питательных веществ в почве и т. д.

Между природными растительными сообществами и условиями произрастания имеется тесная связь. Зная растительное сообщество, можно с большей или меньшей достоверностью судить об условиях местообитания, производительности угодий, природном плодородии почв.

В качестве примера приводим две таблицы (21 и 22) для таежной и полупустынной зон, где дана характеристика взаимосвязи между растительными сообществами и местообитанием. Производительность растительных сообществ в сухих и полупустынных степях является из-за недостатка воды низкой. Здесь преобладают ксерофиты и местами галофиты. Равнинные места сухой и полупустынной степи пестрят мелкими падинами и потяжинами, занятыми солонцами, солончаками или их вариантами. По всем микропонижениям встречаются сообщества с преобладанием солевыносливых растений (солончаковая полынь, кермеки, солянки). На выровненных незасоленных местах преобладают полынно-ковыльные, типчаково- и полынно-эфемерово-житняковые группировки. Кроме того, в полупустынных и сухих степях встречаются сообщества, приуроченные к песчаным почвам в разной степени развевания и зарастания. Все растительные сообщества в сухой и полупустынной степи находятся под постоянным воздействием пасущихся здесь животных, преимущественно овец.

В таблице 21 то же самое приводится для таежной зоны. Здесь наблюдается сильная пестрота урожаев трав, зависящая от увлажнения и богатства почв.

Глава 16. ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС, ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ РАЗВИТИЯ ПОЧВ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВ СССР

Почва — сложная динамическая система, в которой непрерывно происходят изменения минералов, живых организмов, запасов энергии и т. д., т. е. все то, что составляет сущность почвообразовательного процесса. Этот процесс связан

с круговоротом веществ и энергии, происходящим в местах контакта приземного слоя атмосферы, верхней части литосферы, гидросферы. Главную часть такого круговорота составляет взаимодействие живых организмов с мертвой природой.

Данный процесс распадается на определенные стадии с присущей им цикличностью. По А. А. Роде, цикличность зависит от явлений, слагающих процесс, из которых многие имеют отличающиеся характер и направление. Почва нагревается днем и охлаждается ночью; питательные вещества растворяются в почвенной воде, а при испарении влаги выпадают в виде осадков. Корни растений используют минеральные соли, которые после отмирания растения возвращаются в почву.

Процесс почвообразования обладает только частичной обратимостью (Б. Б. Полынов). Так, первичные минералы горных пород, подвергаясь выветриванию, не могут в почве восстанавливаться. Не восстанавливаются полностью после зимы и биологические свойства почвы: одни организмы погибают, количество других уменьшается, третьи появляются вновь.

На территории нашей страны можно выделить 12 стадий почвообразовательного процесса: примитивный, подзолистый, дерново-луговой, болотный, степной, солончаковый, солонцовый, стадия осолодения, пустынно-степной, буроземный, подзолисто-красноземный и антропогенный.

Каждой стадии почвообразования соответствует свой тип почвы.

По учению В. В. Докучаева, процессы почвообразования (а следовательно, и типы почв) складываются под воздействием климата, рельефа, материнских пород, растительного и животного мира и возраста страны. Действие этих факторов проявляется различно, в зависимости от географического положения, геологического возраста места, взаимоотношения организмов и воздействия человека. На этом основываются закономерности в распределении почв по земному шару.

Примитивная стадия проявляется там, где на поверхность выходят обнаженные материнские горные породы: на высокогорьях, в северных тундрах, местах смывов, выдуваний, на территории, освобождаемой морем, на дне высохших озер. Этот процесс протекает повсюду. Его интенсивность и особенности зависят от климата, рельефа, состава горных пород и других условий.

Характерная особенность примитивной стадии — постепенное, но прогрессивное накопление органических веществ вследствие отмирания гетеротрофных и автотрофных бактерий и их автолиза, отмирания водорослей, грибов и поселившихся здесь простейших организмов, а также заноса ветром органических веществ извне; разрушение первичных и образование вторичных минералов; образование, а иногда накопление специфических

продуктов обмена веществ между окружающей средой и микроорганизмами, например солей аммония, селитры и солей других кислот. Прimitивная стадия процесса почвообразования усиливается в результате жизнедеятельности грибов, водорослей, лишайников и мхов. В ходе этого процесса создается тонкая поверхностная корочка почвы.

Стадия подзолообразовательного процесса протекает под сомкнутыми лесами, где имеется нисходящий ток воды и кислая реакция почвенного раствора, вызванная преимущественно деятельностью некоторых микробов и грибов и обилием CO_2 , выделяющегося в верхнем слое почвы и подстилки. В результате подзолообразовательного процесса образуется трехчленный профиль почвы, состоящий из аккумулятивно-элювиального слоя (A_1), подзолистого (A_2) и иллювиально-орштейнового (B). Эта стадия почвообразования протекает в умереннохолодном климате и местами во влажных субтропиках.

Дерново-луговая стадия наблюдается под травянистой, сравнительно влаголюбивой растительностью, корни которой пронизывают верхний слой почвы (дернина). Этот процесс преобладает в осветленных лесах и на полях в зоне умеренного климата, на пойменных землях, горных лугах, по влажным местам среди степей. Процесс идет как при нейтральной, так и при кислой реакции почвенного раствора. В нем активно участвуют преимущественно аэробные бактерии, жизнедеятельность которых способствует образованию гумуса и питательных солей в почве, созданию водопрочной, агрономически ценной структуры, повышению почвенного плодородия.

Стадия болотообразовательного процесса наблюдается чаще всего в тундре и лесотаяжной зоне, но встречается иногда в субтропиках и даже в степях. Характерная особенность этой стадии — прогрессивное накопление плохо разложившихся органических веществ в форме торфа, в связи с чем уменьшается содержание доступных для питания растений элементов — кальция, магния, калия, фосфора, серы, железа и некоторых других.

Болота образуются при недостатке воздуха в почве вследствие избытка воды и обилия мертвого органического вещества. В этом процессе принимают участие анаэробные микроорганизмы и специфическая моховая и травянистая, иногда деревянистая растительность. При этом вместе с торфом накапливается много связанного азота, а в некоторых болотах — фосфора, серы, кальция, магния и железа.

Степная стадия почвообразования определяется травянистой и полукустарниковой, большей частью ксерофильной растительностью в условиях степей и сухих степей при недостатке влаги в летний период. Характерная особенность этой ста-

дни — умеренное накопление в почве хорошо окисленного нейтрального темного органического вещества, сильно окрашивающего профиль почвы и насыщенного кальцием и магнием, причем его содержание постепенно уменьшается по мере углубления. Характерно также биологическое накопление карбонатов кальция и магния, концентрация их в определенных местах профиля и образование в почве агрономически ценной зернисто-комковатой структуры.

Солончачковая стадия характеризуется высоким содержанием в почвенном растворе солей натрия, кальция и магния, преимущественно хлоридов, сульфатов и карбонатов. Протекает большей частью в сухих и пустынных степях под галофитной растительностью (солянки), при нейтральной или слабощелочной реакции почвенного раствора. Высокое содержание солей вызывается или близким залеганием засоленных грунтовых вод, или постепенным поступлением засоленных вод с выходящих элементов рельефа, или выходом на поверхность засоленных грунтов в результате водной и ветровой эрозии или отступления моря. Содержание солей в почвенном растворе с течением времени может не только увеличиваться, но и уменьшаться вследствие промывания и биологического воздействия растений.

Солонцовая стадия характеризуется накоплением в почве гумата натрия, отчасти магния и образования иллювиального, окрашенного гумусом солонцового горизонта *B* и заглубленного засоленного слоя. Почва формируется под специфической растительностью в условиях щелочной реакции, преимущественно в степях, отчасти лесостепях и реже в лесной зоне (Сибирь).

Процесс осолодения наблюдается при сильном промывании солонца под травянистой растительностью в условиях степи, лесостепи и даже тайги (Сибирь). Характерная особенность осолодения почвы — преобладание нисходящего тока воды над восходящим. В результате выщелачивания солонца и специфических малоизученных особенностей процесса образуется трехчленный профиль почвы как и при подзолообразовании, но в условиях не кислого, а нейтрального или слабощелочного (по крайней мере для первой стадии) почвенного раствора.

Пустынная стадия характеризуется отсутствием условий для образования гумуса и равномерным накоплением в почве карбонатов кальция и магния при слабощелочной реакции почвенного раствора. Наблюдается в условиях пустынь.

При буроземной стадии в почве накапливается нейтральный или слабокислый гумус из лесного опада, богатого катионами кальция и магния. Этот процесс протекает под пологом широколиственных лесов в достаточно теплом и влажном климате (Кавказ, Крым, Карпаты) при наличии в почве нисхо-

дящего тока воды. Почва формируется по типу двух- и трехчленного профиля.

Подзолист-красноземная стадия протекает в условиях влажных субтропиков под своеобразными лиственно-лиановыми лесами при кислой реакции почвенного раствора. Характеризуется образованием трехчленного профиля почвы, сильным обогащением почвы окислами железа и алюминия, обеднением каолином и аминосиликатами и выносом кремневой кислоты за пределы почвенного слоя.

Антропогенная стадия проявляется там, где производится распашка целинных земель под сельскохозяйственные культуры. Она характеризуется в целом обогащением почвы гумусом, фосфором, азотом, калием и другими элементами, которые вносятся в почву с удобрениями и накапливаются в результате почвообразования. При этой стадии упрощается профиль почвы, например на подзолистых почвах трехчленный заменяется двухчленным, усредняется реакция почвенного раствора и улучшаются ее общие агрономические свойства.

Распределение стадий почвообразовательного процесса, а вместе с тем и типов почв на земном шаре подчиняется определенным закономерностям. Впервые эти закономерности были установлены В. В. Докучаевым. Им был открыт закон зональности почв и выделены пять почвенных зон: бореальная (тундровая), лесная (таежная), черноземная (степная), аэральная (пустынная) и красноземная — латеритная (область экваториальных влажных лесов и саванн).

Применение закона широтно-зонального распределения почв к горным условиям дало возможность установить закон вертикальной зональности. Согласно учению В. В. Докучаева, *по мере поднятия от уровня моря до вершины высоких гор наблюдается ряд вертикальных почвенных зон, последовательно сменяющих одна другую, как при движении от экватора к полюсу.*

Нарушение в природе строгой закономерности в распределении почв было впервые изучено Н. М. Сибирцевым и отражено в его классификации почв. В дальнейшем М. М. Филатов сформулировал следующий закон почвенной интразональности: *под влиянием местных сочетаний факторов-почвообразователей или преобладающего значения какого-либо одного из них над климатическим фактором почвы могут находиться в несвойственных им зонах, т. е. занимать интразональное положение в виде пятен или отдельных островов.*

Вот почему в подзолистой зоне могут быть «острова» черноземов, а в понижениях среди черноземов подзолистые почвы. Очевидно, местные факторы, например особенности материнских пород и рельефа, вызвали такую интразональность почв.

Закономерности в распределении почвенного покрова наблюдаются не только на обширных пространствах, но и на малых площадях, например в замкнутых падинах. Этот вопрос изучался рядом ученых.

С. А. Захаровым был сформулирован закон почвенной микрозональности, который состоит в том, что по небольшому понижению рельефа почвы располагаются в виде миниатюрных вертикальных полос или зон и «для каждой равнинной» (горизонтальной) почвенной зоны имеются свои микрозоны. Например, в подзолистой таежной зоне в замкнутой депрессии более увлажненные, а иногда заболоченные почвы располагаются в центре, а менее увлажненные — по краям. В полупустынной степи в центре такой падины могут быть злостные солончаки, а возвышенные места заняты менее засоленными почвами, например солонцами.

В горной местности микрозональность почв вызывается высотой окружающих хребтов, их ориентировкой, крутизной и экспозицией склонов и другими условиями. В связи с этим С. С. Неуструевым был сформулирован закон инверсии почвенных зон, согласно которому *влияние горных хребтов и экспозиции склонов может вызвать вертикальное и горизонтальное перемещение почвенных зон в горных странах.*

Зная перечисленные законы, можно достаточно точно предугадать распределение почв в пределах района или хозяйства. Но в производственной практике важно не только установить распределение почв, но и знать направление их развития. Если это развитие идет в сторону возрастающего плодородия, то его следует усилить соответствующими мероприятиями. Наоборот, если процесс почвообразования усиливает агрономически отрицательные свойства почвы, например сильно заболачивает ее, его необходимо приостановить или хотя бы замедлить.

При определении направления развития почвы можно пользоваться следующими выводами, сделанными нами на основании работ по Кавказу, Казахской ССР и Рязанской области.

Правило последовательности развития почв. Почвенный тип в своем развитии переходит в соприкасающийся с ним. Этот процесс может идти в ту и другую сторону в зависимости от условий, следовательно, в той или иной степени обратим.

В ходе развития почва проходит определенные последовательные стадии, но в случае каких-либо резких изменений в окружающей среде (например, изменение уровня грунтовых вод, чрезмерная перегрузка пастбой) некоторые стадии могут выпасть или сократить период своего развития. В этом случае закономерная последовательность развития почвы может быть нарушена.

Развитие почв на обнаженной породе (отступающее море, водная или ветровая эрозия) начинается по типу окружающих

почв. В отдельных случаях на обнаженной породе может создаваться почва, отличная от окружающих. Например, если ветровая эрозия в песках обнажит засоленные глины или образует котлован, который в дальнейшем будет подтапливаться водой, то могут сформироваться почвы другого типа (солончаки и др.).

Большое значение в динамике почвообразования имеет хозяйственная деятельность человека. Иногда естественная почва бывает настолько окультурена, что природный тип ее полностью нарушается. Это наблюдается, например, в результате глубокого плантажа, осушения и распашки болот, кольматации. Длительное и интенсивное использование поливных земель сопровождается отложением ила и изменяет природный тип почвы. Пастбища скота вносят резкие изменения в состав растительных сообществ, вызывая процесс так называемой пасторальной депрессии. Изменение травостоев постепенно сказывается на развитии почвы, видоизменяя процесс почвообразования.

Почвенные зоны и классификация почв. По Н. М. Сибирцеву, основные типы почв размещены на земной поверхности зонально. Однако строгая географическая последовательность их часто нарушается вмешательством различных местных оро-, гидро- и геологических особенностей, препятствующих развитию известных почв или отодвигающих их в сторону.

В нашей стране довольно резко выделяются следующие зоны почв, хорошо согласующиеся с распределением растительности: 1) тундровая и лесотундровая, 2) дерново-подзолистая, 3) серых лесных почв, 4) черноземов, 5) каштановых почв, 6) бурых почв с солонцами и солончаками и 7) серо-бурых почв и сероземов.

В горной местности выделяются пояса: 1) горной тундры, 2) горнолуговых почв, 3) горнолесных и 4) горно-степных почв.

Площади, занимаемые разными типами почв в Советском Союзе, согласно подсчетам Л. И. Прасолова, приведены в таблице 23 (стр. 214).

Краткая характеристика зональных почв. В почвах тундровой зоны нет легкорастворимых солей, отсутствует гипс, карбонаты содержатся только там, где материнские породы представлены известняками или мергелями. Так как в тундровой зоне летом земля прогревается слабо, химические процессы идут замедленно, а иногда прекращаются полностью. Поэтому здесь выветривание минералов выражено плохо, даже под влиянием растительности. Но в тундровых почвах ввиду сильного насыщения водой идут восстановительные процессы, вызывающие оглеение.

В таежной зоне преобладают дерново-подзолистые почвы. В них также отсутствуют легкорастворимые соли и даже гипс, нет карбонатов. Лишь на карбонатных материнских породах встречаются почвы, в глубоких слоях которых имеются новообразования углекислого кальция в форме неправильных,

Площади разных типов почв в СССР

Типы почв	Площадь	
	млн. га	%
Тундры равнинные	180	8,2
Подзолистые почвы (вместе с болотами)	709	32,2
Серые лесные	72	3,3
Красноземы субтропиков	0,3	—
Черноземы	187	8,5
Каштановые темные и светлые (вместе с солонцами)	119	5,4
Сероземы и другие почвы пустынь и оазисов	155	7,0
Пески и каменные почвы пустынь	56	2,5
Аллювиальные почвы	45	2,0
Горные тундры	123	5,6
Горнолуговые почвы	22	1,0
Горнолесные подзолистые почвы	459	20,8
Горнолесные бурые почвы	9	1,4
Горно-степные почвы	40	0,8
Пространства, лишенные почвенного покрова (высокогорные пустыни, вечные снега и ледники, воды внутри суши)	29	1,3
Итого	2205	100,0

как бы изъеденных растворами желваков. В почвах дерново-подзолистой зоны энергично протекают процессы выщелачивания и выветривания как первичных, так и вторичных материалов, обогащающие верхние горизонты кварцем, а нижние — окислами железа и алюминия. Почвы не насыщены основаниями.

В *серых лесных почвах* легкорастворимых солей также нет, но карбонаты кальция и магния отлагаются в форме желваков, «плесени» примерно на глубине 110—130 см или ниже. Эти почвы обладают менее кислой реакцией, чем подзолистые. В их поглощающем комплексе содержатся преимущественно кальций и магний, отчасти ион водорода.

Черноземы характеризуются прежде всего накоплением гумуса. В южной части зоны в нижних почвенных горизонтах содержится небольшое количество растворимых солей. Карбонаты кальция и магния обнаруживаются в слоях от 30 до 80 см и местами выходят на поверхность. Наблюдаются выцветы в форме журавчиков, дутиков, «плесени». Черноземы имеют нейтральную реакцию, насыщены основаниями.

В *каштановых почвах* мало гумуса, в глубоких слоях содержатся растворимые соли и гипс (в небольшом количестве), много карбонатов в форме белоглазки, «плесени», белых пятен. В поглощающем комплексе их имеются следы натрия. Вся зона изобилует солончаками, солонцами и солодами.

В зоне *серо-бурых почв* и *сероземов* встречаются различные по своему характеру почвы: глинистые сероземы на лессовых по-

родах, сероземы песчаные на равнинах и темные сероземы в предгорьях. В сероземных почвах содержится небольшое количество растворимых солей и гипса. Карбонаты начинаются с поверхности, реакция слабощелочная. Почвенный профиль крайне однообразен. Почвы содержат очень мало гумуса, насыщены основаниями. В глубоких слоях могут быть растворимые соли. В этой зоне также широко распространены солончаки.

Схематическая классификация почв СССР представлена в таблице 24.

Глава 17. ТУНДРОВАЯ ЗОНА

Тундрой называют безлесные выровненные или всхолмленные, местами даже гористые пространства нашего Крайнего Севера со своеобразным и холодным климатом, растительностью, почвами и животным миром. Тундра имеет только ей присущие и не повторяющиеся в других местах ландшафты.

В нашей стране тундровая зона занимает широкую полосу побережья Ледовитого океана. Начиная от Мурманска граница этой зоны проходит по устью р. Поной, южнее полуострова Каннин, идет через Нарьян-Мар, по устьям Чешского, Обского и Тазовского эстуариев * около 67° с. ш. Далее на восток граница тундры проходит через г. Хатангу, под 72° с. ш. пересекает р. Лену и, несколько отодвигаясь на юг, идет южнее г. Алдана. В восточной части Союза тундра охватывает ряд высоких горных хребтов: Черского, Колымского, Ключевского, весь Чукотский полуостров и Командорские острова.

Площадь, занимаемая собственно тундрой и примыкающей к ней с юга лесотундрой, равна 3116,5 тыс. км², или 14,7% всей территории страны.

Вдоль побережья тундры проходит Великий северный морской путь, связующий между собой европейскую и азиатскую части Союза. В ряде районов тундры открыты богатейшие месторождения полезных ископаемых: никель, медь, цинк, золото, нефть, каменный уголь, соль и некоторые другие. Особенно большое значение для страны имеют Хибинские запасы апатитов, служащие основным сырьем для производства суперфосфата.

Тундра с давних времен славится обилием пушного зверя, рыбы, птицы. Она представляет большие возможности для развития оленеводства и охоты. Имеет значение также северное земледелие, успешно развивающееся в наше время.

В советский период в тундре проведены работы многочисленных экспедиций геологов, геоботаников, почвоведов, метеорологов и других специалистов. Активное участие в обследовании и организации ее территории принимали землеустроители.

* Эстуарий — воронкообразное устье реки, образованное наступлением моря на сушу или быстрыми морскими течениями.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ СССР

Класс I. Почвы зональные и характерные условия почвообразования

Водные и тепловые условия	Преобладающая форма рельефа	Почвенные зоны с подразделением на подзоны	Растительные сообщества и преобладающие растения	Преобладающие типы почв с подразделением на виды	Преобразующий механический состав и горные породы	Сельскохозяйственное использование
Избыточное увлажнение при равнинных и низинно-мелководных климатических условиях	Плоскоравнинный, при местами равнинно-мелководистый	Тундровая с подразделением на арктическую, типичную и лесотундру	Лишайниковые, моховые, кустарниковые, хвойные редколесья (в южной части)	Тундрово-глеевые, скрытоглеевые и глееподзолистые	Пестрый механический состав: ледниковые наносы, продукты выветривания массивно-кристаллических пород и отложения трансгрессий океана	Широкие возможности для разведения оленеводства; частичное использование (преимущественно в южной части зоны) песчаных почв и низинных болот под холодновыносливыми, с коротким вегетационным периодом культуры (овощные)
Избыточное увлажнение в холодном умеренно холодном климате	Воднисто-холмистая равнина, местами узами листо-волнистая, редко плоскоравнинная	Подзолистая с подразделением на восточную и западную	Хвойные, темные и смешанные леса	Подзолистые и дерново-подзолистые с подразделением на слабоподзолистые, среднеподзолистые и подзолы, а также дерновые слабо-, средние и сильноподзолистые. То же —	Пестрый механический состав: ледниковые наносы	Используется в сельскохозяйственном отношении недостаточно, имеются большие перспективы для расширения культурных площадей вследствие освоения залежных

Достаточное увлажнение в умеренно холодном климате	Прорезанная балками и оврагами равнина	Лесостепь с подразделением на северную и южную	Культурная растительность, местные дубово-лиственные леса с хозяйско-луговыми растениями по осветленным участкам	Серые лесные, светло-серые, темпо-серые со слабо смытыми и сильно смытыми разностями по склонам. Черноземы: северный, выщелоченный, мощный	Глееватые и глеевые	территорий и осушения заболоченных земель
Недостаточное увлажнение в умеренно холодном климате	Равнина	Степь	Культурная растительность, местами ковыльно-разнотравная и ковыльно-типчаковая	Черноземы: обыкновенный, южный с местными вариантами	Суглинистый и тяжелосуглинистый; лессовидные суглинки, глины и лессы	Почти вся территория распаханна, отдельные небольшие площади целинных земель имеются в Сибири и Казахстане
Очень недостаточное увлажнение в континентальном климате	Равнина	Сухая степь	Культурная растительность со значительным распространением мелко-ковыльно-типчаково-полынных и типчаково-полынных группировок по целинным землям	Темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые	Преобладают суглинистые, но в целом пестрый механический состав. Суглинки, лессы, частично ветровые наносы, супеси и пески	Значительная часть почв распахана, особенно в северной части зоны, имеются перспективные расширения пашни в Казахстане и Нижнем Поволжье, особенно с применением орошения

Водные и тепловые условия	Преобладающая форма рельефа	Почвенные зоны с подразделением на подзоны	Растительные сообщества и преобладающие растения	Преобладающие типы почв с подразделением на виды	Преобладающий механический состав и горные породы	Сельскохозяйственное использование
Резко недостаточное увлажнение в резко континентальном климате	Равнина	Степь полупустынная	Полынно-типчаковые и полынно-эфемеровые группировки по целинным землям	Бурые почвы	То же	Территория мало распаханна. Большие перспективы применения орошения
Совершенно недостаточное увлажнение. Сухие субтропики	Равнина и бугристые пески	Степь пустынная с подразделением на песчаную и глинистую	В песчаной степи эфемеры, пустынные осоки, белый саксаул, песчаная акация. В глинистой степи культурная растительность: хлоп, рис, сады, виноградники при орошении	Серо-бурые почвы и сероземы	Суглинки, глины, много рыхлых песчаных почв. Лесс и ветровые пески	Значительные площади под поливными землями. Большие перспективы расширения орошаемых земель, а на песчаных почвах — улучшение существующих пастбищ

Класс II. Почвы интразональные

- а) Перегнойно-карбонатные (рендзинны), преимущественно суглинистые, практически все введены в культуру.
 б) Болотные (низинно-болотные, почвы верховых и переходных болот), мало используемый мелноративный фонд.
 в) Солонцы (корковые, столбчатые, глубоко столбчатые), мало используемый мелноративный фонд.
 г) Солончаки (хлоридные, сульфатные, хлоридно-сульфатные), мало используемый мелноративный фонд.

Класс III. Почвы азональные

Пойменные почвы на речном аллювии, преимущественно суглинистого и глинистого состава, большей частью используемые под сенокосы, иногда под пастбище. Имеются перспективы для перевода их в пахотные угодья.

Климатические условия тундры характеризуются длительной холодной зимой и коротким прохладным летом. Средняя температура наиболее теплого месяца — июля — не превышает 10° . В европейской части тундры средняя годовая температура колеблется от $-0,2$ до $-4,4^{\circ}$, а в азиатской части от -9 до -16° . По направлению с запада на восток климат тундры все больше приобретает материковый характер: зима становится суровее, количество осадков уменьшается. Особенно холодные зимы в восточной части Сибири, где средняя температура января $-40,9^{\circ}$, а абсолютный минимум опускается до $-59,4^{\circ}$.

В европейской части тундры по сравнению с азиатской зимой не так холодно, на зато лето прохладнее. В северной тундре лето продолжается около двух с половиной — трех месяцев, а в южной достигает четырех месяцев.

Ярких солнечных дней мало: почти три четверти года небо покрыто облаками, особенно летом и осенью. Зимой и весной ясных дней больше. Особенно много ясных дней к востоку от р. Лены. В приморской же части тундры летом много дней с туманами.

Следует иметь в виду, что интенсивность прямой солнечной радиации летом в тундре почти такая же, как и в тропиках. Малое же количество тепла летом и весной объясняется наличием вечной мерзлоты, огромных запасов льда в Ледовитом океане, массами холодной воды, сильным увлажнением поверхности почвы.

Осадков в тундре выпадает мало: в европейской части приблизительно 250—300 мм (на Кольском полуострове 400 мм), в азиатской — 140—200 мм. Максимум их приходится на лето, минимум — на зиму. Так как испаряется влаги за год примерно 50 мм, то территория тундры, несмотря на малое количество осадков, сильно переувлажнена.

Снежный покров незначителен: в азиатской части 5—10 см, в европейской несколько более. Отмечается неравномерность его распределения по территории. На распределение снега влияет ветер, который временами достигает такой силы, что сбивает с ног человека и опрокидывает нарты. Ветры в тундре дуют зимой преимущественно с суши на море, летом — с моря на сушу.

Вечная мерзлота охватывает не только почву, но и глубокий слой грунта, от одного до нескольких десятков метров в европейской части Союза и до нескольких сот метров в Сибири. В азиатской части Союза ею охвачена вся территория тундры, лесотундры и значительная часть таежной зоны. В европейской части вечная мерзлота встречается островами.

Южная граница вечной мерзлоты (М. И. Сумгин) проходит по линии Мезень — Березов — Туруханск, далее спускается на

юг до 100° в. д., выходит за пределы СССР, снова возвращаясь на территорию страны близ Благовещенска, охватывает районы, прилегающие к Охотскому морю, и Камчатку.

В европейской части в районах вечной мерзлоты имеются так называемые талики, т. е. места, где замерзших грунтов нет. Вечная мерзлота отсутствует в поймах больших рек не только европейской части Союза, но и азиатской. Массы поступающей теплой речной воды смягчают в пойме климат и препятствуют замерзанию грунтов.

Летом почва с поверхности оттаивает: на песчаных грунтах на 1,2—1,6 м, на глинистых — на 0,7—1,2 м и на торфянистых и болотных почвах в понижениях — на 0,2—0,4 м.

Вечная мерзлота сильно влияет на климат, растительность и почвообразовательный процесс.

Микроклимат. Мерзлота, обилие микрорельефных форм, большая пестрота материнских пород, резкие колебания снежного покрова зимой, различная увлажненность почв летом, изменения в мощности торфянистого и торфяного слоев, особенности растительных сообществ — все это создает в тундре мелкие обособленные участки с различным микроклиматом. В тундре весной можно наблюдать в нескольких шагах друг от друга одни и те же растения еще не распустившиеся, прикрытые снегом, только что распустившиеся, в полном цвету и даже отцветшие. Это обусловлено микроклиматом и даже наноклиматом отдельных участков тундры.

Рельеф и почвообразующие породы. Большая часть территории тундры — равнина. Лишь районы, примыкающие к Уралу, и территории дальнего северо-востока заняты всхолмленными возвышенностями, имеющими местами гористый характер. К тундре относятся Тиманский хребт, хребт Пай-Хоу, плоскогорье Быранга, Чукотский хребт, Анадырское плоскогорье и хребт Корьякский.

Главные почвообразующие породы тундры — четвертичные отложения: морены, флювиогляциальные пески, озерные отложения, речной аллювий и частично отложения морской трансгрессии.

Растительность тундры. В суровых условиях тундры выработались характерные особенности и формы растений: низкорослость, способность стлаться по земле, образование поверхностно расположенной корневой системы или даже полное ее отсутствие у некоторых растений (мхи, лишайники), плохо выраженная ярусность в растительных сообществах, способность переносить суровую зиму в вегетативном состоянии и даже расти в зимнее время под снегом (лишайники).

В результате естественного отбора у растительности тундры выработались специфические формы: растения-подушки, стланики, дерновики, растения-шпалеры; преобладают многолет-

ники, однолетники почти отсутствуют. Растительные сообщества мозаичны, часто образуют пятна красочных ковров. К числу особенностей цветковых тундровых растений следует отнести яркость окраски венчиков и их крупные размеры (маки, ромашки).

Природная растительность тундры почти не нарушена человеком. Она состоит из кустарников, кустарничков, травянистых растений, мхов, лишайников и грибов. Среди кустарников широко распространены ивы: древовидные, кустарниковые и карликовые (стелющиеся). Древовидные формы ив достигают 1,5—4 м высоты и произрастают в поймах рек, пониженных местах, моховых тундрах. Мелкие кустарниковые и карликовые ивы характерны для большинства тундровых пространств.

Широко распространена в тундре и лесотундре ива серая, достигающая 1,5 м высоты. Ее суженные цельнокрайние листья покрыты сверху густым серым войлочком. Это растение иногда образует густые заросли. По всей тундре, кроме Дальнего Востока, широко распространена ива мохнатая. Она имеет узловатые толстые ветки коричневого и серо-войлочного цвета. В южной тундре встречается ива финиколистная, достигающая 4 м высоты. Из карликовых следует назвать иву травянистую и ползучую.

Из кустарников широко распространены также березы — карликовая, тощая и Миддендорфа. Последняя встречается главным образом в горных районах, достигая высоты 2,5 м, имеет округло-ромбические листья и пониклые ветви. На Дальнем Востоке и в Сибири распространены кустарниковая ольха, ольховник и рябина. Все перечисленные растения имеют большое кормовое значение для оленей. Кроме кустарников, в тундре произрастают кустарнички: брусника, клюква, черника, водника.

Из травянистых растений широко распространены хвощи: полевой, лесной, топяной, пестрый и зимующий. Они хорошо поедаются оленями летом. Распространены также осоки, особенно прямостоячая, редкоцветная, дернистая и блестящая (Якутия). В сообществе с осоками иногда образует заросли пушица влагалищная и узколистная. Эти травы также имеют большое кормовое значение для оленей.

Злаки в тундре представлены малым количеством видов и не имеют широкого распространения. В корме оленей они составляют не более 10%. Среди них следует отметить пырей ползучий, лисохвост луговой, арктогрозис широколистный — типичный представитель тундры, мятлики — альпийский, арктический и луговой, два вейника — незамеченный и Лансдорфа (в поймах рек). Кроме того, в тундре произрастают овсяницы — овечья и приземистая. Из бобовых встречаются лишь остролодочник, мышиный горошек и клевер люпиновидный. Из разнотравья распро-

странены горлецы, щавель, манжетка обыкновенная, калужница, сиббальдия, морошка, мытники, трифоль, сабельник, синюха, альпийские маки, ромашка, ирис и некоторые другие. Большинство видов разнотравья поедается оленями, особенно летом.

Исключительно широко представлены лишайники. Для большинства районов Крайнего Севера они составляют две трети всей массы растений, поедаемой оленями в течение года. Лишайник представляет собой симбиотическое сожительство двух растений — гриба, образующего слоевище, и включенной в него водоросли. Водоросль синтезирует органическое вещество, а гриб доставляет необходимые соли. Мертвые и полумертвые клетки водоросли служат пищей грибу. Возможно, что такое сожительство двух растений является более сложным, чем симбиоз.

У лишайников нет корней. Они поглощают воду и растворенные в ней соли всей поверхностью слоевища. Влагоемкость лишайников очень велика. Они могут поглотить воды в 4—5 раз больше своего веса. Особенности протоплазмы клеток лишайника дают ему возможность так сильно пересыхать летом, что его можно растереть в муку. Сухой лишайник не погибает: после росы, тумана или дождя он снова продолжает жить. Лишайники растут очень медленно, увеличиваясь на 4—6 мм в год. Выгоревшие лишайники восстанавливаются за 25—30 лет. В лишайнике содержатся преимущественно углеводы, основную часть которых составляет лихенин — крахмалоподобное вещество. Белка в них сравнительно мало, и он плохо переваривается в желудке животного. Наибольшее распространение имеют лишайницы — оленья, лесная, боровая и тонкая. Широко распространены также лопостянки — рогатая, снежная, исландская и кукушечья. Все эти лишайники имеют большое значение в кормовом рационе оленей, особенно зимой.

Из грибов в южной тундре встречаются березовик, сыроежки и даже подосиновик, которые поедаются оленями. Среди мхов много представителей гипновых, сфагновых и листовых. Все они не имеют значения как корм для оленей.

Растительность тундры образует характерные сообщества, как сложные, так и простые, типа «зарослей». Определенное сочетание растительных сообществ создает типы оленьих пастбищ. Основными из них являются лишайниково-кладониевые, лишайниково-ерниковые (низкорослая береза), мохово-лишайниковые, мохово-ерниковые, мохово-ивняковые, осоково-ивняковые, ерnikово-травяные, ерниково-багульниковые, ерниково-лишайниково-моховые, мохово-осоково-пушицевые (кочковатые), лугово-разнотравные (тундровые луговые).

Растительность лесотундры. В лесотундре, особенно в южной ее части, флора значительно богаче, чем в тундре. Здесь встречаются участки с разреженным древостоем березы.

ели и березы, ели и ерника, редколесьем из лиственницы. Но деревянистые растения имеют низкий рост, искривленные стволы («криволесье»); стволы и сучья покрыты лишайниками, часто свисающими в виде седой бороды, за что и получили название «бородатых». Редколесье сочетается с описанными выше тундровыми сообществами растений, образуя различные типы оленьих пастбищ: березовое криволесье с лишайником, березняки травяные, елово-березово-травяное редколесье, елово-березово-лишайниковое редколесье, лиственнично-моховое редколесье, лиственнично-травяное, лиственнично-лишайниковое и др.

Лесотундра в горных условиях имеет несколько иной характер, так как в состав растительных сообществ здесь входят другие виды растений. Так, на Крайнем Севере распространены горно-тундровые ивняки (ива серая, мохнатая, финиколистная), горно-тундровые стланики, заросли кедрового, ольхового, рябинового стланника. Среди сообществ типичной лесотундры в горных условиях встречаются участки кустарничково-моховой тундры, заросли лишайников и сообщества из представителей тундрового разнотравья.

Растительность лесотундры имеет большое значение в оленеводстве. В тундре и лесотундре выпасается до 80% оленей нашей страны. Наиболее ценные пастбища находятся в южной части. Здесь редколесье занимает 40—50% площади. Менее ценные пастбища расположены в северной части, где редколесье покрывает только 10—20% площади.

По характеру растительности, почвообразовательного процесса и особенностям рельефа можно выделить подзоны тундры. В арктической тундре — арктические пустыни и арктические полигональные и лишайниковые тундры; в типичной тундре — лишайниково-моховые тундры с луговинными и низинно-болотными участками, бугристые и кустарниковые тундры. В лесотундре северная и южная подзоны.

Арктические пустыни расположены в самой северной части Союза — на островах Ледовитого океана. Большая часть поверхности здесь покрыта ледниками или фирновыми полями. Свободные от льдов места заняты камнями и россыпями или полигональными тундрами. Среди камней по микропонижениям, на мелкоземистом материале можно встретить лишайники, мхи и лишайники.

Почвообразовательный процесс в арктической тундре находится в зачаточном состоянии. Биохимические процессы совершаются медленно и проявляются слабо, преобладает физическое выветривание.

Лишайниково-моховая тундра формируется на песчаных отложениях. Свое название она получила от преобладания лишайниково-моховых растительных сообществ. В западной части тундры (до р. Енисей) и по всей северной зоне из

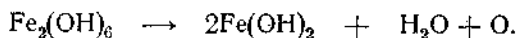
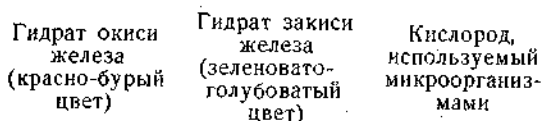
лишайников наиболее распространены различные виды кладоний, а за Енисеем, к востоку, преимущественно алектории, особенно алектория желтая. Здесь встречаются также мелкие осоки и представители разнотравья, кустарников нет. Основной корм для оленей — лишайники.

В почвенном отношении лишайниково-моховая тундра довольно однообразна. На песчаных отложениях формируются тундровые песчаные почвы, заросшие в основном лишайниками. Эти почвы за короткое лето оттаивают на глубину 1—1,5 м. Тундровые суглинистые почвы, встречающиеся здесь наряду с песчаными, покрыты мохово-лишайниковой растительностью и оттаивают на 70—90 см, а их варианты с торфянистым слоем — на 30—40 см.

Почвы типичной тундры имеют слабокислую реакцию ($pH = 6,5 - 7,2$), в них отсутствует вымыв коллоидных частиц, и только при хорошо выраженном дренаже можно встретить варианты со слабыми признаками оподзоливания. Окраска их тускло-сероватая с ржавыми и сероватыми пятнами. Перегнойный горизонт достигает лишь 2—3 см и содержит чаще всего 1% гумуса. В оторфованных почвах гумуса несколько больше.

Типичные почвы лишайниково-моховой тундры — тундрово-глеевые или глеевые.

Для тундровых почв характерно высокое содержание во всем профиле закисных форм железа благодаря протекающим восстановительным процессам. В условиях сильного насыщения водой в почве преобладает анаэробный процесс. В результате своей жизнедеятельности анаэробные микроорганизмы переводят окисные соединения железа в закисные, используя освободившийся кислород для внутренних биохимических процессов:



Гидрат закиси железа обладает растворимостью, равной 0,005 г в 1 л воды. При такой хотя и слабой концентрации основания в растворе появляются ионы OH' и создается слабощелочная реакция, нейтрализующая кислоты, образовавшиеся в результате биохимических процессов.

Ввиду отсутствия промывания тундрово-глеевые почвы насыщены основаниями, полуторные окислы по их профилю распределены равномерно, в них отсутствует горизонт уплотнения.

Среди обширных пространств типичной тундры выделяется пятнистая тундра, покрытая голыми глинистыми пятнами вели-

чиной с тарелку и даже несколько больше. Эти пятна приурочены к глинистым грунтам. По периферии они окаймлены рыхловатым бордюром из мха и лишайника. Незначительными вкраплениями в это сообщество входят карликовая береза, водяника, толокнянка, карликовые ивы и багульник. Из представителей травянистых растений здесь можно встретить мятлик, ожигу, полярный мак, крупку и полукустарник — куропахью траву.

При организации территории все участки, занятые пятнами, следует считать неудобными землями, так как они летом непроходимы для оленей.

Почвы палин и потяжин. Среди типичной тундры встречаются пятна, занятые низинноболотными и дерново-глеевыми почвами. Первые расположены в палинах и потяжинах и покрыты осокой и пушицей с небольшим участием болотного разнотравья (гравилат, сердечник, лютики). Вторые располагаются по склонам, особенно по южным, и покрыты разнотравной растительностью (крупки, лютики, сердечник, гравилат) с участием луговых злаков (вейник, овсяница овечья и щучка альпийская). Лишайников нет.

На участках с низинноболотными почвами олени после долгой и тяжелой зимы могут в короткий срок (3—5 дней) восстановить силы, используя главным образом быстро отрастающие осоки. После осушения эти земли можно распахать. Благодаря темной окраске они за короткое лето хорошо прогреваются, и если внести в них навоз с бактериальными и минеральными удобрениями, то можно получать хорошие урожаи овощей и даже ячменя.

Имеют хозяйственную ценность и почвы склонов, которые суше и лучшегреваются, чем выровненные места, а тем более депрессии.

Особое место занимает так называемая бугристая тундра, распространенная только в европейской части СССР (и Шотландии). Среди выровненного пространства здесь много извилистых потяжин, большая часть которых заполнена водой (ерсеи). Потяжины окаймлены торфяными буграми (моги). Бугры достигают высоты 3—5 м и диаметра до 25 м.

Торф на буграх образовался из разных родов сфагнума и зеленых мхов: политрихума и дикранума. На поверхности бугров преобладают гипновые мхи и довольно много кустарников и кустарничков: береза карликовая, ива травяная, водяника, багульник, голубика и брусника. Из травянистых растений много морошки, ожиг, ситников, пушицы влагалищной, встречается гречиха живородящая, мытники и осоки.

Бугристая тундра, подобно пятнистой и полигольной, имеет малую сельскохозяйственную ценность из-за плохой проходимости для животных.

Кустарниковая тундра занимает южную часть территории и постепенно переходит в лесотундру. Она протянулась от Малоземельской тундры до р. Лены, за которой равнинный характер зоны нарушается вклиниванием горных хребтов.

Растительность кустарниковой тундры имеет три яруса: кустарниковый, травяной и лишайниковый. В верхнем ярусе преобладает карликовая береза с участием багульника, ивы серой, голубики. Травяной ярус занимают осоки, овсяница овечья, а из кустарничков — водяника. Нижний приземный ярус состоит из бурых и зеленых мхов и лишайников.

К востоку от р. Лены простираются кочкарные тундры. Кочки здесь образовались в результате произрастания пушицы влагалищной. Кустарниковая и кочкарная тундры очень ценны в сельскохозяйственном отношении, так как олени хорошо поедают не только злаки, осоки, а в зимнее время — ягель, но и кустарники, особенно ивы и карликовую березу (ерник).

Лесотундра. Для лесотундры характерны разреженные, угнетенные, покрытые лишайниками древесные насаждения на дренированных склонах невысоких холмов. Деревья в лесотундре обычно искривлены и приобретают иногда шпалерную форму с укореняющимися ветвями.

Осветленные места среди разреженных древесных насаждений покрыты растительными сообществами с преобладанием лишайников, мхов, разнотравья и кустарников, характерных для южной тундры.

Лесные массивы лесотундры состоят из разных древесных пород. На Кольском полуострове преобладают березовые леса (карельская береза), между Белым морем и Уралом — сибирская ель, между Уралом и Пясиной — сибирская лиственница, далее на восток к верховьям Анадыря — даурская лиственница. На крайнем северо-востоке растет карельская береза, корейская ива и благовонный тополь.

В общем выровненный ландшафт лесотундры усложняется многочисленными торфяными болотами. В южной части от Кольского полуострова до Енисея распространены бугристые верховые торфяники, к востоку от Енисея — плоско-бугристые и кочкарные болота.

Почвообразовательный процесс в лесотундре имеет свои особенности в связи с тем, что здесь по сравнению с тундрой равномернее распределяется снег, теплее климат, больше дождей. Поэтому наряду с дерново-глеевыми, тундрово-глеевыми, торфянисто- и торфяно-глеевыми почвами в лесотундре формируются слабоподзолисто-глееватые и слабоподзолисто-глеевые почвы.

Речные долины в тундре и лесотундре имеют своеобразный климат, смягченный теплыми водами, поступающими из таежной, местами даже из черноземной зоны. Поэтому здесь нет

вечной мерзлоты. Вместе с разливами рек ежегодно откладывается много питательных веществ. Это способствует появлению своеобразной, несвойственной тундре и лесотундре растительности. Склоны покрыты лесами, а долины заняты луговой растительностью с участием в ней кустарников, преимущественно ив. Луговая растительность, представленная грубыми травами (вейниками и осоками), дает невысокого качества сено. Однако в суровых условиях тундры речные долины служат житницей для северного животноводства.

В почвах речных долин тундры и лесотундры идет преимущественно дерновый и болотный процессы почвообразования. Поэтому здесь широко распространены дерновые, дерново-глеевые, иловато-глеевые, торфянисто-глеевые и торфяно-глеевые почвы.

Сельскохозяйственное использование тундры и лесотундры. Оленеводство — основная форма сельскохозяйственного использования тундры. За годы Советской власти здесь стало развиваться земледелие.

Основной корм для оленей летом — травы, кустарники и кустарнички, зимой — лишайники. Бичом для оленей в южной тундре и лесотундре является так называемый гнус (слепни, оводы, комары, мухи). Летом его бывает так много, что олени плохо пасутся и сильно худеют. Но самый тяжелый период для оленеводства — зима, когда свирепствуют снежные бураны, засыпая снегом подножный корм, и в тундре нет природных укрытий. Эти особенности зимовки нужно учитывать при организации территории животноводческих хозяйств.

Летом, когда температура воздуха доходит до 20—24°, лишайники и мхи сильно высыхают, плохо поедаются скотом и становятся огнеопасными. Неосторожное обращение с огнем (курение, разжигание костра, выстрел из ружья с загорающими пыжами) нередко вызывают пожары, приносящие огромные ущербы. Лишайники обычно выгорают полностью, восстанавливаясь лишь через 20—25 и более лет.

При организации территории оленеводческих хозяйств тундры выделяют пастбища летние и зимние, т. е. травяно-кустарниковые и лишайниковые (ягельные); зимние, где олени могут укрываться от буранов и холода и находить себе корм; летние пастбища с наименьшим количеством оводов, слепней, комаров и мух; выделяют участки для заготовки страховых фондов кормов на зиму; участки, пригодные под распашку и посев сельскохозяйственных культур.

При организации пастбы оленей предусматривают содержание их летом на севере, а зимой — в лесотундре, с обязательным запасом сена и других кормов на периоды бескормицы. На севере летом мало гнуса, а зимой в лесотундре олени находят корм и укрытие от холодных ветров. Разрывая ногами снег (тебенюя),

олени достают размятченные лишайники, а от сильных ветров (буранов) укрываются в лесах, где используют бородастые лишайники.

При организации скотопрогонов избегают пятнистой и бугристой тундры и стремятся обеспечить оленей на всем пути сочным и питательным кормом. Под ранневесенние пастбища отводят участки с лучшим травостоем, богатым углеводами и белками. Такими откормочными пастбищами могут быть низинные болота, покрытые быстро отрастающими осоками и окаймленные ивами, а также южные склоны с разнотравно-злаковой растительностью.

Для создания страховых фондов сена в первую очередь отводят участки в долинах и поймах рек, пригодные для сенокоса и доступные для перевозки корма.

Для изучения особенностей северного земледелия созданы опытные сельскохозяйственные станции в Хибинах, на полуострове Ямал и в некоторых других местах. Организованы также совхозы, которые доказали возможность развития в Заполярье земледелия не только в закрытом, но и в открытом грунте. Например, совхоз «Индустрия» на Кольском полуострове (ст. Апатиты) имеет около 2 тыс. освоенных земель и собирает в среднем с гектара по 25 т картофеля, 40 т капусты, 5—6 т сена. Высокие урожаи ячменя, картофеля, капусты, брюквы получают также колхозы Мурманской области. Северное земледелие начинает развиваться и в азиатской части тундры, в частности по нижнему течению Енисея.

В тундре под сельскохозяйственное освоение пригодны легкие, наиболее теплые почвы: песчаные, супесчаные, легкосуглинистые. При выращивании овощных культур хорошие результаты получены на осушенных низинных торфяных болотах. Успешно используются в северном земледелии также дерново-глеевые почвы склонов.

Так как почвы тундры бедны гумусом, усвояемыми фосфорными соединениями, азотом и даже калием, то большое значение в северном земледелии имеет внесение органических и минеральных удобрений. Высокий эффект получается от внесения в почву навоза или навоза с минеральными (особенно с азотными) удобрениями. На тундровых почвах хорошие результаты дает частое рыхление, отвод избыточных вод, для утепления почвы важное значение имеет посадка кустарников, деревьев и установка щитов для задержания снега. Весной полезна посыпка снега золой или угольной пылью для ускорения его таяния.

При составлении землеустроительного проекта организации территории учитывают интересы не только земледелия и животноводства, но и рыболовства и охоты, имеющие для севера большое экономическое значение.

Глава 18. ЗОНА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Дерново-подзолистая зона простирается от западных границ Советского Союза до Охотского моря и имеет весьма различные природные условия: рельеф, геологические отложения, растительность и почвы. Она занимает около 53% всей площади страны.

Климат дерново-подзолистой зоны умеренно холодный, достаточно влажный. Европейская часть зоны теплее и увлажненнее, чем азиатская, имеющая более континентальный климат. Резкой континентальностью отличаются районы Верхоянска, где находится полюс холода. На побережье Тихого океана под влиянием огромного водного бассейна сформировался приморский климат.

Средняя годовая температура зоны колеблется от $+0,8$ до -16° (Якутск). Наиболее холодный месяц — январь, самый теплый — июль.

По количеству осадков отдельные районы резко отличаются друг от друга. Если на западе у побережья Балтийского моря осадков выпадает 550—600 мм в год, в Московской области 540—547 мм, то на востоке лишь 300—350 мм, и главным образом летом.

Характерная особенность климата дерново-подзолистой зоны — высокая относительная влажность воздуха, достигающая даже летом 60—70%. Число дней с положительными температурами варьирует от 170 для районов Нарыма — Енисейска до 204 для Вологды и 260 для Риги.

Рельеф подзолистой зоны сложный. В нее входят Средне-Русская равнина, Западно-Сибирская низменность, Сибирское плоскогорье и система гор Восточной Сибири.

По характеру рельефа в европейской части можно выделить следующие районы: 1) расчлененное разломами и сбросами с наличием моренных холмов и гряд кристаллическое Кольско-Карельское плато; 2) слабо эродированный холмисто-моренный и сглаженный аккумулятивно-моренный район (Северная Двина, побережье Балтийского моря, Минская, Смоленская и Московская области); 3) эродированный моренный приподнятый район (Урал, Иваново, Ужга, Двина); 4) Средне-Русская возвышенность; 5) область низин с задровыми песчаными болотистыми пространствами (Припять, Верхний бассейн Дона, Окско-Клязьминская низина, Вятско-Ветлужская песчаная полоса).

В азиатской части Союза выделяют следующие районы: 1) Западно-Сибирская низменность; 2) Центрально-Сибирское плоскогорье; 3) Восточная горная часть с Приморскими областями.

Так как большая часть территории зоны подвергалась оледенению, то здесь на значительных пространствах можно встретить

преимущественно ледниковые формы рельефа — всхолмления и понижения, ледниковые озера и речные долины, а также сравнительно небольшие выровненные площади бывших водоемов ледникового периода. Этот пестрый рельеф осложняется современными эрозионными процессами.

Характер рельефа влияет на распределение поверхностных и грунтовых вод, что, в свою очередь, сильно сказывается на формировании растительности и почвообразовательном процессе.

Материнские почвообразующие породы также весьма разнообразны. Наибольшее распространение в зоне имеют ледниковые отложения и породы, образованные деятельностью ледниковых вод. Чаще всего встречаются морены различного механического и химического состава и продукты их переработки. Кроме того, широко распространены флювиогляциальные, ледниковые пески, древне-озерные отложения и частично золотые наносы.

Коренные кристаллические метаморфические и осадочные породы выходят на дневную поверхность там, где ледник обнажил их при движении с севера на юг (Карелия, Урал, район восточного Енисея). Карбонатные осадочные породы местами выходят на поверхность в Прибалтике, Ленинградской, Владимирской, Смоленской, Ярославской и некоторых других областях.

Наибольшее распространение на территории зоны получили моренные суглинки, покровные глины и суглинки, а также флювиогляциальные пески.

Восточная часть с наиболее сложным рельефом характеризуется наличием элювия и делювия — продуктов выветривания местных горных пород, сравнительно небольшим распространением осадочных пород, их элювия и делювия, а также современными и древними аллювиальными отложениями.

Растительность дерново-подзолистой зоны отличается большим разнообразием (см. схему распределения растительности выше). Здесь преобладают хвойные и смешанные леса, и поэтому дерново-подзолистую зону называют таежной. Среди лесов встречаются площади с луговой и болотной растительностью. На части территории (Дальний Восток и южные районы Сибири) сохранилась до наших дней растительность третичного периода. Наибольшее распространение получили растительные сообщества с господством сосны, ели, сибирской пихты, лиственницы (северо-восток зоны) и кое-где в Сибири — кедра. В результате эволюции и деятельности человека первичные сообщества сменились вторичными с участием или преобладанием осины, березы, ольхи. Но на севере таежной зоны сохранились и первичные березовые леса.

Наиболее распространены следующие типы растительности:

1) ельники-зеленомошники, брусничники, черничники, кисличники на достаточно хорошо дренированных подзолистых поч-

вах. В наземном ярусе преобладают гипновые мхи с участием брусники, черники, кислицы, папоротников и плаунов;

2) ельники-долгомошники с густым наземным покровом из кукушкина льна с примесью лесного хвоща на менее дренированных почвах, склонных к заболачиванию;

3) ельники сфагновые, т. е. еловые леса, в наземном покрове которых преобладают белые сфагновые мхи на сильно заболоченных почвах. Древесные насаждения имеют очень небольшой прирост древесины. К угнетенным елям примешиваются, также испытывающие угнетение, береза, сосна и даже ольха серая. В таких еловых лесах (на севере — сограх) можно встретить и представителей болотных форм (багульник, голубику, иногда морощку и осоку);

4) ельники травяные, т. е. ельники, которые имеют богатый подлесок из черемухи, жимолости, ив, иногда смородины, а также высокий и густой травостой. Этот тип лесов произрастает на богатых, преимущественно суглинистых почвах с еле заметными признаками избыточного увлажнения по речным долинам и их склонам;

5) растительные сообщества с преобладанием сосны представляют боры лишайниковые, боры-зеленомошники, долгомошники и беломошники, а также боры травяные. Кроме того, в южной части зоны встречаются боры кустарниковые.

В европейской части Союза первичные хвойные леса сильно изменились, значительная часть их вырублена под распашку. Некоторые вырубки заросли чистыми сообществами осины, березы, ольхи или смешанными лиственными лесами. Часть лесов заменена травянистыми сообществами суходольных лугов.

Первичные хвойные леса Западной Сибири из ели, пихты, кроме кедровых, сохранились лучше. Здесь много заболоченных лесов, например ельников, долгомошников, голубичников, сфагновиков.

Восточно-Сибирские леса отличаются преобладанием лиственных сибирской, лиственницы даурской и сосны обыкновенной. Своеобразны Алтайско-Саянские хвойные леса, а также леса на побережье Охотского моря.

Подзолистые почвы. Работами В. Р. Вильямса, К. К. Гедройца, А. А. Роде и других ученых установлено, что подзолистые почвы формируются при условии преобладания нисходящего тока воды над восходящим, преимущественно под пологом леса. В редких случаях такие почвы могут сформироваться и под травянистой растительностью, если, несмотря на наличие аморфного органического вещества в дерновом слое, все же преобладает постоянный односторонний поток воды, например по склону.

Лес, как растительное сообщество, имеет специфические, только ему присущие особенности. Под его пологом почва не нагревается так сильно, как на открытом месте. Движение воз-

духа здесь замедлено. Дождевая влага в лесу частично задерживается кронами деревьев, поглощается лесной подстилкой, большая ее часть всасывается почвой. Лес способствует некоторому увеличению осадков над данной территорией, вызывая охлаждение и конденсацию водяных паров. Под пологом леса зимой снежный покров ложится ровно и полностью сохраняется до весны. Лесная подстилка из сучьев, листьев, шишек, коры деревьев, семян растений покрывает поверхность почвы, предохраняя ее от испарения и нагрева. Корневая система деревьев проникает на глубину 4—5 м, иногда и более, т. е. в 5—7 раз глубже большинства травянистых растений. Под взрослым лесом по сравнению с лугом наблюдается дополнительное постоянное давление на почву до 1000—2000 т на гектар, причем при сильном ветре оно возрастает во много раз. В результате слои почвы сильно уплотняются. Между корнями и почвой образуются зазоры, по которым хорошо поступает дождевая вода и почвенные растворы. Зимой в лесу несколько теплее и почва промерзает на значительно меньшую глубину, чем на открытых местах.

Перечисленные особенности лесных растительных сообществ, обладающих мощным всасывающим аппаратом корневых систем, создают благоприятные условия для образования нисходящего тока почвенного раствора.

Но этим не ограничиваются особенности условий почвообразования под лесом. Грубый лесной опад, состоящий главным образом из клетчатки, лигнина и дубильных веществ, защищен от прямых солнечных лучей и находится в условиях устойчивой увлажненности. Это благоприятствует развитию в лесной подстилке различных грибов, выделения которых имеют бактерицидные свойства. Лесная подстилка разлагается преимущественно грибами, актиномицетами и в меньшей степени бактериями. Гифы мицелия грибов выделяют в окружающую среду (так же как и бактерии) специфические ферменты, разлагающие лесную подстилку с образованием CO_2 , H_2O , аммонийных и фосфорнокислых солей, а также гуминовых веществ высокой дисперсности (креновая кислота или фульвокислоты).

Почвенный раствор, обогащаясь органическими и отчасти минеральными кислотами, воздействует на минералы почвы, гидролизует и растворяет их. Продукты гидролиза переносятся нисходящим током воды в нижележащие горизонты. Так как нисходящий ток под пологом леса всегда преобладает над восходящим, то почва под лесной подстилкой (A_0) формируется по типу трехчленного профиля: горизонт выноса и аккумуляции (A_1), выноса (A_2) и аккумуляции (B).

В аккумулятивно-элювиальном горизонте (A_1) под пологом леса накапливаются гумусные вещества в небольшом количестве, сравнительно слабо прокрашивающие слой почвы 5—10 см. По-видимому, это органическое вещество удерживается катио-

нами Са и Mg, получающимися из лесной подстилки, и адсорбционными силами минералов. Здесь же, также в малых количествах, осаждаются окислы железа, алюминия и задерживаются некоторые питательные вещества для растений.

Из горизонта элювиального (A_2) или подзолистого выщелачиваются как коллоидные продукты выветривания ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$, $Al_2O_3 \cdot nH_2O$, даже каолин и др.), так и органические вещества. В нем особенно сильно происходит распад первичных алюмосиликатов. В кислой среде из этого горизонта почти не выносятся кристаллический раздробленный кварц (SiO_2) и аморфная кремневая кислота ($SiO_2 \cdot nH_2O$). Поэтому в подзолистом горизонте, имеющем обычно белесую окраску, кварц и кремневая кислота накапливаются в большом количестве, достигая 70—80% и более. Чем больше в подзолистом горизонте кремневой кислоты, тем светлее его окраска, тем беднее почва питательными веществами, тем больше почва оподзолена.

В горизонте иллювиальном (B) накапливаются вещества, получившиеся в результате почвообразования в верхних горизонтах и поступившие сюда с почвенным раствором, а также образовавшиеся в самом горизонте. Этот горизонт называют ортштейновым или рудяковым. Иногда он бывает очень плотным. Ортштейновый горизонт богат коллоидами, особенно окислами алюминия и железа. В нем много аморфной кремнекислоты и глинных минералов. Кроме того, здесь накапливаются соединения фосфора и частично гумуса.

Следует несколько подробнее остановиться на лесной подстилке (A_0). Большинство почвоведов считают ее надпочвенным слоем, так же как травостой или торфяной слой. Однако практически невозможно отделить лесную подстилку от горизонта A_1 . Разлагающиеся листья и сучья, переплетенные гифами грибов, находятся и над горизонтом A_1 и в нем. Эти горизонты можно отделить только механически. Лесная подстилка играет огромную роль в почвообразовании и жизни древесных растений. По данным Н. П. Ремезова, в еловых и сосновых зеленомошных лесах накапливается на гектаре до 30 т сухой надземной массы, в которой содержатся биологически важные элементы: азот — 10—15 ц, СаО — 3—10, MgO — 0,5—2,0, K_2O — 0,5—1,4 ц на гектар.

Механический состав подзолистых почв очень разнообразен: от песчаного до суглинистого и даже тяжелоглинистого. В ряде районов нашей страны (Карельская АССР и Прибалтийские республики) в подзолистых почвах встречается много валунов и камней. Пестрота механического состава подзолистых почв объясняется разнообразием материнских пород, среди которых встречаются флювиогляциальные пески, морены различного механического состава, покровные суглинки, ленточные глины и другие породы. К характерным особенностям

механического состава подзолистых почв следует отнести обеднение коллоидными частицами горизонта *A* и особенно *A*₂ и обогащение ими горизонта *B*. В таблице 27 приведены данные механического состава среднеподзоленной тяжелой суглинистой почвы по Коломенскому производственному управлению Московской области (табл. 25).

Таблица 25

Механический состав подзолистой почвы (%)

Горизонт	Крупные и средние частицы	Мелкий песок	Крупная пыль	Глина, в том числе частиц иля <0,001	
				размеры частиц (мм)	
	0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	<0,01	<0,001
<i>A</i> ₁	1,45	33,65	20,35	44,55	29,6
<i>A</i> ₂	1,8	34,43	25,17	38,6	21,3
<i>B</i>	1,1	29,24	19,36	50,3	30,5

Процент содержания глины и песка в подзолистых почвах может сильно отклоняться от только что приведенных цифр. Например, в песчаных почвах близ г. Люберцы Московской области содержание глинистых частиц доходит до 5—7% и, наоборот, в подзолистых почвах, образованных на ленточных глинах в Ленинградской области, до 70—80%.

Химизм и физические свойства подзолистых почв. По К. К. Гедройцу, подзолистые почвы не насыщены основаниями, так как в их поглощающем комплексе содержится ион водорода в количестве 25—75% от всей емкости поглощения. Другие катионы поглощающего комплекса представлены Са, Mg, очень малым количеством К и следами Fe, Al, NH₄. Так как поглощающий комплекс верхнего слоя почвы в результате биологического воздействия и нисходящих токов почвенного раствора в той или иной степени разрушен и гумуса в нем мало (1,5—2, редко 3%); то емкость поглощения горизонта *A* таких почв низкая (3—6 м.-экв. на 100 г почвы для песчаных разностей и 9—20 м.-экв. для суглинистых и глинистых почв). Только при высоком содержании в горизонте *A* гумуса емкость поглощения достигает 25—27 м.-экв.

Горизонт подзолистый (элювиальный) имеет меньшую емкость поглощения, чем гумусовый и ортштейновый. Это связано с разрушением в нем коллоидных минералов и выносом продуктов почвообразования в нижележащий горизонт *B*.

По данным валового химического анализа подзолистых почв, окислы железа и алюминия распределяются по профилю соответственно утяжелению механического состава и увеличению поглощенных оснований, т. е. чем больше поглощенных оснований и тяжелее механический состав, тем больше шолуторных окислов

металлов. Кремневая кислота (SiO_2), наоборот, накапливается только в подзолистом горизонте (A_2), обедненном глинистыми частицами.

В связи с особенностями химического состава подзолистых почв находятся и их физические свойства. Верхние горизонты, как правило, распылены и бесструктурны, в то время как горизонт B суглинистых и глинистых почв распадается на ореховатые отдельности. После дождя пахотный горизонт подзолистых почв с поверхности часто размокает, превращаясь в сметанообразную массу, а при высыхании твердеет, образуя корку, что отрицательно сказывается на произрастании растений. В песчаных разностях такого явления не наблюдается.

Вследствие резко выраженного иллювия подзолистые глинистые и суглинистые почвы обладают плохими водопроницаемостью и воздухопроницаемостью. В горизонтах B_2 и B_3 таких почв можно наблюдать сизые пятна, указывающие на признаки оглеения. Корни растений, попадающие в эти горизонты, загнивают.

Структура верхнего и подзолистого горизонтов плохо выражена. В иллювиальном горизонте она представлена ореховато-призматическими и призматическими отдельностями. Структура всех горизонтов в воде размокает и быстро разрушается. Поэтому подзолистые суглинистые и глинистые почвы тяжелы в обработке.

Классификация подзолистых почв. Подзолистые почвы делят по степени развития горизонтов на слабоподзолистые, среднеподзолистые, сильноподзолистые и подзолы.

На приведенной схеме видно, что в слабоподзолистой почве горизонт A_2 (элювиальный) или совсем отсутствует, или замечен лишь в форме светлых расплывчатых пятен. Горизонт B (ортштейновый) также не выражен или имеет слабые накопления окислов железа, заметные в виде зеброидных прожилок (ортзанды). Весь профиль довольно рыхлый, неуплотненный.

В среднеподзолистой почве горизонт A_2 выражен хорошо. Гумусный и подзолистый горизонты толщиной по 10—12 см. Горизонт B также хорошо выражен, средне уплотнен, имеет красно-бурю окраску, заметно выделяющуюся на общем профиле почвы.

В сильноподзолистой почве мощность горизонта A_1 примерно 5—7 см, а горизонта A_2 15—20 см; окраска горизонта A_2 очень светлая, белесоватая. Горизонт B также резко выражен, очень сильно уплотнен, окрашен в красно-бурый цвет.

В подзолах мощность горизонта A_1 3—4 см, горизонт A_2 — белесово-белый — достигает 25 см и более. Ортштейновый горизонт сильно уплотнен, иногда в виде монолитной плиты.

Материнские породы, рельеф и растительность. Слабоподзолистые почвы чаще всего формируются на

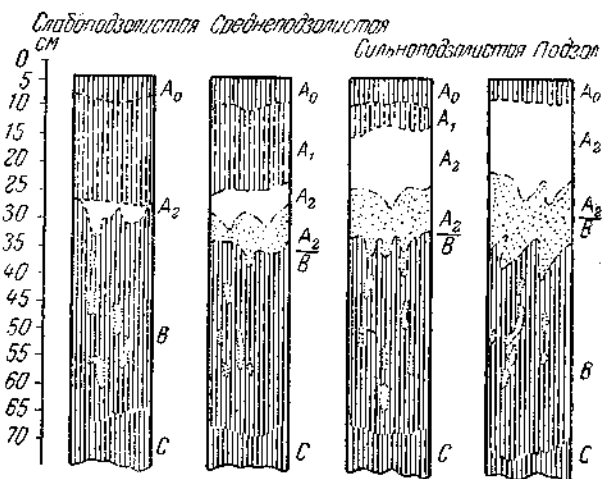


Рис. 23 Схема строения подтипов подзолистых почв.

ледниковых или флювиогляциальных песках с более или менее выровненным рельефом и покрыты преимущественно сосновыми лишайниковыми борами. Известны лесные массивы Мещеры, Полесья, Мордовии, Брянские и другие леса, где большие площади занимают боры на слабоподзолистых почвах. Слабое развитие подзолистого горизонта здесь объясняется легкой водопроницаемостью грунта и обедненностью минералами, которые могли бы изменяться в результате почвообразования. Флювиогляциальные отложения очень богаты кварцем, а последний не поддается или плохо поддается выветриванию. Слабоподзолистые почвы встречаются также по моренным буграм или буграм, покрытым элювием морены. Ослабление оподзоливания можно обнаружить и там, где на поверхность выходит карбонатная морена или близко залегают известняки.

Среднеподзолистые почвы встречаются под смешанными лесами (березово-осиново-сосновыми, осиново-еловыми, березово-дубово-сосновыми и др.), преимущественно на суглинистых отложениях, занимая склоны или мало заметные понижения. Нередки чистые еловые насаждения с травяным покровом из ландыша, кислицы, седмичника европейского и грушанок. Материнской породой в этом случае служит суглинистая морена или суглинки покровные.

Сильноподзолистые почвы занимают, как правило, депрессии на водоразделах или располагаются на третьей трети склонов под покровом ельников-зеленомошников-черничников и брусничников или под их аналогами — сосняками.

Подзолы формируются главным образом под ельниками-долгомошниками, ельниками сфагновыми или аналогами — со-

сновыми насаждениями, долгомошниками и сфагновыми. Они занимают хорошо выраженные депрессии по водоразделам, покрытым супесчаными или легкосуглинистыми моренными отложениями. Часто подзолы располагаются по окраинам сфагновых болот, соприкасаясь с торфянистыми сильноподзолистоглеевыми почвами. В этом случае орштейновый горизонт подзолов иногда покрашен гумусом в шоколадный цвет. По-видимому, образование гумусовых подзолов связано с влиянием лесных пожаров. В горизонте A_1 таких почв можно обнаружить угольки.

Агрономические свойства подзолистых почв. В дерново-подзолистой зоне огромная территория, особенно в азиатской части Союза, покрыта лесом. По мере роста городов и промышленности, а также по мере развития земледелия площадь под лесами сокращается. Вырубки распахивают или занимают под луга и пастбища, отводят под застройки и дороги. Подзолистые почвы достаточно обеспечены влагой, а в некоторых местах (Прибалтика, Карелия, Ленинградская область, Закарпатье) переувлажнены. Но тепла хватает не для всех культур. Подзолистые почвы бедны питательными веществами и даже для древесных растений не всегда представляют благоприятные условия. По сравнению, например, с черноземами эти почвы имеют низкое природное плодородие для многих сельскохозяйственных культур. Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур подзолистые почвы необходимо окультуривать. При освоении их следует постепенно углублять пахотный слой, начиная с вспашки на глубину горизонта A_1 и припахивая ежегодно горизонт A_2 на 2—3 см. Общая глубина вспашки на подзолистых почвах должна быть доведена до 25 см. Одновременно с углублением пахотного горизонта обязательно вносят навоз или торфокомпосты, по 25—40 т на гектар, а также минеральные удобрения. Чем сильнее почва оподзолена, тем больше нужно вносить удобрений и тем больше потребуется времени для ее окультуривания. Если возникает необходимость быстрее углубить пахотный горизонт, то следует больше вносить удобрений.

Все подзолистые почвы кислые, причем иногда показатель кислотности их pH равен 3,5 или 4. Так как на кислых почвах сельскохозяйственные культуры снижают урожай, то при окультуривании необходимо понизить их кислотность, довести показатель pH до 5—6,5. С этой целью вносят углекислую известь (молотый известняк). Снижает кислотность почвы также и внесение больших количеств навоза, фосфорита, томасова шлака, золы. Из минеральных удобрений самые эффективные на подзолистых почвах — азотные, например аммонийная селитра и сульфат аммония. Но эти виды удобрений физиологически кислые, так как растения используют из них быстрее катионы, чем

аннионы. Поэтому при частом внесении больших доз таких удобрений следует время от времени почву известковать. На кислых почвах эффективен наиболее дешевый вид фосфорных удобрений — фосфориты. Удобрение содержит в основном соль $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, т. е. плохо растворимый в воде трехзамещенный фосфат кальция. Эта соль растворяется в почвенных кислотах и становится хорошо доступной растениям. Кроме фосфатов, на подзолистых почвах с успехом можно применять костную муку, преципитат, суперфосфат, томасов шлак и золу растений.

Калийные удобрения дают хороший эффект от применения их под картофель, свеклу, гречиху, подсолнечник, топинамбур, табак, а также под другие культуры при условии одновременного внесения азотных и фосфорных туков. Отзывчивы на калийные удобрения главным образом песчаные, супесчаные и легкие суглинистые почвы. Менее отзывчивы тяжелые суглинистые и глинистые. На легких почвах внесение и магниевых удобрений эффективно.

На подзолистых почвах следует применять микроудобрения, т. е. соединения молибдена, бора, меди, цинка, марганца и некоторых других. Хорошие результаты получены от применения молибденовых соединений под клевер, бора — под свеклу и лен, меди — под культуры, возделываемые на торфяных почвах. Хороший эффект дает применение цинковых и марганцовых соединений.

Подзолистые почвы отзывчивы на улучшение их физических свойств рыхлением, внесением навоза и кальцийсодержащих удобрений, посевом многолетних трав в разумных размерах. Для земледельческого освоения выбирают лучшие, преимущественно слабоподзолистые и среднеподзолистые, легкосуглинистые, суглинистые или тяжелосуглинистые почвы. Достаточно устойчивые урожаи можно выращивать и на глинистых почвах. Однако при выпадении больших количеств осадков глинистые почвы часто заболачиваются, зерновые культуры выпревают, картофель погибает. Снижаются урожаи и на тяжелых суглинистых почвах, залегающих на плоско-ровных местах водораздела или слабых падинках. Только на склонах эти почвы не имеют избытка воды.

В Прибалтийских республиках встречаются сильно закамененные подзолистые почвы (конечная морена). Их следует или оставлять под лесом или освобождать от камней. В пригородных зонах, где много городских отходов и имеется канализация, большую ценность представляют песчаные подзолистые почвы, пригодные под поля орошения.

Дерново-подзолистые почвы. В. Р. Вильямс считал, что подзолообразовательный процесс неизбежно переходит в дерновый процесс почвообразования. В результате борьбы лесной и травянистой растительных формаций в лесном массиве создаются

благоприятные условия для развития трав, которые в конечном счете завоевывают территорию леса, и подзолистые почвы переходят в дерново-подзолистые. Причину неизбежного вытеснения леса В. Р. Вильямс видел в прогрессивном вымывании из верхних горизонтов подзолистой почвы элементов зольного питания и отложения их в ортштейновом слое, в котором вследствие накопления коллоидных веществ создается плохая проницаемость для воды и воздуха. В результате подзолообразования часть корней попадает в очень плохие условия для всасывания воды и питательных веществ, что вызывает суховершинность, загнивание сердцевин деревьев и замедляет их прирост. Травянистые растения с относительно мелкой корневой системой в этом случае получают преимущество и постепенно завоевывают территорию.

В первое время развивается бурьянистая растительность из иван-чая, ландыша, земляники, грушанки, одуванчика, подорожника, вейника лесного, мятлика лесного, щучки и др. Быстро разлагающаяся лесная подстилка представляет богатую пищу для буйно растущих бурьянистых растений. На освещенных, промываемых дождем местах подстилку разлагают уже не грибы, а преимущественно аэробные бактерии, что ведет, с одной стороны, к образованию нитратов и других окисленных соединений, необходимых для питания растений, а с другой — к образованию вместо кремовой гуминовой кислоты.

Образовавшиеся в результате бактериального разложения лесной подстилки основания (кальций, магний, калий) создают нейтральные соли гуминовой кислоты, а поэтому все продукты разложения имеют реакцию, близкую к нейтральной. Когда большая часть лесной подстилки разложится, верхний слой почвы несколько уплотнится и в нем накопится аморфное органическое вещество, создадутся условия для изменения травостоя. Бурьянистые растения начнут вытесняться корневищными злаками, например вейником, реже — пыреем.

Период развития корневищных злаков продолжается сравнительно недолго, пока имеется рыхлый верхний слой почвы. Постепенно, по мере использования остатков лесной подстилки и образования аморфного органического вещества, верхний слой почвы уплотняется и в нем появляются условия для создания структуры почвы. Корневищные растения сменяются рыхлокустовыми, более приспособленными к произрастанию в уплотненном верхнем горизонте почвы.

С появлением рыхлокустовых злаков луг вступает в третью стадию своего развития — рыхлокустовую. В этот период в растительном сообществе начинают обильно развиваться мятлик луговой, мятлик лесной, овсяницы луговая и красная, тимopheевка. В более сухих условиях — ежа сборная. К злакам присоединяется значительное количество бобовых растений (клевер

красный, белый, иногда розовый, мышинный горошек и чина луговая). В этот период луг достигает высшего развития и дает обильные урожаи сена высокого качества.

Травостой рыхлокустовых злаков ежегодно оставляет после отмирания большое количество органических веществ в почве. При высыхании и уплотнении почвы корнями в ней создается структура. В дальнейшем мощная корневая система рыхлокустовых злаков занимает всю толщу подзолистого горизонта и использует питательные вещества и из ортштейнового горизонта.

С накоплением органического вещества в верхнем слое почвы начинает увеличиваться ее влагоемкость и уменьшаться аэрация. Это ослабляет рыхлокустовые растения, и они начинают уступать место плотнокустовым растениям, более приспособленным к новым условиям. С этого момента луг вступает в плотнокустовую стадию развития. Из плотнокустовых растений на богатых почвах преобладает щучка дернистая, на бедных — белоус или овсяница овечья. Из разнотравья можно встретить василек луговой, иногда лютик, черноголовку, ястребинки. Бобовых растений очень мало. С развитием плотнокустовых злаков органических остатков в почве остается все больше и больше. Вследствие этого прекращается динамика воды, что создает в нижних слоях почвы анаэробные условия. Дерново-подзолистые почвы с этого момента становятся дерново-подзолисто-глееватыми и, наконец, дерново-глеевыми. После дернового процесса начинается болотный процесс почвообразования.

При пользовании описанной схемой дернового процесса нужно учитывать ее недостатки, отмеченные акад. В. Н. Сукачевым и другими исследователями. Прежде всего последовательной смены деревянистой растительности травянистой в природе не наблюдается. Всякий почвообразовательный процесс может развиваться в ту и другую сторону в зависимости от преобладающих факторов.

Лес состоит из многих растительных сообществ, находящихся в сложных взаимоотношениях. Большую роль играет хозяйственная деятельность человека, благоприятствующая развитию одних сообществ и угнетающая другие. Так, в настоящее время широкое распространение получили лиственные леса с преобладанием березы и осины вследствие вытеснения хвойных лесов. Новые растительные группировки (мелколиственные леса) имеют большое преимущество в борьбе с травянистой растительностью. Если в таежной зоне пашню оставить без обработки хотя бы на короткий срок, то наряду с бурьянистым разнотравьем на пашне появятся сплошные заросли березы и осины, иногда с примесью дуба, липы и клена. Представители лиственных пород, особенно осина и береза, распространяют свои семена на большие расстояния, хорошо плодоносят и образуют поросль от лней. Все это благоприятствует их быстрому расселению. Не-

сколько иначе обстоит дело с развитием лесной растительности на лугах и пастбищах. Эти угодья заселяются лесом медленно, а в некоторых случаях лес, под натиском травянистых сообществ, временно отступает. Это объясняется тем, что на лугах и пастбищах дерново-подзолистой зоны растительные сообщества уже сложились и в какой-то степени устойчивы. При систематическом скашивании и стравливании скоту луга и пастбища не могут быть заселены лесом. Таким образом, взаимоотношения деревянистых и травянистых растительных сообществ сложнее, чем их описал В. Р. Вильямс.

Классификация и характеристика дерново-подзолистых почв. Дерново-подзолистые почвы делят на слабоподзолистые, среднеподзолистые и сильноподзолистые; выделяют также задернованные подзолы. Каждый вид дерново-подзолистой почвы может быть песчаным, супесчаным, легкосуглинистым, суглинистым, тяжелосуглинистым и глинистым. Разновидности могут формироваться на карбонатной и силикатной морене, элювии морены, флювиогляциальных песках, покровных суглинках и глинах, на ленточных глинах, делювиальных наносах и лессовидных суглинках.

По сравнению с подзолистыми почвами верхний слой дерново-подзолистых почв богаче гумусом. Характер распределения полуторных окислов книзу, обеднение подзолистого горизонта питательными веществами, накопление в нем кремневой кислоты и уплотнение орштейнового горизонта в этих почвах такой же, как и в подзолистых.

Физические свойства дерново-подзолистых почв несколько иные. В отличие от подзолистых почв дерновый горизонт обладает большой влагоемкостью, часто имеет достаточно хорошо выраженную структуру, сильно пронизан корнями, имеет серую или темно-серую окраску. При распахке и введении в культуру в первые годы пользования дерново-подзолистые почвы оказываются более плодородными, чем подзолистые. Окультуривание дерново-подзолистой почвы вызывает определенные изменения: уменьшается кислотность, увеличивается поглощенный кальций и магний, подвижные соединения фосфора.

При дальнейшем окультуривании содержание гумуса увеличивается.

Сельскохозяйственное использование дерново-подзолистых почв. Дерново-подзолистые почвы располагаются по полянам среди леса и на задернованных склонах. Суходольные луга и пастбища на дерново-подзолистых почвах, как правило, малопродуктивны, особенно участки, занятые сообществами с преобладанием белоуса, щучки, душистого колоска. При распахке и введении в культуру на таких почвах можно создать или хорошие искусственные луга и пастбища, или высокопродуктивные поля. Если на дерново-

подзолистых почвах создаются луга, то первый год можно воздерживаться от внесения азотистых веществ, так как в бывшем дерновом горизонте образуется достаточно нитратов. Следует вносить больше калийных и фосфорных удобрений при эффективном их использовании. Если такие почвы распахивают под полевые культуры, то в первые годы вносят уменьшенное количество навоза. В остальном агротехника окультуривания этих почв такая же, как и подзолистых.

Дерново-подзолисто-глееватые и дерново-подзолисто-глеевые почвы. Переходными между подзолистыми и болотными почвами являются дерново-подзолисто-глеевые почвы. Они встречаются по пониженным избыточно увлажненным местам водоразделов, на пологих склонах и шлейфах, по окрайкам болот. Процесс оглеения вызывается недостаточной аэрацией в нижних горизонтах почвы вследствие насыщения их неподвижной водой. Анаэробные микроорганизмы, живущие в почвах, при этом используют кислород окисных соединений железа, переводя их в закисные: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{FeO} + \text{O}$. Красноватые тона, присущие трехвалентному железу, переходят в сизоватые, голубовато-зеленоватые, обусловленные закисными соединениями железа. Одновременно происходят и другие изменения: в горизонте оглеения появляется вязкость, липкость, по ходам корней растений — охристая пятнистость. По степени оглеения могут быть выделены почвы: слабооглеенные, среднеоглеенные и сильнооглеенные. Слабооглеенные имеют в нижней части горизонта *B* только отдельные сизые пятна, среднеоглеенные образуют слой с преобладанием оглеения, сильнооглеенные имеют сплошной глеевый горизонт.

Характерные растительные сообщества глееватых и глеевых почв: щучково-разнотравные, белоусово-разнотравные с участием гипновых мхов, щучково-мелкоосоковые, характеризующиеся низкой производительностью.

При составлении землеустроительного проекта эти почвы следует рекомендовать осушить и после этого или создать путем коренного улучшения искусственные сенокосы и пастбища, или включить в севооборотный массив. Осушенные оглеенные почвы требуют известкования, внесения фосфорных и калийных удобрений, навоза, а после 2—3 лет пользования — и азотных удобрений.

Глава 19. БОЛОТА,

ИХ ОБРАЗОВАНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Под понятием «болото» следует иметь в виду избыточно увлажненную даже летом территорию, со специфической, преимущественно гидрофильной растительностью, с торфяными, торфянистыми, торфяно-глеевыми или тловато-глеевыми почвами.

Болота и заболоченные земли в землеустройстве рассматриваются прежде всего как мелиоративный фонд, т. е. в смысле возможности перевода их после осушения в пахотные, огородные, луговые и даже садовые угодья. Они служат также местами добычи торфа на удобрение и топливо. Располагаясь замкнутыми контурами, они мешают создавать правильную конфигурацию участков пашни, луга, леса.

В хозяйствах болота обычно используются как плохие сенокосы и пастбища. В зарастающих и переходящих в болота водоемах, кроме торфа, добывают сапрпель и мутту (органические остатки) для получения из них путем сухой перегонки горючих газов, древесного спирта и других ценных химических веществ. Сапрпель может служить ценным удобрением.

В нашей стране имеется примерно 127 млн. га заболоченных земель, из которых в европейской части Союза около 27 млн. га, в том числе в Северном крае 12,5 млн. га, Ленинградской области 3,6, Уральской области 2,6, Карельской АССР 2,5, Белорусской ССР 1,5, Украинской ССР 1,5 млн. га. Много болот и заболоченных земель в Ивановской, Московской и Горьковской областях. В азиатской части Союза под болотами и заболоченными землями занято приблизительно 100 млн. га.

Все заболоченные земли обладают большим запасом азота, иногда фосфора и исключительно богаты органическим веществом. После освоения на них можно получать устойчивые и высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Болотообразование идет при наличии в верхних горизонтах почвы анаэробизиса (отсутствие газообмена) вследствие избыточного увлажнения. Болота образуются там, где в верхних слоях почвы длительно застаивается вода, например в западинах водоразделов при плохо водопроницаемом грунте; при близком залегании от поверхности грунтовых вод и подаче их по капиллярам кверху; при выходе вод на дневную поверхность в виде ключей, родников; в местах зарастания озер, речных стариц, плавней, лиманов, постепенно изолирующихся заливов.

В результате болотообразовательного процесса в верхних слоях почвы накапливается органическое вещество, так как за вегетационный период органические остатки полностью не минерализуются и часть их ежегодно отлагается в почве в виде торфа.

При прогрессивном накоплении органических остатков в почве уменьшается запас элементов зольного питания растений, что является основной причиной изменений в растительных сообществах.

Если исследовать разрез торфа мощностью, например, 3 м, то содержание золы в нем будет увеличиваться сверху вниз. В верхнем горизонте торфа золы будет от 3 до 10%, в нижнем — от 15 до 40%.

В зависимости от стадии развития болота в разных торфах болотных почв содержится неодинаковое количество зольных элементов. Те или иные условия питания определяют состав растительности. Болотообразовательный процесс протекает под покровом различных растительных формаций: средних и крупных осок, мелких осок с ивой, ольхой, березой, гипновых и сфагновых мхов, сфагновых мхов с кустарниками и сосной.

Классификация болот основывается на особенностях питания болотных растений и условиях болотообразования.

По характеру питания растений выделяют болота низинные, верховые и переходные. В болотах низинных растения питаются в основном из минеральной части почвы (снизу). В торфе этих болот содержится от 10 до 25% золы и более. В болотах верховых (мшары) основное питание растения получают из атмосферы (сверху). Корневая система растений верховых болот не соприкасается с минеральным грунтом, и растения не берут из него элементы зольного питания. Питательные вещества в верховых болотах поступают в виде оседающей пыли, остатков растений и животных, а также и с дождевой водой. Частично они образуются в результате биологических процессов в верхнем слое болота. В торфе верховых болот содержится от 2 до 5% золы, т. е. они являются самыми малозольными.

Болота переходные по свойствам занимают промежуточное положение между низинными и верховыми. Произрастающие на них растения получают из минеральной части почвы (снизу) очень мало питательных веществ. Большее значение для них имеют зольные вещества, поступающие из атмосферы. Золы в торфе этих болот содержится 6—10%.

Болота по заросшим и зарастающим озерам и другим водоемам составляют особую группу. Питательные вещества сюда поступают с водораздела, частично из грунтовых вод и отчасти из атмосферы. Поэтому в болотах и по зарастающим водоемам можно встретить самых различных представителей растительного мира: растения, усваивающие вещества из озерной воды и укоренившиеся на дне озера, растущие по окраинам болота и берущие питательные вещества из минеральной части почвы, питающиеся из воды озера и атмосферы и, наконец, усваивающие питательные вещества только из атмосферы.

Особую группу составляют болота-плавни и болоталиманы, встречающиеся в устьях больших рек и по берегам морских лиманов. Растительность этих болот в зависимости от условий, в которых она находится (постоянный подток речных вод, нагонные ветром воды с моря и т. д.), имеет различную форму питания, но всегда богатую питательными веществами.

Следует выделить также группу пойменных болот, образующихся в центральной пойме и притеррасной части.

Классификация болот представлена в виде следующей схемы.

КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛОТ

Низинные	Переходные	Верховые	Зарастающие озера	Болота-плавни и болота-лиманы	Поясные
1. Низинные травяные	а) Ольхово-березово-ивовые с типнумом	а) Пушице-влажнелищно-шейхерисовое, клюквенное	а) Сфагново-грифоль-белокрыльничковос открытым зеркалом воды	а) Тростниково-камышовое с глубокими водами	а) Крупноосоковое
б) Болотно-разнотравно-осоковые	б) Березовые с типнумом	б) Клюквенно-голубико-багульниковое	б) То же с зыбунными окнами воды	б) Мелководное тростниково-рогозовое	б) Болотно-разнотравно-крупноосоковое
в) Мелкоосоко-гипновые	в) Березово-елово-сосновые с типнумом	в) Сосново-сфагновое	в) То же с зыбунным	в) Сыропочвенное тростниково-рогозовое	в) Вейниковое
г) Среднеосоко-гипновые	г) Березово-осиновые со сфагнумом	г) Сфагновое с чажинами		г) Сыропочвенное тростниково-камышовое	г) Черноольхово-ивово-осоковое
д) Крупноосоко-гипновые				д) Сыропочвенное тростниково-камышовое	д) Тростниково-камышовое
е) Третьеосоко-гипновые				е) Сыропочвенное тростниково-камышовое	е) Тростниково-камышовое
ж) Манниковые				ж) Тростниково-камышовое	ж) Тростниково-камышовое
з) Камышовые					
и) Вейниковые					
к) Рогозовые					
л) Тростниковые					
2. Низинные лесные	а) Тростниково-осоковые				
б) Хвошковые					
в) Ольхово-разнотравно-осоковые					

В землеустроительной и агрономической практике при использовании болотных почв важно знать произрастающую на болоте растительность, так как это дает основание для проведения тех или иных мелноративных мероприятий.

Заболачивание водораздельной части территории как результат развития почвообразовательного процесса. В подзолистых почвах создается уплотненный ортштейновый горизонт, плохо проницаемый для воздуха и воды. Верхний же слой (элювиальный) сильно обеднен полуторными окислами, первичными минералами и обогащен кремневой кислотой так, что ее количество от общего запаса веществ иногда достигает здесь 95% и больше.

Такие почвы встречаются в подзолистой зоне в пониженных, замкнутых депрессиях водораздельной части территории. Это объясняется тем, что выпадающие осадки собираются в центре понижения, где вода просачивается вниз вместе с углекислотой и получившимися в результате почвообразования органическими кислотами. Нисходящий ток почвенного раствора и создает условия для образования сильноподзолистых почв и даже подзолов с резко выраженным ортштейновым горизонтом, который замедляет движение воды вниз, способствует повышенному увлажнению и возникновению анаэробных условий в нижних горизонтах почвы. Такие почвенные разности создаются в замкнутых депрессиях не только на суглинистом, но и на супесчаном и даже песчаном субстрате.

В большинстве случаев до заболачивания такая территория бывает покрыта еловым лесом с большим количеством зеленых мхов и редких неплодоносящих кустарничков черники, брусники и др. По осветленным же местам среди мхов произрастает белоус. В это растительное сообщество входят олиготрофные, т. е. малотребовательные к зольным элементам, растения.

Заселение территории зелеными мхами усиливает процесс заболачивания почвы. Поверхность почвы с гипновыми мхами представляет собой отличные условия для накопления влаги. Дождевые капли свободно проходят через мох и поглощаются органическими веществами разложившейся подстилки и остатками мха. Нисходящие токи воды доходят до ортштейнового горизонта и создают столб воды, неподвижной или движущейся очень медленно, заполняющей все капилляры почвы. Вода, соприкасаясь с продуктами разложения лесной подстилки и мхов, быстро обедняется кислородом, и во всех слоях почвы усиливается анаэробный процесс.

В северных областях описанные места носят название «ровнедь», и каждое из них с течением времени превращается в водораздельное болото. Ель на этих местах — уходящее растение. Стволы и особенно сучья ее покрыты лишайниками, прирост древостоя ничтожный, имеется много осветленных полян. В даль-

нейшем к зеленым мхам добавляются сфагновые мхи, сначала как первые пришельцы, затем как господствующие растения.

С приходом сфагновых мхов и последнего их представителя — *Sphagnum subbicolor* — ель постепенно исчезает. Болото становится переходным. Из деревянистых представителей здесь поселяются кустарники, касандра, багульник, подбел, кустарничек клюква, как остаточные растения черника и брусника, из травянистых осока двутычинковая (*Carex diandra*) и осока нитевидная (*Carex lasiocarpa*).

Среди сфагновых мхов встречаются хорошо развитые растения пушицы влагилишной, образующей небольшие кочки, и кое-где насекомоядное растение росянка. Иногда в это сообщество вклинивается сосна, образующая здесь невысокие деревца (10 м в возрасте 100 лет). Такое сообщество указывает на то, что ровнедь перешла в стадию верхового болота. В этот период развития болота почва становится торфяно-глеевой.

В дальнейшем торфяная масса будет нарастать, заболоченная часть территории расширится, занимая более высокие места. Состав кустарниковых растений не изменится, а состав сфагновых мхов станет иной. Торфяный слой заполнит всю низину и слегка поднимется. В этой стадии почва будет торфяно-болотной.

Состав сфагновых мхов будет меняться по следующей схеме: *Sphagnum fuscum* — *Sph. medium* — *Sph. parvifolium*, при появлении мочажин *Sph. Dusenii* — *Sph. cuspidatum*. При последних представителях сфагnumов торфяное болото станет верховым. Таким образом, в результате почвообразовательного процесса на водораздельном понижении лесное сообщество с господством ели перешло в стадию изреженного елового леса с напочвенным покровом из гипновых мхов по осветленным местам. В следующей стадии развития болота в сообществе господствовали сфагновые мхи, болотные кустарники и кустарнички. В данном случае выпала стадия господства травянистых растений, представленных белоусом или щучкой. Это объясняется тем, что пониженный участок был очень сильно обеднен зольными элементами, что способствовало быстрому заселению его олиготрофной растительностью, состоящей преимущественно из сфагnumов.

Образование низинного болота на водораздельной части и переход его в верховое. Основная причина заболачивания территории — избыточное увлажнение, вызывающее в дальнейшем усиление накопления органического вещества и прогрессивное увеличение влагоемкости почвы, т. е. усиление анаэробизиса.

Избыточное увлажнение на водоразделе может быть вызвано плохим оттоком поверхностной воды, образованием орштейнового горизонта при подзолообразовании и близостью грунтовых вод.

На почвах, достаточно богатых зольными элементами, болото развивается не так, как было описано выше. Для примера разберем случай заболачивания березово-дубового леса с участием осины, крушины, ив, орешника и подлеска из рябины на суглинистых, средне- или слабоподзолистых почвах.

Под влиянием хотя и слабого, но устойчивого избыточного увлажнения лес изреживается, появляются осветленные места, которые занимаются сообществом щучки с участием сныти, ландыша, майника двулистного, золоторозги и некоторых других растений.

Если участок с таким растительным сообществом расположен на слегка пониженном месте, то почвообразовательный процесс будет идти под влиянием плотнокустового злака щучки в сторону усиления увлажнения почвы и расширения осветленной площади. В дальнейшем при усилении анаэробных процессов и появлении признаков оглеения дуб вытесняется березой и осинкой, а на осветленных местах травяной покров усиливается, в первую очередь вследствие разрастания щучки и появления лютиков, душистого колоска и овсяницы красной. Созданная этими растениями плотная дернина на богатых почвах усилит условия анаэробности. В результате береза и осина также постепенно исчезнут с этой территории.

Щучка каждый год оставляет в почве и над почвой большое количество мертвых органических веществ, главным образом вследствие отмирания мощной мочковатой системы корней и приземно-расположенных листьев. Ежегодное отмирание большой массы корней наблюдается также у овсяницы красной и душистого колоска.

Поверхность почвы с мелкими кустиками и большими запасами органических остатков долгое время весной остается избыточно увлажненной. В результате создаются условия анаэробности и растительные остатки плохо разлагаются, сохраняясь в виде аморфной массы до следующего года. Слой полуразложившихся органических остатков из года в год увеличивается.

В дальнейшем заболачивание и оглеение почвы усиливается. Профиль ее будет состоять из четырех горизонтов: дернового, подзолистого, орштейнового и глеевого. Такую почву называют дерново-подзолисто-глеевой.

С этого момента в растительном сообществе появляются осоки, и в первую очередь осока обыкновенная. Эти растения имеют особую рыхлую аэренхиматическую ткань, вследствие чего они способны усваивать воздух атмосферы листьями и корнями. Поэтому осоковое растительное сообщество может произрастать там, где полностью прекращено движение воды и в почвенном растворе содержатся даже закисные формы железа.

Постепенно формируется осоково-разнотравное растительное сообщество, которое хорошо использует большие запасы питательных веществ в почве, а также близко залегающие грунтовые воды. Заболоченный луг в это время мог бы дать сравнительно много сена, но низкого качества и убирать травостой очень трудно.

Появление в сообществе осок следует считать началом болотообразования. Постепенно осоки вытесняют злаки, в том числе и щучку, и образуют чистый травостой. Этой смене растительности способствует также накопление в верхнем слое почвы торфяной массы, сильно угнетающей злаки и разнотравье.

Период развития болота в момент господства почти чистой ассоциации из осок или с небольшой примесью к ним болотного разнотравья составляет низинную стадию. В этот период формируется сначала торфянисто-глеевая почва, а затем торфяно-глеевая.

Низинные болота очень разнообразны по своему внешнему виду и химическому составу почв. Несмотря на то, что в них концентрируются большие запасы питательных веществ, они дают невысокие урожаи сена низкого качества. В ранний период развития молодые низинные болота заняты или сплошным покровом, или куртинами осок обыкновенной с примесью болотного разнотравья (гравилата ручейного, лютика едкого, хвоща лугового, зубровки и полевицы белой). Среди зарослей осок часто можно встретить округлые кусты ив, иногда чахлые березы и осины. Такие заболоченные участки малопродуктивны и чаще всего используются как плохие сенокосы. Если же на них выпасают скот, то «мокрый луг» быстро превращается в сильно закоряченный и заболоченный участок, непригодный для хозяйственного использования.

В дальнейшем в болотных растительных сообществах одни виды осок заменяются другими. На определенной стадии развития болота сильно разрастаются осоки дернистая и своеобразная, среди которых по мочажинам растет осока пузырчатая и ольха черная. В этой стадии болото сильно закорячено, имеет резко выраженный нанорельеф, создающий благоприятные условия для развития зеленых мхов, из которых наиболее распространены *Drepanocladus vernicosus*, *D. aduncus*, *Acrocladium cuspidatum*.

К этому периоду торф достигает большой мощности. Основная часть питательных веществ сосредоточивается в торфяной массе и становится недоступной растениям. В связи с этим начинает развиваться менее требовательная к питательным веществам растительность: зеленые мхи, осоки нитевидная и бутылчатая. В это растительное сообщество проникают и представители белых мхов. Из разнотравья здесь можно встретить сабельник, козелец и некоторые другие. В этой стадии развития

болото окончательно перестает быть кормовым угодьем. Такой период является переходным. В дальнейшем болото перейдет в верховое с характерным растительным покровом, описанным выше.

Превращение низинного болота в верховое происходит в условиях накопления органического вещества, постепенного заглубления минерального грунта под торфом и прогрессивного уменьшения количества питательных веществ.

Но описанные схемы развития болотных почв являются идеальными. В природе обычно они нарушаются многими неучтенными обстоятельствами. В действительности развитие процесса может происходить и в обратном направлении, несколько другими путями. Заболачивание территории не всегда идет в направлении усиления. Если под влиянием дренажа окружающей местности или сильного разрастания лесных массивов понизится уровень грунтовых вод и их действие ослабнет, то условия для разложения органических веществ станут благоприятнее. В этом случае болотные растения будут вытесняться деревянистой и более требовательной к зольным элементам травянистой растительностью. Этому благоприятствуют также сухие годы, особенно если они следуют один за другим. Разрастание лесной растительности сокращает территорию, занятую болотной растительностью.

Усиление заболачивания под влиянием вырубки леса и лесных пожаров. Так как деревья очень много потребляют и испаряют воды, то под лесными массивами уровень грунтовых вод всегда ниже, чем в окружающей безлесной местности.

Исследованиями Г. И. Танфильева, проводившимися в конце прошлого столетия, доказано, что после вырубки леса на следующий год начинают появляться растения, свойственные избыточно увлажненным местам. Территория зарастает вейником, щучкой, кукушкиным льном и даже белыми мхами.

Но заболачивание после вырубки леса происходит только в том случае, если отсутствует молодая поросль. Действительно, отсутствие леса в определенных условиях способствует заболачиванию местности. Но если после вырубки леса появится и начнет быстро развиваться поросль, то корни растений начнут отсасывать избыток воды, заболачивание прекратится через 10—15 лет и больше не возобновится.

Временному заболачиванию местности способствуют и лесные пожары. От лесного пожара выгорает наиболее влагоемкая органическая часть почвы, т. е. лесная подстилка и даже верхняя часть гумусного слоя. Подстилка и перегной в северных почвах не только увеличивают влагоемкость почвы, но и содержат много зольных элементов (кальция, магния, калия, фосфора), препятствующих развитию олиготрофных болотных растений. После пожара влагоемкость почвы резко уменьшается.

Образовавшаяся зола пожарища временно создает щелочные условия, способствует передвижению гумуса и диспергирует минеральную часть почвы.

Все эти условия при наличии дождей вызывают выщелачивание верхнего слоя почвы, что создает благоприятные условия для развития мхов и печеночника маршанции. Затем поселяются щучка или белоус в зависимости от богатства почвы и, наконец, появляются куртины сообщества сфагновых мхов — явно болотных растений.

Образование болот на склонах. Болота на склонах не занимают больших территорий. Обычно они тянутся узкой каймой в самой нижней части склонов, в поймах и иногда в широких плоских понижениях, оканчивающихся балками или небольшой речкой.

Избыточное увлажнение пониженных частей склонов связано с выходом грунтовых вод или с притоком вод с поверхности. В том и другом случае протекающие воды богаты элементами зольного питания. Грунтовые воды, пройдя через толщу почвы и минерального грунта водораздельной части территории, обогащаются бикарбонатами и фосфатами, частично сульфатами кальция, магния и калия. В них содержится небольшое количество и других солей — нитратов и хлоридов. Поверхностные же воды, стекающие со склонов, кроме того, обогащаются минеральными и полуразложившимися органическими веществами. Медленно движущиеся грунтовые и поверхностные воды заболачивают пологие склоны и шлейфы, где развивается специфическая болотная растительность. В нижней части склона преобладает черная ольха, которая иногда образует небольшие леса. Возвышения, кроме деревьев, заняты хмелем, крапивой, кустами малины, папоротником, а мочажины между деревьями — лесным камышом и таволгой вязолистной. Часто встречаются кипрей и дягиль. Много земляного чая и селезеночника. Реакция верхнего слоя почвы в этих местах близка к нейтральной.

Гумусный оторфованный слой имеет темно-коричневую окраску, содержит 40—70% органических веществ, достигает мощности 20—25 см и более. Ниже гумусового слоя начинается сизая масса глея. Переход одного горизонта в другой чаще всего постепенный.

В зарослях ольхи по протокам воды иногда можно встретить окристые отложения железа и даже болотной руды. Верхние части склонов таких болот заняты еловыми или березовыми избыточно увлажненными лесами. В чистых еловых насаждениях в приземном слое много листовых и зеленых мхов, хвоща лесного и папоротника. Травяной покров осветленных мест состоит из сныти, гирчи и дягилей с редкими кустами вейника лесного и одиноко стоящими кустами щучки. В подлеске преобладают

рябина, бересклет, бузина, крушина ломкая, ольха серая. Вся территория имеет заметные признаки избыточного увлажнения, вызываемого выпотеванием или высоким уровнем грунтовых вод.

На более крупных склонах с обедненными почвами ольховые болота обычно окаймлены вторичными березовыми зарослями. В этих местах береза не достигает большой высоты и имеет поверхностно стелющуюся корневую систему. Из травянистых растений среди березняков встречаются таволга и лесной камыш меньших размеров, чем в нижней части склона. Кроме того, здесь имеются заросли осок, местами щучки, вейника и хвоща лесного. Из кустарников встречаются малина, иногда ежевика, крушина, рябина, реже ирга.

При вырубке березняков часто эту территорию занимает ольха серая примерно с таким же составом травянистых растений, как и под пологом березы.

Образование болот в результате зарастания водоема зависит от его особенностей (размер, форма, состав воды и т. д.) и окружающих условий.

Наиболее распространенной формой зарастания водоема является постепенное заиливание в результате делювиальных потоков со склонов, или впадения в него реки, несущей иловатый материал, или совместно потоками и рекой.

С момента образования водоема в нем появляется планктон из водорослей, дафний и других мелких растений и животных. В дальнейшем начинают размножаться насекомые и потом рыбы. Затем с краев и на дне водоема появляются травянистые растения.

В глубоких частях водоема, где относительно мало света, развиваются сине-зеленые водоросли, а где света больше — зеленые водоросли. Ближе к берегу преобладают харовые водоросли и роголистник, еще ближе начинается зона рдестов, потом зона кубышки и белой лилии с красивыми цветами, крупными плавающими листьями и с мощными корневищами.

Непосредственно у берега размещаются заросли куги, тростника или рогоза, а также трифоли, белокрыльника, водяных укропов и поручейников. Далее следует зона осок с примесью сусака, местами ив, плакун-травы и хвощей. Сообщество крупных осок переходит в сообщество мелких осок и заканчивается на склоне зарослями щучки и ольхи серой.

С уменьшением глубины водоема сначала исчезают сине-зеленые водоросли, потом зеленые водоросли, харовые водоросли, роголистник и т. д. Постепенное смещение прибрежных растительных группировок будет происходить по направлению к центру водоема.

Наконец наступит момент, когда весь водоем заполнится сарепелем и зарастет сообществом осок, т. е. более сухолюбивыми

растениями. Рано или поздно зарастающий водоем перейдет в низинное болото, потом в переходное и даже верховое.

В определенный период зарастания водоема, т. е. когда он окончательно заполнится органо-минеральными отложениями, вместо сообщества крупных осок могут появиться заросли манника водяного и трезубки. С участка, заросшего этими растениями, собирают с гектара по 100 ц сена относительно хорошего качества. Высыхающие части этого болота затем покрываются чистыми зарослями пырея ползучего, дающими с гектара по 50—60 ц сена высокого качества.

В разобранным случае водоем зарастает снизу. Но он может зарастать и сверху. Чаще всего это наблюдается там, где общий питательный режим водоема небогат: малый подток грунтовых вод, а питательные вещества, вымываемые с водоразделов, большей частью задерживаются на плейфах. В этом случае на водоем наступают с берегов трифоль, белокрыльник, осока нитевидная, сабельник и сфагновые мхи.

Непосредственно у берега образуется наплавина, которая постепенно продвигается все дальше к центру водоема. Наплавина может его закрыть полностью, но часто образует открытое водное зеркало, в котором растут лилии и рдесты. Наплавина представляет собой своеобразный плотный ковер, достигающий различной толщины, иногда 1 м и более. Она образует избыток, хотя часто выдерживает человека.

Зарастание озера подчиняется определенной закономерности. В Прибалтике, например, зарастание озера начинается всегда с северо-западной стороны, откуда дуют господствующие ветры.

Во всех случаях озера начинают зарастать со стороны господствующих ветров.

Иногда после периода зарастания начинается обратный процесс. Разрастающееся озеро легко обнаружить по обрывистым торфянистым берегам и наклоненным в сторону озера деревьям. Зарастающие озера имеют наплавины, а деревья, растущие вокруг озера, стоят вертикально.

Под наплавиной озера располагается мутта, т. е. органические остатки, по которым еще можно узнать, из какого растения они образовались. Ниже мутты залегает сапропелевый торф и, наконец, сапропелит. По мере зарастания такого водоема и вытеснения воды органическими аморфными веществами наступит момент, когда вода будет полностью вытеснена и болото станет или переходным, или верховым.

Образование плавней и заболоченных лиманов. Большие реки (например, Волга, Днепр, Дон, Кубань, Терек) в местах впадения в море образуют плавни, заросшие тростником, кугой, рогозом, куда заносится много наилка и где движение речной воды прекращено или сильно замедлено. Благодаря наилку

здесь имеется богатый субстрат для гидрофильной растительности.

По мере отложения рекой наилка плавни выдвигаются дальше в море, а их более старая часть высыхает и превращается в луговые угодья. Особенность таких заболоченных мест состоит в том, что во время сильных дующих с моря ветров в плавни попадает морская вода. Поэтому среди растений здесь можно встретить представителей морских побережий.

Особенно много кальцефильной и даже солевывосливающей растительности встречается на высыхающих и высохших плавнях. В дельте Дона, например, растительность лугов, заливаемых водой, нагоняемой ветрами, состоит преимущественно из пырея ползучего, спаржи, солодки мохнатой и бескильницы с участием кермека в разнотравье. Присутствие бескильницы и кермека указывает на наличие в почвенном растворе хлоридов и сульфатов.

Несмотря на высокие урожаи и хорошее качество сена, плавни не всегда можно использовать как сенокосное угодье вследствие неожиданных паводков, сводящих на нет затраченный труд. Их чаще используют под выпас. Но при условии обвалования со стороны моря плавни могут быть ценнейшими угодьями.

Под лиманами понимают избыточно увлажненные, но не с резко выраженным заболачиванием места вблизи рек в зоне сухих и полупустынных степей. Обычно на них бывают заросли из пырея ползучего, осок, бекманий, иногда тростника, камыша, вейников. Лучшие участки используют как сенокосные угодья.

Использование заболоченных земель. Лишь немногие заболоченные земли дают высокие урожаи сена хорошего качества. Большинство болот представляют собой мелиоративный фонд, требующий осушения. При составлении проекта по организации территории землеустроителю следует учитывать особенности заболоченных земель, как мест, потенциально богатых питательными веществами, особенно азотом, иногда фосфором и кальцием.

Земли осушенных болот должны быть включены в сельскохозяйственные угодья, как одни из самых плодородных, на которых можно организовать севообороты, высокоурожайные луга и пастбища. Трансформация заболоченных земель в пахотные угодья укрепит кормовую базу хозяйств, увеличит выход органических удобрений, повысит эффективность применения минеральных удобрений и повлияет на общее повышение плодородия почв в полевых севооборотах. Вот почему в землеустроительном проекте необходимо стремиться предусмотреть осушение и вовлечение в пашню заболоченных земель и особенно низинных болот.

В первые годы освоения низинные болота выгоднее использовать под посевы трав и только после этого под другие культуры: зерновые, овощные, коноплю и др.

Если болотом занята большая площадь, то при организации территории этот участок следует выделить, так как посевы на нем могут страдать от заморозков; система удобрений на осушенных заболоченных землях должна быть иная, чем на других площадях. Если площади болота малы и с большим трудом поддаются осушению, то их осушают лишь в том случае, если они мешают созданию правильной конфигурации полей севооборота.

Торф низинных болот используется как удобрение. Лучшие результаты дает приготовление торфяных компостов с фекалиями, навозом, известью, золой с добавлением фосфорита, суперфосфата, калийных солей.

Основные минеральные удобрения для осушенных низинных болот — калийные соли и небольшие количества навоза или торфофекалия, иногда фосфоритная мука для активизации биологических свойств почвы. С этой же целью вносят фосфоробактерии и нитрагин. Торфяные почвы бедны микроэлементами (медь, марганец, магний, молибден, бор). Недостаток этих веществ вызывает заболевания многих растений.

Из силосных культур на низинных болотах хорошие урожаи дает кукуруза. Но следует учитывать, что эта культура может страдать от заморозков. На болотной почве можно выращивать семенной картофель, который затем на минеральной почве дает высокие урожаи. Здесь хорошо растут овощи.

Травосмесь для залужения осушенных болот должна состоять из клевера красного, овсяницы луговой и тимopheевки или из клевера красного и костра безостого. Если осушенное болото отводится под пастбища, то травосмесь может состоять из клевера белого и мятлика лугового.

Использование переходных болот под возделывание сельскохозяйственных культур мало чем отличается от описанного выше, только применение минеральных удобрений несколько иное. Почвы переходных болот содержат меньше кальция, калия, иногда фосфора, чем низинные. Реакция их почвенного раствора более кислая. Поэтому в эти почвы надо вносить навоз, иногда азотные удобрения, известь, фосфоритную муку и особенно калийные соли. Очень хороший эффект дает зола, даже торфяная. Малозольный торф переходных болот иногда используют на топливо.

Верховые болота служат источником для добычи плохо разложившегося и даже совершенно неразложившегося мало-зольного торфа на топливо и подстилку скоту.

Обладая большой поглотительной способностью, торф верхового болота, используемый в качестве подстилочного материала, затем дает ценное удобрение.

Верховые болота после их осушения могут быть использованы также и под сельскохозяйственные культуры. При этом следует учитывать бедность верхового торфа магнием, калием и фосфором. Азот в нем недоступен растениям. Торф верховых болот имеет очень кислую реакцию и содержит мало микробов. Поэтому после осушения такого болота приходится снимать весь неразложившийся слой торфа (очес) и использовать его в подстилку на птицефермах или для изготовления изоляционных плит. Оставшуюся после снятия очеса торфяную почву тщательно разрабатывают и удобряют большим количеством навоза, извести, калия и фосфора. Вместо извести можно применить доломитовую муку, которая, кроме кальция, содержит магний. Высокий эффект дает применение бактериальных удобрений.

При решении вопроса об осушении болот надо подсчитать экономическую эффективность этого мероприятия, оплату значительных затрат труда и средств на мелиоративные работы.

Довольно сложно использовать болота, образовавшиеся вследствие зарастания водоема. Чаще всего используют сапропель этих болот в качестве удобрения на полях, иногда для технических целей и навозной жижи. Использование болот на местах бывших водоемов под возделывание сельскохозяйственных культур возможно только в том случае, если они целиком заполнены органическим веществом с большой примесью минерального напласта.

Осушенные плавни всегда можно использовать в сельском хозяйстве. Как правило, они не имеют торфа. Их минеральный ил богат всеми видами питательных веществ. После осушения получают структурные, хорошо проветриваемые почвы, на которых с успехом можно выращивать сельскохозяйственные культуры. Так же могут быть использованы и лиманы.

Глава 20. СЕРЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЧВЫ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Между зонами дерново-подзолистых почв и черноземов расположены серые лесные почвы. Полосой в 100—300 км эта зона протянулась от западных границ СССР к востоку. Местами серые лесные почвы в подзолистой и черноземной зонах образуют замкнутые контуры. Лесостепные почвы расположены по линии Львов, Киев, Чернигов, Курск, Орел, Рязань, Горький, Казань, Свердловск. В Сибири эти почвы встречаются в районах Омска, Новосибирска, Томска, Красноярска, Иркутска, Читы и небольшими пятнами близ Благовещенска. Серые лесные почвы занимают 3,2% территории нашей страны.

Климатические условия этой зоны весьма разнообразны. На западе климат умеренно холодный и достаточно влажный.

По мере продвижения на восток континентальность его возрастает, особенно в пределах Читинской области. В районе Благовещенска климат несколько мягче.

Средняя годовая температура в зоне серых лесных почв на Украине близка к 7° , а в Чите — не выше $-4,5^{\circ}$. Средняя температура июля на всем протяжении почти одинакова ($19-20^{\circ}$). Но средняя температура января на Украине — 6° , а в Читинской области — $30-33^{\circ}$. Безморозный период на Украине продолжается 250 дней, а в Сибири — 180. Сумма годовых осадков в среднем за ряд лет на западе 580 мм, а на востоке 300 мм. Однако распределение осадков по временам года благоприятнее на востоке. Считают, что в лесостепи осадков за год выпадает столько, сколько испаряется воды с открытой поверхности (Вильд). Поэтому водный баланс этой зоны весьма благоприятен для получения высоких и устойчивых урожаев.

В западной части зоны (Киев) зимой погода относительно теплая: морозы достигают не более $15-20^{\circ}$. Лето здесь продолжительное и теплое, достаточное для выращивания теплолюбивых культур (виноград и арбузы). В восточной части зоны зима более суровая. Но климатические условия в вегетационный период и здесь благоприятны для произрастания многих сельскохозяйственных культур.

Область серых лесных почв, за исключением Западно-Сибирской низменности, имеет типичный эрозивно-волнистый рельеф, с резко выраженным мезорельефом и местами микрорельефом.

На западе лесостепная зона включает Воыноподольскую и Приднепровскую возвышенности, а на левобережье Днепра — часть Днепровских террас, Днепровскую низменность, Полтавское плато и далее часть Средне-Русской и Приволжской возвышенностей, Уфимское плоскогорье и плато Высокого Заволжья.

В сполуженно-равнинной Западно-Сибирской низменности типичных лесостепных почв нет. Они встречаются небольшими пятнами в предгорьях Алтая и Саян, на южной окраине Сибирского плоскогорья, в Минусинской и Кузнецкой котловинах и далее в районе Нерчинска и Селенги. Следовательно, во всех частях лесостепной зоны нет ровного рельефа. Даже равнины Рязанской, Тульской, Горьковской областей сильно расчленены оврагами и балками.

Почвообразующими породами в западной части лесостепья служат преимущественно лессовидные суглинки с преобладанием в них частиц размером от 0,01 до 0,05 мм и с невысоким содержанием карбонатов в более дисперсной части почвы. В центральной части зоны распространены покровные суглинки, близкие по своим свойствам к лессовидным, но без содержания в них карбонатов. В Поволжье и Заволжье широко распространены элювиально-делювиальные глины. Моренных отложений и

коренных пород в лесостепи мало. Небольшие пятна серых лесных почв, залегающих на суглинистой морене, встречаются, например, в Михайловском районе Рязанской области.

Растительность. Современная лесостепь очень сильно распахана. Естественная растительность сохранилась только в заповедниках, и небольшие рощи бывших лесов остались на водораздельных плато, склонах и по балкам. Растительность лесостепей формировалась под влиянием неоднократной смены сообществ широколиственных лесов и луговых степей. Именно это и дало основание называть данные места лесостепью. На основании изучения исторических картографических материалов установлено, что еще до начала развития земледелия вся область лесостепей была покрыта широколиственными лесами, среди которых по осветленным полянам располагалась растительность луговых степей. Территориально луговые степи были больше распространены по южной границе лесов и местами в форме вытянутых клиньев далеко вдавались на север в лесные массивы. Леса и лугостепи меняли свое местоположение, создавая в целом лесостепь. Широколиственные леса состояли преимущественно из дуба летнего с участием липы, ясеня, клена и режы вяза.

Особенностью широколиственных лесов является то, что они вовлекают в биологический круговорот большое количество кальция и азота, значительное — калия, магния, фосфора и некоторых других элементов. Но взятые из почвы за вегетационный период указанные вещества такие леса ежегодно возвращают в почву с опадом и с отмирающими деревьями.

После разложения мертвого органического вещества такие основания, как кальций, калий, магний и др., образуют в почве минеральные соли, а также соли с органическими кислотами, благодаря чему в широколиственных лесах в почве не создается резко кислой реакции ($pH=5-6,5$). При этом почвы обогащаются гумусом и в них создается хорошо выраженная структура. В дубовых лесах, как только сойдет снег, начинают быстро развиваться весенние эфемеры: медуница, хохлатка, появляются куртины ветрениц, гусяного лука. Венчики этих растений окрашены в желтые, розовые и фиолетовые тона. Но красочность весенних эфемеров в лесу бывает только до распускания листьев орешника, бересклета, крушины и основных растений дуба, клена, липы и др. Когда лес покрывается листвой, создается зеленый травяной покров, среди которого мелькают белые неокрашенные венчики сныти, мятлик лесной, осока волосистая, ясенник пахучий, звездчатка лесная и воронец. В тенистых местах разрастается копытень. Многоярусность корневых систем древесной растительности, кустарников и трав позволяет лучше использовать почвенную влагу, элементы зольного питания. Яркая зелень лесов сохраняется до осени.

В лесостепи на открытых местах наблюдается иная картина; эти места занимает травянистая растительность, состоящая из ковылей, типчака, степной тимopheевки, корневищных злаков — коостра прямого, пырея, мятликов лугового и узколистного и степных овсов. К злакам примешивается осока низкая и большое количество яркоцветущего разнотравья. Основные представители этой группы растений — шалфей луговой и пониклый, земляные орешки, тысячелистник, сон-трава, вероника, ветреница дубровная, горичвет. Здесь произрастает много бобовых — язвенник обыкновенный, клевер горный и луговой, поляница, эспарцет виколистный, лядвенец.

По северной границе серых лесных почв в травяных растительных сообществах участвует больше представителей луговых растений, по южной, наоборот, степных. Среди травянистой растительности в лесостепи встречается много куртин с кустарником из терна, дикой вишни, крушины слабительной, дерезы. Перечисленные растения, как древесные, так и травянистые, создавали большое количество различных растительных сообществ лесостепи.

Генезис серых лесных почв. В. В. Докучаев считал, что эти почвы образовались под широколиственными лесами и существуют искони. Следовательно, являются зональными. Но он допускал также возможность их образования под влиянием надвигания леса на черноземные почвы.

С. И. Коржинский доказывал, что эти почвы образовались вследствие надвигания леса на степь, т. е. деградации черноземных почв под влиянием лесной растительности и перехода черноземов в серые почвы. Однако многие исследователи подвергли взгляды Коржинского критике. В. И. Талиев, например, привел данные, доказывающие, что в европейской части нашей страны лесов в прошлом было значительно больше, чем теперь. Леса занимали места, занятые теперь черноземными почвами, т. е. степями. Лесные сообщества были характерными и широко распространенными сообществами в этих местах. Но в дальнейшем леса были вырублены. Поэтому проф. В. И. Талиев полагает, что степи расширяются вследствие уничтожения леса, т. е. процесс почвообразования идет в направлении превращения подзолистых почв в серые лесные, а серых лесных в черноземные.

По мнению В. Р. Вильямса, территория лесостепных почв в прошлом была покрыта широколиственными лесами, которые, в отличие от хвойных, значительно меньше оподзоливают почву, а на карбонатных породах могут даже накопить много гумуса и зольных питательных веществ. Однако усиливающееся влияние степей отесняло к северу лиственные породы, в результате чего дерновый процесс затухал, признаки подзолообразования исчезали. После вырубки леса обнажаются почвы, в которых дерновый процесс как бы незавершен. В связи с этим

интересными являются соображения, высказанные Ю. Г. Саушкиным. Сопоставление почвенных карт начала XVII в. и современных по районам Курской и Воронежской областей дало возможность Ю. Г. Саушкину установить, что там, где были в прошлом леса, теперь эти места покрыты черноземными почвами. Вся Средне-Русская возвышенность в прошлом имела лесо-луговой ландшафт. Большая ее часть была покрыта дубравами с характерными для них лесостепными почвами, которые после вырубki леса сравнительно за короткий срок превратились в черноземы. В дальнейшем в результате исследований К. П. Горшенина, Г. М. Тумина и Н. И. Усова оказалось, что облесение черноземов не уменьшает, а повышает содержание в них гумуса. Это подтверждает правильность взглядов о продвижении степей к северу.

Следовательно, лесостепные почвы могли образоваться или в результате продвижения леса к югу, или степи к северу. Но в связи с вырубкой лесов и распахом территории в большинстве случаев происходило продвижение южных вариантов почв к северу.

Возделывание культурных растений резко изменяет гидро-термический режим почв, придавая ему степной характер. Кроме того, распахка больших территорий способствует «проветриванию» почвы, а наличие среди пашни балок и оврагов усиливает иссушение водораздельных пространств.

Однако было бы неправильно делать вывод, что в настоящее время степь надвигается на лес. Расширение площадей под культурной растительностью вносит нечто новое в естественный почвообразовательный процесс: частый оборот пласта и рыхление почв, применение удобрений, механическое воздействие на почву машин и т. д. несвойственны естественному почвообразовательному процессу.

Теперь в лесостепи и других зонах создается новый тип почв — культурный, отличный от природных серых лесных почв и черноземов.

Классификация, морфологические, химические и физические свойства лесостепных почв. Выделяют три подтипа серых лесных почв: светло-серые, серые и темно-серые. Одним из главных и характерных признаков для такого деления служит окраска почв и содержание в горизонте A_1 гумуса. Так, в светло-серых лесных почвах количество гумуса составляет 2—2,5%, в серых — 3—3,5% и в темно-серых — 4—4,5%. Однако от этих средних величин имеются значительные отклонения.

Светло-серые почвы расположены по северной границе зоны, темно-серые — по южной и серые занимают центральную часть.

В светло-серой почве горизонт A достигает мощности 20 см, в сухом состоянии светло-серый, рыхловатый с пылевато-комковатой структурой. Горизонт A_2 светлее верхнего, неравномерно

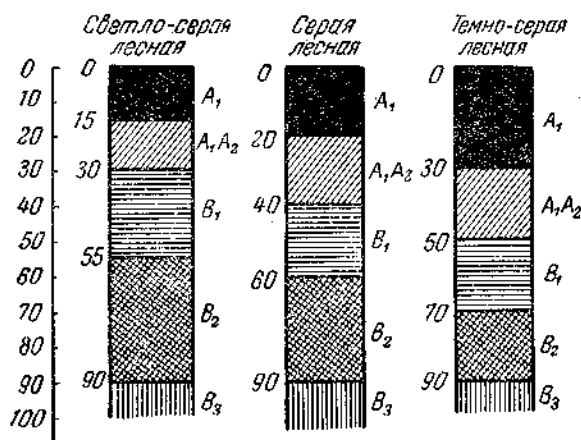


Рис. 24. Схема строения серых лесных почв.

окрашен, его мощность 15—20 см, чаще всего имеет ореховатую структуру. По граням структурных отдельностей отчетливо видна белесая кремнеземистая присыпка. Иногда можно обнаружить примазки гумуса. Переход в горизонт *B* довольно резкий. Горизонт *B* коричнево-бурый с острогранно-ореховато-призматической структурой, довольно плотный. По граням структурных отдельностей заметны натеки гумуса, исчезающие книзу. Видны также «языки» с кремнеземистой присыпкой толщиной 1 мм. Горизонт *B*₂ буровато-палевый, довольно плотный, слегка трещиноватый, с неявно призматической структурой.

Верхний горизонт серых почв в сухом состоянии имеет серую окраску. Их структура выражена яснее, чем светло-серых почв, мощность горизонта *A* 20—25 см, *A*₂ — 10—15 см. На глубине 130—150 см эти почвы часто вскипают от действия соляной кислоты или имеют выцветы карбонатов. На склонах оврагов на той же глубине карбонаты иногда скопляются в форме вытянутых «тяжей». В остальном они схожи со светло-серыми почвами.

Темно-серые почвы в сухом состоянии имеют темно-серую окраску. Переход в горизонт *B* постепенный. Горизонт *A*₂ в них отсутствует. Горизонт *A*₁ достигает 30—40 см. Структура отчетливо ореховато-зернистая. Кремнеземистая присыпка в виде тонкой припудренности. Горизонт *B* бурый, сверху по граням структурных отдельностей заметны натеки гумуса, отмечается резкая трещиноватость. Вскипание начинается с глубины 100—120 см или несколько ниже.

По химическому составу лесостепные почвы занимают промежуточное положение между подзолистыми почвами и черноземами.

Содержание гумуса в лесостепных почвах резко уменьшается по профилю книзу. Например, в пахотном горизонте количество гумуса достигает 3,2%, а на глубине 25 см — 1,5—2%.

Так как эти почвы большей частью образовались на суглинистых и глинистых отложениях, то они имеют достаточно большой поглощающий комплекс (емкость поглощения определяется в 25—35 м.-экв. на 100 г почвы, причем даже нижние горизонты обладают емкостью в 25—30 м.-экв.).

Среди поглощенных оснований их поглощающего комплекса преобладает кальций, но имеется также и магний. Кроме того, в состав поглощающего комплекса лесостепных почв обязательно входит ион водорода (К. К. Гедройц). Степень насыщенности этих почв основаниями составляет 75—85%.

Серые лесные почвы обладают слабокислой или почти нейтральной реакцией (рН водной вытяжки равен 5,5—6,5, а солевой — 5—6).

В верхних горизонтах наблюдается слабое накопление кремневой кислоты, а в горизонте В — полуторных окислов.

Темно-серые почвы отличаются от серых и светло-серых более высоким содержанием гумуса, азота, фосфора и калия, менее выраженным иллювиальным горизонтом и большей насыщенностью основаниями.

Светло-серые почвы содержат несколько меньше питательных веществ растений, имеют меньшую емкость поглощения, несколько более кислую реакцию, хорошо выраженный иллювиальный горизонт и относительно повышенное содержание кремневой кислоты в верхнем горизонте.

Таблица 26

Валовой состав темно-серых слабоподзоленных лесостепных почв в процентах от прокаленной почвы для левобережья р. Цны (по Тумину, 1915—1916 гг.)

Горизонт	Глубина (см)	CO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
A ₁	1—5	—	0,25	0,13	80,30	1,67	0,68	4,43
A ₁ A ₂	20—25	—	0,06	0,08	75,19	1,39	0,83	5,32
A ₂ B	40—45	—	0,22	0,10	75,35	1,35	0,85	5,69
B	80—85	—	0,17	0,08	77,55	1,15	0,54	5,79
B	130—135	—	0,88	0,05	77,18	1,16	0,95	5,69

Продолжение

Горизонт	Глубина (см)	Al ₂ O ₃	Сумма R ₂ O ₃	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	Сумма
A ₁	1—5	8,91	13,3	0,33	2,32	1,31	100,33
A ₁ A ₂	20—25	9,38	14,7	0,27	2,39	1,26	100,41
A ₂ B	40—45	11,93	17,62	0,23	2,71	1,23	99,66
B	80—85	10,97	16,76	0,33	2,51	1,26	100,36
B	130—135	10,85	16,51	0,39	2,31	0,96	99,72

Содержание гумуса, поглощенных катионов и механический состав серых слабоподзоленных лесостепных почв Старожидовского опытного поля Рязанской области (по данным Ишинецкого)

Горизонт	Глубина (см)	Гигроско- пичность (%)	Гумус (%)	Поглощенные катионы (м.экв.)			Механический состав (%) (подготовка к анализу кипячением)			
				Ca	Mg	сумма	размер частиц (мм)			
							> 1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01
A ₁	0-10	3,87	3,35	16,77	4,46	21,23	Нет	1,05	4,00	45,13
A ₁	10-18	2,07	3,01	—	—	—	—	—	—	—
A ₁ A ₂	22-32	4,20	2,30	22,48	7,93	30,51	Нет	0,38	3,44	40,89
A ₂ B ₁	38-47	5,00	1,46	—	—	—	—	—	—	—
A ₃ B ₂	62-72	5,46	0,98	—	—	—	—	—	—	—
B ₂	85-94	5,82	0,57	20,70	11,41	32,11	Нет	0,30	3,49	37,54
B ₂	120-130	4,48	0,42	—	—	—	—	—	—	—
B ₃	173-183	3,21	0,22	12,84	4,96	17,80	Нет	1,98	7,42	61,20
							Нет			29,40

Механический состав большинства лесостепных почв тяжело-суглинистый и глинистый. Данные механического и химического состава лесостепных почв приведены в таблицах 26 и 27.

Из таблицы 26 видно, что в лесостепных почвах содержание полуторных окислов, а следовательно, и коллоидов увеличивается книзу. Кремневая кислота накапливается (относительно) в горизонте А. Количество окиси кальция несколько больше в верхнем горизонте, как и P_2O_5 . Остальные вещества по профилю почвы распределяются равномерно. Механический состав утяжеляется книзу до малоизмененной почвообразованием породы (B_3).

Очень характерны для серых лесных почв и агрохимические показатели. Сумма поглощенных оснований для почв Старожиловского опытного поля до глубины 1 м постепенно увеличивается. Это связано с увеличением процента глинистых частиц. Запас гумуса заканчивается на глубине 50 см, но некоторая его часть просачивается главным образом по граням структурных отдельностей до глубины 1 м и более. Эти почвы имеют $pH = 5-6,5$.

Только что вышедшие из-под леса лесостепные почвы обладают достаточно прочной структурой и высокой скважностью, хорошо впитывают и удерживают влагу. Они хорошо воздухопроницаемы и воздухоемки, но вследствие неполного насыщения поглощающего комплекса в них относительно мало гумуса. При обработке эти почвы приобретают пылевато-комковатую, иногда глыбистую структуру, и после дождей на их поверхности образуется корка. С ухудшением физических свойств этих почв дождевые воды легко смывают пылеватые и глинистые частицы и выносят их с возвышений в пониженные места. Так как лесостепные почвы большей частью расположены на водораздельных плато или всхолмлениях (Средне-Русская возвышенность), то зона их расположения является областью максимального проявления эрозионных процессов.

Повышение производительности серых лесных почв и задачи землеустройства. Чтобы повысить производительность серых лесных почв, необходимо прежде всего создать условия для прекращения водной эрозии и систематически применять комплекс агротехнических мероприятий для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Значительная эродированность серых лесных почв в нашей стране возникла в эпоху феодализма. Тогда, по-видимому, и сформировался сильно расчлененный, с множеством балок и оврагов своеобразный рельеф. Особенно сильно проявилась эрозия после реформы 1861 г., когда помещикам отрезали лучшие земли, а крестьянам оставили крутые склоны балок, речных долин, верховья рек и другие неудобные участки. Распашка таких земель неизбежно вызывала сильнейшую эрозию.

Одним из важнейших мероприятий по борьбе с эрозией является организация на территории колхозов и совхозов защитных и водорегулирующих лесных полос перпендикулярно направлению движения воды. В европейской части Союза такие лесные полосы могут быть заложены не только в виде обычных лесных полос, но и в виде садовых насаждений. В отдельных случаях хорошие результаты дают посевы быстро задерновывающих почву трав, например мятлика обыкновенного и лугового, пырея корневищного и бескорневищного, костра безостого, полевицы, овсяницы луговой с клевером белым и красным.

Большое значение имеет освоение правильных севооборотов и применение специальной агротехники. На смытых почвах вводят противоэрозионные севообороты с многолетними травами (клевер).

Необходимо проведение также мероприятий для задержания стока воды: снегозадержание, регулирование снежного покрова, глубокая пахота поперек склонов, лущение стерни, подъем зяби, весеннее боронование зяби и озимых, культивация почв, способствующая впитыванию дождевой воды в почву. Водный режим почв можно регулировать устройством водоемов с окаймлением их лесными насаждениями.

Важнейшее значение имеет весь комплекс агротехники возделывания сельскохозяйственных культур, способствующий повышению их урожайности. Если почву дружно покроют весной всходы, то она будет защищена от ударов дождевых капель и стекания размывающих мелких струек воды. В дальнейшем хорошо развитые растения притеняют почву и защищают ее от размывания. При возделывании пропашных культур нужно применять квадратно-гнездовые посевы, значительно уменьшающие смыв почвы.

Серые лесные почвы хорошо отзывчивы на внесение навоза и навозно-торфяных компостов. Удобрение навозом значительно повышает урожай сельскохозяйственных культур, причем его последствие наблюдается в продолжение 5 лет. Хороший результат дает известкование, особенно при культуре кальцефильных растений (например, бобовых). Так как в серых почвах мало нитратов, то внесение в них азотистых удобрений дает большую прибавку урожая. В европейской части Союза серые лесные почвы отзывчивы на внесение фосфоритов, суперфосфата, костной муки. В серых лесных почвах Сибири иногда бывает большой запас подвижных форм фосфора, поэтому внесение фосфорных удобрений не дает желаемых результатов. Что же касается калийных удобрений, то на суглинках, какими в большинстве случаев являются серые лесные почвы, хороший эффект получают только при одновременном внесении калийных, азотных и фосфорных удобрений. Легкие по механическому

составу лесостепные почвы отзывчивы на внесение калийных солей.

Минеральные удобрения в течение всей ротации дают значительное повышение урожаев в том случае, если в севооборот вводятся в разумном размере посевы клевера или клевера с тимофеевкой.

Серые лесные почвы, сформированные на покровных и лесовидных суглинках, пригодны для широкого развития садоводства. Они достаточно богаты, обладают хорошей водо- и воздухопроницаемостью даже на большой глубине. В них нет уплотненного горизонта, содержится сравнительно немного карбонатов, что является хорошим условием для произрастания яблони, вишни, малины, смородины, крыжовника, земляники, а также сливы и груши.

Глава 21. ЧЕРНОЗЕМЫ ЛУГОВЫХ И ЦЕНТРАЛЬНЫХ СТЕПЕЙ

Черноземы — богатые перегноем почвы, имеющие нейтральную, иногда очень слабую щелочную реакцию с $pH = 7,2$. Они образовались в условиях степного климата под воздействием преимущественно ксерофильно-злаковой растительности, при специфических условиях жизнедеятельности микроорганизмов, с участием червей, насекомых и степных животных.

Черноземные почвы в нашей стране занимают довольно большую территорию. От западной границы (Львов и Кишинев) линия черноземов проходит через Харьков, Воронеж, Куйбышев, смещаясь в районе Урала к Оренбургу. В Сибири она идет через Кустанай и Петропавловск до Барнаула. Небольшими островками черноземы встречаются в районах Минусинска, Красноярска, Иркутска и Читы. От западных границ Союза до Воронежа линия черноземных почв идет по 47-й параллели, а в Предуралье и Сибири — по 53. Небольшие площади черноземных почв встречаются на Кавказе, в горных районах Среднеазиатских республик и в Крыму.

Черноземы занимают 8,6% территории нашей страны, а с учетом темно-каштановых почв, которые по агрономическим свойствам схожи с южными черноземами, — 10%.

В климатическом отношении черноземная зона неодинакова. Северная часть ее более влажная, чем южная; западная влажнее, чем восточная. В западной части зона характеризуется теплым летом, умеренно холодной зимой, отсутствием низких температур в январе, а в восточной части — жарким летом и холодной зимой. Если на западе безморозных дней в среднем 250, то на востоке только 190.

Среднее количество осадков в западной части черноземной зоны 500 мм, в восточной — 350. По отдельным районам этот по-

казатель сильно варьирует. Так, в предгорьях Кавказа количество осадков достигает 600 мм, а на востоке Сибири — только 300. На севере европейской части зоны выпадает 500 мм, на юге — 350. Для Сибири эти показатели равны соответственно 400 и 250 мм.

Климатические условия черноземной зоны Сибири характеризуются резко выраженной континентальностью, но вместе с тем осадки здесь выпадают в основном в вегетационный период. Поэтому, несмотря на относительно малое количество выпадающих осадков, засухи в Сибири наблюдаются реже, чем в европейской части СССР.

Согласно исследованиям В. К. Давыдова, в черноземной зоне количество осадков немного превышает испарение влаги. Это объясняется сильным увлажнением почвы весной. Летом влаги часто не хватает, причем северная часть зоны в этом отношении относительно благополучнее.

Рельеф и почвообразующие породы. Основная часть черноземов расположена на равнинном рельефе. Однако во многих районах имеется резко выраженный мезорельеф и микрорельеф в виде балок, оврагов и степных блюдц. Черноземную зону пересекают многие реки, образующие местами обширные долины. Там, где черноземы близко подходят к горам и к местам выхода на поверхность коренных пород, рельеф приобретает волнистый характер.

Западная часть черноземной зоны расположена в так называемой Причерноморской низменности. Здесь широкие, нерасчлененные водоразделы с наличием подов и степных блюдц. Основная порода, на которой формируются черноземы, лессовидные суглинки и лессы, подстилаемые породами третичного периода, реже более древнего и очень редко четвертичного.

Рельеф черноземной зоны на Приазовской возвышенности менее выровнен, на более высоких местах он имеет слегка холмистый характер. Вся возвышенность покрыта лессом, ниже которого залегают граниты и гнейсы.

Наиболее расчленена область Донецкого кряжа с характерным для нее эрозионно-тектоническим рельефом. Основной породой, подстилающей здесь черноземы, является также лесс, особенно на плоских и широких водоразделах. Но вместе с тем здесь широко распространены и продукты выветривания песчаников, глинистых сланцев и известняков.

Юго-восточная часть Средне-Русской возвышенности представляет собой равнину с вытянутыми, часто асимметричными водоразделами, имеющими крутые восточные и пологие западные склоны. Почвообразующие породы на возвышенности — лессовидные суглинки.

В Приволжской расчлененной равнине материнской породой является также лесс, но здесь он недостаточно хорошо отсорти-

рован, так как образовался в результате элювиально-делювиальных отложений, а также при выветривании песков, известняков и мергелей третичного периода. На Ставропольской возвышенности с ее эродированными формами рельефа и на Предкавказской равнине с хорошо выровненным рельефом также широко распространены лессовидные отложения.

В Заволжье рельеф сыртовой равнины представлен в виде увалов с мягкоочерченными склонами и ровными площадями на водоразделах, местами сильно изрезан балочной сетью. Эта равнина покрыта суглинками, лессовидными глинами и отложениями древней Волги.

Западно-Сибирская низменность — это однообразная, почти нерасчлененная равнина с характерными, слабо возвышающимися, ориентированными большей частью к реке Оби гривами — увалами. Вся низменность испещрена замкнутыми западинами, заполненными то пресной, то соленой водой, частью занята заболоченными лугами и болотцами. Нормально увлажненные западины покрыты березо-осиновыми лесами; в Сибири они называются колками.

Основные почвообразующие породы здесь представлены преимущественно третичными отложениями разного механического состава (большей частью глинистые). Наиболее тяжелые третичные глины расположены в межгриwnых понижениях.

Иной характер имеет рельеф Казахской складчатой страны. Эту территорию покрывают мелкие сопки высотой 20—50 м. Материнские породы здесь неоднородны и в большинстве представлены суглинками, часто лессовидными.

В районе Барнаула, Красноярска, Иркутска, Читы и верховьев Амура черноземы расположены на сглаженном рельефе, который, однако, по своей выровненности далек от Западно-Сибирской низменности. Здесь нет замкнутых понижений, но зато есть балки и потяжины. Основные почвообразующие породы — лессовидные суглинки.

Следовательно, крупные массивы равнинных черноземов образовались на лессах и лессовидных породах. Поэтому черноземы, за очень небольшим исключением, имеют тяжелосуглинистый и суглинистый механический состав.

Горные черноземы встречаются обычно в области низких гор на пологих склонах и сглаженном бугристо-холмистом рельефе. Механический состав этих почв довольно пестр, чаще суглинистый, скелетный.

Растительность. Почвы черноземной зоны в настоящее время все распаханы. Естественная растительность сохранилась в заповедниках и по балкам. В прошлом черноземы были покрыты ксерофильной, преимущественно злаковой растительностью с участием представителей мезофильного разнотравья. Ведущее место в травостоях черноземных степей принадлежало дерно-

винным злакам. Корневишных злаков здесь было значительно меньше. Наибольшее распространение из дерновинных злаков имели на севере зоны крупные перистые ковыли, к которым при-мешивалось много разнотравья и бобовых растений с небольшо-м количеством мелких осок. В южной части черноземных степей крупных ковылей было меньше, но зато много мелкого ковыля. На богатых черноземах травостой состоял из ковылей Иоанна и узколистного с участием типчака и диких овсов. Из разнотравья в травостоях встречалось много шалфея лугового, клубники, земляных орешков, горицвета, бобовых представи-телей — эспарцета, язвенника и некоторых клеверов.

Растительность южных степей была болес ксерофильной и, следовательно, менее высокорослой. Здесь находились крупные и мелкие ковыли. Большое место в травостоях занимал типчак. Из разнотравья встречался шалфей пониклый, молочай Же-рарда, подорожник степной, истод хохлатый. Много места зани-мала осока приземистая, появились полныи. Среди бобовых ве-дущее место принадлежало эспарцету и люцерне желтой.

Генезис. Происхождение чернозема изучено Н. В. Докучае-вым. По его мнению, после отступления ледника современные равнины были покрыты большим количеством озер, на юге слабо засоленных и на севере пресных. В эти озера вода сносила с водоразделов наилок и суспензии. В дальнейшем, когда избы-точно увлажненные равнины стали расчленяться речными доли-нами и оврагами, улучшилось их дренирование, и страна приобрела ландшафт, напоминающий некоторые части современных Барабинских и Кулундинских степей.

Исследования Л. И. Иозефовича и других в известной части подтверждают взгляды Докучаева. Однако черноземы могли образоваться и другими путями, например на месте высохших болот и плавней путем эволюции лугов и т. д. Но во всех этих случаях предшественником черноземов были сухие дерново-луго-вые почвы. Только воздействие на почвообразующую породу травянистой растительности с мощной корневой системой спо-собствует обогащению почвенных горизонтов перегноем и обра-зованию чернозема.

В природе можно наблюдать четыре способа обогащения почвы органическими веществами. Наиболее быстро это проис-ходит при наличии анаэробных условий в избыточно увлажнен-ных почвах, покрытых влаговыносливой растительностью (осоки, щучка). Благоприятны также условия для накопления в почве гумуса под луговой, или сухолуговой, и степной раститель-ностью, имеющей мочковатую корневую систему, глубоко про-никающую в почву. Накоплению перегноя способствует и зале-сение территории лиственными породами (буком, грабом, кле-ном, дубом, липой, березой), оставляющими ежегодно обильную подстилку. Осенью и весной значительная часть ее переме-

шается дождевыми червями в глубокие слои почвы, где и превращается в гумус. Наконец, энергичное накопление органических веществ происходит под водой. После высыхания водоемов они превращаются в гумусоподобные вещества.

Перечисленные процессы образования органических веществ наблюдаются и в настоящее время. Но одного накопления органического вещества мало. Чернозем образуется лишь тогда, когда в природе создаются условия степей с жарким и засушливым летом и довольно холодной зимой, с периодическим затуханием и возобновлением биологических процессов в почве.

В условиях черноземной степи высохшее болото покрывается степной растительностью и болотная почва превратится в черноземную; на высохших плавнях, примыкающих к черноземным степям, образуется чернозем; если окруженный степью лес уступит место травянистым степным растениям, то серые лесные почвы превратятся в черноземы; при высыхании лугов в степных условиях дерново-луговые почвы быстро сменятся черноземом. Основные массивы черноземных почв образовались также в результате смены луговой растительности степной, как это убедительно показал В. В. Докучаев.

Степные растения имеют мощную сетчато-мочковатую корневую систему, пронизывающую толщу почвы примерно в 1 м. Отдельные корни одиночных растений проникают еще глубже. Все степные растения относятся к кальцефилам, требовательным к содержанию кальция в почве, и берут его из почвенного раствора относительно больше, чем другие растения.

Большая часть корней злаков ежегодно отмирает. Из зимующей почки или семени весной развивается новая корневая система. Поэтому в степях почву обогащают органическим веществом в основном злаки.

Корни у злаков отмирают, когда биологическая деятельность микроорганизмов, особенно в верхних слоях почвы, вследствие наступающего сухого и жаркого периода ослабевает или полностью замирает. В этот момент почвенный раствор имеет повышенное содержание солей и в первую очередь солей кальция. Образовавшийся из разложившихся корней гумус коагулируется и закрепляется в почве. Адсорбционные силы почвы при ее высыхании вызывают необратимое взаимодействие гумуса с минеральными коллоидами.

Сетчатая система корней злаков вместе со стержневыми корнями других степных растений создает условия для образования зернистой водопрочной, отчетливо выраженной структуры.

Кроме растений и микроорганизмов, в образовании черноземов принимали участие также черви, насекомые и животные. В почве накапливается много экскрементов и остатков различных организмов. Черви и насекомые способствуют перемешиванию почвенной массы и перераспределению гумуса. Роящие

животные (например, мыши, суслики, хомяки, сурки) создают поры, сильно дренирующие почву.

На огромной территории, занятой черноземами, не может быть одинаковых условий для образования гумуса в почве. Вследствие этого различны будут и черноземы. Там, где влаги выпадает больше, где теплая осень и зимой не бывает сильных холодов, создаются благоприятные условия для проникновения корней в более глубокие слои почвы. Но эти же условия активизируют деятельность микроорганизмов, разлагающих органическое вещество почвы, поэтому процентное содержание гумуса в почве уменьшается (например, Краснодарский край, Осетия, Западная часть Украины). В этих местах черноземы будут иметь глубокий гумусный слой, иногда достигающий 150 см, и сравнительно небольшое содержание гумуса в верхнем горизонте. Наоборот, в Сибири в условиях короткой весны, жаркого лета и холодной быстро наступающей зимы создаются черноземы с большим количеством гумуса в верхнем неглубоком горизонте (иногда 30 см).

Классификация черноземов. Первая генетическая классификация почв, в том числе и черноземов, была дана В. В. Докучаевым. В дальнейшем в нее рядом ученых были внесены изменения.

Основными классификационными показателями для черноземов служат: процент содержания гумуса, мощность или толщина гумусного горизонта, глубина появления карбонатов (вскипание) и особенности их отложений, характер структуры и новообразований (натёки гумуса, кремнеземистая присыпка), насыщенность коллоидов основаниями и реакция почвенного раствора.

По этим признакам выделяют северный, выщелоченный, мощный, обыкновенный, южный и предкавказский подтипы черноземов. Сибирские черноземы отличаются меньшей мощностью профиля и неравномерностью распределения гумуса в нижнем горизонте. Свои особенности имеют также западноукраинские черноземы. Выделяют подтипы черноземов и по другим признакам. Например, карбонатные черноземы, вскипающие с поверхности, солонцеватые, содержащие в поглощающем комплексе много натрия, солончаковые, имеющие некоторое количество растворимых солей в почвенном растворе, осолоделые с большим количеством аморфной кремневой кислоты. Кроме того, для Северного Кавказа выделяют черноземы слитые, очень плотные и совершенно бесструктурные, а для Сибири — черноземы бесструктурные (пылуны), рыхлые, малоплодородные (Красноярск). Наконец, при картировании почв выделяют смытые черноземы, лишенные в той или иной степени верхнего горизонта, и черноземы «кротовинные», или перерытые, преимущественно сусликами.

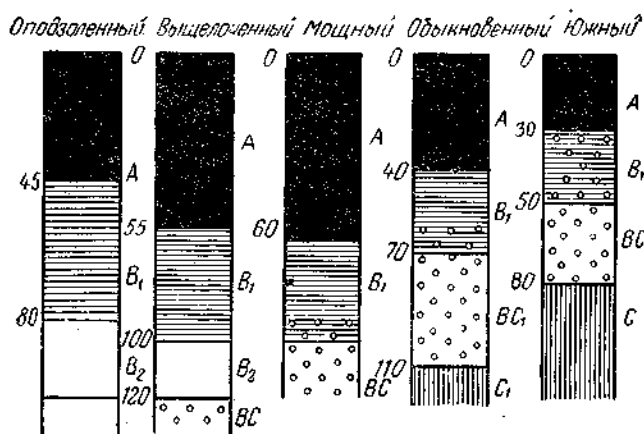


Рис. 25. Схема строения черноземов.

Северные (оподзоленные) черноземы граничат на севере с серыми лесостепными почвами и на юге с выщелоченными черноземами. Поэтому они имеют свойства, напоминающие эти типы почв. Северные черноземы имеют темно-серую или темную, но с ясным сероватым оттенком окраску. В пахотном слое содержат в среднем 7% гумуса (от 5 до 8%). Структура горизонта А комковато-пылевато-зернистая, обладает относительно хорошо выраженной водопрочностью. Реакция — слабокислая ($pH=5,5-6,5$). Мощность горизонта А — 40 см, $A+B=60-80$ см. В горизонте В структура ореховато-комковатая, а на глубине 70—80 см — призматическая. Карбонатный горизонт залегает на глубине 120—150 см. Механический состав тяжелосуглинистый. В горизонте В довольно много кротовин. Область северных черноземов расположена на равнинах, местами сильно изрезанных балками и оврагами.

Среди северных черноземов встречается много слабо- и среднесмытых, которые лишены значительной части горизонта А.

Выщелоченные черноземы обладают более богатым природным плодородием. Они расположены между северными и мощными черноземами. Горизонт А в этих почвах имеет темную окраску и достигает 50 см. Структура преимущественно зернистая, хорошо выражена, достаточно водопрочная. В верхнем горизонте А содержится 7—8% гумуса. Общий гумусный слой $A+B$ достигает 80 см. В горизонте В отчетливо выражена комковато-призматическая структура; реакция этой почвы нейтральная ($pH=6-6,5$). Горизонт вскипания (карбонатный) залегает на глубине примерно 100 см. В горизонте В и даже С имеются «кротовины».

Среди выщелоченных черноземов встречаются смытые, но их значительно меньше, чем в северных, и степень смывов незначительная.

Мощные черноземы — наиболее богатые по естественному плодородию почвы. Они залегают пятнами в Пензенской, Тамбовской, Воронежской, Рязанской и Уфимской областях. Небольшие «островки» этих черноземов встречаются и в других местах. Мощные черноземы содержат от 9 до 14% гумуса, но встречаются почвы с 16 и даже 20% гумуса. Горизонт *A* достигает 50—60 см, а *A + B* (весь гумусный слой) — 100—120 см. Карбонатный горизонт на глубине 70—80 см. Эти почвы обладают идеальной мелкокомковато-зернистой структурой и нейтральной реакцией ($pH = 6,5-7$).

Обыкновенные черноземы занимают центральную часть черноземной зоны. Они имеют темную окраску верхнего горизонта, содержат 6—8% гумуса. Мощность горизонта *A* — 40 см, *A + B* — 70 см. Структура комковато-зернистая. Вскипание отмечается на глубине 50—60 см. В горизонте *C* глубже 70 см встречаются выцветы карбонатов в форме белоглазки. Обыкновенные черноземы имеют нейтральную реакцию, но среди них встречаются карбонатные почвы, имеющие едва заметную слабощелочную реакцию почвенного раствора.

Южный чернозем с поверхности темно-серый с буроватым оттенком. Горизонт *A* достигает 30 см, имеет комковатую, иногда комковато-пылеватую структуру; горизонт *B* серый с буроватым оттенком, несколько уплотненный, с наличием вертикальных трещин. Мощность горизонта *A + B* примерно 55 см. Вскипает на стыке горизонтов *A* и *B*, т. е. на глубине 30 см. На глубине 100 см наблюдаются большие скопления извести в форме белоглазки.

Предкавказский чернозем встречается по побережью Азовского и Черного морей на Северном Кавказе. С поверхности почвы коричневато-темно-серой окраски. Горизонт *A* достигает 40—50 см, *A + B* — 120—150 и более. Окраска книзу изменяется постепенно. Иногда предкавказские черноземы вскипают с поверхности, на сравнительно небольшой глубине часто наблюдаются выцветы карбонатов в форме лжегрибницы. Структура комковато-зернистая. Почва сильно перерыта червями. Предкавказские черноземы обладают очень высоким потенциальным плодородием.

Западно-украинские черноземы содержат мало гумуса (около 4%), в них нет хорошо выраженной структуры. Они имеют серую окраску, оттенки которой постепенно изменяются книзу. Горизонт *A + B* достигает 70 см. Почва вскипает неглубоко от поверхности; карбонаты встречаются в форме мицелия. Потенциальное плодородие этих черноземов довольно высокое, но так как они расположены в хороших климатических

условиях, то на них можно выращивать высокие урожаи многих сельскохозяйственных культур.

Слитые черноземы встречаются пятнами вдоль Армавир-Туапсинской железной дороги. Небольшие пятна их можно обнаружить также по побережью Черного моря в районе г. Анапы, близ станции Абинской, в Азербайджане близ селения Ивановка и некоторых других местах. Эти черноземы бесструктурны и монолитны. Имеют обычно темную окраску (в Азербайджане коричнево-темную). Горизонт $A+B$ достигает 70 см и более. Летом в сухую погоду эти черноземы так тверды, что для рытья ямы приходится брать лом.

Хотя слитые черноземы содержат достаточно высокие запасы питательных веществ, урожаи сельскохозяйственных культур на них снижены из-за плохих физических свойств почвы.

Черноземы пылуны встречаются в районе Красноярска. Они имеют темную окраску, бесструктурны, очень рыхлые. Мощность гумусного слоя этих почв сильно варьирует. Несмотря на относительно высокие запасы питательных веществ, на них получают невысокие урожаи.

Горные черноземы имеют различную окраску и мощность горизонтов. Они характеризуются высокой скелетностью, хорошо выраженной структурой и высоким потенциальным плодородием, встречаются на Кавказе, в горных местах Среднеазиатских республик и в Крыму.

Схема строения черноземов показана на рисунке 25.

Химический состав черноземных почв. По химическому составу различные подтипы черноземов значительно отличаются друг от друга. Содержание гумуса в этих почвах показано в таблице 28.

Таблица 28

Подтипы чернозема	Содержание гумуса в горизонте A (%)	Мощность горизонтов $A+B$ (см)	Содержание гумуса в горизонте $A+B$ (г/га)	Запасы азота в почве (г/га)
Северный	6—7	60—70	131	6,55
Выщелоченный	7—8	80	187,5	9,37
Мощный	10—11	110—120	687,5	34,37
Обыкновенный	6—8	70	153,1	7,65
Южный	5—6	55	53,3	4,65
Предкавказский	4	120—150	337,7	16,87

Гумус в черноземе представлен главным образом гуминовыми веществами. Формируясь в условиях нейтральной или близкой к ней реакции, он плохо растворяется в воде, что способствует его накоплению в почве. В гумусе черноземов содержится около 5% азота.

Мощность гумусного горизонта в черноземных почвах различна. Так, в предкавказских черноземах на глубине даже

150 см содержится 1,5% гумуса, а в сибирских он исчезает на глубине 30—40 см и только в самых мощных достигает 50 см. В маломощных восточно-сибирских черноземах гумус языками заходит глубоко, чему способствует растрескивание почвы от морозов.

Чем влажнее климатические условия, особенно при наличии теплой осени, тем глубже проникают в почву корни растений и тем на большей глубине прокрашивается почва гумусом.

Поглощающий комплекс черноземных почв насыщен основаниями, Са и Mg. Насыщенность поглощающего комплекса черноземов 90—95%. Лишь северные и выщелоченные черноземы содержат заметное количество иона водорода, чем они отличаются от всех других черноземных почв. Большое содержание гумуса повышает емкость поглощения, которая у разных подтипов черноземов варьирует от 30 до 60 м.-экв. на 100 г почвы.

Самую большую емкость имеют мощные черноземы. В состав поглощающего комплекса входит преимущественно кальций и магний, в связи с чем все черноземы обладают нейтральной реакцией.

В различных горизонтах черноземных почв не наблюдается резко выраженных перемещений полуторных окислов. Отсутствуют также горизонты накопления кремневой кислоты. Только в северных черноземах наблюдается слабое увеличение полуторных окислов книзу и накопление кремневой кислоты в верхних горизонтах.

Характерная особенность черноземов состоит в том, что на той или иной глубине в них накапливается углекислый кальций (иногда до 5—10% от общего веса почвы). Обычно валовое содержание окиси кальция и магния постепенно увеличивается книзу и, дойдя до определенной глубины (около 1,5 м), постепенно уменьшается. Содержание в черноземах K_2O , Na_2O , MgO и P_2O_5 изменяется по горизонтам незначительно. Валовой состав тучного (типичного) чернозема представлен в таблице 29.

Физические свойства черноземов. Черноземы, кроме слитых пухунов, солончаковатых, солонцеватых и осолоделых, имеют лучшие физические свойства, чем большинство других типов почв. Самыми лучшими физическими свойствами обладают мощные, и последнее место занимают северные и южные черноземы.

Черноземные почвы имеют относительно водопрочную структуру, что объясняется большим содержанием гумуса, накоплением глинных минералов, нейтральной реакцией, обилием ежегодного отмирания корневых масс.

Для этих почв характерна зернистая или комковато-зернистая структура. В горизонте B_1 она переходит в комковато-оре-

Мощный тучный чернозем Тамбовской опытной станции (по Прасолову)

Глубина (см)	Содержание (%)						
	гумус	азот	CO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃
1—5	9,82	0,45	0,00	0,21	0,11	61,70	5,50
20—25	9,40	0,42	0,08	0,21	0,10	61,32	5,52
40—45	7,35	0,34	0,06	0,20	0,11	62,74	5,49
60—65	6,75	0,31	0,07	0,19	0,10	63,58	5,65
80—85	5,85	0,25	0,09	0,18	0,10	62,66	5,54
100—105	3,25	0,17	4,50	0,16	0,09	58,89	5,27
120—125	1,72	0,09	6,65	0,12	0,10	58,06	4,95

Продолжение

Глубина (см)	Содержание (%)					
	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
1—5	12,89	0,032	2,50	1,68	2,21	1,33
20—25	13,21	0,038	2,67	1,71	2,05	1,22
40—45	14,73	0,035	2,30	1,87	2,08	1,02
60—65	14,86	0,040	2,12	1,77	1,80	0,83
80—85	14,42	0,046	3,34	1,85	1,69	0,79
100—105	12,91	0,056	7,32	2,01	2,39	1,08
120—125	12,89	0,060	9,10	2,24	2,47	1,12

ховатую, а в выщелоченных и северных черноземах — нередко в призматическую.

Пахотный горизонт черноземов имеет менее водопрочную структуру, состоящую большей частью из комковато-пылеватых отдельностей. По своему строению эти агрегаты резко отличаются от структурных природных отдельностей и обладают худшей водопрочностью. Менее прочную структуру имеют карбонатные черноземы, их микроструктура недостаточно водопрочная. Бесструктурны слитые черноземы и пылуны.

В связи с более или менее хорошо выраженной структурой черноземы обладают большой порозностью, достигающей в верхних горизонтах 60%, в горизонте В — 50 и в нижних горизонтах — 40%. Хорошо выраженная структура и водопрочность агрегатов способствуют водопроницаемости и проветриваемости почвы. Черноземные почвы насыщены микрофлорой. Число бактерий в 1 г почвы достигает больше миллиарда. В меньшей сте-

пени они заселены грибами. В черноземах при достаточном увлажнении энергично идет процесс разложения органического вещества, в результате чего накапливаются элементы зольного питания и в первую очередь азотистые вещества.

Дождевая вода легко проникает в черноземную почву и полностью ею поглощается. В наиболее обильный по осадкам период дождевая вода проникает в черноземную почву до глубины 3 м и хорошо удерживается капиллярами почвы и экономно расходуется. Поэтому почти вся выпадающая на черноземные почвы влага используется растениями.

Хорошо выраженная и прочная структура черноземных почв облегчает ее механический состав, а следовательно, и обработку.

Плохими физическими свойствами обладают слитые черноземы. Они монолитны и потому водонепроницаемы. Плотность их достигает 100 кг на 1 см², что сильно затрудняет обработку.

Полным отсутствием связности (легким удельным весом, рассыленностью) отличаются черноземы пылуны. Они легко развеиваются ветром.

Пути повышения урожайности черноземных почв и задачи землеустройства. Территория, занятая северными черноземами, давно распаханна. Хотя в зоне этих черноземов засухи бывают редко, но все же обеспечение растения влагой составляет здесь одну из важнейших задач сельскохозяйственного производства. Организация полезащитных и водорегулирующих лесных полос, снегозадержание, рациональные севообороты, умелое применение органических и минеральных удобрений и дифференцированная обработка почвы, подбор культур и сортов с учетом местных условий имеют важное значение для повышения производительности сельскохозяйственного производства. Кроме того, здесь необходимо проводить лесонасаждения по балкам и оврагам, посадку деревьев на песчаных, развеивающихся массивах, посадку деревьями водохранилищ. Эти мероприятия направлены на уменьшение стока воды и сохранение запаса влаги для культурных растений. Из специальных приемов, обеспечивающих высокие урожаи, здесь эффективна глубокая пахота и обработка почвы поперек склонов.

Северные черноземы хотя и имеют большие природные запасы питательных веществ, но внесение в них навоза и минеральных удобрений дает высокий эффект. Особенно рентабельно применение здесь фосфорнокислых, азотных и калийных удобрений. Из фосфорных удобрений на этих почвах (кроме южных черноземов и черноземов обыкновенных) целесообразно внесение фосфоритной муки как основного удобрения. На всех почвенных разностях эффективно применение суперфосфата — в рядки и подкормку. Внесение навоза увеличивает запасы пи-

тательных веществ и усиливает биологическую деятельность в почве.

Так как все черноземы, в том числе и северные, имеют темную окраску, то они прогреваются лучше подзолистых. Весной с них раньше сходит снег. Это необходимо учитывать при весенней обработке полей.

На северных черноземах, кроме зерновых хлебов, возделывают сахарную свеклу, кукурузу, подсолнечник, коноплю и многие другие культуры. Для предупреждения водной эрозии и улучшения смытых почв большое значение имеет культура многолетних трав в разумных размерах (люцерна).

На выщелоченных, мощных и обыкновенных черноземах для получения высоких и устойчивых урожаев решающее значение имеет обеспечение растений влагой, так как водный, а не питательный режим является здесь наиболее напряженным в вегетационный период.

В связи с тем, что в этих почвах ощущается недостаток фосфора, на выщелоченных черноземах высокоэффективно внесение фосфорита, а на мощных — суперфосфата. Азотные и калийные удобрения действуют слабее, и только при возделывании сахарной свеклы, подсолнечника и конопли получается хороший эффект от их внесения. В Сибири хорошие результаты дает внесение на таких почвах навоза и подкормки минеральными удобрениями (главным образом весной).

Большое значение для повышения урожайности черноземных почв имеет внесение фосфорных и азотных бактериальных удобрений. При организации территории необходимо уделять внимание не только полезащитным и водорегулирующим лесным посадкам, но и сооружению водоемов с обсадкой их лесом, и организации в отдельных случаях разовых поливов полей, занятых наиболее ценными культурами.

Черноземы южные потенциально богаты по природному плодородию, но находятся в условиях недостатка влаги. Поэтому, кроме ранее указанных мероприятий по повышению производительности пахотных угодий, приходится подбирать засухоустойчивые сорта отдельных культур и там, где это возможно, организовывать искусственное орошение. При организации территории, кроме полезащитного лесонасаждения, необходимо проектировать проведение специальных противозерозных мероприятий.

Так как эти черноземы содержат в минимуме подвижные формы фосфорных соединений, то на них эффективно внесение суперфосфата. Применение азотистых удобрений также целесообразно, но вносимые фосфорные и азотные удобрения должны иметь кислую реакцию.

Глава 22. ПОЧВЫ СУХИХ И ПОЛУПУСТЫННЫХ СТЕПЕЙ (ЗОНА КАШТАНОВЫХ И БУРЫХ ПОЧВ)

К югу от черноземной зоны находятся сухие и полупустынные степи с характерными для них каштановыми и бурыми почвами, среди которых замкнутыми мелкими контурами вкраплены солончаки, солонцы и солоды. Точную границу между каштановыми и бурыми почвами провести трудно, нельзя отделить и темно-каштановые почвы от черноземов, так как в природе почва изменяется и мало заметно переходит одна в другую. Поэтому темно-каштановые почвы постепенно переходят в каштановые и в светло-каштановые, а последние — в бурые почвы.

Но одним из важнейших признаков всей группы этих почв следует считать наличие в них признаков солонцеватости, вызванных внедрением в почвенный поглощающий комплекс иона натрия.

Солонцеватость почв способствует тому, что из горизонта *A* в горизонт *B* перемещаются полуторные окислы: алюминия и железа, частично гумуса и других коллоидов с одновременным уплотнением этого горизонта под влиянием цементации переместившихся и частично вновь образовавшихся здесь коллоидов. Такие коллоиды способны набухать при смачивании, сильно сжиматься и уплотнять иллювиальный слой почвы при высыхании.

В почвах сухой и полупустынной степей по мере продвижения к югу уменьшается содержание гумуса, возрастает количество карбонатов, гипса, увеличивается солонцеватость и в отдельных разностях появляется солончаковатость.

Каштановые почвы тянутся узкой полосой по северному побережью Черного и Азовского морей, затем северная их граница проходит через южные районы Волгоградской области и далее на Уральск, охватывая южные районы Оренбургской, Целиноградской и Семипалатинской областей. Большие массивы находятся в районах Кокчетав и Павлодара. Небольшие пятна этих почв имеются на Кавказе и в Крыму.

Бурые почвы в европейской части Союза встречаются на побережье Каспийского моря и в предгорьях восточной части Кавказа. Большая часть их сосредоточена в Казахстане. Каштановые и бурые почвы занимают 5,4% всей территории нашей страны. Среди этих почв большие площади заняты солонцами и солончаками.

Темно-каштановые и каштановые почвы всегда считались ценными землями для зерновых засухоустойчивых культур. Здесь с успехом возделываются твердые пшеницы, ячмень, кукуруза, просо, местами сорго. Однако из-за недостатка влаги

в зоне сухих степей даже на темно-каштановых почвах случались недороды.

В области светло-каштановых и бурых почв преобладало кочевое животноводство. В годы Советской власти животноводство в этих районах стало культурным, отгонным. Здесь организованы совхозы с сотнями тысяч тонкорунных и каракульских овец. На пригодных под распашку землях выращивают сочные корма на период летней засухи. Расширяется также территория поливного земледелия. Проводятся мероприятия по оводнению степей. Сооружен Терско-Кумский канал и создано большое количество артезианских колодцев. Здесь найдены залежи угля, нефти и природного газа, калийных и натриевых солей.

Климат данной зоны резко континентальный с жарким летом и очень холодной зимой. Только на самом юге зимы умеренно холодны.

Средняя годовая температура 5° для европейской части и $7-8^{\circ}$ выше нуля для азиатской части Союза. Самый жаркий месяц — июль со средней температурой $20-25^{\circ}$. В отдельные же дни температура воздуха достигает $35-40^{\circ}$.

Температура января находится в пределах $7-17^{\circ}$ ниже нуля, а в отдельные дни морозы могут достигать 40° .

Годовое количество осадков в среднем для севера зоны составляет $350-400$ мм, а для юга — 250 мм. Осадки выпадают преимущественно в июне, июле, т. е. в периоды наибольшего их испарения. За вегетационный период выпадает третья часть осадков. Зимой осадков мало. Поэтому снежный покров не бывает здесь глубже $20-25$ см, а в южной части зоны еще меньше. В отдельные зимы на светло-каштановых и бурых почвах не бывает снега вообще («черные земли»).

Характерная особенность климата зоны — большая испаряемость влаги, достигающая $600-700$ мм на севере и $900-1000$ мм на юге. Годовой дефицит влаги в зоне светло-каштановых и бурых почв достигает $350-650$ мм.

Испаряемость влаги увеличивается из-за очень сильных ветров, вызывающих часто «черные бури», а зимой — бураны. Летом почти не бывает дней со штилем. Зимой ветер сдувает снег с повышенных мест в понижения, иногда образуя сугробы.

Для сельского хозяйства особенно губительны суховеи — ветры, дующие из пустынь; в период цветения или колошения хлебов, а также молочной спелости из-за суховея хлеба полностью выгорают и урожай гибнет. Суховеи настолько повышают испарение растениями влаги, что корни не успевают возместить потери, и растение засыхает даже в том случае, если в почве имелся запас доступной для растений влаги.

При наличии большого количества ярких солнечных дней и длительности вегетационного периода (200 дней) здесь на оро-

шаемых землях можно выращивать два урожая сельскохозяйственных культур.

Без поливов земледелие возможно в северной части зоны, а в южной только выборочно на пониженных местах. В самой южной части, где осадков выпадает менее 250 мм, даже выборочное земледелие крайне неустойчиво. Поэтому основным видом земледелия в этой зоне может быть только поливное.

Зимой в области светло-каштановых и бурых почв выпавший неглубокий снег не мешает овцам добывать подножный корм. Но когда наступают смены потепления и похолодания, образуется ледяная корка, которую овцы не могут разбить ногами, чтобы достать корм, и тогда они начинают голодать. Холодные ветры со снегопадом вызывают массовую гибель скота, если не созданы запасы кормов. Такое явление называется «джутом».

В настоящее время ледяную корку уничтожают гусеничными тракторами. В тяжелые периоды животных загоняют в специальные помещения и подкармливают сеном из аварийных запасов, ранее заготовленных на период возможной бескормицы.

Рельеф области каштановых и бурых почв довольно пестрый. Здесь имеются выровненные степи юга Саратовской и Волгоградской областей, всхолмленные степи Баку, возвышенности Ергеней, Эмбенского плато, Мугуджарские сильно пещенизированные горы, Тургайские ворота, Казахская складчатая страна, пониженная Каспийская низменность и Кумо-Манычская впадина.

В районе Баку каштановые, светло-каштановые и бурые почвы образовались на глинистых отложениях Каспия, местами богатых галечником. К концу мелового и третичного периодов эти отложения были приподняты горообразованием на высоту 300—400 м и выровненный в прошлом рельеф был прорезан оврагами, балками.

Восточная полупустынная часть Ергеней также расчленена оврагами и балками. Она сложена с поверхности четвертичными аллювиальными, преимущественно песчаными породами, которые на юго-востоке сменяются лессовидными суглинками. Характерная особенность грунтов Ергенинского района — наличие в них водоносного горизонта с выходом более или менее засоленных родников и ключей, которые питают соленые Сарпинские озера.

Источники засоления имеются также в районе Эмбенского плато, которое сложено из залегающих горизонтально меловых и третичных отложений, пестрых по механическому составу (песчаные, щебенчатые, суглинистые и глинистые), на некоторой глубине которых встречаются соляные купола.

Мугоджарские горы (продолжение Урала) представляют собой типичный пенеплен. Преобладающая почвообразующая порода здесь — элювиальные щебневатые отложения и частично хрящеватый делювий.

В районе Тургайских ворот сочетаются невысокие плато и столовые горы, нередко прорезанные долинами — каньонами. Все возвышенные места здесь сложены третичными, горизонтально залегающими, железистыми песчаниками, подстилаемыми коричневыми сланцеватыми и серыми неслоистыми глинами. В местах размывов на поверхность выходят соленосные глины, образующие при выветривании пухлую массу земли, непроходимую в сырую погоду.

Казахская складчатая страна с ее мелкосопочником представляет собой низкогорную гряду. Горы сложены гранитами, кварцитами и порфиритами с участием метаморфических и осадочных пород. Гора Кызыл-Рай, сложенная из кристаллических пород, достигает 1465 м, в то время как осадочные и метаморфические породы образуют только холмы и мелкие сопки. Почвообразующие породы здесь главным образом элювиальные продукты выветривания массивно-кристаллических пород и отложения элювия, часто сильно закамненные или включающие гравий. Реже почвообразующими породами служат тонкопесчаные и лессовидные суглинки, по-видимому, четвертичного возраста. Последние чаще встречаются в долинах и понижениях.

Область прикаспийской низменности обширна и по характеру рельефа довольно однообразна. Часть ее находится ниже уровня океана. Среди обширной равнины кое-где имеются возвышения (гора «Большое Богдо» и Индерские «горы»), образованные выходом древних пород или соляными куполами.

Вдоль берегов Волги, близ Астрахани, имеются так называемые Беровские бугры длиной от 1 до 20 км, шириной 100—200 м и высотой 6—8 м. Большинство бугров перпендикулярны к Волге. Вытянутые понижения между валами, заполненные пресной водой, называются ильменями.

Основные почвообразующие породы Прикаспийской низменности — песчаные отложения Каспия и выпадающих в него рек, глинистые и суглинистые отложения морской трансгрессии, эоловые пески послеледникового времени и, наконец, лессовидные отложения рек. Все морские отложения сильно засолены хлоридами, сульфатами натрия и гипсом.

На целинных каштановых, светло-каштановых и бурых почвах растительность образует редкий травостой из дерновинок типчака, келерии и мелких ковылей, с подавляющим участием белой полыни и примесью специфического разнотравья: качим, тысячелистник и деревьев благородный, тюльпаны, астра мохнатая и др. На темно-каштановых почвах преобладают ковыли, типчак, относительно меньше полыней.

Здесь много эфемеров и эфемероидов, представленных, например, мятликом луковичным, однолетними кострами, клоповниками, гулявниками и аистником. Эфемеры рано развиваются весной и в мае при благоприятных условиях достигают высоты 20—30 см, а затем обсеменяются и постепенно засыхают. Осенью с началом первых дождей эфемероиды опять дают всходы и зелень, а эфемеры не прорастают. Зелень эфемероидов покрывается снегом и служит подножным кормом зимой. К зеленой массе эфемероидов присоединяется зелень ковылей, типчака, тонконога, которые также после первых осенних дождей вегетируют вторично.

Типичных типчаково-мелкоковыльно-полынных растительных сообществ сохранилось мало, так как в той или иной степени они нарушены выпасом скота, а темно-каштановые и каштановые почвы распаханы.

Под воздействием скота и естественной смены растительных сообществ в сухих и полупустынных степях наблюдается пестрая картина геоботанических контуров. На отдельных участках эта пестрота растительного покрова усложняется солонцеватостью и солончаковатостью почвы.

Все микро- и даже нанопонижения имеют здесь в той или иной степени засоление и покрыты растительностью с преобладанием кохии, бескильницы, кермеков, камфоросмы и солянок.

В сухих и полупустынных степях есть места, особенно в Прикаспийской низменности, где среди светло-каштановых или бурых почв много пятен солонцов, солончаковатых солонцов и солончаков. Такая же пятнистость наблюдается и в растительном покрове. Эти места называются комплексными степями. Почвенные и растительные контуры таких пятен из-за малых размеров нельзя изобразить на карте или плане (например, 1 : 10 000 масштаба). Поэтому такие места картируют как «комплекс бурых почв и солонцов», «солонцов и солончаков» и т. д. Таким же «комплексом» картируется и растительность.

Почвообразовательный процесс каштановых и бурых почв проходит в условиях засушливого климата, при малом количестве осадков и очень большом испарении. Особенно мало осадков летом, вследствие чего биологические процессы в верхних слоях почвы затухают.

В таких условиях почвообразование имеет свои особенности. Кроме того, кальцефильность местных растений, повторность вегетации эфемеров и многолетних злаков осенью, долголетие полукустарниковой растительности (полынь, кохия, некоторые солянки), их солевывосливість, обилие роющих животных, а также улиток, поедающих растения и образующих известковый панцирь, множество кузнечиков и кобылок, обитающих преимущественно в верхнем слое почвы, также придает специфику почвообразовательному процессу. Наконец, сильное колебание

суточных температур в верхнем слое почвы (днем и ночью, перед дождем и после него) — характерные черты почвообразования сухих и полупустынных степей.

После малоснежной зимы в конце апреля в сухих и полупустынных степях начинает пробуждаться к жизни растительность: сначала отрастают ковыли, потом типчак и тонконоги, а также эфемеры. Появляются тюльпаны, птицемлечники, незабудки, отрастают листья полыней.

Вся жизнь растений в это время протекает в 15—25-сантиметровом слое почвы, насыщенном пресной снеговой водой. Только полукустарники (полыни, кохия и некоторые солянки) используют пищу и влагу из более глубоких слоев.

В мае усиливается деятельность преимущественно аэробных бактерий, которые минерализуют отмершие остатки растений, обогащая почву азотом, фосфором и калием. Но так как органических мертвых остатков в почве мало, то запасы пищи быстро иссякают. К концу мая эфемеры заканчивают вегетацию и только ковыли с типчаком и тонконогами, использующие более глубокие слои почвы, продолжают вегетацию до конца июня — начала июля. Степь в это время окрашена в пестрые тона. Полыни, кохия, ширетрумы, бессмертники, качины, ферулы, алтеи, мальвы продолжают вегетацию, некоторые из них цветут и плодоносят до осени.

В таких условиях в почве создается нейтральная или слабощелочная реакция. Богатые кальцием и другими катионами быстро минерализующиеся растительные остатки обогащают верхние горизонты углекислыми солями, которые не могут глубоко выщелачиваться из-за недостатка влаги. Перемещается только углекислый кальций. В почвах сухих и полупустынных степей образуется горизонт белоглазки, где углекислый кальций скопляется в форме белесых, расплывающихся к периферии пятен и лжегрибниц.

Перемещению углекислых солей способствует разница в температуре верхних и нижних слоев почвы. Растворимость углекислого кальция с повышением температуры уменьшается. Поэтому после таяния снега или дождя нисходящий ток воды по сравнению с восходящим вынесет больше углекислого кальция, который и осядет в нижних слоях, образуя резко выраженный горизонт иллювия карбонатов. Так же объясняется и накопление в нижних слоях гипса в форме друз и прослоек в этих почвах.

Благодаря наличию карбонатов почвы сухих и полупустынных степей имеют слабую щелочную реакцию ($pH=7-8$). Такая реакция и преобладание восходящего тока воды не создают условий для передвижения вниз окислов железа и алюминия. Поэтому в светло-каштановых и бурых почвах нет резко выраженного горизонта накопления полуторных окислов, только

в солонцеватых разностях почв можно наблюдать их слабое продвижение книзу.

Засоленность материнских пород создает благоприятные условия для накопления солей в пониженных местах и особенно в западинах. Но растворимые соли натрия в условиях сухих степей переносятся ветром вместе с мелкоземом и отмершими солянками на выравненные и даже повышенные места. Кроме того, соли натрия накапливаются и биологическим путем, как балластные, не используемые растением соли. Вот почему в поглощающем комплексе светло-каштановых и бурых почв имеется поглощенный натрий, вызывающий солонцеватость. Если же концентрация раствора солей натрия возрастает, то в почве может появиться солончаковатость. В темно-каштановых почвах очень мало поглощенного натрия, в светло-каштановых больше, еще больше в бурых почвах.

Классификация, химизм и физические свойства почв сухой и полупустынной зоны. В области сухой степи почвы можно разделить на темно-каштановые с содержанием гумуса в горизонте *A*, равным 4—5%; каштановые с количеством гумуса в горизонте *A*, равным 3—4%; светло-каштановые, имеющие гумуса в горизонте *A* 2—3%, и бурые с количеством гумуса около 2%. Указанные подтипы почв могут отличаться еще и степенью солонцеватости или солончаковатости. Например, выделяют темно-каштановые солонцеватые или бурые солончаковатые и т. д. Солонцеватость и солончаковатость почв усиливаются от северных границ сухой степи до южных границ полупустынных степей.

В каштановых почвах начиная с глубины 160 см заметны редкие кристаллы гипса.

Каштановые почвы резко отличаются по профилю от черноземных почв. Свое название они получили за сходство окраски верхнего горизонта с цветом оболочки съедобного каштана. Почвы имеют уплотненный горизонт *B*. Такого уплотнения в черноземах нет. Форма скопления карбонатов иная — белоглазка. Кроме того, в суглинистых и глинистых разностях каштановых почв имеется гипс в форме отдельных кристаллов или друз, скопление которого отмечается приблизительно с глубины около 2 м. В легких по механическому составу почвах скопления гипса нет.

Темно-каштановые почвы отличаются от каштановых более темной окраской горизонта *A*, мощность его достигает 25—30 см. Резкого уплотнения горизонта *B* нет. Почва вскипает от HCl с глубины 45—50 см. Белоглазка более редкая и неплотная. Гипс залегает ниже 2 м. Светло-каштановые почвы отличаются от каштановых более светлой окраской вследствие малого содержания гумуса. Мощность горизонта *A* достигает только 20—23 см. Общая мощность горизонтов $A + B = 35 - 45$ см. Бело-

глазка в горизонте *C* обильная и плотная, вскипание начинается примерно с глубины 35—45 см. Гипс заметен с глубины 150 см.

Таким образом, мощность горизонтов *A + B* темно-каштановой почвы 60—70 см, каштановых почв 50—60 см и светло-каштановых 40—50 см.

Вследствие недостатка влаги в сухих степях и большого испарения в каштановых почвах не наблюдается передвижения окислов железа и алюминия книзу. Только окись кальция и окись магния резко смещены в нижние горизонты.

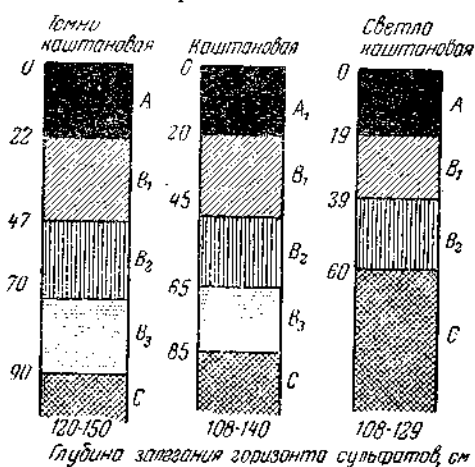


Рис. 26. Схема строения каштановых почв.

Наоборот, окислы кальция и натрия распределены по профилю почвы равномерно. Кремневая кислота имеет некоторое накопление вверху. Это обусловлено передвижением вниз карбонатов кальция и магния. Легко-растворимые соли в каштановых почвах (натрий хлористый, серноокислый натрий и др.) вынесены на большую глубину и практически на культурные растения не оказывают влияния.

Светло-каштановые почвы вскипают с глубины 20 см или даже с поверхности, каштановые — с 30 см, иногда с поверхности, темно-каштановые — с глубины 40 см, но карбонатные темно-каштановые вскипают также с поверхности.

Поглощающий комплекс каштановых почв насыщен основаниями, преимущественно кальцием и магнием и очень малым количеством натрия и калия.

Бурые почвы в отличие от светло-каштановых имеют меньшее содержание гумуса, мощность горизонтов *A + B* в бурых почвах достигает 30—40 см, белоглазка в горизонте *B* резко выражена, кристаллы гипса наблюдаются с глубины 100—120 см. В этих почвах более резко проявляется солонцеватость, что отмечается и аналитическими данными: процент поглощенного натрия от емкости здесь достигает 2—3. В остальном бурые почвы близки к светло-каштановым.

Преобладающий механический состав почв сухих степей суглинистый и глинистый, супесчаные почвы встречаются редко.

По физическим свойствам почвы сухих и полупустынных степей резко отличаются от черноземных прежде всего структурой. Здесь отсутствует хорошо выраженная зернистость, как в черно-

емах. Структура верхних горизонтов каштановых и бурых почв комковато-пылеватая, книзу переходящая в ореховатую, а затем в призматическую. Наличие распыленности и отсутствие хорошо выраженной водопрочности — характерная особенность структуры почв сухих и полупустынных степей.

При вспашке каштановые и бурые почвы большей частью образуют крупнокомковатую и глыбистую поверхность, вследствие чего эти почвы быстро высыхают. Поэтому культурная вспашка — залог успеха в борьбе за урожай.

Характерная особенность почв этой зоны — быстрый переход от состояния спелости почвы для вспашки к состоянию затвердения. Поэтому посев здесь должен быть проведен в самые сжатые сроки.

Мероприятия по повышению производительности каштановых и бурых почв. Зона сухих и полупустынных степей в агропроизводственном отношении значительно уступает зоне черноземов. Это объясняется тем, что каштановые и бурые почвы имеют недостаток влаги, но потенциально эта зона имеет большие возможности. Почвы ее богаты питательными веществами, и поэтому на них можно получать высокий урожай. Лучшими почвами в сельскохозяйственном отношении, используемыми под посевы зерновых, являются темно-каштановые, худшими — практически мало используемые — бурые.

Борьба за накопление и удержание влаги в почве — основное мероприятие для получения высоких урожаев в сухой и полупустынной степи. Очень большую роль здесь играет снегозадержание и лесомелиорация. Создание глубокого пахотного слоя, способного поглощать талые воды и обладающего высокой влагоемкостью и меньшей способностью испарять влагу, является важным мероприятием по повышению производительности полей.

Из минеральных удобрений дает высокий эффект применение суперфосфата, сульфата аммония и селитры. Калийные удобрения дают меньшие прибавки урожая. На всех солонцеватых почвах и пятнах солонцов эффективно применение гипса. Навоз дает хорошие результаты как на светло-, так и на темно-каштановых почвах. Но большие дозы его в благоприятные по климатическим условиям годы могут вызвать полегание хлебов. Зона каштановых степей и особенно зона полупустынь подвержена ветровой эрозии. Больше всего страдают от ветра бесструктурные распыленные суглинистые почвы и почвы легкие по механическому составу — песчаные и супесчаные. Поэтому полосное размещение сельскохозяйственных культур и лесомелиорация здесь имеют важное значение.

Зона сухих и полупустынных степей — неограниченный мелиоративный фонд. Мероприятия по орошению земель должны прежде всего проводиться в зоне каштановых и бурых почв.

В связи с этим открываются перспективы и широчайшие возможности дальнейшего развития земледелия и животноводства в нашей стране.

Глава 23. СОЛОНЧАКИ, СОЛОНЦЫ И СОЛОДИ

Солончаки, солонцы и солоди — интразональные почвы. Они встречаются в виде замкнутых пятен почти во всех зонах, но занимают большие территории, главным образом, в южной части черноземов, каштановых и бурых почв и особенно сероземов.

Засоленные почвы больше всего распространены в Среднеазиатских республиках, Азербайджанской ССР, Дагестанской ССР, Армянской ССР, Грузинской ССР, Западной Сибири, прибрежных областях Каспийского и Черного морей, а также в Куйбышевской, Саратовской, Волгоградской, Уральской области, Ставропольском крае и даже Якутии. По данным акад. Л. И. Прасолова, засоленные почвы занимают 3,4% всей площади СССР. Если же принять во внимание, что засоленные почвы встречаются пятнами среди незасоленных, образуя так называемые комплексы, то общая площадь засоленных территорий займет не менее 10% площади страны.

Значение засоленных почв очень велико. Основные массивы их расположены в условиях длительного периода возможной вегетации растений, обилия тепла и солнечного света, сравнительно короткой, а в южной части зоны даже теплой зимы. По климатическим условиям здесь с успехом могут возделываться ценные теплолюбивые культуры — хлопчатник, рис и виноград. Основной особенностью климата является недостаток влаги, который может быть восполнен искусственным орошением. Но использование засоленных земель затруднительно. Здесь приходится иметь дело с очень сложными почвенными комплексами, иногда даже на одном-двух гектарах можно встретить 5—10 контуров, занятых различными почвами: бурыми, солонцами и солончаками, требующими разных подходов при использовании. Кроме того, вся территория имеет резко выраженный нано- и микрорельеф: бугорки и падинки, потяжины и холмики, блюдца и поды, что также затрудняет использование земель, особенно в поливных хозяйствах. Недостаток поливной воды или избыток ее всегда ведет к снижению урожаев, а иногда и выводит из строя земли. Сложна работа здесь и в животноводческих хозяйствах: каракулеводческих, мясомолочных, тонкошерстных направлений. Умело накормить животных, защитить от непогоды и буранов случающихся здесь, обеспечить водопоями при скудных природных возможностях — дело сложное.

Характеристика почв, их генезис, химизм и агрономические свойства описываются ниже.

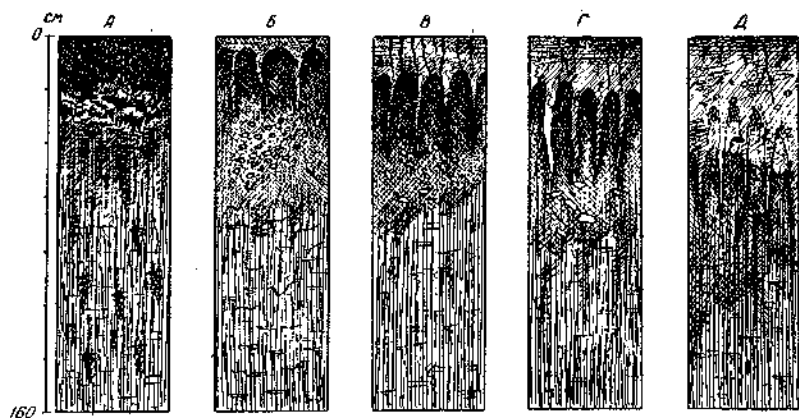


Рис. 27. Схема разреза солонца, солончака и солоди:
А — солончак; Б — корковый солонец; В — столбчатый солонец; Г — глубоко-столбчатый солонец; Д — солондь.

Солончаками, или засоленными почвами, называют такие почвы, в которых находятся растворимые соли в таком количестве, при котором культурные растения расти не могут. Солончаки покрыты специфической солевыносливой растительностью, состоящей преимущественно из солянок, свед и кермеков.

Солонцами называются почвы, в поглощающем комплексе которых содержится ион натрия в количестве более 20% от общей емкости почвы. Солонцы характеризуются также наличием уплотненного столбчатого солонцового горизонта В. На солонцах растут кермеки, бескильница и представители эфемеров.

Солодями называются почвы, имеющие хорошо выраженный элювиальный, «оподзоленный» и иллювиальный горизонты. Другими словами, солоди это как бы «оподзоленные» при определенных условиях солонцы.

Между этими тремя резко отличимыми типами почв есть переходные формы — солончаковатые черноземы, солонцеватые солончаки, слабо осолодевшие почвы и другие.

По вопросу генезиса этих почв большинство исследователей присоединяется к взгляду К. К. Гедройца, состоящему в том, что исходными почвами для образования солонцов и солодей служат натриевые солончаки, из верхнего горизонта которых промыванием удаляются сначала растворимые соли, а потом коллоиды, в том числе и гумус. Коллоиды оседают на небольшой глубине, образуя солонцовый, уплотненный горизонт В. Таким путем образуется солонец. При дальнейшем промывании солонца его уплотненный горизонт будет размываться, связность почвы уменьшаться, над горизонтом В образуется «оподзоленный» горизонт А₂. В дальнейшем «оподзоливание» охватит весь солон-

мовый горизонт и солонец перейдет в солодь. Таким образом, по К. К. Гедройцу, процесс почвообразования идет по схеме: солончак, солонец, солодь. О различных отклонениях от этой схемы, встречающихся в природе, будет сказано ниже.

Солончаки. Генезис солончаков. Накопление в почве воднорастворимых солей происходит главным образом через грунтовые воды. Если воды засолены и находятся неглубоко, то они, поднимаясь по капиллярам вверх в почвенные горизонты, засоляют их. При отступании моря освобожденные горные породы будут первое время засолены, потому вначале здесь образуются солончаки. То же происходит и при высыхании засоленных озер.

Стекая с возвышений, где залегают засоленные материнские породы, вода будет обогащать солями пониженные места. Так образуются усолы и усолостые почвы (Ростовский район Ярославской области). Если на поверхность или близко к ней выходят засоленные материнские породы, то на них также формируются солончаки. Роль материнских пород в солевом режиме почв настолько велика, что даже в Якутии, т. е. области преимущественно подзолистых почв, встречаются засоленные почвы. Соли в почве могут появиться и путем заноса ветром засоленной почвы. Они могут быть подняты также из грунтов глубокоукореняющимися солелюбивыми растениями. Иногда соли в верхние горизонты заносят роющие животные: слепыши, сурьки, хомяки и сурки.

В. А. Ковда выделяет следующие провинции соленакопления:

сульфатно-содовое встречается в Барабинских, Кулундинских, Ишимских степях и Якутии, в южной части черноземной полосы РСФСР и на Украине;

хлоридно-сульфатное распространено по среднему течению Ишима, в районе озера Тенгиз;

сульфатно-хлоридное — к северу от Аральского моря; меньшие массивы этих солончаков встречаются у озера Балхаш, по нижнему течению Сыр-Дарьи и около озера Иссык-Куль;

массивы хлоридного засоления окаймляют с севера, востока и запада Каспийское море. Особенно много хлоридных солончаков по нижнему течению Волги.

Характер накопления солей сильно варьирует в зависимости от местных условий, поэтому в природе имеется много отклонений от указанной схемы. Так, по данным К. П. Горшенина, в юго-западной части Сибирской низменности, кроме первого варианта соленакопления, распространены второй и третий. По нашим данным, в Ногайских степях встречается не только четвертый, но третий и второй вариант соленакопления.

Классификация солончаков. По внешнему виду различают следующие виды солончаков:

1) корковые солончаки, имеющие в сухое время года с поверхности плотную богатую солями корку и близко залегающие грунтовые воды;

2) мокрые солончаки, всегда влажные вследствие содержания в них сильно гигроскопических солей CaCl_2 и MgCl_2 ;

3) пухлые солончаки в сухое время имеют на поверхности мягкий распыленный слой толщиной 5—15 см, образовавшийся от потери кристаллизационной воды минералом мирабилитом. При нагреве почвы кристаллы мирабилита рассыпаются в порошок и распыляют почву;

4) солончаки шоры, или соры, представляющие растрескавшуюся или монолитную мокрую массу дна высохшего озера или залива. Поверхность их серо-сизого цвета и часто с сильным запахом сероводорода; при сильном высыхании появляются глубокие трещины;

5) луговые солончаки по поймам и займищам южных рек и лиманам хорошо увлажнены, иногда избыточно. Содержат много углекислой извести и сравнительно мало растворимых солей;

6) черные содовые солончаки окрашены вследствие высокой растворимости гумуса в черный цвет. Коллоиды их высокодисперсны. Встречаются в черноземной зоне (редко);

7) Такыровидные солончаки-солонцы (такыры) лишены растительности; разбиты трещинами на пяти-шестигранники (Туранская и Прикаспийская низменность).

По количеству и соотношению солей выделяют хлоридные, сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные и сульфатные солончаки (табл. 30).

Т а б л и ц а 30

Соотношение солей в солончаках

Подтипы солончаков	Содержание Cl^- в плотном остатке (%)	Отношение " Cl^- : SO_4 "
Хлоридные	40	Более 5
Сульфатно-хлоридные . . .	40—25	1,1—5,0
Хлоридно-сульфатные . . .	25—10	0,6—1,0
Сульфатные	10	0,5

Растения засоленных почв относятся к группе галофитов. Одни из них развиваются на солончаках, другие — на солонцах. Свои особенности имеет и растительность солодей. Она близка к обычной мезофильной растительности лугов и лесов.

Вследствие сильного засоления верхних горизонтов почвенный раствор солончаков имеет высокое осмотическое давление,

достигающее 100—300 атм. и более. К таким условиям произрастания приспособлены галофиты.

Растения, произрастающие на различной степени засоленных почвах, приведены в таблице 31.

Таблица 31

Растения, произрастающие на засоленных почвах

Почвы	Содержание растворимых солей (‰)	Характерные растения
Злостные солончаки	3 и более	Сарсазан, солерос, стелющаяся и морская сведы, солянка мясистая, петросимония толстолистная
Солончаки	1—2	Камфоросма Лессинга, солянокосник прикаспийский, солянка листовенничная, петросимония супротиволистная, кермек каспийский, бюргун. При сильном увлажнении в падинах на солончаках развивается прибрежница береговая, по окраинам педин — лебеда бородавчатая, в засоленных поймах и займищах — пырей солончаковый
Сильно солончаковатые почвы	0,5—1	Полынь солончаковая, бескильница расставленная, солянка древовидная, кермек Гмелина и кермек сарептский.
Солончаковатые (слабозасоленные) и солонцеватые	0,25—0,5	Полынь белая, кохия, пырей ползучий, кермек Гмелина, при хорошем увлажнении почвы — кермек полукустарниковый, реже бекмания (при увлажнении)
С признаками солончаковатости и солонцеватости	0,2—0,25	Житняк гребенчатый, белая и полевая полыни, курай, свинорой, клевер земляничный, мятлик луковичный, осока пустынная
Незасоленные (нормальные зональные почвы)	0,1	Ковыли, типчак, тонконог, степное разнотравье

Физические и химические свойства солончаков. По механическому составу выделяют солончаки глинистые и суглинистые. Солончаков с песчаным или супесчаным механическим составом мало, так как пески и супеси легко промываются водой. Поэтому солончаки с легким механическим составом встречаются только по берегам морей или в пустынных и сухих степях при близком залегании засоленных грунтовых вод. Профиль большинства солончаков на горизонты расчленен слабо, почти однороден, слегка выделяется только верхний гумусный слой, а у корковых солончаков с поверхности отслаивается горизонт толщиной 2—3 см в форме довольно плотной корочки.

По профилю почвы соли распределены в виде крапинок, нитей, друз или довольно крупными расплывчатыми пятнами.

Окраска верхнего горизонта солончаков светло-серая, серая или темно-серая. Ниже гумусного горизонта, начиная примерно с глубины 5—15 см, солончак становится серовато-бурым, а на глубине 70—80 см — сизовато-бурым.

В сухое время года (летом) при большом засолении, например поваренной солью, солончаки покрываются солевыми выцветами в виде белой сплошной корки. Издали такие места кажутся покрытыми снегом. В это время хлоридные солончаки отличаются большой плотностью. Наоборот, осенью при выпадении дождей или весной верхний слой приобретает сметанообразную консистенцию и солончаки становятся липкими, вязкими, непроезжими.

Сельскохозяйственная характеристика. Соли солончаков для культурных растений имеют разную степень ядовитости и вредности. По данным Б. Н. Строганова, если принять вредность Na_2SO_4 за единицу, то вредность других солей будет равна: Na_2CO_3 — 10; NaCl — 5—6; MgSO_4 и MgCl_2 — 3—5; NaHCO_3 — 3.

Чем больше содержится солей, тем почва качественно хуже. Особенно плохим качеством обладают солончаки, содержащие нормальную соду (Na_2CO_3), хотя бы и в малых количествах.

Засоленные земли в земледелии могут быть использованы только после удаления солей промыванием (дождевание, напуск в борозды, сброс) и в дальнейшем с применением постоянного орошения. При этих условиях они пригодны для возделывания хлопчатника, пшеницы, свеклы, кукурузы, винограда и других культур. Без мелиорации территория, занятая солончаками, используется под животноводство, для пастбы скота осенью, зимой и ранней весной.

Мелиорация солончаков — дело сложное и ответственное. При неправильном орошении может наблюдаться усиление засоленности почв. Появляется вторичное засоление. Большей частью оно вызывается неправильными расчетами потребности почвы в поливной воде или плохой подготовкой участка к поливу. Кроме того, оросительная вода сама может содержать много солей, которые при испарении накапливаются в почве. При избыточных поливах могут подняться кверху засоленные грунтовые воды. В этом случае их соли попадут в корнеобитаемый слой почвы. В солончаках поливная вода может также растворить соли нижних горизонтов и затем по капиллярам поднять их кверху.

В орошаемом земледелии поливы водой могут солончак превести в солонец. При этом появившаяся солонцеватость почвы уменьшит фильтрацию и увеличит растворение гуматов. В условиях сильнощелочного почвенного раствора сельскохозяйствен-

ные растения будут страдать или совсем прекратят свое развитие.

При составлении землеустроительного проекта надо учитывать, что наибольшую опасность в отношении засоления представляют почвы и грунты суглинистого и глинистого механического состава, особенно в том случае, если грунтовые воды засолены и подходят близко к поверхности. Легкие, хорошо водопроницаемые и дренированные почвы засоляются редко. Поэтому при выделении участков под орошение нужно хорошо знать уровень грунтовых вод и их характер, наличие песчаных и гравийных прослоек, уклоны местности, возможность просадок при поливах и другие условия.

На появление вторичного засоления почв сильно влияют приемы орошения. Чаще всего почвы засоляются при орошении напуском. Менее опасна подача воды по бороздам и еще меньше при дождевании. Большое значение имеет тщательная планировка поливных участков и установление правильных оросительных и поливных норм, соответствующих влагоемкости почвенных горизонтов, фильтрационным свойствам почвы, засоленности поливных вод. Большое значение для предупреждения засоления почв имеет также систематическое наблюдение за их водным режимом в период вегетации, за ростом и развитием растений.

Кроме указанных выше видов орошения, в области сухих и полупустынных степей с успехом применяется также система лиманного орошения. При лиманном орошении на пологих равнинных местах, пологих склонах и террасах рек устраивают небольшие земляные валы, задерживающие сток весенних вод после снеготаяния. Чаще всего лиманное орошение применяется на пастбищах и сенокосах. Лиманный способ орошения также требует строгих норм дозировки подачи воды, если имеются засоленные почвы и грунты.

В Барабинских степях Сибири и некоторых других местах имеются заболоченные места и болота с сильно минерализованными водами. Если такие избыточно увлажненные места осушить, то они покроются солончаками. Поэтому их можно подвергнуть лишь частичному осушению для создания здесь искусственных высокопроизводительных угодий.

Первые надпойменные террасы и поймы на глинистых и суглинистых грунтах, выходящие из-под заливов, часто засоляются вследствие подъема засоленных грунтовых вод под влиянием стекающего сюда потока с водораздела. Мелиоративные мероприятия здесь должны быть направлены на перехват потока грунтовых вод, смыв солей вниз по уклону и подбор наиболее солеустойчивых растений: суданки, пырея ползучего и сизого, солеустойчивых популяций люцерны желтой, донника белого и некоторых астрагалов, лука, чеснока, спаржи.

При использовании засоленных земель под отгонное или стационарное животноводство важное значение имеют производительность пастбищ, определяемая количеством корма, получаемого за весенний, летний, осенний и зимний периоды.

Основными растительными сообществами на засоленных землях будут заросли сарсазана, солероса и сведы по злостным солончакам; по солончакам, менее засоленным, — сообщества солянок кустарниковидных с участием солянок однолетних; однолетних солянок; абियोны (копеечника); абियोны и камфоросмы с участием франкени; заросли прибрежницы; камфоросмы, солянки древовидной и полыни солончаковой; саксаула черного с участием полыни и эфемеров (пустынная солончаково-солонцеватая степь). На еще менее засоленных почвах преобладает сообщество бескильницы, полыни черной, камфоросмы и кохии.

Солянковые пастбища используют в осенне-зимний период. Солянки растут с весны медленно, максимальный прирост их массы происходит в июле—августе—сентябре. Но в это время они содержат много солей. Только с октября, когда солянки начинают завядать и содержание в них солей уменьшается вследствие выщелачивания дождями, они начинают хорошо поедаться овцами. Животноводы считают, что солянковые пастбища для овец являются не только нажировочными, но и оздоравливающими природными угодами.

Солонцы. Генезис солонцов. Солонцы встречаются в подзолистой зоне (только в Якутии), в зоне серых лесных почв (Сибирь) и черноземов, среди каштановых и бурых почв. В пустынных степях солонцы встречаются редко.

Солонцы образуются из натриевых солончаков при постепенном промывании их водой. Содержащийся в растворах ион натрия вытесняет из поглощающего комплекса ион кальция, что создает условия для перемещения коллоидов. В этом случае повышенное увлажнение верхнего горизонта способствует передвижению коллоидов книзу, где образуется уплотненный столбчатый солонцовый горизонт В, верхний же горизонт А будет содержать меньше коллоидов и растворимых солей.

По Гедройцу, солонец формируется особенно быстро, если в почвенном растворе, кроме других солей, содержится нормальная сода. В почве сода образуется в результате деятельности сульфатредуцирующих микроорганизмов. Сода может образоваться и путем гидролиза гумата натрия в присутствии угольной кислоты. Сода в почве может появиться и в результате окисления аэробными бактериями органического вещества, содержащего натрий.

Солонцовый горизонт часто имеет щелочную реакцию. Почвенные коллоиды весной и осенью сильно набухают, размокают, становятся вязкими, липкими. В этом случае горизонт В резко

снижает свою водопроницаемость, а иногда становится водонепроницаемым. Летом (в сухое время года) коллоиды сжимаются, солонцовый горизонт растрескивается. Так, постепенно, в солонце образуются столбчатые отдельности. Почва становится очень твердой.

Классификация солонцов. По морфологическим признакам выделяют солонцы: 1) корковые с горизонтом *A* мощностью 5—7 см и даже меньше, ниже следует горизонт *B*. Он имеет неясно выраженные столбчатые отдельности; 2) столбчатые с горизонтом *A* мощностью от 10 до 15 см, с плохо выраженным горизонтом *A*₂; за верхним горизонтом следует столбчатый горизонт *B* более темной окраски; 3) глубоко-столбчатые имеют горизонты *A*₁ и *A*₂, общая мощность которых достигает 20—30 см. Далее следует также горизонт *B* — столбчатый.

Корковые солонцы содержат поглощенного натрия больше, чем столбчатые, последние — более, чем глубокостолбчатые.

Растительность солонцов. На солонцах в зоне сухих степей преобладают полынно-кермекowo-бескильницевые группировки с участием эфемеров и полынно-камфоросмowo-кермековое со значительным участием кохии и эфемеров. Эти сообщества имеют очень разреженный растительный покров, покрывая поверхность почвы лишь на 20—40%. Чаще всего на солонцах в сухих степях встречаются полныи черная, морская, серая (седая), солончаковая, бескильница расставленная (по сухим местам) и свернутолистная (по более увлажненным пониженным местам). Характерны для солонцов кермеки, из которых наиболее распространены широколистный, каспийский, Гмелина, реже полукустарниковый. Эфемеры представлены в небольшом количестве костром японским, восточным кровельным и мятликом луковичным; иногда встречается гусиный лук.

Под влиянием выпаса на солонцах часто поселяется свинорой, сильно разрастаются кермеки и камфоросма, а бескильница и полныи исчезают. В этом случае преобладают сообщества свиноройно-камфоросмowo-кермековые или кермекowo-эфемеровое с участием гречишки Беяярда или свинороя с птичьей гречишкой Беяярда.

В черноземной зоне на солонцах растительность несколько отличается. Здесь в травостое преобладают пырей сизый, полныи, бескильница и кермеки; в лесостепной зоне, кроме полныи морской и кермеков, произрастают бескильница, вострец, кохия и камфоросмы. Урожай сена на глубокостолбчатых солонцах может достигать в черноземной и лесостепной зонах 5—10 ц, а в зоне сухих степей 3—5 ц с гектара. Но и с такой производительностью солонцы встречаются редко. Большая часть их имеет разреженный травостой с крайне низкой производительностью.

Физические и химические свойства солонцов. В зависимости от зоны солонцы и солонцеватые почвы имеют различный химический состав и физические свойства. Так, солонцы сухих и полупустынных степей содержат в верхних горизонтах лишь 1,5—2,5% гумуса, а в черноземной и лесостепной зонах — 3—6%. В сухих и полупустынных степях, начиная с верхнего горизонта, эти почвы всегда карбонатные, а в лесостепи Сибири и черноземной зоне европейской и азиатской части солонцы с поверхности не вскипают, карбонаты у них размещены в нижних горизонтах.

Характеристика химических свойств солонцов приведена в таблице 32.

Таблица 32

Химические свойства солонцов

Виды солонцов	Горизонты	Мощность (см)	Поглощенные основания в м.экв. на 100 г почвы				Поглощенный натрий (% от емкости)
			Ca	Mg	Na	сумма поглощенных оснований	
Корковый	A	4,5	16,2	9,32	6,21	31,73	19,6
	B ₁	10	21,52	16,36	21,06	58,94	35,7
Столбчатый	A	8,0	14,62	7,03	1,96	23,61	8,3
	B ₁	12,0	16,15	17,32	13,04	46,51	28,0
Глубокостолбчатый	A	15,0	20,62	7,82	2,11	30,55	6,8
	B ₁	20,0	21,13	19,06	6,12	46,31	13,21

Солонцы характеризуются высоким содержанием поглощенного натрия и щелочной реакцией водной вытяжки. Растворимых солей в горизонте A и B₁ солонца относительно мало, но в глубоких горизонтах содержится много гипса, углекислого кальция и даже воднорастворимых солей.

Мероприятия по повышению производительности солонцовых почв. Производительность солонцовых почв можно повысить специальными мелиоративными приемами. Основная задача мелиорации солонцов сводится к замене в поглощающем комплексе натрия (или магния) кальцием. Это можно сделать внесением в почву гипса, а также с помощью глинования (засыпания солонца сверху незасоленной, насыщенной кальцием землей).

Если на почву, содержащую поглощенный натрий, подействовать раствором гипса, то в результате обменной реакции в почве образуется хорошо растворимый сернокислый натрий, который можно удалить промыванием, а поглощающий комплекс почвы получит кальций.

В дальнейшем улучшение солонца производится путем посева донника и внесения навоза.

Мелиорация солонцов указанным приемом — мероприятие крайне дорогостоящее. Если допустить, что гипс находится от хозяйства поблизости (5—10 км), то и при этих условиях привезти его на поля, равномерно разбросать, затем запахать потребуется очень много усилий. Поэтому в последнее время ищут новые приемы мелиорации солонцовых почв. Так как в каждом солонце часто близко к поверхности залегают карбонатный и гипсовый горизонты, то в этом случае рентабельнее проводить самомелиорацию почвы, используя глубокую пахоту. Для этого применяют многоярусные плуги, которые разрыхляют солонцовый горизонт *В* и перемешивают его с карбонатным и гипсовым слоями. Горизонт *А* при этом остается сверху. После вспашки зимой проводят снегозадержание для того, чтобы весенние воды лучше промочили почву и больше растворили гипса и углекислого кальция. Для вспашки успешно применяют многоярусные плуги Мосолова-Болотова или Дальского. Если после вспашки на солонцовой почве временно посеять травы, например донник, то рассолонцовывание почвы идет значительно быстрее.

При мелиорации глинованием солонцовые пятна покрываются примерно на 5—10 см незасоленной землей, после чего на этих пятнах производят обычную вспашку. Такой прием мелиорации особенно пригоден для глубокостолбчатых и столбчатых солонцов.

Солонцовые пятна на пахотных угодьях создают большие неудобства в эксплуатации земель. Весной, когда настает пора вспашки, на солонцах еще стоит вода. В это время они очень вязки и липки. После высыхания пятна становятся твердыми, как камень, а пашня получается крупноглыбистой труднообрабатываемой в дальнейшем. В зависимости от количества пятен почва может быть пригодной или непригодной для вспашки. Считают, если солонцовые пятна занимают не более 25% всей площади, то такие земли можно ввести в культуру при условии, что в дальнейшем солонцовые пятна будут мелиорированы. Земли с большим процентом солонцов следует отводить под пастбища. Поля севооборота нужно нарезать так, чтобы большая часть солонцовых пятен концентрировалась в одном-двух полях. Такие поля легче мелиорировать, их можно временно исключить из полевого севооборота и после агротехнической и химической мелиорации временно занять травами.

При проектировании внутренней дорожной сети нужно учитывать, что солонцы весной и осенью бывают непроезжими. В пониженных местах, куда стекает вода, на солонцах можно сооружать пруды или другие водоемы. При составлении плана полезащитного лесонасаждения и озеленения населенного пункта или полевого стана нужно принимать во внимание нали-

ные солонцов, на которых лесопосадки развиваются очень плохо. Из древесных растений наиболее солонцевыносливые карагач, ободланетка, тамарикс. Сельскохозяйственные растения по солонце- и солевых выносливости могут быть разбиты на три группы, согласно следующей схеме.

Солеустойчивые	Менее солеустойчивые	Несолеустойчивые
Гранат, дикий миндаль, абрикос, слива, груша, виноград, свекла сахарная, кормовая и столовая	Шелковица, яблоня, фисташки, грецкий орех, персики, подсолнечник, кукуруза, ячмень, озимая рожь, пшеница, овес, могар, хлопчатник, помидоры, капуста, редька, шпинат	Хурма кавказская, хурма восточная, лен, бобы, фасоль, горох, вика посевная, лук, огурцы, морковь

Солоди. Генезис солодей. Солоди образуются из солонцов путем промывания последних водой (осолождение). При этом алюмосиликатные минералы поглощающего комплекса солонца под влиянием гидролиза распадаются на более простые и создается щелочная реакция раствора. Такая реакция удерживает почвенные коллоиды в дисперсном и высокодисперсном состоянии. При осолождении коллоиды из верхних горизонтов почвы перемещаются в нижние. По этой причине столбчатый горизонт солонца разрушается, сверху он светлеет, покрывается слоем аморфной кремневой кислоты, теряет структуру и создается элювиальный горизонт A_2 . Нижний горизонт уплотняется, темнеет, становится плохо водопроницаемым. При этом почва проседает и на ней в период сильного увлажнения (весна, осень) застаивается вода. В этих условиях в верхних слоях ее сильно размножаются диатомовые водоросли, способствующие накоплению аморфной кремневой кислоты. Вследствие плохой водопроницаемости почвы возникает анаэробизм, плохо разлагается гумус, усиливается задержание и заболачивание.

Осолоделые почвы очень разнообразны по своей морфологии, физическим и химическим свойствам. Из них можно встретить разности, очень похожие на солонцы или мало чем отличающиеся от подзолистых, дерново-подзолистых и даже болотно-глеевых почв.

В заболоченных солодах окислы железа и марганца в условиях анаэробизма раскисляются, делаются более подвижными, начинают мигрировать по профилю почвы, образуя в местах, доступных воздуху, конкреции, орштейновые зерна, а там, где воздух проникает с трудом, — примазки и пятна различных окрасок — сизые, желтые, бурые.

Растительность солодей. Так как осолоделые почвы встречаются в различных зонах и в разных условиях увлажнения, то они покрыты неодинаковыми растительными сообществами. В сероземной зоне, например в долинах рек Чу и Сыр-Дарьи, на осолоделых почвах преобладают сообщества с преобладанием полыни; в зонах каштановых и бурых почв по займам и подам — преимущественно ксеро- и мезофильно-степная растительность: пырей ползучий, полыни, желерия, ковыль сарептский, бескильница свернутолистная; в черноземной зоне на осолоделых почвах растет дуб черешчатый, ивы, осина и представители лугово-степных растений: пырей ползучий, мятлик узколистый, кермек Гмелина и некоторые другие. В зоне серых лесных почв Сибири на солодах преобладает береза, осина, а по задернованным и заболоченным осолоделым почвам — обычная мезофильная растительность водораздельных лугов и заболоченных мест, без кислой реакции.

Классификация солодей. Почвоведы выделяют слабоосолоделый и сильноосолоделый солонец, а также солодь. Если осолоделые почвы покрыты травянистой растительностью, то их дерновый горизонт темно-серого, серого или светло-серого цвета (Сибирь). В этом случае выделяют темно-серые, серые и светло-серые осолоделые почвы.

По Е. И. Чумаковой, темно-серая осолоделая глинистая почва имеет горизонт А темно-серой окраски и хорошей структуры. Под гумусным горизонтом залегает горизонт иллювиальный, плотный с хорошо выраженной комковатой структурой. Сверху по трещинам в нем заметны натеки гумуса, по краям структурных комочков кремнеземистая лрисыпка. В карбонатном горизонте могут встречаться голубовато-зеленоватые оглеенные пятна. В верхнем горизонте темно-серых осолоделых почв Сибири гумуса содержится 6—9%, а на глубине 30—35 см — только 2—2,5%.

Коллоидные частицы в солоди резко вымыты в нижние горизонты, что видно из следующих данных: $A_1 + A_2$ содержит лишь от 3,1 до 9,1% частиц менее 0,001 мм, а иллювиальный горизонт В — от 30 до 39,5%.

Нижние горизонты солодей постепенно обогащаются полуторными окислами, вымывающимися из верхних слоев. Верхние же горизонты богаче кремневой кислотой. Так как нижний горизонт солоди часто карбонатный, то реакция почвенного раствора солоди обычно слабощелочная. Если же карбонатов нет, то солодь имеет нейтральную реакцию. И только при очень сильном осолодении верхний горизонт почвы может иметь слабокислую реакцию почвенного раствора.

Мероприятия по повышению производительности солодей. Большая часть солодей и осолоделых почв занимает пониженные места площадью 0,5—2 га. Более круп-

ные массивы осолоделых почв встречаются только в Якутии. В Барабинской и Кулундинской степях солоды располагаются пятнами и образуют сеть мелких березово-осиновых колков.

При организации территории с пятнами солодей и осолоделых почв трудно выделить крупные однородные массивы для организации севооборота, тем более, что эти пятна расположены в мезо- и микропонижениях и часто бывают заболоченными. Осушить их очень трудно, так как отсутствуют уклоны и нет водоприемников.

Лесные колки, разбросанные по степи, создают своеобразный местный климат, благоприятствующий возделыванию сельскохозяйственных растений в окружающих их местах, так как они умеряют силу ветра, увлажняют воздух и способствуют равномерному накоплению снега зимой на полях. Кроме того, они имеют и хозяйственное значение как источники древесины в степной местности. Поэтому при организации территории целесообразно не включать в пахотные угодья колки, занятые березово-осиновыми или дубово-осиновыми лесами.

Но если колки включаются в пахотные земли, необходимо осолоделые почвы удобрять навозом и минеральными туками, так как плодородие почв колков обычно низкое. После десятка лет распашки колки в полях постепенно заравниваются и исчезают. Чтобы ускорить этот процесс, производят землевание — натаскивание почв с повышенных мест на бывший колок. В известковании солоды нуждаются редко. Из минеральных удобрений в первую очередь на солодах следует применять азотные и фосфорные. Для улучшения физических свойств при обработке применяют почвоуглубитель, который разрыхляет плотный иллювиальный горизонт солоды.

Осолоделые почвы в сухих и полупустынных степях богаче и более плодородны, чем зональные почвы, так как они бывают расположены по подам, потяжинам и займищам. Но и в этом случае, если их включить в пахотные угодья, следует вносить навоз, суперфосфат, селитру. С применением указанных мероприятий осолоделые почвы здесь будут давать высокие урожаи. Те же мероприятия эффективны и на карбонатно-осолоделых почвах сероземной зоны.

Глава 24. ПОЧВЫ

ПУСТЫННО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Пустынно-степная зона расположена к югу от зоны полупустынь. Северная граница ее идет через плато Устюрт, затем несколько севернее Аральского моря до восточного берега озера Балхаш, потом спускается на юг почти до Алма-Аты. Южная граница проходит по пескам Муюн-Кум, далее по реке Сыр-

Дарье до предгорий Туркестанского хребта, затем через Бухару на Ашхабад и заканчивается на берегах Каспийского моря. Незначительная площадь пустынных степей имеется в Азербайджанской ССР в Куро-Араксинской низменности. Общая площадь зоны пустынных степей составляет около 10% территории СССР. Из этой площади 10% приходится на долю солончаков, 25% составляют пески пустынь, остальная площадь занята другими видами пустынных земель, включая и орошаемые.

В пустынно-степной зоне издавна существовало орошаемое земледелие. За годы Советской власти освоены огромные массивы целинных земель под орошение. Сооружены крупные ирригационные каналы: Ферганский в Узбекской ССР, Вахшский и Гиссарский в Таджикской ССР, Чуйский и Тадасский в Киргизской ССР, Каракумский в Туркменской ССР. Для регулирования стока воды сооружены водохранилища на реках Сыр-Дарье, Зеравшане, Чу, Мургабе и других. Проведены большие работы по обводнению пустынных пастбищ — построены десятки тысяч шахтных колодцев и других сооружений.

По сравнению с дореволюционным периодом площадь орошаемых земель в нашей стране возросла в 3,5 раза и тем не менее в пустынных степях Средней Азии еще имеется свыше 15 млн. га неосвоенных земель. Развитие поливного земледелия облегчается созданием в Средней Азии топливно-энергетической базы, основанной на крупнейших месторождениях нефти и газа, сооружении гидроэлектростанций.

Главная техническая культура на поливных землях Средней Азии — хлопчатник. Более 92% валового сбора хлопка-сырца в стране производится в Среднеазиатских республиках и прежде всего в Узбекистане и Туркменистане.

Создание инженерных ирригационных сооружений, применение удобрений и освоение комплексной механизации работ по выращиванию хлопка резко повысили урожайность этих культур до 30—40 ц и более с гектара. На рисовых полях здесь собирают по 40—50 ц зерна с гектара, а отдельные передовики до 100—150. Большое развитие получило здесь садоводство, бахчеводство и виноградарство. Лучшие сорта яблок, абрикосов, винограда выращивают на поливных землях Средней Азии. Кроме орошаемого земледелия, огромные площади пустынь используются под пастбища. Здесь успешно развивается овцеводство. Вместе с тем среднеазиатские пустынные земли еще таят в себе огромные возможности для дальнейшего увеличения производства ценнейших продуктов сельского хозяйства.

Климат этой зоны характеризуется прежде всего наличием высоких температур летом и сильным недостатком влаги. Здесь за год выпадает менее 200—250 мм осадков при испарении, достигающем 1700 мм. Следовательно, дефицит влаги составляет 1500 мм в год, из которых 1200 мм приходится на почти без-

дождное лето. Средняя июльская температура достигает 26—30° (в тропиках 24—28°). Но такая жара (особенно жаркое лето в Туркмении, где средняя июльская температура иногда достигает 30°), переносится легче, чем в тропиках, вследствие сухости воздуха.

Осень в пустынной зоне сухая, солнечная и теплая. Морозы начинаются в октябре. Зимы в северной части довольно суровые: Аральское море, например, замерзает на четыре месяца. На юге зимы теплее и значительно короче. Но и здесь, например в Ташкенте, были дни, когда температура падала до —30°. Снежный покров в Казалинске держится в течение 70 дней, в Ташкенте — 37 дней, а в Ленинабаде — 18 дней. Безморозных дней в северных районах 160, в южных 240. Весна очень короткая, начинается с марта, а в мае во многих районах пустынных степей устанавливается жара.

Вблизи гор осадков выпадает несколько больше 200 мм, а на равнинах южной части около 100 мм. Меньше всего осадков выпадает летом, больше всего — весной; зимой выпадает их больше, чем осенью.

Небо летом, осенью и весной безоблачно. Сумма часов солнечного сияния составляет 2400 для северных районов и 3050 для южных (Иолотань).

Преобладают слабые ветры и штили. Ветры большой силы бывают реже. Горячие летние ветры в пустынях нередко вызывают песчаные и пыльные бури. Зимой они холодные, резко снижающие температуру воздуха.

Пустынные степи занимают в нашей стране огромную территорию, поэтому однородности климатических условий здесь не бывает. Когда в северных районах пустынь стоит еще зима, на юге Туркмении и в Таджикистане начинают убирать зерновые хлеба. Подзону северных пустынь считают малоприспособленной для хлопководства; здесь больше развито рисосеяние. Подзона южных пустынь благоприятна для возделывания хлопчатника.

В песчаных пустынных степях почвы полностью впитывают выпавшие осадки, а в глинистых пустынях после первых капель дождя коллоиды почвы быстро набухают и образуют тонкий водонепоглощаемый слой. В этом случае осадки нередко образуют здесь мутные ручьи и потоки, несущие ил и перемещающие даже грубые частицы. Особенно опасны такие потоки в подгорных пустынных местах.

В западной части пустынной зоны, примыкающей к Каспийскому морю, расположено плато Устюрт. Оно почти со всех сторон окаймлено обрывистыми краями (чинки). Относительная высота чинков местами достигает 190 м, а абсолютная — 256 м. Равнинная поверхность плато сложена богатыми известью породами третичного периода (сарматский ярус). Она щебениста, местами встречаются карстовые воронки. Кое-где встречаются

понижения, занятые песками, солеными озерами или солончаками. Здесь в песчаных отложениях пресные воды иногда залегают на глубине 2—3 м (пески Сам). Но на остальной части плато имеются только соленые грунтовые воды на глубине 20—70 м.

Кроме плато Устюрт, по характеру рельефа выделяются пески Кара-Кумы, расположенные главным образом в Туркменской ССР, Кызыл-Кумы — в Узбекской и Казахской ССР, Муюн-Кумы — в восточной части Казахской ССР, Сары-Ишик-тау — близ озера Балхаш в Казахстане. Рельеф этих песчаных пустынь имеет много общего: практически всюду бугристые заросшие пески, барханы и дюны, свободные от растительности, солончаки и солончаковатые почвы между буграми. Кара-Кумы (черные пески), расположенные у северо-восточной части Аральского моря, характеризуются заросшими, собранными в цепи дюнами. Дальше от моря идут барханы. Значительная часть пустынь также покрыта заросшими бугристыми песками. Высота бугров доходит до 6—10 м. Сыпучие барханы часто образуются близ колодцев, где растительность полностью уничтожается овцами.

Поверхность Кызыл-Кумов (красные пески) слегка волниста. Барханы перемежаются с такырами. К концу зимы и весной здесь на такырах собирается пресная вода, которую запасают в особые колодцы. Летом на такырах вода испаряется и такыры покрываются трещинами. По сравнению с Кара-Кумами эта пустыня имеет больше заросших песков.

Близ северных берегов Аральского моря лежат пески Большие и Малые Барсуки. Здесь преобладают бугристые формы рельефа, много выровненных хорошо заросших растительностью пространств. Муюн-Кумы и пески Сары-Ишик-тау по своему рельефу похожи на Большие и Малые Барсуки.

Совершенно иной характер рельефа имеют глинистые и лесовые пустыни в устье Аму-Дарьи, севернее Бухары и по течению Сыр-Дарьи. Рельеф этих пустынь расчленен слабо, лишь кое-где он носит увалисто-холмистый характер. Материнская порода — лессовидные суглинки и лессы. Здесь много такыров, которые часто занимают большие площади в устьях крупных рек. Поверхностный слой их плотный, глинистый или тяжелосуглинистый, карбонатный, летом разбитый трещинами на многогранники, нижние горизонты такыров засолены.

Предгорные пустыни окаймляют подножия высоких гор. Рельеф этих пустынь наклонно-равнинный и вытянуто-бугристый (адырный), т. е. занятый плосковершинными или увалистыми вытянутыми возвышениями высотой 50—150 м.

Каменистые пустыни встречаются в комплексе с глинистыми или лессовыми в предгорных и низкоротных районах. Рельеф здесь очень пестрый — выровненные закаменные с поверхности места перемежаются с всхолмленными.

Рельеф солончаковых пустынь ровный, но с резко выраженными формами микро- и нанорельефа, как результат выдувания ветрами мелкозема и просадки грунта в период большого увлажнения.

Растительность пустынь в целом довольно однообразна. Но характер растительных сообществ и хозяйственная значимость отдельных пустынных степей весьма разнообразны.

В суровых условиях пустынь у растений выработались особые свойства. Здесь произрастают деревья, не дающие тени, безлистные кустарники, ксерофитные полукустарники, опушенные и покрытые колючками, эфемеры и эфемероиды, суккуленты с мясистыми листьями, солелюбы, растения, переносящие зной и засыпание песком.

Выделяют следующие группы растений, произрастающих в пустынных степях:

1) эфемеры и эфемероиды, т. е. растения с очень коротким периодом жизни весной, способные развиваться после дождей осенью; в оттепель вегетируют даже зимой;

2) растения, вегетирующие весной и частично летом; они имеют хорошо развитую корневую систему и используют влагу не только верхних, но и нижних горизонтов почвы;

3) растения, вегетирующие с весны до осени; к ним относятся сочные солянки, саксаулы, полыни и почти все полукустарниковые солянки;

4) вечнозеленые эфедры (кузьмичева трава).

Особенностью многолетних растений пустынь является развитие очень большой массы подземных частей (корней и корневищ), превосходящих по весу надземные органы иногда в 10 раз. Так, корневище верблюжьей колючки на глубине 20 см часто достигает диаметра 5—8 см. Наиболее сильно развита корневая система у растений на барханах. Горизонтальные шнуровидные корни их, достигающие длины 15—20 м, хорошо укрепляют подвижный поверхностный слой песка. Типичное растение этой группы — селин, мощный высокий злак с жесткими листьями. Его корни покрыты особыми цементирующими корневыми выделениями, предохраняющими их от высоких температур.

Корни многих кустарников проникают очень глубоко. Так, корни у саксаула углубляются на 4—8 м. Корневая же система эфемеров, использующих только весеннюю влагу, проникает вглубь не более 40 см.

Семена большинства пустынных растений приспособлены к переносу их ветром, обладают парусностью, часто или шарообразной формы, или имеют форму пропеллера. Многие семена имеют зацепки и хорошо переносятся животными на далекие расстояния.

Выделяют четыре вида пустынь с характерными для каждой из них рельефом и формацией растительности (Е. П. Коровин).

Глинистые пустыни, занимающие равнины и предгорья Средней Азии, а также древние долины Аму-Дарьи, Сыр-Дарьи, Мургаба и других рек. Здесь преобладают эфемеры — осока пустынная, мятлик живородящий, лютик Северцева, некоторые однолетники из крестоцветных и маковых, гусиный лук и другие представители лилейных. Из поздних эфемеров встречаются ферулы — своеобразное растение, цветущее раз в 5—10 лет.

Гипсовые или каменные пустыни, занимающие южную часть плато Устюрт, останцовые массивы Кара-Кумов и Кызыл-Кумов и другие места выхода плотных пород покрыты ксерофитами и суккулентами, т. е. растениями с жесткими сухими или, наоборот, с мясистыми листьями. Здесь широко распространены полынь белая и полынь черноземельная, мясистые солянки, солянка шерстистая, кермеки, франкения, тамарикс, качимы, кохия с участием в небольшом количестве злаков (мятлик луковичный, ячмень мышиный) и осок (пустынная и вздутая). Основные растительные сообщества полынно-солянковые и солянково-разнотравные.

Для северной части песчаных пустынь Кара-Кумов, Кызыл-Кумов и Муюн-Кумов характерны полыни, кохия, пырей сибирский, осока уральская (по ровным местам), саксаул белый, джужгуны, кузьмичева трава, терескен (на расчлененном рельефе). Из полукустарников широко распространены полынь песчаная, а из трав — пырей сибирский и песчаная осока. На рыхлых разбитых барханных и дюнных песках растут джужгуны, селин, хондриллы.

Для южных выровненных песчаных пустынь характерны эфемеры и эфемероиды (мортук, мятлик живородящий), из полукустарников — полыни. Для песков с расчлененным рельефом типичны белый саксаул, солянка Рихтера, джужгуны, а из эфемероидов — осока песчаная. На рыхлых барханных дюнных песках юга разреженно растут кустарники: безлистный эремо-спартон, амодедрон (сюзень), смирновия, джужгуны, из трав — селин большой.

Основные растительные сообщества в песчаных пустынях саксаулово-илачные с примесью кандыма и черкеза; кандымово-илачные и черкезово-кандымово-илачные; выюнково-илачные и астрагалово-илачные.

Для солончаковых пустынь характерны солелюбы: сочные солянки (мясистая, шерстистая), спайнолистник спайноплодный, а также полусухие солянка килеватая и хрящеватая. Кроме того, здесь много сухих солянок, например кумарчика и верблюдки. Разрозненно встречаются эфемеры (мортук Бонапарта) и представители крестоцветных. Характерные сообщества в этих пустынях — однолетне-солянковые по солончакам и такыровидным солончаковато-солонцеватым почвам, заросли солероса, сарсана, местами тамарикса.

В пустынных почвах обитает большое количество бактерий, до 1—1,5 млрд. в грамме. Много также червей, которые в глинистых пустынях нередко превращают почву до глубины 50—100 см в пористую массу. В почвообразовании пустынных почв принимают участие термиты, отчасти мокрицы, жуки-навозники, ящерицы, черепахи, тушканчики, песчанки и даже змеи.

Материнскими породами для почв пустынных степей являются: 1) известняки третичного периода, имеющие распространение на плато Устюрт; 2) различные пески — продукты выветривания, нанесенные с гор древними и современными реками; 3) древние палеозойские осадочные породы и даже граниты (Бет-Пак-Дала); 4) лессы и лессовидные породы глинистых пустынь аллювиального происхождения; 5) водные отложения тончайшей глинистой мути на такырах.

Почвы пустынной зоны. Основной тип почвы пустынной зоны — сероземы. В сероземах глинистых пустынь очень мало гумуса (1—2,5%), он сосредоточен в верхнем слое почвы (10—15 см). Характерно отсутствие расчлененности профиля почвы на горизонты. Много карбонатов, равномерно распределенных по профилю почвы. На глубине 100—130 см находится гипс в виде кристаллов или друз. Растворимые хлориды и сульфаты встречаются только на большой глубине. Почва сильно изрыта насекомыми и червями. Макроструктура отсутствует; более или менее хорошо выражена микроструктура.

Профиль сероземных почв изменяется в зависимости от материнской породы, рельефа, уровня грунтовых вод, степени окультуривания.

Почвообразовательный процесс в глинистых пустынях характеризуется следующими данными.

В феврале — марте кончается короткая малоснежная зима и верхний слой почвы пропитывается снеговой и дождевой водой. Нисходящий ток воды может лишь на небольшую глубину вывести растворимые в воде карбонаты и другие минеральные соли. Быстрое нагревание почвы пробуждает к жизнедеятельности микробы. Имеющееся в это время значительное количество в почве нитратов, фосфаты кальция, магния и калия создают благоприятные условия для быстрого развития эфемеров и эфемероидов.

В первой половине лета (май — июль) эфемеры и крупнотравье засыхает; цветет верблюжья колючка и вегетирует гиртензония.

Осенью (вторая половина октября — ноября) усыхает верблюжья колючка. Если выпадают дожди, начинают снова вегетировать эфемеры, в первую очередь осока песчаная и осока пустынная. Зимой (декабрь — февраль) при теплой погоде зеленеют эфемеры, цветет безвременник (крокус), гусиный лук.

По мере высыхания почвы деятельность микробов ослабевает в верхних слоях и усиливается в нижних. Как только талые воды пропитают почву, влага под действием тепла начинает подниматься вверх и испаряться. На глубину 50 см пустынные почвы могут увлажняться только парообразной влагой и водой, проникающей по ходам червей, насекомых, отмерших корней растений.

Массовая вегетация растений здесь продолжается 2—3 месяца. Летом в глинистой пустыне растут только одиночные глубокоукореняющиеся растения. Эфемеры и эфемероиды после отмирания оставляют в почве мало мертвого вещества, а высыхающая их надземная часть поедается скотом или разрушается и разносится ветром. Для образования гумуса остаются следы органических остатков. Так как минерализация остатков растений в пустынных степях идет под влиянием главным образом аэробных микробов, оставляющих после себя окисленные соли, реакция почвенной среды будет нейтральной или даже слабощелочной. Почвы насыщаются основаниями. Образовавшиеся соли или сохраняются до осени, или частично используются глубокоукореняющимися растениями.

Таким образом, в пустынной степи круговорот веществ интенсивно происходит только в поверхностном слое почвы. Глубокие слои почвообразованием затрагиваются мало. Профиль почвы почти не дифференцирован. В нем наблюдается передвижение только карбоната кальция и сульфата кальция в результате уменьшения растворимости этих солей с повышением температуры. Холодные растворы талых вод и дождей будут опускать эти соли в нижние слои почвы. При капиллярном же поднятии воды лишь часть этих солей поднимается в верхние, более нагретые слои почвы. Этим объясняется то, что на сероземах при слабой увлажненности и большой испаряемости образуется в форме прожилок и плесени слабый иллювий из солей кальция в 45—50-сантиметровом слое почвы.

Особенности почвообразовательного процесса песчаных пустынь. Почвообразовательный процесс в песчаных пустынях имеет свои особенности. На пустынных песках (Кара-Кумы, Кызыл-Кумы) образуются почвы, мало похожие на сероземы. Основной фактор почвообразования — наличие растительности со смягченной ксерофитностью и почти полное отсутствие суккулентов. Пески покрыты растительностью в течение всего вегетационного периода без перерыва. На песках хорошо растут деревянистые растения: песчаная акация, саксаул белый, джузгуны, черкез, шелюга, кустарничковые астрагалы, много мезофильных трав (эфемеры и эфемероиды), широко распространена полынь песчаная. Иногда на разбитых песках (северные пустыни) развивается кияк — изумрудно-зеленый с широкими листьями злак, представитель мезофильной флоры.

При такой растительности песчаные почвы экономно расходуют влагу и даже накапливают ее. Пески обладают крупной пористостью (43%). Хотя по общей скважности они уступают глинистым почвам (52%), но поры в песках крупные. В песчаные почвы легко впитываются талые и дождевые воды. Если в глинистых почвах благодаря капиллярности вода может подниматься на 5—8 м, то в песках лишь на 60—80 см. Поэтому в верхний слой песка вода не доходит, он быстро высыхает и становится своеобразной мульчей, покрывающей нижние влажные слои от высыхания. В песках влага сохраняется таким образом даже в самых знойных пустынях.

Ночью песок охлаждается и в его порах конденсируется влага. Конденсация пара особенно ощутима летом и теплой осенью. Она дополнительно увлажняет песчаные почвы и хорошо используется псаммофитной растительностью.

Не разбитые пастбищой и не развесаемые пески обычно покрыты мелкотравьем из эфемеров, крупнотравьем из полыней, астргалов, верблюжьей колючкой и даже представителями деревянистой растительности. Поэтому в песчаных пустынях круглый год пасут овец.

Песчаные почвы пустынь только условно могут быть названы песчаными сероземами. В пустынных условиях песчано-пылеватые и маломощные супесчаные «типичные» сероземы только формируются по рекам Чу, Или, Каратала с высоким уровнем грунтовых вод. Здесь развивается луговая травянистая растительность и заросли тополя, туранги, лоха и ив. Если же уровень воды в реках понизится и увеличится концентрация солей в почвенном растворе, то древесная растительность отмирает, а состав луговых трав изменится, появятся кустарники чингил и гребенщики и деревья черного саксаула. При дальнейшем понижении грунтовых вод из травостоя выпадет чингил и гребенщик, а черный саксаул образует чистые заросли, под которыми формируются пылеватопесчаные сероземы. На супесчаных и суглинистых аллювиальных отложениях в этих условиях сформируются суглинистые и супесчаные сероземы.

В глинистой пустыне, особенно в больших впадинах (например, Сарыкамышская впадина), широко распространены солончаки. Характер солончаковых почв и растительности был описан раньше.

Та к ы р ы встречаются главным образом в наиболее пустынной части зоны, чаще в устьях рек. Растительность на этих землях почти отсутствует, изредка встречаются лишь полыни и солянки. Весной на такырах стоит вода слоем в 20—30 см и более. В ней развиваются сине-зеленые водоросли, придающие такыру после высыхания черный блеск. Такыры вскипают с поверхности, засолены сульфатами и хлоридами, особенно на некоторой глубине. Реакция почвы щелочная. Такыры похожи на

солонцовые почвы. Весной верхний слой их сильно набухает. Подобно солонцовому горизонту верх такыра имеет щелочную реакцию, так как содержит соду. Соли в такыровых почвах содержатся в глубинных слоях, как у солонцов. По механическому составу такыры — глинистые почвы. В сухом состоянии очень плотны, что свойственно также солонцам.

Сазовые почвы, или сазовые сероземы, широко распространены в поймах Аму-Дарьи, Сыр-Дарьи и других пустынных рек. Они представляют собой сероземы с признаками оглеения или даже сильного оглеения на глубине 60—100 см и наличием высокого уровня грунтовых вод. Сверху сазовые почвы содержат больше гумуса, чем нормальные сероземы, внизу они имеют сизую окраску и менее изрыты червями и насекомыми. Эти почвы в различной степени заболочены и могут быть использованы для возделывания трав и риса. Заброшенные сазовые почвы зарастают плотным травостоем сорного высотравья.

Повышение производительности почв пустынных степей. Повышение производительности пустынных земель в первую очередь связано с правильным, экономным использованием имеющихся водных ресурсов. Особенно это относится к глинистым пустыням.

В этом случае хороший плановый материал, сделанный с учетом почвенных и геоботанических исследований, дает возможность мелиоратору правильно определить не только потребное количество воды для полива, но и предупреждать возможную просадку грунта и опасность вторичного засоления.

Просадка грунта в сероземах чаще всего происходит вследствие того, что при поливе напуском или по бороздам вода растворяет частично углекислый кальций, сильно гипс и полностью все легкорастворимые соли (NaCl , Na_2SO_4), обычно содержащиеся в нижних солях почв и грунтов. Образующиеся при этом поры вызывают переупаковку почвенных минеральных частиц (солифлюкция), приводящую к просадке почвы и грунта. Но даже хорошо спланированные площади после поливов покрываются микропонижениями, в которых долго застаивается вода, мешающая обработке земель.

Вторичное засоление почвы может быть в том случае, когда растворимые соли размещены близ верхних горизонтов почвы, если при планировке площади под полив были обнажены слои с растворимыми солями. Оно может быть вызвано тем, что применяются очень высокие нормы полива водой. В этом случае поливная вода, просачиваясь вниз по почве, может соединиться с засоленными грунтовыми водами и при испарении снабжать почву солями.

При изыскании площадей, пригодных для орошения, составляют картосхемы по характеристике полевой влагоемкости почв,

мертвому запасу влаги, характеру водопроницаемости и химизму грунтов, наличию водоупорных прослоек или, наоборот, водопроницаемых песков, наличием гальки и некоторым другим признакам для того, чтобы учесть все это при определении норм полива, вида полива и избежать возможности вторичного засоления.

Для уточнения норм полива приходится обследовать не только орошаемую площадь, но и ту территорию, откуда будет идти вода. При этом необходимо изучить возможность просачивания и потери воды в каналах, засоление и засорение поливных вод по пути следования.

При составлении землеустроительного проекта по пастбищам необходимо знать и учитывать кормовую ценность и биологическую особенность групп пустынных растений. В практике для этой цели растения делят на следующие пять групп:

1) деревья и кустарники — саксаулы, чогон, черкез, кандымы, эфедра крылатая; они дают ценный зимний пастбищный корм и служат источником топлива;

2) полукустарники — полыни, солянки (почечконосная, жесткая, клейкая), анабазис и вьюнки; они служат основным осенним и зимним кормом для овец в глинистых пустынях;

3) многолетние травянистые растения — осоки пустынная и вздутая (илак), мятлик луковичный составляют основной корм для овец на протяжении всего года; весной они дают зелень, летом высыхают, образуя так называемое сено на корню, часть которого используют осенью и зимой;

4) многолетние растения, цветущие раз в жизни, — ферула (коврак) и кузиния (каррак); их травостой иногда используют для заготовки сена;

5) однолетние травянистые растения с короткой вегетацией служат ценным весенним кормом для овец, а с длительной вегетацией — осенним кормом. В первую группу входят мортук, костер кровельный, астрагал однолетний, во вторую — однолетние солянки (например, мясистая, шерстистая, спайнолистник) и др. Кормовое достоинство быстро вегетирующих однолетних травянистых растений ниже многолетних, так как они быстро высыхают и крошатся. Исключение составляют только солянки. Они с весны медленно развиваются, летом достигают наибольшего роста и осенью после созревания и частичного выщелачивания из них солей дают ценный корм.

Кормовые растения пустынь обладают довольно высоким кормовым достоинством. К сожалению, урожай пустынных травостоев неустойчивы по годам. В лучшие годы гектар может обеспечить пять овец, но чаще лишь одну и то с трудом. В отдельные годы урожая трав на некоторых видах пастбищ совершенно не бывает. Кроме того, пустынные пастбища при перегрузке скотом быстро сбиваются и с трудом восстанавливаются.

Перегрузка пастбища скотом, чрезмерное поедание и вытаптывание травостоя понижают производительность кормовых угодий.

Но если пастбище недостаточно нагружено скотом, урожай кормовых трав тоже будет уменьшаться, так как они будут вытесняться мхами и водорослями.

Умеренная нагрузка скотом пастбища способствует улучшению травостоя, так как животные не только поедают траву, но и рыхлят своими копытами землю, удобряют почву, заделывают осыпавшиеся семена растений. Только при очень большой нагрузке травостой сбивается. В этом случае при сильном уплотнении почвы увеличивается солончаковатость почвы. Песчаные почвы при большой нагрузке переходят в сыпучие барханные пески, особенно вокруг водопоев.

Перегрузка скотом не только снижает урожай, но и резко ухудшает качество травостоя.

Основное условие повышения производительности пустынных пастбищ — посев трав, а также введение правильной системы выпаса без перегрузки и вытаптывания травостоя. Важно также делать посев наиболее ценных местных растений, например полыни узбекской и бодяжской. Подсеять надо во вспаханную почву сеялками, а на сильно разбитых песках — с самолета. Посев производят полосный, сплошной или местноразбросной.

Солянку малолистную (чогон) лучше подсеять на типично кустарниковых пастбищах. Чогон хорошо высевать полосами, в хорошо обработанную глубокой осенью почву.

Очень ценное растение на пастбищах саксаул, для засоленных песков белый, а для солончаковых суглинистых и глинистых почв черный. Саксаулы дают корм овцам и особенно верблюдам, служат источником топлива, способствуют снегозадержанию, закреплению песков, предоставляют укрытие скоту от сильных ветров. Сеют саксаул семенами с самолета (по пескам) без заделки и обработки или с обработкой почвы бороной.

Для предгорий имеет ценность культура кохии (прутняк, извень) не только для пастбищ, но и для сенокосения. Следует рекомендовать также посев или посадку черенками низкорослых джужунов (кандымов, которые хорошо закрепляют пески, а их ветки хорошо поедаются овцами). На зимних пастбищах ценным растением для подсева является солянка жесткая, а из полукустарниковых — терескен. Для осенних пастбищ можно рекомендовать мамык. По сильно выбитым местам около водопоев, кошар, по скотопрогонам подсевают костер кровельный, пажитник, мятлик луковичный, липтолеум нителистный, крестовник надрезаннолистный и селин малый.

Одновременно с подсевом ценных растений следует уничтожать сорняки и ядовитые растения — гармалу, колючелистник колючий, аммодендрон, ежовник, сарсазан, парнолистник, рого-

Примерная производительность растений пустынных пастбищных угодий в сухой массе при разных формах использования (ц/га)

Исходное растительное сообщество и тип почвы с указанием кормового запаса	Улучшенный травостой под влиянием нормальной нагрузки и его кормовой запас	Первая и вторая стадии сено и кормовой запас пастбища	Последняя стадия сено и кормовой запас пастбища
Сильно уплотненные пески под покровом мха с участием илака и белого саксаула — 0,5—1	Илачно-саксаульно-астроголово-джузгуновое сообщество с участием эфемеров и хвойника — 2,0	Селиново-солянково (Рихтера)-джузгуново-илачное сообщество с участием костра кровельного и других эфемеров — 2,0	Разреженная растительность из селина большого, песчаной акации, реже с участием селина малого — 0
Песчаный серозем под покровом солянково-пустынно-осоково-луковично-мятликового сообщества — 1,0	Полынно-мятликовое сообщество с участием ферулы и однолетних эфемеров — 2,0	Полынно-солянково-джузгуновое сообщество с участием мятлика и однолетних эфемеров — 1,5—2,0	Разреженная растительность из селина и акации песчаной — 0,3
Солонцеватый серозем, покрытый пленкой водорослей под покровом солянки почечнокосной, полыни, сухих солянок с участием мятлика луковичного — 2,0	Полынно-пустынно-осоковое сообщество с участием мятлика луковичного и однолетних эфемеров — 2,0	То же, но с участием гармалы и астрагала однолисткового — 2,0	Полынно-гармалово-эфемеровое сообщество — 0—0,3
Лессовый серозем под покровом мхово-лишайникового сообщества с участием мятлика луковичного, осоки пустынной и однолетних эфемеров — 1—3,0	Пустынно-осоково-луковично-мятликовое сообщество с участием фломиса и однолетних эфемеров — 4,5	Луковично-мятливо-пустынно-осоковое сообщество с участием пажитника, малькольмии и однолетних эфемеров — 2,5—4,0	Разреженные травостой из лентоостника, костра кровельного, рогозавника и крестоцветных эфемеров — 0,8

главник, лентоостник, люцерну малую. Для борьбы с ними применяют гербициды или выпалывают вручную.

При организации территории пастбищ отводят участки для заготовки страхового запаса сена и для посева люцерны или эспарцета, кукурузы, ячменя, могоара, озимой ржи, суданской травы, сорго, подсолнечника, кормового арбуза.

При составлении проекта организации территории следует определить размеры поголовья с учетом повышения производительности пастбищ, подбирать наилучшую систему использования кормовых угодий (отгонная, перегонная и оседлая), устанавливать пастбищеоборот с учетом природных особенностей и системы использования; составлять планы обводнения и постройки хозяйственных и бытовых помещений.

Глава 25. ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ГОРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Горные ландшафты в Советском Союзе занимают почти треть территории страны. Главные массивы их сосредоточены в Восточной Сибири, в Среднеазиатских республиках, на Кавказе, Алтае, в Крыму, на Карпатах и Дальнем Востоке.

Земли горных районов покрыты лесами, лугами и пастбищами. Пахотных угодий мало. Полевыми культурами в горах бывают заняты небольшие пятна (0,25—2 га), далеко удаленные один от другого. Только в нижней части гор и предгорьях, где рельеф более или менее выровнен, встречаются достаточно большие площади под пшеницей, кукурузой, рожью и другими культурами. В южных районах в этих местах много садов, виноградников, посадок ореха и плантаций чая.

Основная отрасль сельского хозяйства в горных районах — животноводство. При отгонном животноводстве ранней весной, осенью и зимой скот, преимущественно овцы, содержится в полупустынных и пустынных степях, где относительно тепло и выпадает мало снега.

Летом животных перегоняют в горы на альпийские и субальпийские пастбища и пасут там до наступления похолодания, после чего снова перегоняют в степи.

«Оседлая» форма содержания скота возможна в области низких гор и предгорий, где имеется укрытие, затишье и где скот может пастись на более или менее ровной территории. В этом случае весной и летом скот содержится в горах, а близ селений и в предгорьях заготавливают сено на зиму.

Кроме лугов и пастбищ, в горах много лесов различных как по составу древесных пород, так и по условиям произрастания. Горные леса дают не только ценную древесину и дрова, но являются основной защитой почв от эрозии.

Горный рельеф сильно влияет на климатические условия, почвообразовательный процесс и развитие растительности. Он определяет своеобразие поверхностного стока воды, создавая условия для выноса и сноса мелкозема и образования территорий, покрытых камнями, хрящом, песком. Здесь часто горные

потоки обнажают скалы, образуют обширные глинистые плащи на шлейфах склонов и конусы выноса при выходе рек на равнину.

Больше всего на ход почвообразования и распределения растительности в горных условиях влияют высота, экспозиция и крутизна склонов.

Южные склоны круче, чем северные. Они раньше освобождаются от снега, быстрее просыхают и бывают более сухими, чем северные. Поэтому когда на южном склоне среди растений преобладают полныи, ковыли и типчак, на северном растет мялик луговой, клевер горный, тимopheевка, манжетка и другие мезофильные растения. Если на южном склоне формируются горные черноземы или горнокаштановые почвы, то тут же, но на северном склоне, будут горнолуговые или горнолуговые остепненные почвы. Если на южном склоне будут бурые горнолесные, то на северном оподзоленные почвы и т. д.

Но от этой закономерности имеется много отклонений в образовании почв, обусловленных различием горных пород, ориентировкой хребтов, высотой положения по рельефу и др.

Характерная особенность горного климата — зональность в зависимости от высоты над уровнем моря. При движении от подошвы к вершинам постепенно понижается температура, увеличивается количество осадков. В горных местах много местных климатов и климатических инверсий, т. е. отклонений от нормы. Это обусловлено различием направления хребтов, характером горных долин, особенностями горной растительности.

Над горами скорость ветра больше, чем на равнине, на 1—2 м в секунду. Но в отдельных случаях эта скорость сильно возрастает. Встречая при движении в горах препятствие, ветер образует вихри с горизонтальной осью. Вследствие этих вихрей по обеим сторонам горных цепей возникают воздушные течения с направлением вверх и вниз, чем объясняется систематическое образование облачности над хребтами. Горные долины имеют особые долинныи ветры, вызываемые неодинаковым нагреванием дна и склонов долин днем и ночью. Дно долины быстро прогревается солнцем, и нагретый воздух поднимается вверх. Поэтому с утра чувствуется дуновение ветра вдоль долины по направлению к ее вершине, а вечером, особенно ночью, верхняя часть долины и ее склоны быстро охлаждаются. Холодный воздух, как более тяжелый, начинает стекать вниз в долину, и возникает ночной ветер, имеющий направление, противоположное дневному.

Кроме долинныи ветров, распространены также фёны. Причиной возникновения этих ветров служит быстрое стекание вниз сгущенных холодных масс воздуха, накопившихся высоко в горных котлованах («озера холодного воздуха»).

При движении вниз наблюдается нагревание воздуха. Например, при стекании воздуха с высоты 2 км температура внизу зимой может подняться до 14—16°.

С поднятием вверх в горах наблюдается понижение температуры. На Кавказе на каждые 100 м поднятия температура снижается на 0,5°. Теплый период также сокращается с высотой гор. На Кавказе в горах морозы начинаются в сентябре, но общая температура воздуха в горах в сентябре выше, чем в мае. Осень теплее весны. Это объясняется тем, что весной тают снега и льды, на что затрачивается много тепла. Лето в горах прохладнее, чем в предгорьях, а зима теплее. Наиболее ясная погода в горах наблюдается зимой и осенью, а самая пасмурная — в конце весны и начале лета.

Если на равнинах минимум относительной влажности воздуха приходится на июнь—июль, а максимум — на зиму, то в горах, наоборот, максимум относительной влажности воздуха падает на лето, а минимум — на зиму. Это объясняется тем, что восходящие летом с равнины токи воздуха сильно насыщены водяными парами. Зимой же, наоборот, наличие антициклонов создает нисходящее течение воздуха, обедненное влагой.

На Кавказе приблизительно 40% годового количества осадков выпадает летом и только 10% приходится на зиму. Весной в горах выпадает осадков больше, чем осенью.

Образование осадков в горах определяется характером восходящих токов. При подъеме воздух охлаждается, что вызывает дожди или снег. Особенно много осадков выпадает на склонах, ориентированных перпендикулярно господствующим ветрам. Также много выпадает осадков и в межгорных долинах.

В горах даже на небольших расстояниях, определяемых десятками метров, можно встретить совершенно различные по химическому составу и физическим свойствам горные породы и различное их напластование. Это создает условия для формирования отличимых между собой растительных сообществ и почв. Если, например, на гранитах формируются почвы с кислой реакцией, бедные питательными веществами, то рядом на известняках со слабощелочной реакцией формируются гумозные, темноцветные почвы, богатые питательными веществами. На глинистых сланцах, имеющих разный химический состав, в одном и том же месте образуются суглинистые почвы разных окрасок в зависимости от химизма самой породы и богатства ее железом.

На характер растительных сообществ и формирующихся под ними почв часто оказывает влияние характер напластований пород. Например, пласты глинистых сланцев могут залегать горизонтально, наклонно, вертикально, изогнутыми в форме корыта или седла. Во всех этих случаях создаются различные условия

почвообразования. При горизонтальном залегании пластов горная порода обладает плохой водопроницаемостью. Наоборот, при вертикальном положении пластов вода проникает в глубокие горизонты, и сверху такие места будут сухими. На седловине создаются свои резко отличные физические свойства горной породы. Поэтому в таких местах, где имеется пестрый характер напластований, даже на небольшом участке можно встретить растительные сообщества, состоящие из преобладания то ксерофильных, то мезофильных и даже гидрофильных растений.

Различия в особенностях растительных сообществ и почв на сравнительно небольших площадях можно наблюдать не только на слоистых породах, но и на выходах известковых, часто не слоистого сложения, пород. Здесь встречаются суфозионные воронки, поля, карры, поноры (колодцы). В вытянутых корытообразных полях на Крымской яйле формируются красноцветные суглинистые, очень плодородные почвы с большим количеством гумуса и азота. Но рядом с ними на ровных местах встречаются горнолуговые, менее плодородные почвы. Это объясняется тем, что в полях накапливается вода, откладывается глинистый материал и в этих условиях создаются влагоемкие почвы. Наоборот, на известняках на ровных возвышениях вода задерживается плохо и растительность развивается слабее.

Чем выше в горы, чем суровее климатические условия, тем меньше влияние горных пород на формирование растительных сообществ и почв. В самом верху влияние напластований и характера пород на растительность сказывается мало, здесь все подчинено температуре.

Почвы горных областей. Различают горно-тундровые почвы (6,5% от общей площади страны), горнолуговые (1,1), горно-подзолистые (20,3), горнолесные буроземы (0,5), горно-степные (0,8) и горно-пустынные (0,61). Всего 30,3% от общей площади территории СССР.

Горно-тундровые почвы распространены в основном в Восточной Сибири и Забайкалье; горнолуговые — в горах Средней Азии, Кавказа и Крыма; горно-подзолистые — к востоку от Енисея на Средне-Сибирском плоскогорье и в Забайкалье; горнолесные буроземные — на Кавказе, в Крыму и Карпатах; горно-степные встречаются на Кавказе и в горах Средней Азии и, наконец, горно-пустынные значительно распространены на Памире и в горных системах Средней Азии.

Особую группу горных почв составляют красноземы и красноземовидные почвы влажных субтропиков. Они распространены сравнительно мало и встречаются только в низкогорьях Западной Грузии, Ленкорани и очень мало кое-где на Черноморском побережье Крыма.

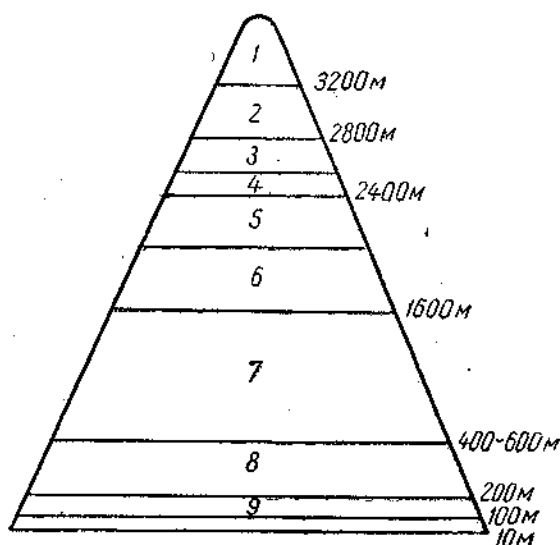


Рис. 28. Природные пояса вертикальной зональности Кавказа:

1 — вечные снега и льды; 2 — примитивные почвы с разреженной мхово-лишайниковой растительностью; 3 — дерново-луговые почвы вернееальпийского пояса преимущественно под ковровой и низкорослой растительностью; 4 — дерновые луговые почвы нижнего и отчасти вернееальпийского пояса под покровом низкоросло-альпийской растительности; 5—6 — дерново-луговые высокогумусные почвы верхнего и нижнесубальпийского пояса под покровом субальпийских злаково-разнотравных сообществ и часто широколиственного разнотравья; 7 — горнолесные подзолистые и бурые почвы горнолесного пояса под покровом сосновых пихтовых и лиственных лесов; 8 — горно-черноземные, каштановые и бурые почвы горных степей и полупустынных степей; 9 — пояс сероземов и солончаков (пустынные степи).

Распределение почв и растительности в горных местностях подчиняется закономерностям, обоснованным В. В. Докучаевым: по мере поднятия от уровня моря до вершины высоких гор наблюдается ряд вертикальных почвенных зон, последовательно сменяющих одна другую, как при движении от экватора к полюсу. Например, у подножья Главного Кавказского хребта (на востоке) расположен пояс сероземных почв с пятнами солончаков (сухие субтропики). Выше сероземы сменяются бурыми полупустынными почвами с небольшим участием солончаков и солонцов; еще выше идут каштановые почвы, затем черноземы. Выше степных почв расположены горнолесные буроземы и далее горные оподзоленные или горнолуговые субальпийского пояса. Выше субальпийского пояса расположены пояс развитых альпийских луговых почв и затем пояс маломощных дерновых почв. Последний пояс с горно-тундровыми недоразвитыми и неразвитыми почвами.

Размещение поясов почв в горных областях в направлении сверху вниз можно представить в виде следующей схемы: 1) нивальный, 2) субнивальный, 3) горно-тундровый, 4) аль-

пийский, 5) субальпийский, 6) горнолесной (подзолистые и бурые почвы), 7) горных черноземов, 8) горных каштановых почв, 9) горных бурых почв, 10) пояс сероземов.

Но из общей закономерности, подмеченной В. В. Докучаевым, имеется много исключений. Дело в том, что поясное распределение почв и растительности, по Докучаеву, соответствует в основном изменению климата. В действительности же часто большее влияние на формирование почв и растительности оказывает экспозиция склона, материнские породы, степень защищенности участка. Большое значение имеет также ориентировка хребтов и другие условия. Поэтому в горах часто наблюдается инверсия поясов, т. е. отклонения от закона вертикальной зональности. Так, в районе Эльбруса горные степи очень близко подходят к вечным снегам. На Южном хребте Тянь-Шаня и на Памире на большой высоте встречаются полупустынные почвы с пятнами солончаков.

Вместе с тем в горах наблюдается выпадение того или иного пояса. Например, субальпийский пояс может граничить не с лесным, как это должно быть теоретически, а со степным. Это наблюдается там, где крутые южные склоны граничат с менее крутыми северными.

Имеются также случаи миграции поясов, т. е. отклонение их границ вверх или вниз от теоретически рассчитанной линии.

Взаимосвязь почв и растительности горных поясов. Субнивальный пояс. Непосредственно к горным ледникам и снежникам прилегает субнивальный пояс. Здесь господствует физическое выветривание горных пород с образованием грубокаменистых осыпей. Почвообразовательный процесс находится в зачаточном состоянии. Здесь уже можно наблюдать не только влияние физического и химического факторов почвообразования, но и деятельность микроорганизмов. По Люнденгарду, на высоких горах можно обнаружить наличие селитры, создаваемое нитрифицирующими микробами в тех местах, где почвы непрерывно увлажняются ручьями или снеговой водой. В этой зоне распространены и другие виды микроорганизмов, снабжающие нитрифицирующие микробы аммиаком. Это — сапрофитные бактерии и грибы. Выделяя CO_2 , соли и органические кислоты, микроорганизмы способствуют выветриванию минералов и горных пород.

Деятельность азотусвояющих бактерий нередко связана с деятельностью водорослей, которые снабжают микробы сахарами, а получают от микробов азотистые соединения. Микроскопические зеленые водоросли, покрывающие поверхностные слои горных пород, ассимилируют углекислоту и создают сложные органические вещества, идущие на образование гуминовых веществ.

Кроме водорослей, в почвообразовании принимают участие лишайники, состоящие из грибного мицелия и одноклеточных зеленых водорослей. В субнивальном поясе больше всего распространены накипные лишайники. Почти на любой скале можно здесь обнаружить смесь разных видов лишайников. Скалы покрыты также мхами. Но мхи поселяются там, где уже предварительно для этого была подготовлена почва.

На осыпях и россыпях в субнивальном поясе формируются своеобразные растительные сообщества из цветковых растений, приспособленных к суровым условиям местообитания. Здесь много растений-подушек, образующих из отмерших побегов плотную массу, способную впитывать много воды и утеплять растение; развиваются суккуленты с толстыми листьями, имеются растения, как бы «ползающие» своими корневищами среди скал. Кроме того, встречаются луковичные, розеточные и дерновинные растения, а из злаков мятлик альпийский, пырей, вейник, трищетинник, колышдух, лисохвосты. Многочисленные корневища и корни этих растений легко восстанавливаются вновь при засыпании мелкоземом или грубоскелетными частицами.

На осыпях много растений, стелющихся по поверхности. Из них можно назвать крупки, фиалки, клевер белый, ясколки, вероники, чабрецы, подмаренники, сиббальдию, очитки. Здесь много и глубоко укореняющихся растений, таких, как: дельфиниумы, луки, хохлатки, маки, лютики, астрагалы, гвоздики, полыни, остролодочки, вероники, подорожники. Широко распространены тимopheевка альпийская, полевица и овсяница.

Недоразвитые и неразвитые почвы субнивального пояса непосредственно хозяйственного значения не имеют. Однако зарастающие осыпи и россыпи в конце концов превращаются в горные луга с характерными для них маломощными горнолуговыми почвами.

Горно-тундровые почвы и свойственные им растительные сообщества. Типичные горно-тундровые почвы можно встретить в горах Камчатки, Чукотки, Северного Урала, Верхоянского, Черского и Колымского хребтов, в горной Алтайско-Саянской системе. В этих местах имеется вечная мерзлота и общий режим высоких широт. В южных горах хотя и встречаются похожие ландшафты, однако почвы нивального пояса можно лишь условно считать горно-тундровыми, так как здесь вечной мерзлоты у границы снегов нет и тепловой режим совершенно иной. На Кавказе такие почвы охватывают с севера весь гребень Скалистого хребта и его отроги, распространены на хребте Шаг-Даг, Баксан-Чегемском водоразделе, горах Цхра-Цхро. Горно-тундровые почвы всегда скелетны, носят характер торфянистых или торфянисто-подзолистых, очень маломощных с 20—30% перегноя (редко 60—70%). Основные растения сообществ горно-

тундровых почв: лишайники, сфагновые мхи, водяника, кобрезии, куропачья трава, рододендрон.

Почвы альпийского пояса. В альпийском поясе формируются почвы под влиянием своеобразной травянистой растительности: альпийских злаков, кобрезий, осочек, специфического альпийского разнотравья. Иногда заходят сюда представители деревянистой растительности: кустарниковые виды ив, рододендрон, водяника, брусника, черника.

В альпийском поясе выделяют верхний и нижний пояс альп. Первый по природным условиям имеет некоторые черты субнивального пояса, нижний — субальпийского.

В почвах верхних альп горизонт А достигает мощности 3—5 см, иногда 7, редко 20. Горизонт оторфован, коричневого цвета, довольно рыхлый, скелетный или слабоскелетный. Ниже него залегают продукты физического выветривания горных пород.

Более или менее развитые почвы с хорошей дерниной встречаются здесь пятнами, вперемежку с осыпями и голыми скалами, и только несколько ниже образуются сплошные массивы горнолуговых дерновых почв с более мощным горизонтом А, содержащим 20—25% гумуса.

Эти почвы очень бедны фосфором, поглощенными основаниями, в том числе калием. Большинство почв имеет кислую реакцию в верхних горизонтах и постепенно увеличивающуюся кнizu.

С понижением высоты оторфованность почв становится менее заметной. Кислый неразложившийся гумус переходит в аморфный. Все заметнее структура. Маломощные почвы сменяются среднемощными горнолуговыми, верхний горизонт которых достигает 30 см.

В горных условиях почвы, расположенные ниже по рельефу, обогащаются питательными веществами не только в результате особенностей процессов выветривания, но и вследствие постоянно поступающего вниз почвенного раствора. В связи с этим можно выделить почвы постоянного обеднения и постоянного обогащения.

Почвы альпийского пояса формировались под влиянием сложившихся растительных сообществ. Главные дернообразователи здесь осоки и в меньшей степени злаки. Кроме того, здесь широко распространены дриады, манжетки, сиббальдия, кобрезии, растущие плотными «дерновинками». Основные растительные сообщества для верхних альп дриадово-осочковые, дриадово-кобрезиевые, белоусово-осочковые и белоусово-разнотравные. В нижних альпах встречаются сообщества с преобладанием злаков: овсяницево-кобрезиевые, овсяницево-мятликово-осочковые и др. Все произрастающие в альпийском поясе растения способны накапливать большое количество перегноя и образовывать плотный дерн.

Дерновые почвы субальпийского пояса. Эта группа почв, примыкающая нижней своей частью к зоне лесов, является одной из самых богатых горных почв, покрытых лучшими пастбищными и луговыми угодьями. Есть основание полагать, что ранее они были покрыты лесом. Наиболее богатые из них почвы вышли из-под буково-грабово-дубовых лесов.

Возможно, что высокое содержание гумуса в этих почвах есть результат не только дернового процесса, но и остаточных органических веществ от лесов. Дело в том, что в широколиственных лесах подстилка совершенно иная, чем, например, в сосновых. Опавшие листья обычно скручиваются и легко перерабатываются насекомыми и заносятся дождевыми червями иногда на глубину 30—40 см, где и превращаются в гумус. Поэтому под широколиственным лесом почвы богаты перегноем. Так как лесная подстилка буково-грабовых лесов содержит довольно много золы, богатой Са и Mg, то после сведения леса почва быстро становится структурной, способной закрепить и сохранить в горизонте А гумус.

В дерновых почвах субальпийского пояса дерновый горизонт достигает мощности 5—10 см с большим содержанием корней травянистой растительности. Этот горизонт довольно плотный, слегка влажный, хорошо оструктурен, особенно в нижней части. В большинстве случаев структура мелкокомковато-зернистая. Окраска серовато-темная. Гумусный горизонт А мощностью 10—30 (40) см. В нем отчетливо видна зернистая структура, окраска бурая. Горизонт В достигает мощности 40—70 см, буровато-красноватый или буровато-палевый, влажный, часто скелетный, постепенно переходит в материнскую породу. Как правило, все дерновые почвы субальпийского пояса глинистые или тяжелосуглинистые.

Как и для альпийских почв, в них следует отметить большое содержание гумуса и азота. Но поглощенного калия и подвижных форм фосфора часто бывает сравнительно немного.

Почвы субальпийского пояса находятся во влажном и прохладном климате, однако в условиях горного рельефа застоя воды в них обычно не наблюдается, поэтому оглеение встречается крайне редко, только в маленьких замкнутых депрессиях.

Субальпийские дерновые почвы формируются следующим путем. После схода леса появляется высокотравье — зонтичные (борщевики) и папоротники, с участием лабазника вязолистного, арника, аконитов и некоторых рыхлокустовых злаков (например, ежи сборной и овса пушистого). Все эти растения влаголюбивы, большей частью нитрофилы. За ними развиваются корневищные злаки — ветвики, коротконожка перистая, местами — костры, с появлением которых в почве начинает образовываться дернина.

Следующая стадия дернового процесса — поселение рыхло-

кустовых злаков — полевиц, костров, ежи сборной, тимофеевки и мятликов, а также бобовых, главным образом клеверов. Последняя стадия начинается с появлением плотнокустовых злаков — овсяницы пестрой (Кавказ), белоуса, овсяницы овечьей. В сильно увлажненных условиях в этот период иногда развиваются молиния и изредка щучка.

Основными растительными сообществами для субальпийского пояса будут: вейниково-разнотравные, вейниково-полевичевые, полевичево-разнотравные, манжетково-разнотравные, овсяницево-разнотравные, кострово-разнотравные. Распространены также растительные сообщества с преобладанием бобовых растений. Например, на Кавказе луга с преобладанием эспарцета Биберштейна и горного клевера. Кроме того, в субальпах много сообществ представлено высокотравьем, состоящим из зарослей борца, цефалирии с участием колокольчика, крестовника и девясила.

Горнолесные почвы и их растительные сообщества. Ниже субальпийского пояса расположены горнолесные почвы. Они встречаются во всех горных районах страны, начиная с запада и кончая Дальним Востоком. Часть горных почв ведет свое начало с третичного периода.

Горнолесные почвы делятся на следующие типы: 1) горно-подзолистые, встречающиеся главным образом на востоке страны, Урале, Алтае и небольшими пятнами на Кавказе; 2) горные буроземы Крыма, Кавказа и Карпат; 3) красноземы Западной Грузии и отчасти Ленкорани и 4) горные серые лесные Урала и Алтая.

1. Горно-подзолистые почвы могут быть сильно- и слабо-подзолистыми. Кроме того, часто ортштейновый горизонт их бывает гумифицированным, что связано со сползанием почвы по склону и особенностями лесной подстилки.

Эти почвы формируются под самыми различными лесными насаждениями: сосновыми, еловыми, пихтовыми, лиственничными и кедровыми. В Западной Грузии сильно оподзоленные почвы с очень плотным ортштейновым горизонтом встречаются иногда под буковым лесом (эцери).

Горно-подзолистые почвы вообще богаче, чем подзолистые почвы равнин. В горизонте *A* содержится перегноя от 8 до 12%, а в горизонте *A₂* — 1—1,5%. Горные почвы более оструктурены, в них почти нет ортштейновых зерен. Часто горизонты плохо выделяются.

2. Горные буроземы встречаются в лесах Крыма, на Черноморском побережье Кавказа (выше 500—600 м), на Карпатах, в южной и центральной частях Тянь-Шаня. Эти почвы окрашены непосредственно под подстилкой в серо-бурый цвет; горизонт *A* имеет комковатую структуру, а горизонт *B* — ореховатую. Горизонт *B* уплотнен, но менее, чем в равнинных почвах.

Горные буроземы богаты гумусом (в горизонте А — 5—8% на Кавказе и 3% в Крыму). Реакция почвенного раствора слабокислая или даже нейтральная. Эти почвы используются под возделывание табака, винограда и даже чая.

3. Красноземы и желтоземы Кавказа образовались под широколиственными лиановыми, преимущественно букovo-грабово-каштановыми лесами в условиях влажных субтропиков. Наиболее характерны красноземы Аджарии (Батуми, Чаква, Кобу-лети). Эти почвы сформировались на вулканической породе — андезите, богатой кальцием и магнием, окислами железа и алюминия и менее богатой кремневой кислотой. Химическое и биохимическое выветривание разрушает эти породы практически круглый год весьма энергично. На поверхности почвы и в коре выветривания можно обнаружить «камни», которые легко рассыпаются в крупитчатую рыхловую массу ярко-кирпичного цвета.

Красноземы содержат в верхнем слое почвы 5—11% гумуса; значительно меньше его в нижних слоях. Реакция почвенного раствора кислая или резко кислая ($pH = 4—5$). Емкость поглощения низкая (9—18 м. экв.). Почвы хорошо оструктурены. Их структура крайне водопропускающая.

Горно-степные почвы и характерные для них растительные сообщества. В настоящее время в горных условиях наблюдается заметное расширение площади под степными растениями и остепнение всего ландшафта. В горах уменьшается площадь под ледниками, исчезают озера, высыхают болота, сокращается площадь под гидрофильной растительностью. Этому способствуют вырубка лесов и выпас скота. К горно-степным почвам относят черноземовидные почвы луговых степей, горные черноземы, горнокаштановые и бурые почвы.

Горно-степные почвы формируются в условиях континентального климата, недостатка влаги, наличия ксерофильной злаковой и злаково-полынной растительности, степных животных, более или менее выровненного рельефа. В отличие от равнинных почв они часто в той или иной степени скелетны. К числу их особенностей следует отнести наличие различных вариантов этих почв, резко отличающихся между собой по химическому и механическому составу, но находящихся на близком расстоянии друг от друга.

На горно-степных почвах произрастает много эндемичных растений, которые не встречаются на равнине. Отсутствуют комплексы почв. Горные черноземы почти не включают солончаков, солонцов и солодей, даже каштановые и бурые почвы содержат их мало. По богатству питательными веществами они стоят выше равнинных почв.

Особую группу составляют так называемые остепненные почвы, т. е. горнолуговые почвы, на которых произрастает много

степных растений. В них признаки чернозема сочетаются с признаками луговой почвы. Остепнение протекает интенсивнее, если горная местность по своему географическому положению находится на той же широте, что и равнинные степи. Остепнению лугов способствует создание степного климата в местностях, отделенных хребтами от основных ветров, несущих осадки. Бессистемный выпас скота и вырубка лесов также могут вызывать остепнение горной страны.

Повышение производительности горных угодий. Горные области в нашей стране используются главным образом под животноводство. Поэтому первоочередной задачей при проведении землеустройства в горных условиях следует считать улучшение горных сенокосов и пастбищ. Долгое время пастьба скота на горных пастбищах была организована неудовлетворительно, что вызывало ухудшение естественных травостоев: ценные кормовые травы выпадали и заменялись менее ценными, появлялись сбой, усиливались процессы эрозии, увеличивались закамненность и закустаренность.

Основные мероприятия повышения производительности горных лугов и пастбищ должны быть направлены на предупреждение и прекращение или ослабление водной эрозии, создание преград против селей. При проведении противоэрозионных мероприятий приходится учитывать особенности склонов, соотношение лесных и кустарниковых массивов и пастбищ, расположение лесов и луговых угодий, закамненность поверхности, размеры камней и их распределение, вид скота и интенсивность использования пастбищ.

Распределение скота по территории должно быть согласовано с производительностью луговых и пастбищных угодий, характером подходов к ним, видом скота и его количеством. Наиболее высокогорные пастбища (высокие альпы) лучше всего используются козами и лошадьми, нижние альпы — преимущественно овцами, субальпы — овцами и коровами, низкие горы и предгорья с пологими и покатыми склонами — коровами. Но от этой общей закономерности в распределении скота может быть много отклонений, обусловленных особенностями горных пород и склонов, травостоев и подходов к ним, наличием водоемов и др.

Исключительно важным мероприятием по улучшению использования горных лугов и пастбищ является создание загонной системы выпаса, т. е. такой системы, при которой устанавливается строгая очередность стравливания травостоя.

Бессистемный выпас и перегруженность пастбищ скотом вызывают сбой и снижение производительности кормовых угодий.

Бессистемный и неумеренный выпас не только снижает урожай травостоя, но и сильно засоряет пастбища сорными и ядовитыми растениями. На пастбищах обильно разрастаются

бодяки, щавели, борщевик, коровяки, борцы, чемерица, безвременник, бутень, лютики, молочай, сафоры, молиния. Иногда из-за этих вредных растений горные пастбища выходят полностью из строя и могут служить источником массового отравления животных.

Борьба с сорными и ядовитыми растениями на пастбищах должна вестись не только урегулированной пастьбой, но и непосредственным их уничтожением, подкашиванием или применением гербицидов.

Площади, пригодные для посева сельскохозяйственных растений в горах, должны быть выявлены и учтены. Места, где может быть организован покос и заготовка сена на зиму, также необходимо выявить и учесть. Наличие таких участков дает землеустроителю право поставить вопрос о переходе от экстенсивного использования территории (отгонное животноводство) к интенсивному (оседлое животноводство).

Эффективным приемом улучшения горнолуговых угодий является подсев трав в нарушенные травостой и плешины, особенно на выбитых скотом пастбищах. На горных лугах эффективно внесение удобрений и в первую очередь навоза, навозной жижи, компостов, извести для кислых почв, золы и т. д.

При использовании минеральных удобрений производительность лугов и пастбищ возрастает в 2—3 раза. Наибольшую прибавку урожая дают полные удобрения.

Большое значение имеет обводнение территорий, которые не имеют водоемов. Для отдельных участков важна организация подходов к водоемам, осушение мест с избыточным увлажнением и др. При организации отгонного животноводства важно правильно установить соотношение площадей и емкости летних (горных) и зимних (равнинных) пастбищ; возможность организации скотопрогонов; наличие кормов по пути перегона.

В горных местах почвы большей частью скелетные. Камни имеются не только в почве, но и на ее поверхности. Закаменность сенокосов и пастбищ считают слабой, если камнями покрыто 10% поверхности почвы, средней — 20% и сильной — от 30 до 60%. Если камни покрывают более 60% площади, такие площади при землеустройстве относят к неудобным землям.

Камни на горных лугах и пастбищах играют и положительную роль: они на сильно покатых склонах имеют противоэрозионное значение. Если убрать камни на крутых склонах, может образоваться сыв и даже оползень.

Очень важное значение при организации территории горных пастбищ имеет максимальное сохранение лесов и, если есть возможность, их расширение. Вырубки лесов в горах, неправильное использование лесных угодий ведут к смыву почв, образованию селевых потоков и к резкому снижению производительности луговых угодий.

В альпийских и субальпийских поясах даже кустарники должны сохраняться и только ядовитые из них (рододендрон; азалия) должны быть постепенно удалены, но и это мероприятие должно быть проведено осторожно, чтобы не вызвать смыва почвы.

В предгорьях и низких горах имеются большие возможности для развития садов и виноградников. Для этого в горных районах должны быть подобраны участки с лучшими почвенно-климатическими условиями.

Глава 26. ПОЧВЫ

И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ПОЙМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Пойменные земли занимают приблизительно 2% всей территории нашей страны. Основные массивы их расположены по большим рекам — Волге, Оке, Днепру, Дону, Печоре, Оби, Енисею, Лене и др. Небольшие площади этих земель встречаются всюду, где реки в той или иной степени выработали пойменную террасу.

Пойменные земли до сих пор использовались преимущественно под сенокосение и выпас. По данным Института кормов, под краткопойменными лугами в СССР занято 17,6 млн. га и под долгопойменными — 15,7 млн. га. Из последних 7 млн. га пока используются мало, так как они находятся в тундре, в низовьях рек Печоры, Оби, Енисея, Лены. Урожайность краткопойменных лугов — 15—20 ц сена с гектара, долгопойменных — 15—35. Пойменные земли в нашей стране имеют исключительно большое значение в обеспечении развивающегося животноводства сеном и пастбишными кормами. Но поймы могут и должны быть использованы и под зерновые и особенно под овощные культуры.

Занимая наиболее пониженные элементы рельефа, почвы пойм формируются под влиянием природных условий на водоразделах и примыкающих к поймам склонах и использования водораздельной части. Водораздел и склоны по отношению к пойме являются областью систематического сноса почвенного мелкозема и растворимых солей, а пойма — областью регулярного обогащения. С талыми и дождевыми водами с водораздела в пойму поступает огромное количество песчаных, пылеватых и глинистых частиц, а также много растворимых в воде солей и органических соединений.

Количество и качество поступающих в пойму материалов зависят от разлива полых вод, типа почв, характера материнских пород водораздельной части, степени облесенности и распаханности склонов, особенностей земледелия, географического поло-

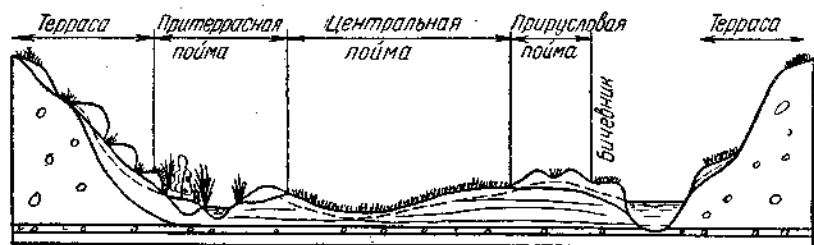


Рис. 29. Разрез поймы (по В. Р. Вильямсу).

жения, условий погоды. В пойму больше сносится почвенных частиц талыми водами после снежных зим или ливневыми дождями, особенно если склоны водораздела распаханы и заняты пропашными культурами. Наиболее сильно эрозионная деятельность проявляется на склонах с бесструктурными почвами.

Реки, особенно во время половодья, пополняются с водоразделов огромным количеством минерального материала. Взвешенные в воде частицы и растворенные вещества или выносятся за пределы района, или отлагаются ниже по течению в ближайшей пойме. В пойме оседают и вещества с верховьев реки. Благодаря постепенному накоплению осадков и перераспределению взвешенного и растворенного в воде материала формируется своеобразный, свойственный только пойме рельеф со сложным гидротермическим режимом отдельных частей и участков поймы. Ландшафт поймы образуется не только под влиянием природных особенностей окружающих склонов и характера использования их человеком; на него воздействуют и особенности ландшафта всего бассейна, расположенного выше по течению реки.

По характеру рельефа и гидротермическому режиму в хорошо развитой пойме можно выделить: 1) прирусловую зону, иногда с наличием «горбов» и «кос»; 2) центральную с останцами, старицами и тальвегом и 3) приматериковую (притеррасную) с болотами, старицами и иногда с озерами.

Прирусловая зона обычно имеет глубокий уровень грунтовых вод (3 м и более), иногда не доступный корням травянистых растений, в летний период она хорошо дренируется. Во время разлива реки на границе быстрого и замедленного течения откладываются сравнительно крупные по механическому составу наносы (рыхло- или связнопесчаные). Эти наносы часто накапливаются в виде грив или прирусловых слонистых мелких увалов, постепенно понижающихся по направлению к террасе.

Центральная зона — более древняя часть поймы. Она имеет несколько пониженный рельеф, как правило, равнинный или пологоувалистый, и занимает большую часть поймы.

В половодье эта территория затопляется относительно спокойными водами, и поэтому здесь отлагаются пылеватые и глинистые частицы. Песчаные наносы отсутствуют. Грунтовые воды имеют устойчивый уровень в течение всего вегетационного периода и всегда доступны корням растений.

Приматериковая зона характеризуется близким залеганием грунтовых вод, большей частью поступающих с соседней водораздельной террасы и местами выходящих на поверхность. Как правило, эта часть поймы плохо дренируется. Уровень ее грунтовых вод несколько снижается лишь к концу лета. В половодье на этих местах медленно откладывается тонкий наилок, вешние воды застаиваются и, соединяясь с грунтовыми водами, вызывают сильную заболоченность.

Почвы и растительность отдельных пойм. Многие поймы на берегу реки имеют песчаные отмели — бичевник. В зависимости от характера разлива реки, ее изгибов, особенностей водоразделов размеры бичевника и его протяженность вдоль речного русла меняются. Бичевник может быть прерывистым и сплошным, вытянутым на многие километры.

Для сельского хозяйства бичевник имеет отрицательное значение. Он плохо зарастает травами. Поэтому ветер нередко переносит песок на прирусловую и центральную поймы и засыпает ценные луговые угодья; иногда образуются песчаные дюны (например, в пойме р. Оки близ с. Солодчи). Лишь бичевник, заросший ивами, представляет некоторую хозяйственную ценность для корзиночного производства или заготовки корья. Кроме того, между кустами ив развиваются корневищные злаки и широколистное высокотравье: борщевик лесной, крапива, бутень, купырь, болиголов, лопух, конский щавель, костер безостый, пырей.

Прирусовая пойма. Прирусовая пойма непосредственно примыкает к бичевнику или, если последний отсутствует, к руслу реки. Она обычно сложена из грубоватого материала; песка, песчаной и средней пыли; тонкой пыли и иловатых частиц очень мало. Поэтому механический состав ее в большинстве случаев песчано-пылеватый, супесчаный или легкосуглинистый. Механический состав отдельных слоев прирусловой поймы часто резко различен. По этой причине прирусловую часть иногда называют слоистой поймой (В. Р. Вильямс). Чем дальше от русла, тем слои менее заметны, и слоистость постепенно исчезает.

Прирусовая пойма в большинстве случаев имеет несколько возвышенный рельеф. Поэтому она всегда хорошо дренирована. Иногда здесь можно встретить останцы, т. е. возвышенные округлые или вытянутые бугорки.

Состав растительности прирусловой части поймы очень характерен и устойчив. Из злаков здесь преобладают пырей ползучий, костер безостый, мятлик луговой, овсяница луговая; из

бобовых — люцерна желтая, лядвенец, астрагал датский, клевер красный, клевер белый и мышиный горошек. Обильно представлено разнотравье, особенно порезник, подмаренник настоящий, василистник малый, гвоздика Сегвиера, бедренец, короставник, козлобородник, свербига, тысячелистник, колокольчик сжатый, подорожник большой и ланцетный.

Качество сена с этих лугов зависит от содержания в травостое грубого разнотравья. Но большей частью с этих угодий получают сено хорошего качества.

Почвы прирусловой поймы неустойчивы по своему химическому составу и физическим свойствам. На этой части поймы река больше всего отлагает взвешенного в воде материала. Поэтому почвы ежегодно «омолаживаются» вследствие отложения нового наилака. Плодородие их в целом высокое.

Почвы прирусловой поймы имеют нейтральную реакцию, насыщены основаниями, содержат 2—2,5% гумуса, достаточно богаты подвижными формами фосфора, но бедны калием. Вниз по профилю почвы быстро уменьшается только содержание гумуса, остальные показатели довольно устойчивы. Механический состав непостоянен, чаще всего пылевато-суглинистый. Для разных мест прирусловой поймы данные анализов могут быть иными, но довольно близкими к описанным. Хороший дренаж, насыщенность основаниями, довольно высокие физические свойства говорят о том, что эти почвы имеют большую ценность для сельского хозяйства.

Центральная часть поймы. Когда говорят о богатстве пойменных почв, высокой продуктивности заливных лугов, то прежде всего имеют в виду выровненную, хорошо обеспеченную влагой, покрытую богатыми суглинистыми аллювиальными наносами центральную пойму.

У большинства рек центральная пойма занимает большую часть долины. Иногда она расширяется до 10—15 км и более. Хорошую выровненность ее рельефа нарушают только старицы подковообразной или вытянутой формы и тальвег, т. е. наиболее низкая часть поймы, где весной дольше всего застаивается ледовая вода. По направлению к террасе рельеф центральной поймы постепенно снижается и лишь у самой террасы слегка начинает повышаться.

Растительность центральных пойм довольно разнообразна. Это зависит от географического положения (юг, центр или север страны), относительной высоты расположения, продолжительности и глубины затопления, состава отложений, характера использования (сенокос, пастбище, лес). Основные растительные группировки этих пойм будут: корневищно-крупнотравяные, корневищно-травяно-бурьянистые и травяные мелкотравники. Из травяных трав здесь наибольшее распространение имеют костер безостый, тимopheевка, полевица белая, лисохвост, овсяница лу-

товая, пырей ползучий, мятлик луговой, по пониженным избыточно увлажненным местам канареечник, лисохвост коленчатый, бекмания и манник водяной. Из бобовых чаще всего встречаются чина луговая, клевер красный, клевер белый и вики. Разнотравье представлено геранью луговой, борщевиком, жерухой, лютиками, конским щавелем, синюхой и многими другими травами.

В отличие от прирусловой части здесь хорошо выделяются растительные сообщества (ассоциации). Имеются, например, чистые заросли лисохвоста, большие площади заняты пыреем с примесью разнотравья и бобовых, нередко встречаются мощные заросли канареечника и бекмании; иногда на возвышенных сухих местах преобладает овсяница овечья с обилием в травостое тмина и бедренца. В целом наибольшее распространение имеют крупнозлаково-разнотравные луга с тимopheевкой, мятликом луговым, овсяницей луговой, клевером красным и клевером белым с большим участием разнотравья из герани луговой, жерухи, колокольчика сжатого, одуванчика, подорожника большого, синюхи, василистников, лютиков и многих других трав.

Продуктивность лугов центральной поймы может быть различной в зависимости от условий увлажнения и способов использования. В среднем хорошо используемая пойма дает 30—40 ц сена с гектара.

Почвы центральной поймы очень богаты по природному плодородию. В зоне подзолистых почв они являются наиболее ценными для сельского хозяйства. В данный момент в обширнейших долинах Волги, Оки, Днепра, Дона, Печоры, Оби, Лены, Енисея и других рек они покрыты ценнейшими лугами и пастбищными угодьями.

Аналитические данные показывают, что почва центральной поймы содержит много гумуса, имеет нейтральную реакцию, богата поглощенным кальцием и магнием, а также валовой и доступной фосфорной кислотой, но обладает сравнительно малым запасом подвижных форм калия. Последнее объясняется большим потреблением этого элемента луговыми травами.

Приматериковая часть поймы. В притеррасной пойме грунтовые воды и поверхностные воды, стекающие с водораздела, выходят на дневную поверхность или близко подходят к ней. Это создает дополнительное увлажнение поймы и, кроме того, обогащает пойменную почву кальцием, магнием, калием, фосфором и другими элементами зольного питания растений. Кроме того, в эту часть поймы во время таяния снега с водораздела сносится песок, пыль, ил, органические остатки и растворимые в воде соли. Но илистые осадки полых вод сюда не доходят или доходят в незначительном количестве.

Благодаря сложному гидротермическому и питательному режиму в приматериковой пойме наблюдается большая пестрота

почвенного покрова и растительных группировок. Здесь большие площади покрыты избыточно увлажненными почвами с пестрым механическим составом и химическими свойствами. Часто встречаются притеррасные болота. Наибольшее распространение имеют растительные ассоциации с преобладанием щучки. Иногда это растение образует почти чистый травостой, но чаще с участием лютиков, кукушкиных слезок, незабудки и подмаренника цепкого (на дерново-глееватых суглинистых почвах). Большие площади покрыты сообществами из осоки обыкновенной, батлачки, лютика ползучего и водяного перца, к которым на дерново-глеевых глинистых почвах примешиваются жеруха и калужница. В притеррасье в окских поймах иногда большие территории бывают заняты чистыми зарослями канареечника, костров и лисохвоста лугового, осоки острой. На иловато-болотных почвах притеррасья встречаются заросли таволги с участием канареечника, вероники длинолистной, валерианы, дягиля, чихотной травы, окопника, мяты, калужницы, хвоща топяного, василистника узколистного и синюхи. Луга притеррасья нередко дают высокие урожаи грубого сена.

В приматериковой части поймы можно встретить почвы, различные по условиям увлажнения, например дерново-луговые суглинистые, дерново-луговые глеевые глинистые и суглинистые, иловато-болотные, низинно-торфяно-болотные. Все эти почвы богаты азотом, фосфором, кальцием и магнием.

Притеррасные (материковые) болота встречаются вдоль террас, где грунтовые воды выходят на поверхность земли в виде ключей или выветов. Они часто представлены ольховыми топями с наличием многозольного торфа. Здесь растет много хмеля, крапивы, недотроги, лабазника, калужницы. Встречаются заросли малины. Нередки также осоковые болота: остроосочники, дернисто-осочковые закоряченные, пузырчато-осоковые с ольхой, водяноосочники. Ольховые топи и осоковые болота притеррасья располагаются на потенциально очень богатых торфяных почвах. Торф содержит много азота и фосфора, имеет слабокислую, иногда нейтральную и даже слабощелочную реакцию, богат кальцием и магнием. Поэтому притеррасные болота следует считать ценным мелиоративным земельным фондом.

До сих пор мы разбирали хорошо сложившуюся пойму, характерную для среднего течения больших и средних рек. Но в пределах СССР имеется большое разнообразие других видов пойм. Над их классификацией работало много исследователей, но пока эта работа еще не доведена до конца. Ниже мы приводим несколько видоизмененную и упрощенную нами классификацию пойм по Р. А. Еленевскому и С. С. Соболеву.

Все молодые неразвитые поймы горных рек имеют крутое падение профиля; при быстром течении воды отлагаются лишь грубые наносы, часто замещающиеся новыми. Такие поймы

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОИМ

Название поймы	Характер наносного материала, слагающего почвы	Профиль долины	Возраст	Местоположение
Высокогорные неразвитые корытообразные	Галечниково-щебенчатые аллювиальные и осыпные	Корытообразный	Неразвитые, молодые	Высокие горы
Горные слабогравитные крутонаклонные	Галечниковые и гравийные наносы	Корытоящикообразный	Молодые, слаборазвитые	Горы
Горные крутонаклонные с ровным рельефом	Суглинистые или пылеватопесчано-гравийные	Ящикообразный	Молодые	"
Горные наклонно-равнинные и равнинные	Суглинистые	Плоско-ящикообразный	Развитые	"
Равнинные, развитые с трех- и двучленным профилем	Преимущественно суглинистые и глинистые, местами супесчаные и песчаные	Трехчленный: вал, наклон к тальвегу, тальвег, подъем к террасе; иногда двучленный ровный профиль, имеющий тальвег	Развитые, зрелые	Равнины
Равнинные с нарушенным профилем	Пестрый механический состав в верхних и нижних слоях	Двучленный и одночленный профиль	Стареющие	"
Равнинные гравитные и останцовые	Супесчаные, песчаные и суглинистые	Гривистый	"	"
Островные	Песчаные, супесчаные, суглинистые	Ровный и иногда выпукло-овальный	"	"
Дельтовые	Пестрый механический состав	Гривистый или равнинно-гривистый	"	"
Плавневые	Преимущественно глинистые	Равнинный или гривисто-равнинный	"	"
Линчанные	Глинистые и суглинистые	Ровный	"	"
Приозерные	То же	Котловинообразно-вытянутый	"	"
Пойменные конуса	Галечниковые песчаные и супесчаные	Выпуклый	"	Горы и равнины

зарастают ивами, ольхой серой, иногда даже облепихой и зарослями вейников. Травостой неустойчив и малопродуктивен.

Более развиты поймы в среднем течении горных рек. Например, на пойме среднего течения Терека преобладает более или менее выровненный профиль. Но местами он имеет гравистый характер. На таких поймах лучшие травостой размещаются по выровненным местам, а на возвышениях, где залегают галечники, растительность мало развита или совсем отсутствует. Понижения в пойме покрыты гидрофильной растительностью: ивами, ольхой серой или осоками.

Так как русла горных рек непостоянны и часто меняют свое направление, то устанавливать границу землепользования пойм часто бывает затруднительно.

Равнинные гравистые поймы встречаются в местах с глубоким залеганием грунтовых вод (10 м и более), где полые воды затопляют луга с развившейся растительностью. Они встречаются, например, по нижнему течению Волги, Камы, Иртыша. Здесь развивается травостой из глубоко укореняющегося крупнотравья с массовым появлением грубостебельных растений (спаржа, серпуха, василистник, подорожник гигантский, кровохлебка, таволга); из злаков преобладает вейник наземный. Сено грубое, низкого качества.

Гравистые поймы могут носить и останцовый характер. В этом случае на останцах обычно растут ~~ксерофиты~~ ксерофиты.

Островные поймы встречаются в низовьях Волги, Днепра, Оби, Енисея, Лены, Терека и других больших рек. Характер растительности островов и их почвы очень пестры и зависят от особенностей наносов, которые чаще всего представлены песчаным аллювием. Преобладающей растительностью здесь будут дельтовые леса из тополя или ивняка. Часто острова покрыты тростником, а на Тереке рогозом Лаксмана.

Наиболее сложные поймы по характеру гидротермического режима почв и растительности — дельтовые и плавневые. На дельты (и плавни) оказывает влияние не только полая вода или зеркало самой реки, но и вода океана, моря или озера. Так, в дельту Дона ветры часто нагоняют воду из Азовского моря, а в дельту Терека — из Каспийского моря.

Особенностью растительных группировок дельт является наличие растений, характерных как для незасоленных, так и для засоленных почв. На юге наиболее распространены тростниковые, рогозовые, камышовые, вейниковые и осоковые растительные группировки. Встречаются также заросли мелких ив. Из солевыносливых растений можно встретить: триостренник, бескильницу, пырей, подорожник морской. Северные дельты богаты вейником, осокой пониклой, ситником Жерарда, подорожником морским. В нижних течениях северных рек растет много тальника.

Лиманные поймы обычно расположены в сухих степях. Полые воды здесь покрывают обширные выровненные площади, причем их уровень редко достигает глубины 1 м, чаще не более 10—30 см. После разлива вода довольно быстро впитывается в почву, задерживаясь лишь в пониженных местах. Такой разлив полый воды имеет лиманный характер. Здесь формируются почвы с различной степенью засоления и соответственно этому развиваются растительные ассоциации.

В Советском Союзе, кроме того, встречаются приозерные и аласные поймы. Первые образуются там, где одна река впадает в озеро (например, р. Которосль близ г. Ростова Ярославской области), а под другим названием из него вытекает. Озеро в этом случае является как бы местом расширения зеркала воды. Рельеф поймы, примыкающей к озеру, в этом случае имеет котловинный характер. Такова пойма, например, озера Неро Ярославской области, покрытая богатейшими лугами из чистых зарослей пырея или сообществ пырея и трезубки, пырея и полевицы, полевницы и вейника.

Аласные поймы встречаются только в Якутской АССР. Аласы образуются там, где земля, освободившаяся от леса, оттаивает и в дальнейшем грунт котлообразно проседает. Такие воронки наблюдаются на некотором расстоянии от реки. Они обычно покрыты растительным сообществом из вейника и часто сильно заочкарены. Возвышенные места (валы) покрыты березняком, лиственницей с обилием брусники, а пониженные — елью с сильно замшелой поверхностью почвы.

Сельскохозяйственное использование поймы и задачи землеустройства. Поймы во всех зонах нашей страны — одни из самых ценных земель. Поэтому они должны быть использованы наиболее интенсивно. Вследствие пониженного положения в ландшафте пойма в течение веков и тысячелетий накапливала плодороднейший аллювиальный нанос, приносимый сюда полыми водами. Кроме того, питательные вещества с водоразделов поступают в пойму с грунтовыми водами. Пойма всегда хорошо обеспечена водой и даже песчаные отложения здесь ценнее, чем песчаные почвы водоразделов.

Все это обязывает при проведении землеустроительных работ обращать особое внимание на лучшее использование пойменных земель. Правильно использовать поймы можно разными путями. Можно, например, распахать пойму и ввести севообороты для возделывания технических, овощных и кормовых культур или оставить ее под луговым угодьем, но с обязательным улучшением качества естественного травостоя. Некоторые части поймы целесообразно отвести под садовые культуры (кустарниковые, реже яблоню, грушу).

При интенсивном использовании пойменных земель следует учитывать время, продолжительность и глубину их затопления.

Для практических целей на пойме выделяют участки: короткопоемные, покрываемые водой до 7 дней; среднепоемные со стоянием воды 7—15 дней; продолжительнопоемные, на которых вода застаивается в течение 15—25 дней; долгопоемные со стоянием воды 30 дней и более.

На короткопоемных участках могут расти все сельскохозяйственные культуры, в том числе и озимые зерновые. Хорошо развиваются здесь плодовые насаждения. На участках средней поемности озимые культуры возделывать нельзя, так как они вымокают. Но на таких местах хорошо произрастают свекла, кукуруза, конопля, картофель, овощные культуры, плодовые деревья и сеяные травы. Нужно только после паводка проводить простейшие приемы осушительной мелиорации. Следует учитывать также, что эти участки часто страдают от весенних заморозков.

Продолжительнопоемные участки пригодны лишь для возделывания трав. Полевые культуры здесь не успевают дать полный урожай, а садовые культуры погибают. На долгопоемных участках произрастает лишь влаголюбивое крупнотравье (канареечник, таволга, крупные осоки).

Если реки разливаются летом, то развившаяся растительность погибает быстрее. Поэтому летние разливы вреднее, чем весенние.

Приматериковая часть поймы покрыта малоценными лугами (преобладают щучка и осоки) или торфяными болотами. Поэтому эти земли нужно улучшать в первую очередь. Так как щучковые луга не поддаются поверхностному улучшению, то их приходится осушать, распахивать, иногда известковать, вносить калийные удобрения и засеивать смесью трав из овсяницы луговой, мятлика, клевера красного и тимopheевки.

Все заболоченные места и болота притеррасья необходимо осушить. Освоение притеррасных, осоковых, камышовых и ольховых болот быстро окупает затраты труда и средств на их мелиорацию. Особенно эффективно здесь возделывание конопли, посадка смородины и малины, выращивание овощных культур, картофеля и организация сеяных лугов.

В притеррасье часто встречаются заочкаренные места, практически это «неудобные земли». Сперва здесь появляются бугорки земли, выброшенной кротами, которые потом муравьями оформляются в кочки. Мелкие округлые бугорки покрываются гипновыми мхами и зарастают белоусом, полевицей обыкновенной и лапчаткой лесной. При пастьбе скота влажная дернина между кочками сильно утаптывается и луговые угодья превращаются в кочкарник, непригодный даже под выпас. Чтобы улучшить такие земельные угодья, кочки следует срезать кочкорезом и разделать их дисковыми боронами. Затем вспахать и посеять травосмеси из овсяницы красной, клевера гибридного и мятлика.

Встречающиеся в притеррасье чистые травостой канареечника и бекмании дают до 50—75 ц хорошего сена с гектара. Поэтому их следует сохранить.

В центральной пойме травостой можно улучшить регулированием выпаса скота, подкашиванием и поверхностным внесением удобрений.

Так как почвы центральной поймы хорошо оструктурены, богаты питательными веществами и увлажнены, то здесь образуются наиболее ценные заливные луга, дающие без больших затрат труда и средств высокие урожаи трав (40—50 ц с гектара). К сожалению, такие урожаи трав получаются не всюду. Очень часто урожай снижается вследствие неумеренной и несвоевременной пастбы скота (после покоса и весной до «заказа»). При пастбе по сырой дернине скот затаптывает травы, уплотняет и вдавливают верхний слой почвы. Выпас скота весной ослабляет жизнеспособность ценных в кормовом отношении растений и способствует разрастанию наиболее выносливых сорняков. Неумеренная пастба по отаве также снижает производительность луга, способствуя засорению его балластным и вредным разнотравьем.

Особенно нежелательно появление на лугу растений полупаразитов — погремка, очанки, мытника, которые присасываются к корням клевера или злаковых трав и снижают их урожай в 3—5 раз. Погремки, сильно разрастаясь, могут полностью уничтожить урожай на больших площадях. Такое же действие оказывают и невзрачные, но имеющие широкое распространение на лугах очанки. Мытники широко распространены в лесотундре и тундре и поедаются оленями. Полупаразиты большей частью однолетники, и их семена в почве долго не сохраняются. Поэтому ранние покосы лугов, до цветения погремка, очанок и мытников, уменьшают количество полупаразитов и в дальнейшем полностью освобождают от них сенокосы. Такие сорные растения, как чемерица, конские щавели, разрастаются на лугах не только под влиянием выпаса, но и потому, что их заросли при коске сена нередко обходят и оставляют нескошенными. Между тем наиболее надежным приемом борьбы с вредным крупнотравьем на лугах является многократное подкашивание.

В последнее время для уничтожения сорняков применяют гербициды ДХ-4 и ДХ-2. Но их следует применять лишь там, где отсутствуют бобовые. Урожай трав повышает внесение навоза, навозной жижи, азотных, фосфорных и калийных минеральных удобрений, равномерное разбрасывание навоза, оставляемого скотом.

Применение указанного комплекса приемов улучшения лугов центральной поймы поднимает урожай трав до 40—50 ц с гектара.

Самая интенсивная форма использования пойменных земель — превращение их в пахотные угодья. Начало этому большому и важному делу в нашей стране уже положено. Вокруг больших городов производится распашка пойм под овощные культуры. Под Москвой в ряде колхозов и совхозов на землях центральной поймы возделывают кукурузу, вико-овсяные смеси, яровую пшеницу, кормовые корнеплоды, картофель, кормовые травы. Урожай некоторых культур на пойменных землях бывает очень высоким, а себестоимость низкая. Например, в совхозе «Большевик» на окской пойме в 1963 г. себестоимость капусты не превышала 0,5 копейки за 1 кг.

Травосмесь для сенокосов на центральной пойме должна состоять из костров, пырея и овсяницы, хорошо выдерживающих затопление полыми водами. Из бобовых выдерживает затопление преимущественно белый клевер. Люцерна выдерживает только кратковременные заливы, при долгом затоплении она выпадает. Опытами, проведенными в пойме реки Камы (П. А. Трухин), установлено, что райграс и ежа совершенно выпадают из травостоя на поймах после первого же года. Мятлик и полевица хотя и держатся несколько лет, но развиваются очень слабо и существенного значения в травостое поймы не имеют.

Использование приустьевой части поймы имеет свои особенности. В отличие от центральной приустьевая часть раньше освобождается от полной воды. Но ее почвы имеют легкий механический состав (песчано-пылеватый, пылеватый, легкосуглинистый и супесчаный), бесструктурны и бедны питательными веществами. Рельеф этой части поймы недостаточно благоприятен для распашки.

Учитывая эти особенности, В. Р. Вильямс не рекомендовал эту часть поймы распахивать из-за боязни сноса незадернованного пахотного слоя при разливах реки, выдувания верхнего слоя почвы и образования приустьевых дюн. Однако, несмотря на неблагоприятные для распашки условия, приустьевые поймы Оки, Днепра и некоторых других рек кое-где распахиваются из-за недостатка земель под овощные культуры, картофель и зерновые. Чтобы в этом случае уменьшить действие водной и ветровой эрозии почвы, целесообразно побережье обсадить кустарниками, ивами или садовыми культурами (смородина). Такие посадки необходимо сделать вдоль и поперек течения поймы и в замкнутых четырехугольниках производить распашку и посев сельскохозяйственных культур.

Неразвитые поймы, имеющие корытообразный профиль, можно использовать, если позволяют климатические условия, под культурные пастбища или пашню. При освоении таких пойм под сельскохозяйственные культуры нужно учитывать экспозицию речной долины по отношению к странам света, особенно при

течении реки с запада на восток или, наоборот, с востока на запад. Чем пойма глубже и круче ее края, примыкающие к террасе, тем больше различий в микроклимате отдельных частей поймы. Это следует учитывать при проектировании и проведении работ по организации территории. Растительность на южных склонах такой поймы по сравнению с северными может развиваться на 5—15 дней быстрее.

Площадь галечно-пролювиальной поймы часто меняется. Ее относят к бросовым землям. Здесь очень важно производить обсадку и укрепление размываемых берегов стеной кладкой, сооружать запруды, сдерживающие напор воды, сажать ивы для разбивки реки на рукава и для кольматажа * закамненной части. Закольматированную территорию целесообразно использовать для возделывания плодовых, овощных и полевых культур. Поймы с выровненным рельефом, но молодыми наносами можно использовать под луга или садовые насаждения при условии ограждения их от паводков.

Улучшение использования дельтовой поймы и плавней очень сложно, так как оно вызывает необходимость создания приморского или приозерного вала, который сдерживал бы воду, нагоняемую ветрами. После обваловывания побережья потребуются перебросить воду обратно в море (как это делалось, например, в Голландии при осушении Зюдерзее). В дальнейшем такую пойму можно использовать для возделывания наиболее ценных в этой местности культур.

Для улучшения использования **лиманной поймы** следует регулировать водоток при разливе реки и подсевать различные травы в зависимости от экологических условий.

Использование аласов имеет очень важное значение для тех мест, где развивается промышленность. Так как пойма здесь имеет более благоприятный тепловой режим, чем все другие части территории, то ее следует использовать под овощные культуры. Вопрос освоения аласных земель мало разработан. Очевидно, наиболее рациональными мероприятиями будут: зимнее утепление пойменных земель снегом (снегозадержание), осушка и распахка заочкаренных земель с внесением бактериальных и минеральных удобрений, искусственное зачернение почвы весной сажой и другими затемняющими веществами для более быстрого схода снега, подбор холодовыносливых и раносозревающих сортов.

* Кольматаж — поднятие уровня местности путем напуска богатых наносами вод.

Раздел III. ПОЧВЕННЫЕ И ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

Глава 27. ПОЧВЕННЫЕ И ГЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ

При составлении проектов землеустройства, кроме геодезических планов и карт, используются почвенный и геоботанический материалы: карты, планы, прилагаемые к ним отчеты. В материалах дается характеристика земель, необходимая для решения вопросов: 1) наиболее рационального использования государственных земельных фондов для сельскохозяйственного производства, лесного хозяйства и других целей, а также правильного распределения земель между отдельными хозяйствами;

2) учета качества сельскохозяйственных угодий колхозов и совхозов с указанием возможностей перевода существующих угодий в высшую категорию использования, например кочковатых и закустаренных пастбищ в сенокосные угодья, малопродуктивных лесных участков в пашню и т. п.;

3) правильного размещения севооборотных массивов, выбора севооборотов с рациональным соотношением наиболее урожайных и устойчивых в местных условиях сельскохозяйственных культур, выделения участков под сенокосы, пастбища и другие угодья;

4) выдела отдельных участков специального назначения;

5) размещения полей севооборотов, защитных лесонасаждений, разработки дифференцированной агротехники применительно к тем или иным особенностям почв и сельскохозяйственных культур;

6) правильного и рационального использования минеральных и органических удобрений;

7) выявления специальных мероприятий по коренному улучшению пахотных земель, сенокосов, пастбищ, залесенных участков с целью повышения их производительности; сюда входит также обоснование различных мелиораций: осушение, орошение, борьба с эрозией, удаление камней, раскорчевка, срезание кочек и т. д.;

8) выбора места под садовые насаждения, виноградники и технические культуры.

Кроме того, почвенные и геоботанические обследовательские материалы землеустроителем могут быть использованы при размещении внутрихозяйственной дорожной сети, выделении участков под населенные пункты, хозяйственные центры, полевые станы и др.

В зависимости от природных районов и задач обследование и картирование почв и растительности выполняется с различной детальностью. Например, в тундровой зоне для организации территории под оленеводство обычно довольствуются масштабом 1 : 100 000 и даже 1 : 250 000. При исследовании территории зимних пастбищ в области полупустынь и пустынь, а также горных лугов и пастбищ применяют масштабы съемок 1 : 100 000, 1 : 50 000, реже 1 : 25 000. Во всех районах интенсивного земледелия, густо населенных местах почвенные и геоботанические карты составляются преимущественно в масштабе 1 : 10 000, реже 1 : 25 000. При обследовании территории пригородных зон, орошаемых земель, при выделе мест под сады, виноградники, опытные поля и т. д. применяют масштабы съемок 1 : 5000 и даже 1 : 2000.

Проведение работ по почвенным и геоботаническим обследованиям в колхозах и совхозах возложено на отряды и партии республиканских проектных институтов по землеустройству (ГИПРОЗемов). Эти работы ведутся согласно специальным инструкциям.

Техника полевого исследования почвы. Почвенный разрез (шурф, яма). Изучение почвы в полевых условиях основано на знакомстве с ее морфологическими признаками при помощи специальных разрезов (шурфов, ям) различной глубины. Глубина ямы определяется назначением данного разреза, положением уровня грунтовых вод, задачами обследования и др. Если разрез является одной из основных характеристик большой площади обследуемой территории или обследование почв производится для целей орошения, размещения садовых насаждений, винограда, разрезы делают более глубокими, чем при обычных колхозных и совхозных обследованиях почв. В первом случае глубина ям должна достигать 2—3 м, иногда более, во втором разрезы делают глубиной 1,5—2 м и только в случае близкого залегания грунтовых вод от поверхности ямы делают мельче. Глубокий разрез почвы дает возможность установить не только ее тип, но и характер материнской породы, генезис и агрономические свойства.

Из основных разрезов исследователь берет почвенные образцы, согласно имеющимся генетическим горизонтам, для дополнительного камерального просмотра и производства агрохимических анализов. Образцы берутся и из материнской породы.

Поэтому место для основных шурфов выбирают особенно тщательно.

Кроме глубоких разрезов, обследователь делает еще полуямы и прикопки. Они предназначаются для проверки установленного типа почвы, определения его границ, возможного изменения механического состава и т. д. Количество полуям и особенно прикопок делается значительно больше, чем основных разрезов. Глубина полуям устанавливается 70—100 см, а прикопок 30—60 см. Глубокие разрезы, полуямы описываются в дневнике; прикопки не описываются; о них делаются только заметки. Местоположение разрезов, полуям, прикопок обозначается условными знаками на карте.

Описание разрезов. Выбрав место для разреза, почвовед лопатой намечает на поверхности почвы трапециевидную фигуру длиной 2 м и шириной 80—60 см. Разрез ориентируется таким образом, чтобы его широкая сторона, по которой будет изучаться морфология почвы, была освещена солнцем, а узкая находилась на теневой стороне. Яму делают уступами, чтобы не выбрасывать лишнюю землю. Верхний слой земли складывают направо, а остальную часть налево. Основная (освещенная солнцем) стенка ямы не должна быть загрязненной другой землей. Ступеньки в яме используются для входа в нее. Важнейшими морфологическими признаками при описании разреза будут: строение почвы, т. е. дифференциация на горизонты A_1 , A_2 , B_1 и др.; мощность почвенных горизонтов и глубина их залегания, толщина пахотного слоя, механический состав, окраска, сложение, структура, включения, новообразования, распространение корней, увлажнение почвы и характер почвообразующей породы. При этом кратко описывается и растительность (схема почвенного разреза видна на рисунке 30).

При полевом исследовании почвы изучаются не только морфологические признаки ее, но и производятся некоторые простейшие химические определения. При обследовании почв северных районов в полевой обстановке определяется кислотность почвенного раствора, наличие закисных форм железа, реже соединений марганца. В зонах лесостепи и степей определяют действием HCl глубину залегания карбонатов; по «вскипанию» почвы от выделения CO_2 , а в засоленных почвах качественно определяют в водной вытяжке сульфаты и хлориды, иногда соду.

Взятие почвенных образцов для анализа и камерального изучения. После тщательного морфологического описания и простейших химических определений обследователь берет из разреза почвенные образцы для камерального просмотра и производства более сложных анализов. Образцы начинают брать снизу из горизонта малоизмененной почвообразующей материнской породы, затем из средней части разреза и, наконец, из верхних горизонтов. Такая последовательность взя-

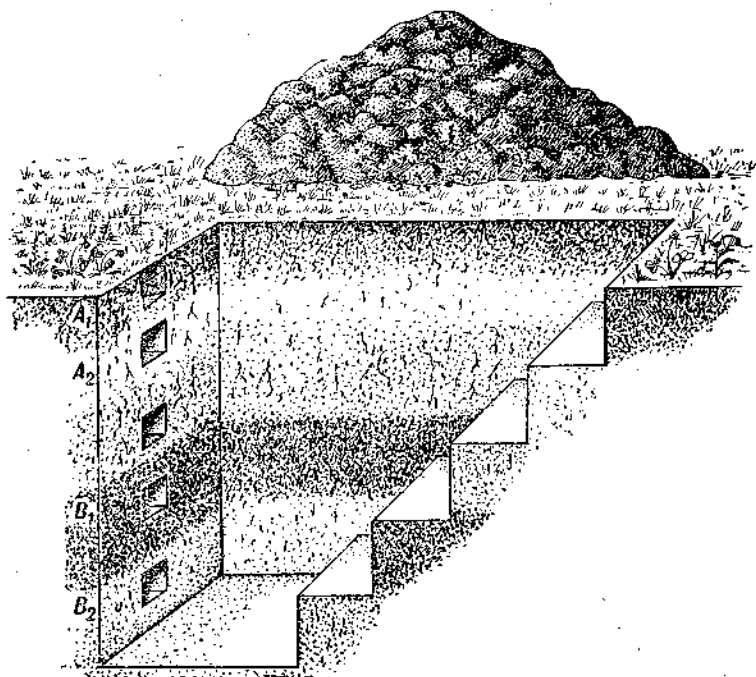


Рис. 30. Разрез почвы.

тия образцов вызвана тем, чтобы не было засорения стенки разреза почвой из вышележащих горизонтов. Образцы берут из наиболее характерной части горизонта почвы, при этом если мощность его большая, то исследователь берет из него 2, иногда 3 образца. Вес каждого образца должен быть не менее 0,5 кг. Лучше всего почвенные образцы с ненарушенным строением берут широкой стамеской или ножом — «лещом». Образцы заворачивают в бумагу-восковку, куда вкладывают этикетку с указанием номера разреза, места исследования, глубины залегания образца в разрезе, даты взятия его, фамилии исследователя. Расположение взятых образцов из разреза видно на чертеже в форме затемненных квадратиков.

Кроме мелких почвенных образцов, почвоведы иногда берут метровые монолиты почвы, в которых полностью сохраняются все природные свойства почвенных горизонтов.

При масштабе съемки 1 : 10 000 один почвенный разрез делают примерно на 10 га, при 1 : 25 000 — на 25 га и 1 : 100 000 — на 100 га.

Полуям и прикопок делают в 2 раза больше, чем основных разрезов. Дополнительное взятие из них образцов дает возможность исследователю составить не только почвенную карту, но и агрохимические картограммы.

Составление почвенной карты. При составлении почвенной карты обследователь использует в качестве основы план геодезической съемки хозяйства с нанесенными на нем угодьями, дорогами, реками, оврагами, селениями и др. Желательно, чтобы на плане были горизонтали (топосъемка). Такой материал, как и материал аэрофотосъемки, сильно облегчает работу исследователя и делает ее более точной.

Имея плановую основу, обследователь, не выходя в поле, намечает маршруты обследования. При этом он стремится к тому, чтобы ходы и профильные линии охватили все основные элементы рельефа местности: водоразделы, склоны, балки, незаливаемые террасы рек, поймы и т. д. В зависимости от масштаба съемки и природных особенностей территории хозяйства маршрутные ходы прокладываются друг от друга на расстоянии 200—1000 м.

По намеченному камеральным путем плану проводится работа и в полевой обстановке, с тем или иным отклонением от него по соображениям, возникшим в процессе съемки. Ходы или профили большей частью закладывают в поперечном направлении к имеющимся в хозяйстве долинам или другим долинным формам рельефа. По этим ходам закладывают основные разрезы, полуямы и прикопки при обследовании почв. Места полных разрезов на карте обозначают зачерненным кругом или квадратиком, полуямы — незачерненным кругом или треугольником, прикопки — точками.

Основными разрезами и полуямами устанавливается общая картина пространственного размещения почвенных типов, подтипов, видов и разновидностей, а прикопками уточняются границы их распространения. Распространение тех или иных почв тесно связано с характером рельефа, поэтому чем сложнее рельеф, тем больше приходится прокладывать ходов, делать разрезов, полуям и прикопок.

Переход одной почвенной разности в другую в природе совершается постепенно, и демаркационные линии, отделяющие одну почвенную разность от другой, нанесенной на плане, в той или иной мере условны.

Большие затруднения в определении точности границ вызывают, например, смытые почвы. Явление смыва, этого крайне важного хозяйственного признака, начинается постепенно, и слабосмытые почвы незаметным образом переходят в сильно-смытые. Границу раздела обследователю приходится устанавливать большим количеством прикопок. Но все же при тщательном учете форм рельефа, растительного покрова, залегающих горных пород, окраски и пр. контуры тех или иных вариантов почв удается выделить с такой точностью, что два обследователя, производящие съемку почв независимо друг от друга, при правильном использовании принятой классификации и строгом со-

блюдении инструктивных указаний дают схожие друг с другом почвенные карты.

Часто границы почвенных разностей совпадают с границами угодий, например торфяно-болотные почвы совпадают с границами болот, площадь, занятая хвойным лесом, — с подзолистыми почвами, сенокосы — с дерновыми почвами на речном аллювии или делювиальных сносах и т. д. Часто границы почвенных разностей совпадают с линиями горизонталей. Довольно сложна, порой очень затруднительна съемка почв в степях, сухих степях и пустынях на выровненном рельефе, где нет хороших ориентиров. В этих условиях границы угодий часто не совпадают с границами почвенных разностей, например в полупустынных степях под пастбищами можно встретить каштановые и бурые почвы, солонцы и солончаки, иногда солоды. В таком случае лучшим показателем почвенных границ является характер растительных сообществ.

В пустынных и полупустынных степях иногда почвы образуют сложный комплекс: на малых расстояниях друг от друга можно встретить ряд различных вариантов почв, исследователю на карте приходится выделять комплексы почв с указанием процента участия той или иной их разности.

Камеральная и лабораторная обработка материалов почвенного исследования. Привезенный с поля обследователем материал (образцы почв, гербарий, дневники, выписки из прочитанной за время обследования литературы, характеризующей природные условия хозяйства, и др.) подвергается тщательному просмотру в разборочном помещении. Дополнительное изучение материала необходимо потому, что в полевой обстановке, например, окраска почвы бывает неустойчивой: сухая почва кажется значительно светлее мокрой от дождя; осмотр контура почв против солнца затемняет его окраску по сравнению с осмотром по солнцу; при вечерней съемке все почвы кажутся темнее, чем при дневной. В камеральной же обстановке почвенные образцы ставятся в одинаковые и, следовательно, сравнимые условия. Кроме типа почвы, при камеральном осмотре более точно может быть установлен механический состав почвы, определены новообразования, выявлена солонцеватость, оподзоленность и т. д.

Окончательное название почвы дается после изучения почвенных образцов камеральным путем. В связи с этим на полевую почвенную карту обследователи вносят те или иные изменения, уточняют классификационные обозначения. Последние должны быть отработаны так, чтобы почвенную карту мог понять не только почвовед, но и агроном, землеустроитель, колхозник и рабочий совхоза.

При камеральном осмотре образцов наиболее ответственная часть из них передается в лабораторию для анализа. Количество

образцов и характер аналитической обработки предусматриваются соответствующими инструктивными указаниями. После камеральной обработки почвенная карта практически считается законченной, границы почвенных разностей больше не меняются. Иногда после получения из лаборатории результатов анализа почвовед вносит некоторые изменения в легенду на почвенной карте. Оработанную почвенную карту почвовед закрашивает цветными карандашами. В руководстве по почвенной съемке, разработанной Почвенным институтом имени В. В. Докучаева, рекомендуется использовать следующие цвета для тех или иных типов почв: подзолистый — красновато-оранжевый, дерново-подзолистый — красновато-буроватый, серые лесные почвы — серовато-фиолетовый, черноземный — темный, почти черный, с различной интенсивностью коричневатого оттенка, каштановый — коричневый цвет с красноватым оттенком, бурый — желтовато-оранжевый, сероземный — желтый, такры — фисташковый, краснотелы — тускло-красный, солонцы — фиолетово-малиновый, солончаки — тускло-фиолетовый, пойменные почвы — зеленый, заболоченные — серовато-голубоватый, торфяные — голубой с нанесенными синими линиями, пески — светло-бурый с нанесенными по нему темно-бурыми точками. Более детальное описание раскраски почвенных карт можно найти в книге «Почвенная съемка» Академии наук СССР, изд. 1959 г.

Составление картограмм. В дополнение к почвенной карте почвоведом составляются специальные картограммы. Последние имеют очень большое значение в агрономической практике и используются для правильного и экономного распределения по полям хозяйств минеральных и органических удобрений. Для подзолистых почв почвовед составляет картограммы: 1) кислотности почвенного раствора и нуждаемости почв в известковании, 2) содержания в почвах подвижных форм фосфора, 3) содержания подвижного калия.

Для южных почв составляется картограмма по запасам гумуса, эродированности почв, солонцеватости, солончаковатости, по глубине залегания засоленных вод и другим признакам. Но в зависимости от задач исследования могут быть составлены картограммы и другого содержания, например: в поливных районах — картограммы влагоемкости и водопроницаемости, механического состава почвы, глубины залегания растворимых солей и гипса и т. д., в северных районах — картограмма закаменности почв, запасов торфа, по лугам — засоренности, закочкленности и т. д.

Для агрохимических целей картограммы составляются на основании результатов лабораторного исследования. При этом для анализа берут образцы главным образом из пахотного слоя основных разрезов и дополнительно из мелких прикопок. В практике считают достаточным для составления картограмм брать

один образец на 10 га пашни. Очевидно, если будут образцы взяты более густо, то картограмма будет более точной. Агрохимические показатели наносят на плановый материал в том же масштабе, как и почвенные карты, при этом принято участки с различной степенью кислотности почв и потребностью в известковании окрашивать в красный, оранжевый, желтый и зеленый цвет, в зависимости от степени кислотности. Очень кислые почвы окрашивают красным цветом, с нейтральной реакцией — зеленым. Картограмму по запасам подвижных форм фосфора в почве закрашивают различной интенсивности синей краской: при малом содержании фосфора — светло-синей, при очень большом — темно-синей. Картограмму по запасам подвижного калия окрашивают в различной степени интенсивности оранжево-желтый цвет: при малом содержании — в светлые тона, при большом — в интенсивные. Для других картограмм строго установленных знаков и обозначений не существует.

Почвенный отчет. К почвенной карте и составленным картограммам прилагается отчет. Он состоит из следующих частей:

1) общего описания климатических условий района обследования с указанием особенностей микроклимата данного хозяйства, определяемых залесенностью, наличием долин, резких понижений или возвышений, экспозицией, крутизной склонов и другими условиями;

2) краткой геологической характеристики местности с более или менее подробным описанием напластований и значения горных пород для возделывания сельскохозяйственных культур (доступность проникновению корням растений, водопроницаемость, аэрация и т. д.), здесь же дается характеристика гидрогеологических условий, на основании которой при составлении проекта организации территории можно решать вопросы водоснабжения, учесть вероятность подтопления отдельных участков, возможность образования оползней, проявление эрозионных процессов и т. д. Геологическими отложениями в значительной степени определяется положение уровня грунтовых вод на разных элементах рельефа, а также общие условия обеспечения отдельных земельных участков влагой в различные периоды вегетации сельскохозяйственных растений и весь характер гидротермического режима обследуемой территории;

3) геоморфологической характеристики территории хозяйства; в этом разделе подробно описывается рельеф местности, его происхождение и развитие, отмечается хозяйственное значение крутизны склонов, их протяженности и экспозиции, устанавливается соответствие тех или иных особенностей рельефа требованиям сельскохозяйственных растений;

4) краткого описания естественной растительности с хозяйственной характеристикой растительных сообществ, указанием

сорняков, ядовитых растений и мер борьбы с ними; иногда даются краткие указания по улучшению лугов и пастбищ;

5) морфологической, физической, агрохимической и агрономической характеристики почв. Это делается на основе записей в полевых дневниках, тщательного полевого и лабораторного изучения почвенных образцов. В этом разделе дается описание внешних признаков почв, наиболее распространенных в хозяйстве, их физических свойств (влагоемкость, водопроницаемость, способность к заболачиванию, образование после дождей корки, удельное сопротивление при обработке и т. д.). При обследовании почв в районах орошаемого земледелия обязательно отмечается вероятность вторичного засоления при поливах, полевая влагоемкость и водопроницаемость, фильтрационная способность грунтов и некоторые другие показатели.

В агрохимической характеристике приводятся данные о содержании в почве гумуса, азота, реакции почвенного раствора, степени насыщенности основаниями, данные о гидролитической кислотности (для северных почв), о степени солонцеватости, карбонатности и засоленности грунтовых вод (для южных почв). В этом разделе очень важное значение придается засоленности, кислотности почв, содержанию подвижных форм азота, фосфора и калия. Эти данные для отдельных участков и типов почв оформляются в сводные таблицы. В конце почвенного отчета описываются агрономические свойства почв, объединяемых в так называемые агропроизводственные группы. Это одна из самых важных частей отчета. При выделе агропроизводственных групп почв почвовед учитывает не только типы, подтипы, виды и разновидности почв с учетом принятой классификации и данных аналитической обработки, но иногда учитывает и характер рельефа, эродированность, окультуренность, площадь контура и некоторые другие условия. Агропроизводственные группы — производственно однородные или близкие к этому по природным свойствам участки территории хозяйства, занятые близкими по генезису и агрономическим свойствам почвами. По выделенным группам почвовед дает окончательную характеристику почв по природному плодородию и рекомендации по повышению их производительности, причем рекомендации по внесению удобрений даются с учетом составленных картограмм и особенностей сельскохозяйственных культур, возделываемых в обследованном хозяйстве, а также плановых заданий.

Техника геоботанической съемки. В настоящее время картирование растительности имеет два направления: 1) составление карт, характеризующих флору природных областей, районов и т. д.; 2) собственно геоботаническая съемка, применяется в сельском хозяйстве для изучения кормовых угодий и их качественной и количественной характеристики. Эти последние работы носят название паспортизации лугов и пастбищ.

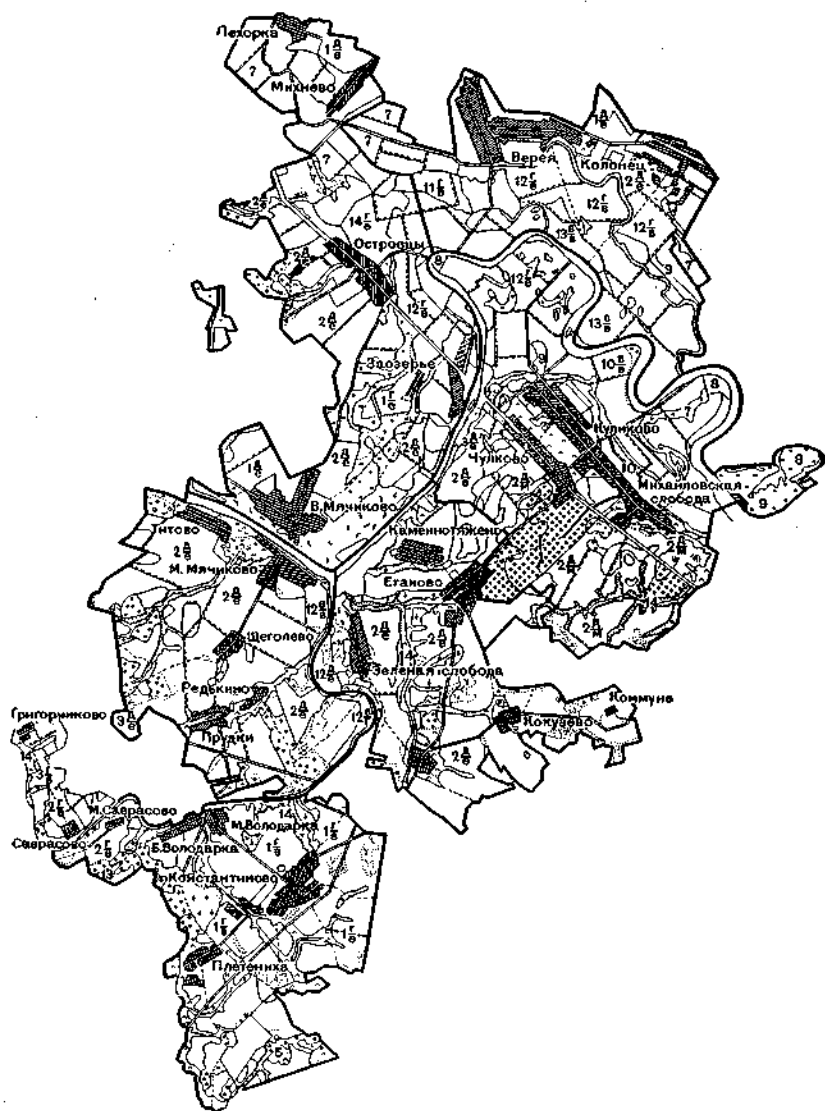


Рис. 31. Схематический почвенный план совхоза имени Тельмана Московской области. Условные обозначения: в числителе — механический состав гумусового горизонта, в знаменателе — почвообразующей породы; стрелка вниз — знак смывости; треугольник — знак щебенчатости; а — глина; б — тяжелый суглинок; в — средний суглинок; г — легкий суглинок; д — супесь; е — песок; м — морена (см. также легенду к рисунку на стр. 350).

Условное обозначение	Наименование почв	Механический состав и почвообразующая порода	Местонахождение по рельефу	Использование	
				существующее	перспективное
1	Дерново-слабоподзолистые	Песчаные на песках	Плато и пологие склоны	Пахотные угодья	Сидеральный пар
2	Дерново-слабо- и среднеподзолистые	Супесчаные и легкосуглинистые на песках			Использовать без изменения
3	Дерново-слабо- и среднеподзолистые	Суглинистые на песчаносуглинистой морене		Лесные, пахотные и пастбищные угодья	Пахотные угодья полевых севооборотов
4	Дерново-подзолистые делювиально-намытые	Суглинистые	Шлейфы склонов	Пахотные угодья	
5	Дерново-подзолистые глееватые	Супесчаные на песках и на затопии морены	Понижение на водораздельном плато и останцах террас	Лесные, пахотные и пастбищные угодья	Пахотные угодья, культурные сенокосные или пастбищные угодья
6	Дерново-подзолистые глеевые	Супесчаные и суглинистые	Лощины и низинные запалины	Пастбищные и сенокосные угодья	Только культурные сенокосные, угодья
7	Дерново-подзолистые глееватые	Суглинистые на песчаносуглинистой морене	Понижение на водораздельном плато	Пастбищные угодья	То же, что и № 5
8	Дерново-луговые	Супесчаные на речном аллювии	Поймы рек Пахра и Москвы	Пахотные угодья	Пахотные угодья овощных севооборотов
9	Дерново-луговые	Суглинистые на речном аллювии	Пойма р. Москвы		
10	Дерново-луговые глееватые	Суглинистые на речном аллювии	Слабо выраженные понижения на центральной пойме, притеррасная пойма	Пахотные и пастбищные угодья	
11	Дерново-луговые глеевые	Тяжелосуглинистые на речном аллювии	Хорошо выраженные понижения на притеррасной пойме, заросли стариц	Пахотные и пастбищные угодья	
12	Торфянисто- и торфяно-подзолистые глеевые		Днища западин и ложин	Пастбищные и сенокосные угодья	Культурные сенокосные угодья
13	Торфянисто- и торфяно-глеевые		Низкая часть притеррасной поймы	Пахотные угодья, торфоразработки	Пахотные угодья овощных севооборотов
14	Овражно-балочный комплекс		Глубокие отрицательные формы рельефа: балки, овраги, ямы и т. д.	Пастбищные угодья	По широким лощинам культурные сенокосные и пастбищные угодья

Ведущая роль в данных работах принадлежит геоботаникам. При проведении паспортизации принимают также участие землеустроители, почвоведы, агрономы, иногда луговоды и гидротехники.

Паспортизация выявляет кормовые особенности пастбищ и сенокосов: их урожайность, общий сбор кормовой массы, качество урожая и его пригодность для того или иного вида скота, сезоны использования и пути улучшения кормовых угодий. В процессе работ выясняется также обеспеченность угодий водопоем, хозяйственными постройками, затишами для укрытия скота во время буранов и непогоды, скотопрогонами, определяется землеустроенность и ветеринарно-санитарное состояние угодий. Выполнение таких работ возможно при наличии в обследовательском отряде вышеуказанной группы специалистов.

На основании полученных при паспортизации материалов землепользователям выдаются следующие документы: а) карта типов пастбищ и сенокосов с нанесенными на них растительными сообществами (геоботаническая карта), б) карта хозяйственного состояния пастбищ и сенокосов, в) карта мероприятий по правильному использованию пастбищ и сенокосов, г) паспорт на пастбища и сенокосы для землепользователей и д) расчетные и сводные ведомости по типологическому составу лугов и пастбищ, их хозяйственному состоянию, запасам кормов и емкости пастбищ, указанию мероприятий по улучшению угодий.

Кроме указанных материалов для производственных управлений по сельскому хозяйству, а также для Министерства сельского хозяйства республик, краев и областей при паспортизации изготавливаются сильно генерализованные сводные карты: геоботаническая, культуртехническая, типологическая и некоторые другие. Таким образом, наиболее важным документом при паспортизации кормовых угодий является геоботаническая карта или план и прилагаемые к ним отчеты. На геоботанической карте обследователем наносятся растительные сообщества и их хозяйственные модификации. Растительным сообществам дается русское название по доминирующим растениям, при этом на последнем месте ставится господствующее растение. Кроме того, в скобках выписываются латинские названия доминирующих растений со знаком «плюс» между ними в порядке убывания. Приводим пример записи растительных сообществ: ковыльно-типчаковое (*Stipa Lessingiana* + *Festuca sulcata*); бело-полынно-типчаково-прутняковое (*Artemisia incana* + *Festuca sulcata* + *Kochia prostrata*). Иногда на геоботанических картах названия растительных сообществ несколько упрощаются, латинские названия растений при этом не пишут, например: злаково-разнотравное, кислозлаково-мелкоосоковое и т. д., но и в этих случаях наиболее распространенное растение в сообществе пишут в конце названия.

При описании растительности видовой состав сообщества должен быть представлен полным с включением в список не только высших растений, но и мхов и лишайников. Для удобства обработки списков растений при описании следует выделять злаки, осоки, бобовые, маревые, сложноцветные и прочие. Такая запись облегчает определение кормового достоинства травостоя. В дневнике исследователь должен указать угодья, на которых находится описываемое сообщество: луг, залежь и ее возраст, некосимое или косимое пастбище, время описания, фазы развития растений и т. д.

Полевое картирование. Перед началом геоботанического картирования исследователь по плановой основе изучает рельеф местности, расположение участков, покрытых естественной растительностью, положение рек, ручьев, балок, оврагов, заболоченных, закустаренных мест и т. д. После этого, учитывая главным образом рельеф, он намечает маршруты, по которым будет происходить геоботаническая съемка, и условно на картах обозначает места «станций» и дополнительных «точек». Маршруты располагаются таким образом, чтобы обследуемая территория была обработана полностью согласно урочищам и отдельным участкам.

Для работы в поле геоботаник берет с собой картографический материал с нанесенными маршрутами, дневник, складной метр, ножницы для стрижки овец, бумагу для завертывания укосов (иногда почвенных образцов), легкие весы или чувствительный ручной безмен, легкую лопату. Для ускорения съемки используется транспорт (лошадь, машина).

На всех «станциях» кормовые угодья характеризуются очень подробно: в сообществе растительности тщательно описывается видовой состав, его обилие (методом Друде или методом Л. Г. Раменского), рельеф, почва, культуртехническое состояние угодья. На специально выбранных укосных площадках берут пробный укос для определения производительности угодья. Выкашивание производится ножницами для стрижки овец с трех площадок, разбросанных по выделяемому контуру, площадью 1 м² каждая. Чтобы точнее определить укосным методом производительность лугов и пастбищ, для взятия проб геоботаник иногда отводит специальное время, учитывая при этом сроки выхода наибольшего количества травы. В отдельных случаях геоботаники производят укосы по сезонам года. Скошенную траву взвешивают, завертывают в бумагу, куда одновременно кладут этикетку с указанием места взятия укоса, его номера, времени и фамилии обследователя. На плановой основе «станция» обозначается крестом или другим условно принятым знаком. В наиболее ответственных местах геоботаник делает почвенный разрез и иногда даже берет образцы почв для анализов. На промежуточных пунктах — «точках» угодья изучаются менее по-

дробно и описание растительности ведется главным образом для установления границ типа луга или пастбища, выделенного согласно описаниям на «станциях». На карте «точка» обозначается другим знаком, отличным от знака «станция».

Выдел контура типа сенокосов и пастбищ на основе описаний растительности, характера рельефа, почв и хозяйственного состояния угодья геоботаник делает в поле, а не камерально. Иногда для уточнения выдела привлекаются почвоведы и землеустроители. При наличии крупных участков одних и тех же угодий (поемные луга, сенокосы и пастбища степей, полупустынь и пустынь и т. д.) геоботаник ведет работу с применением прямолинейных маршрутов, ориентированных на ясно видимые в натуре пункты (изгибы рек, перекрестки дорог, здания и т. д.). Эти маршруты прокладывают поперек основных элементов рельефа. По ним и распределяют «станции» и «точки», о которых говорилось выше.

Таким образом, геоботаническая съемка с выделом типов лугов и пастбищ близка к съемке почвенной, но «станций» и «точек» геоботаник делает вследствие большей пестроты в растительном покрове больше, чем почвовед разрезов и прикопок. Поэтому геоботаническая карта с нанесенными на нее растительными сообществами, типами лугов и пастбищ, их хозяйственными модификациями содержит больше контуров, чем почвенная.

Камеральная обработка. При камеральной обработке обследовательского материала геоботаник уделяет большое внимание разбору высушенных и вторично взвешенных образцов укосов с более ответственных мест, определению в собранном гербарии неизвестных растений, установлению наличия особо ядовитых и опасных растений и т. д. Разбор укосов ведется по установленным хозяйственным группам растений: злаки, бобовые, осоки, маревые, сложноцветные, вредные, ядовитые и старика. Иногда каждая из указанных групп растений делится на подгруппы, например осоки крупные, средние и мелкие и т. д. Особое внимание при камеральной обработке материалов геоботаник обращает на уточнение определения производительности лугов и пастбищ, т. е. на выход количества и качество получаемого корма с распределением в случае необходимости по сезонам года. Анализируя хозяйственные модификации растительных сообществ, геоботаник делает окончательные выводы о состоянии кормовых угодий, перегрузке их скотом, переводе пастбищ в сенокосы, улучшении травостоев удалением сорных и ядовитых растений, подсевом трав и др. В результате геоботанического картирования и обработки материала, учета анализа почв создаются карты типов лугов и пастбищ, их хозяйственного состояния и карты мероприятий по повышению производительности кормовых угодий.

Геоботанический отчет. Подобно почвенному, геоботанический отчет вначале содержит описание природных условий обследуемого объекта: климат, рельеф, геологические и геоморфологические условия почвы. В нем кратко освещаются общие условия эксплуатации обследованной территории. Но основным разделом является описание растительных сообществ, классификация типов лугов и пастбищ, их кормовая характеристика и разработанные рекомендации по использованию земель под кормовыми угодьями, включая применение мелиораций, коренного и поверхностного улучшения лугов и пастбищ, определение нагрузки скотом, его типовой и даже породный состав. В отчете излагаются также организационно-хозяйственные вопросы (скотопрогоны, водопой, стойбища и др.). Поэтому при составлении его принимают участие в случае необходимости и другие специалисты: землестроители, зоотехники, мелиораторы, почвоведы.

В основу классификации лугов и пастбищ исследователь кладет разработанную в СССР (см. книгу «Методика паспортизации кормовых угодий», Москва, 1959) по главнейшим топоэкологическим признакам классификацию лугов и пастбищ с делением их на 25 классов, подразделяющихся далее на подклассы, типы, подтипы и хозяйственные модификации. Схема этой классификации приводится ниже.

Сенокосы и пастбища равнинные: 1) суходольно-луговые на подзолистых, дерново-подзолистых и других почвах лесной зоны, 2) лугово-степные на выщелоченных, мощных и других черноземных суглинистых почвах и солонцах лесостепной зоны, 3) средне- и сухостепные на суглинистых, обыкновенных и южных черноземах, каштановых почвах и солонцах степной зоны, 4) степные на серых песчаных и черноземовидных супесчаных почвах степной и лесостепной зоны, 5) полупустынные на суглинистых и каменистых светло-каштановых и бурых почвах, солонцах в полупустыни, 6) пустынные на суглинистых и сероземных почвах, 7) полупустынные на почвах песчаных пустынь северного типа и песчано-хрящеватых почвах полупустынь (бурые и светло-каштановые), 8) пустынные на песчаных сероземных почвах.

Сенокосы и пастбища низинные: 9) низинные и западинные на луговых и лугово-болотных почвах, иногда солончаковых (лесная, лесостепная зона и приморье), 10) западинные, лиманные и подовые, на темноцветных и лугово-каштановых почвах, иногда засоленных (степь и полупустыня), 11) резко солончаковые с солянковой растительностью.

Пойменные луговые угодья: 12) краткوپоемные с затоплением полыми водами менее 15 дней на речном аллювии с дерново-луговыми почвами, 13) длітгопоемные с затоплением полыми водами более 15 дней на речном аллювии с дерновыми луговыми почвами.

Предгорные луговые и пастбищные угодья: 14) лугово-степные на выщелоченных черноземных и черноземовидных горных почвах (включая мелкосопочники, низкие горы и горные долины), 15) степные на черноземных и каштановых почвах (с включением сюда мелкосопочника, низких гор и горных долин), 16) полупустынные и пустынные на бурых и сероземных почвах (с включением мелкосопочника, низких гор и горных долин).

Горные луговые и пастбищные угодья: 17) луговые на серых, коричневых и бурых лесных почвах лесного пояса и лугово-степные на выщелоченных черноземовидных почвах лесостепного пояса, 18) степные на черноземных и каштановых почвах, 19) полупустынные и пустынные на бурых и сероземных почвах.

Высокогорные луга и пастбища: 20) субальпийские и альпийские на луговых и лугово-торфянистых почвах, 21) степные на каштановых горных почвах; 22) полупустынные и пустынные на сероземных почвах.

Тундровые горные кормовые угодья: 23) тундровые на каменистых горных почвах, 24) равнинные на минеральных и 25) торфянистых почвах.

Составление рабочей почвенно-геоботанической карты при агрохозяйственном обследовании. Без почвенных и геоботанических материалов нельзя составить обоснованный проект внутрихозяйственного землеустройства. Но в практике землеустроительных работ случается, что в хозяйствах таких материалов или нет, или они настолько устарели, что ими пользоваться нельзя. В этом случае землеустроитель с помощью агронома, иногда и других специалистов составляет схематическую рабочую почвенно-геоботаническую карту самостоятельно. При этом он должен характеризовать:

1) по пахотным землям: тип почвы, механический состав, глубину пахотного и гумусового горизонта, условия увлажнения и положение грунтовых вод. В зависимости от района работ определить кислотность почв, солонцеватость, солончаковатость, процент участия солонцов и солончаков, наличие эродированных земель; подробно описать крутизну склонов, экспозицию, пригодность к машинной обработке, закамненность и т. д., наметить более рациональное использование пахотных земель;

2) по сенокосам и пастбищам: тип почвы, механический состав, глубину гумусового горизонта, растительное сообщество и его хозяйственную модификацию, среднюю урожайность и качество получаемого корма, культуртехническое состояние, пригодность к механизированной обработке, возможность перевода в более интенсивный вид угодья и т. д.;

3) по лесам и кустарникам: тип почвы, тип леса, полноту насаждений, степень закустаренности, потенциальное плодородие почвы и возможность перевода в интенсивную форму

использования или пути повышения производительности под древесным насаждением;

4) по болотам: тип болота (низинное, переходное, верховое), мощность торфяного слоя и его качество, возможность перевода в интенсивную форму использования.

Эта работа проводится по специально составляемой землеустроителем и агрономом поконтурной ведомости.

Для выполнения этих работ землеустроитель и агроном должны иметь земельный план хозяйства, поконтурную ведомость для описания почвенных разрезов и растительных сообществ или дневник, лопату с буром или простую лопату, метр для измерения мощности почвенных горизонтов, компас, стамеску для взятия образцов почв, биноклярные очки или лупу, флакон с соляной кислотой для определения карбонатов, простейший прибор для определения кислотности или засоленности в зависимости от условий работ, специальные ножницы для взятия пробных укосов по лугам и пастбищам, оберточную бумагу и шпагат. Почвенно-геоботаническую съемку обследователи начинают с возвышенной части территории (водораздела хозяйства). Отсюда они приблизительно намечают местоположение почвенных разрезов, полуям, прикопок, а также описания растительных сообществ. Очевидно, такое обследование не может претендовать на замену обычного почвенно-геоботанического плана, работа проводится схематично, но тем не менее обследователи должны получить для своей ответственной работы надежный материал.

Почвенных разрезов, полуям, прикопок, описаний растительных сообществ делается значительно меньше, чем это предусмотрено соответствующими инструкциями по почвенным и геоботаническим съемкам. Основные разрезы почв копают обыкновенной лопатой до малоизмененной породы, примерно 100—120 см глубиной. Эти разрезы делают только в самых ответственных местах территории, при остальных описаниях и исследованиях почв применяются специальные лопаты с буром. При использовании такой лопаты можно осмотреть почву за 15—20 минут до глубины 100—120 см без рытья специального шурфа. В этом случае сначала делают небольшую прикопку для осмотра пахотного и несколько ниже лежащего горизонта почвы; потом буром берут пробы из глубоких горизонтов, для чего бур постепенно ввинчивают в почву, и через каждые 8 см берут образцы. Отобранные пробы изучают с помощью биноклярных очков и лупы; определяют механический состав почвы, ее пористость, содержание гумуса, наличие солей и других новообразований; отмечают включения, ходы червей и насекомых; иногда удается рассмотреть на корнях растений микоризу, присоски у полупаразитных растений, гифы грибов и т. д. Содержание в почве гумуса очень приблизительно определяют по шкале окраски.

Окраска почвы дает возможность установить присутствие закисных и окисных соединений железа, соединений марганца и т. д.

Для обнаружения присутствия в почве карбонатов и определения глубины их залегания на комочек земли, взятой с определенной глубины, действуют 2—3 каплями 5%-ной соляной кислоты. При большом содержании карбонатов в почве наблюдается сильное вскипание, при малом — лишь слабое потрескивание.

Для определения засоленности пользуются бинокулярными очками или лупой. При этом выцветы солей видны в форме прожилков, крапинок, белых пятен. Точный состав солей можно определить только в лаборатории с использованием водной вытяжки, при этом хлор-ион определяется азотнокислым серебром по интенсивности творожистого осадка, серноокислотный ион — хлористым барием также по интенсивности помутнения от выпавшего, нерастворяющегося осадка серноокислого бария; сода определяется по малиновой окраске фенолфталеина.

Кислотность почвы можно установить индикационной бумажкой непосредственно в поле, а лучше во взятых образцах в лаборатории с применением специального индикатора и дальнейшего сравнения полученной окраски со специальной шкалой.

Проведение этих работ облегчается тем, что теперь во многих хозяйствах имеются небольшие агрохимлаборатории.

Мощность почвенных горизонтов, глубину залегания карбонатов, солей и новообразований определяют складным метром.

При масштабе съемки 1 : 10 000 на план не наносятся лишь мелкие контуры площадью от 0,25 до 0,5 га. В случае очень мелкой контурности выделяют комплексный контур с указанием удельного веса площадей, занятых тем или иным типом почв и растительных сообществ. Такие комплексные контуры чаще всего приходится выделять в области сухих степей и пустынных, реже в тундрах и еще реже в таежной лесостепной и черноземной зонах.

При установлении почвенного типа или разности или описании растительного сообщества основное внимание обращают на главные признаки. Например, при описании почвы особо тщательно выделяют генетические горизонты и определяют их мощность, так как по этим признакам устанавливают название почвы. Потом изучают структуру и сложение почвы, новообразования, включения, реакцию почвенного раствора, засоленность и др. В описании растительности изучают ведущие растения, их процент участия в травостое, сорные, ядовитые.

Контуры и площадь покрытия тем или иным типом, подтипом или видом почвы определяют по сходству рельефа, условий увлажнения, механического состава генетических горизонтов и содержания гумуса. Если эти условия однородны, то в большинстве случаев участок имеет однородную почву. Исключения

могут быть только в том случае, если на участке залегают различные геологические отложения, не обнаруживаемые с поверхности, что бывает относительно редко.

Одни и те же типы и виды почв покрывают в хозяйстве склоны одинаковой крутизны и экспозиции. Ровные места на водоразделе также имеют одинаковые или очень схожие между собой почвы. Но ложбины и потяжины, встречающиеся на равнинах, всегда покрыты иными почвами, чем выровненные места, и сильно различаются между собой.

Следует помнить, что всякое микропонижение создает условия для образования более северных вариантов почв; микроповышение, наоборот, способствует образованию южных вариантов. Так, если ровные места покрыты выщелоченным черноземом, то в понижениях формируется чернозем северный, оподзоленный, а в случае сильной депрессии — темно-серые, серые и светло-серые почвы. Если на ровных местах преобладает среднеподзолистая суглинистая почва, то в понижении следует ожидать или сильноподзолистую или подзолисто-глеевую, а при большом понижении — почвы болотного типа. В засушливых районах с рельефом связано, кроме увлажнения, распределение в почвах солей и солонцеватость почв. Так, в зоне каштановых почв выровненные места заняты каштановыми почвами, слегка пониженные — солонцами, а более пониженные — солонцами и солончаками. Распределение солончаков по понижениям также подчиняется определенной закономерности: приподнятые депрессии заняты сульфатными солончаками, нижерасположенные — сульфатно-хлоридными и, наконец, самые низкие депрессии — хлоридными. Солончаки, содержащие хлористый кальций и хлористый магний, занимают самые низкие места.

Но закономерности распределения почв по рельефу иногда нарушаются залеганием разных почвообразующих пород, наличием выхода ключей, смывов, намывов и других условий. Особенно сильно влияют на генезис почвы материнские породы. В одном и том же хозяйстве, при прочих равных условиях, формируются неодинаковые почвы на разных материнских породах (например, карбонатные и бескарбонатные морены, покровные суглинки и мергелистые отложения, ледниковые пески и глинистые морены). Но в целом почвенные контуры прежде всего связаны с рельефом. Поэтому границы почвенных контуров чаще всего совпадают с горизонталями на плане. Тем же закономерностям подчиняется и распределение по территории растительных сообществ.

Точность съемки у почвоведов и геоботаников меньше, чем у топографов. Морфологические признаки почв и растительности довольно расплывчаты, и поэтому трудно провести точную границу контуров. Считают, что при масштабе съемки 1:10 000 почвенный или геоботанический план составлен достаточно хо-

рошо, если точность отграничения резко различных типов почв составляет не более 20 м. Если почвенные типы менее различны, то точность отграничения допускается 50 м. На спокойном рельефе, где границы почв расплывчаты, точность отграничения может достигать 100 м. Примерно с такой же точностью проводится и геоботаническая съемка.

Глава 28. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВЕННЫХ И ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВЕ

Из природных условий, влияющих на сельскохозяйственное производство, основными являются: климат, рельеф, геологические и гидрологические условия, почвенный покров и растительность. Характеристику этих условий землеустроитель берет главным образом из почвенных и геоботанических отчетов. Из климатических показателей особенно важно знать температурные условия, наличие осадков и их испарение, направление и силу ветра и особенности местного климата, обусловленные положением территории над уровнем моря, крутизной и экспозицией склонов, расположением лесных массивов, наличием пойм и древних террас и т. д.

При изучении термического режима землеустроитель обращает внимание на сумму положительных температур за год и длительность безморозного периода: важно иметь данные о сумме температур выше $+5$ и $+10^{\circ}$. Нужно знать начало первых и конец последних заморозков, отметить участки, которые подвержены этим заморозкам. При решении вопроса о возможности возделывания тех или иных культур землеустроитель должен прежде всего учитывать сумму положительных температур за вегетационный период и сумму температур, которая необходима для выращивания этих культур.

Большое значение в сельском хозяйстве имеет местный климат, или, как его иногда называют, микроклимат. Особенности местного климата нужно учитывать при размещении ранних культур, например ранней капусты. Следует также знать минимальные и максимальные температуры. Большой ущерб сельскому хозяйству наносят зимой сильные холода при отсутствии снежного покрова. Так, мороз в 40° может убить озимые культуры (пшеница, рожь) и плодовые насаждения. Но сильный мороз при глубоком снежном покрове не поражает ни озимых хлебов, ни корневой системы плодовых деревьев. Даже неглубокий снег может предохранить растения от вымерзания.

Важным показателем климата являются осадки. Нужно знать не только их сумму, но и распределение по периодам.

Имеет значение также форма осадков (снег, дождь, град и т. д.). Сумма осадков не всегда правильно характеризует условия произрастания растений. Так, в некоторых районах Сибири осадков за год выпадает значительно меньше, чем в отдельных районах европейской части СССР. Но так как большая часть их приходится на вегетационный период, то засухи здесь встречаются сравнительно реже. Важно учитывать возможность ливней и сильных буранов, воздействующих на почвенный покров (выдуи, смывы, образование оврагов).

Элементы рельефа — склоны, бугры, низины, плато водораздела, лесные массивы, болота и т. д. — имеют свой местный климат и влияют на циркуляцию воздуха и распределение влаги по территории хозяйства. Так, ранней весной крутой южный склон получает тепла на 25% больше, а северный, наоборот, вдвое меньше, чем равнинная площадь. Это сказывается на скорости оттаивания почвы, условиях ее увлажнения, времени созревания для обработки и т. д. Особенно большое значение имеет рельеф в предгорных и горных районах.

Геологические отложения (материнские породы) оказывают влияние на формирование почвенного типа, механический состав почвы, реакцию почвенного раствора, содержание карбонатов и и др. Характером геологических напластований определяется уровень грунтовых вод и в значительной степени общий гидро-термический режим территории хозяйства. Геологические отложения могут быть также источником получения местных удобрений, например извести, туфов, гипса, вивинита. В почвенном и геоботаническом отчетах приводятся важные для землеустроителя сведения о степени закамненности и карбонатности геологических отложений, засоленности грунтов, характере засоления и возможности вторичного засоления почвы при поливах.

Использование геоботанических и почвенных отчетов помогает землеустроителю учесть правильность использования того или иного участка в зависимости от природного богатства его почв. В научно обоснованном проекте организации территории должны предусматриваться хозяйственно целесообразное размещение и эффективное использование земельных угодий для систематического увеличения производства сельскохозяйственной продукции с наименьшими затратами труда и средств. Эту задачу для каждого конкретного хозяйства при составлении проекта организации территории решают подбором наиболее продуктивных сельскохозяйственных культур и установлением правильной структуры посевных площадей, введением рациональных севооборотов проектированием системы удобрений, мелиорации заболоченных и засоленных земель и их трансформаций. В целях правильного использования современной техники предусматривают наилучшее размещение полевых станций отделений и др. Многие из этих мероприятий, связанных с повышением культуры

сельского хозяйства и его интенсификацией, решаются для целой группы хозяйств данной микрозоны одновременно (например, борьба с сорной растительностью, болезнями и вредителями растений, организация водоснабжения и обводнения территории, орошение земель, борьба с ветровой и водной эрозией, агролесомелиорация и т. д.).

Принципы группировки почв и растительных сообществ при землеустроительных работах. При организации территории землеустроителю приходится выделять производственно однородные участки: поля в севообороте, луговые и пастбищные контуры, лесные массивы. Чтобы использовать для этой цели почвенные и геоботанические карты, имеющие очень много вариантов названий почв и растительности, землеустроителю приходится их предварительно генерализовать, т. е. произвести укрупнение контуров, сделать карты проще и доступнее для использования. В последнее время почвоведы, в меньшей степени геоботаники, согласно инструкции выделяют агропроизводственные группы почв. Это облегчает работу землеустроителя, но полностью необходимость генерализации не снимает, так как при выделении агропроизводственных групп почвовед учитывает главным образом типы почв, их физические и химические свойства и не принимает во внимание другие, очень важные условия. Так, например, удаленные друг от друга участки чернозема в 2, 20 и 200 га почвовед обычно включает в одну производственную группу, хотя на площади 2 и даже 20 га значительно труднее производительнее использовать сельскохозяйственные машины, чем на площади 200 га. Поэтому для землеустроителя такие участки различны.

Одни и те же почвенные типы, подтипы могут или занимать различное положение по рельефу, или наоборот, залегать на одинаковых, но генетически разных формах рельефа. При группировке таких участков для почвоведов решающим является почва, для землеустроителей важное значение имеют и другие признаки. Поэтому агропроизводственные группы почвоведов и объединенные контуры землеустроителя не всегда совпадают. Почвоведы часто отграничивают пашню, луг, пастбище, землеустроитель же при возможности трансформации угодий такого разграничения может и не делать. Однако чаще всего при объединении почвенных контуров землеустроитель принимает в основу тип почвы, т. е. такую таксономическую единицу, которая определяется по сходству почвообразовательного процесса, а следовательно, и одинаковыми агрономическими свойствами. Тип почвы дает право к объединению в один контур почвы даже различных угодий, но не всегда является решающим. Если, например, в пределах типа, подтипа имеется много разновидностей по механическому составу, то решающим при объединении будет механический состав, а не тип почв.

Для создания более или менее производственно однородных массивов мелкие контуры укрупняют. Объединение подтипов почв, например северных, выщелоченных и обыкновенных черноземов, допустимо при условии одинаковых или сходных механического состава и рельефа. При этом условии можно также объединять в одну производственную группу обыкновенный, южный и солонцеватый чернозем, а также и слабоподзолистые, среднеподзолистые и сильноподзолистые почвы. Нельзя объединять в один производственный контур северный чернозем и подзолистые почвы, так как они требуют разных приемов агротехники, внесения удобрений (и даже различных культур). Солонцы глубокостолбчатые и столбчатые можно объединить в одну группу, но корковые к ним присоединять нельзя. Нельзя также объединять в одну производственную группу солонцы и солончаки. Словом, при создании производственных участков объединяют такие варианты почв, которые требуют одинаковой агротехники и могут быть использованы для возделывания экологически сходных культур. В виде исключения допустимо включать в обрабатываемый контур мелкие пятна, занятые другими типами почв, но не мешающие обработке всего участка и несильно снижающие его производительность. Допустимый процент включения таких пятен в обрабатываемый массив предусматривается соответствующими местными инструкциями. Такие инструкции, например, были изданы при освоении целинных земель.

При объединении мелких контуров в производственные участки очень важно учитывать механический состав почвы, так как этот показатель до известной степени обуславливает ее физические и химические свойства и характерен для типа. Так, черноземы чаще всего бывают глинистыми или суглинистыми, супесчаные встречаются редко, а песчаные — как исключение. Но в последнем случае их называют не черноземами, а серопесками. Серые лесные почвы обычно имеют тяжелосуглинистый и суглинистый механический состав, иногда глинистый. Супесчаные, а тем более песчаные почвы среди них встречаются крайне редко. Среди солонцов и солончаков почти нет песчаных почв и очень мало супесчаных. Все солонцы и солончаки по механическому составу глинистые или тяжелосуглинистые. Только на побережье морей или соленых озер можно наблюдать засоленные пески и супеси.

В одну производственную группу допустимо включать почвы, мало отличающиеся по механическому составу, например тяжелые глины и глины, глины и тяжелые суглинки, суглинки тяжелые и средние, суглинки средние и легкие, супеси и легкие суглинки и т. д. Но нельзя объединять тяжелые глины и суглинки средние, суглинки тяжелые и супеси, так как они резко различны по своим агрономическим свойствам. Из этого общего правила могут быть исключения. Например, если супеси залегают на

пологом северном склоне, а суглинки — на южном, то объединение их допустимо, так как в этом случае почвы, более холодные и способные лучше удерживать влагу, располагаются на теплом южном склоне, а более теплые и хуже удерживающие влагу — на северном. Объединение контуров возможно и в том случае, если на южном склоне расположены глинистые почвы, а на северном — суглинистые.

При объединении в производственные более или менее однородные участки важно также учитывать характер увлажнения почвы, так как это условие определяет развитие и урожай растений. Кроме того, почвы с разной степенью увлажнения созревают для обработки неодновременно. Поэтому при проектировании севооборотов в поля включают участки примерно с одинаковыми условиями увлажнения. Следует помнить, что полевые культуры (пшеница, рожь, картофель, гречиха и др.) плохо переносят избыточное увлажнение. Такое увлажнение даже на глубине 1—2 м особенно вредно для садовых культур — яблони и груши. Если по причине переувлажнения в почвах образуется оглеенность на глубине 1 м., а тем более 70—80 см, то их включать в севооборотный массив без предварительного осушения не следует. Более выносливы к избыточному увлажнению многолетние травы и капуста. Недостаток в почве влаги также задерживает нормальное произрастание культур. Поэтому не следует включать в севооборотный массив песчаные почвы, особенно рыхлопесчаные. Но если в колхозе или совхозе имеются большие площади песчаных почв, следует создавать особые севообороты с посевами ржи, картофеля и сидеральных культур.

При объединении почв в производственные группы учитывают также макроформы и микроформы рельефа, которые определяют степень увлажнения почв и особенно ее обработки. Учитывают крутизну склонов, их экспозицию и протяженность.

В каждой природной зоне и хозяйстве в зависимости от его направления (животноводческое, зерновое, овощное и т. д.) имеются специфические особенности, которые нужно учитывать при использовании почвенно-геоботанических материалов. На севере, например в тундровой зоне, землеустройство проводится для организации рационального использования оленьих пастбищ, водоемов, охотничьих угодий, сенокосов, лугов и пахотнопригодных земель, а также для выбора стоянок и планировки хозяйственных центров. Обследование тундры проводится комплексно, при этом геоботаник и почвовед работают вместе с зоотехником, охотоведом и экономистом под общим руководством и при активном участии землеустроителя. Чаще всего эту работу ведут экспедиционным путем. Основные материалы для землеустройства представляют геоботаники, которые выделяют типы пастбищ по срокам их использования и определяют их производительность.

Землеустроитель должен знать не только тип пастбища, но и его кормовое достоинство, оленеемкость. С этой целью он изучает состав растений по типам пастбищ, приведенный в геоботанических материалах. Знакомится с характеристикой кустарников (ива, корейки, березы), распространением и производительностью хвощей, осок, вейников, ягельников, хорошо используемых оленями. Земельную территорию тундры нужно организовать так, чтобы олени были обеспечены кормом круглый год. Пастбища должны быть доступными для животных и иметь укрытия летом от гнуса, а зимой от холодных ветров.

Кроме организации территории пастбищ, важно выделить пахотнопригодные земли. При условии внесения удобрений, специальной агротехники и наличия скороспелых сортов растений земледелие в тундре и особенно в лесотундре выборочно возможно. Под сельскохозяйственное освоение в тундре нужно выбирать осушенные торфянисто-болотные или торфяно-болотные почвы низинного типа, тундровые песчаные и супесчаные глееватые, быстро и достаточно глубоко оттаивающие за лето, а также дерново-глееватые или глеевые, преимущественно легкого механического состава по южным склонам. Очень важно, чтобы участки под пашню размещались в наиболее теплых и сухих местах.

В таежной зоне встречаются в основном подзолистый и дерново-подзолистый типы почв с различными вариантами оподзоливания и оглеения. Имеются также болотные почвы и реже темноцветные карбонатные. Сочетание резко различных почв (например, черноземов и подзолистых) встречается лишь в Сибири, и то очень редко. В таежной зоне подзолистые и дерново-подзолистые почвы можно объединять в один тип. Дерново-подзолистые глееватые и тем более глеевые почвы желательно не вводить в севооборотный массив без предварительного осушения. Подзолы — сильно обедненные почвы — занимают либо начало трети склона, либо падину на водоразделе и часто имеют общую границу с подзолисто-глееватыми почвами. Чаще всего они заняты лесом. Желательно эти почвы без предварительной мелиорации не вводить в севооборотный массив. Если же возникает необходимость их распашки, то следует предусмотреть известкование, внесение больших доз навоза или торфкомпостов, фосфорных и калийных удобрений. Во многих случаях рекомендуется частичное осушение.

Недопустимо объединять подзолистые или дерново-подзолистые почвы с неосушенными дерново-глеевыми, торфянисто- и торфяно-болотными почвами и торфяниками. Но если болотные почвы осушены, то такое объединение возможно. Но и в данном случае эти почвы потребуют особой агротехники, иного набора культур. Так, торфяные осушенные почвы меньше или совсем не требуют внесения азота, некоторые из них не нуждаются

в фосфорных удобрениях; есть торфяные почвы, богатые известью. Но все торфяные почвы большей частью бедны калием, а подзолистые суглинистые и глинистые почвы, наоборот, богаты. Кроме того, на торфяных почвах сельскохозяйственные культуры медленнее созревают. Вот почему целесообразно торфяные почвы отводить под отдельный севооборотный массив (участок) или залужать их для покоса и пастбища.

Все заболоченные почвы — болота низинные, переходные и даже верховые — имеют для хозяйства подзолистой зоны большую ценность. В первую очередь необходимо провести осушение низинных болот, затем переходных и верховых. Особенно ценными пахотными землями после осушения являются места больших низинных болот. Так как подзолистые почвы бедны гумусом, а навоз в хозяйстве не всегда имеется в достаточном количестве, то все торфяные почвы, особенно низинные торфяники, служат ценными запасами органических удобрений. Поэтому при проектировании болотные почвы можно отнести, с одной стороны, к группе почв мелиоративного фонда с использованием их в дальнейшем под овощи, картофель, травы, а с другой — целесообразно организовать здесь добычу торфа на удобрение и подстилку (верховой торф).

В дерново-подзолистой зоне кое-где встречаются пятна темноцветных почв с близким залеганием карбонатов, напоминающие неглубокие черноземы (например, Ленинградская область, Прибалтийские республики, Ярославская, Смоленская области). По своему качеству эти почвы являются лучшими в подзолистой зоне.

В лесостепной (север) зоне на территории одного хозяйства можно встретить три основных вида почв: темно-серые, серые и светло-серые; они, если позволяет рельеф, могут быть включены в один севооборотный массив. Для выравнивания их плодородия следует рекомендовать только различные дозы удобрений. На светло-серых почвах, например, нужно больше вносить навоза, фосфорных и азотных минеральных удобрений, чем на серых и темно-серых.

Особую группу в этой зоне составляют смытые почвы. При слабом смыве, т. е. когда эрозией слегка затронут горизонт A_1 , почвы можно включать в обычный севооборотный массив. Но и в этом случае следует рекомендовать агротехнические приемы для прекращения смыва: вспашку и бороздование зяби поперек склонов, постепенное углубление пахотного слоя, внесение повышенных доз удобрений. Почвы среднесмытые и сильносмытые должны быть выделены временно в особый массив для использования под посевы клевера или клевера с тимомфеевкой. На сильноэродированных площадях намечают полезащитные лесные полосы, рекомендуют обрабатывать почву поперек склона, уменьшить посевы пропашных культур и т. д. Если площадь смытых

земель мала, ее выделяют в запольный клин, под участки постоянного залужения или под лесонасаждения.

В зоне серых лесных почв овраги и балки сокращают площадь пахотных угодий, затрудняют обработку пашни, сильно иссушают (дренируют) примыкающую к ним территорию. Поэтому здесь борьба с оврагами — задача большой государственной важности, требующая облесения и залужения оврагов и других специальных мероприятий.

Для облесения оврагов и крутых склонов применяют как быстрорастущие породы (береза, осина с орешником), так и сравнительно медленно растущие (дуб, сосна, клен, липа). Для залужения склонов высевают пырей ползучий, мятлик обыкновенный и узколистный, лядвенец и донник. Иногда голые крутые склоны временно засевают тысячелистником и пыреем, которые быстро задерновывают почву.

Пониженные пятна на водоразделах часто бывают заняты подзолистыми, подзолисто-глеевыми или болотными почвами. Такие участки нельзя включать в севооборотный массив. Они должны остаться или под лесом (дубовые, осиновые колки), или под лугом. Иногда такие понижения используют для устройства прудов. Понижения, покрытые болотными почвами на водоразделах, трудно осушить из-за дальности отвода воды. Использование их проектируют по-разному, в зависимости от местных условий.

В черноземной зоне все почвы пригодны под пашку, при организации территории особых трудностей в объединении их не возникает. Здесь представляется возможность организовать севообороты на крупных площадях с малым количеством культур, нарезать поля с однородными почвами наиболее удобной и выгодной для работы машин конфигурации. Все это облегчает применение единой агротехники, упрощает систему внесения удобрений, облегчает уборку урожая.

Черноземную зону по характеру почвенного покрова можно разбить на несколько поясов и провинций, имеющих свои особенности почвенного покрова, рельефа и климата. Обычно выделяют область северных, выщелоченных и мощных черноземов, обыкновенных и южных, провинцию северокавказских и приазовских черноземов; черноземов западносибирских; черноземов западноукраинских.

В северной части зоны все виды черноземов можно объединять в один севооборотный массив. Нужно только учитывать, что на разных почвенных видах следует дифференцированно применять удобрения. Так, на мощных черноземах под зерновые культуры надо вносить меньше азотистых и калийных удобрений и больше фосфорных. То же и в отношении выщелоченных черноземов. Северные, оподзоленные черноземы хорошо отзы-

ваются на внесение не только минеральных удобрений, в том числе и азотистых, но и навоза.

Эродированные почвы в черноземной зоне распространены меньше, чем в лесостепной. Их следует использовать так же, как и в зоне серых лесных почв, и проводить на них комплекс противозерозионных мероприятий.

В черноземной зоне, особенно в Сибири, встречаются блюдца и колки, т. е. округлые понижения, покрытые луговой растительностью или лиственным лесом. В европейской части блюдца и колки («кусты») сравнительно редки, в то время как на Западно-Сибирской низменности они разбросаны частыми пятнами. Обилие колков затрудняет создание большого однородного севооборотного массива. В этом случае только мелкие неглубокие колки можно включить в пашню, так как при их распашке микро-рельеф постепенно сглаживается и через несколько лет поле становится ровным.

В Сибири создание монолитного пахотного массива на черноземах иногда затрудняется из-за наличия солонцов и солодей. В северной части черноземной зоны встречаются солонцы глубоко-столбчатые, реже столбчатые, а корковые отсутствуют. Много также солодей с различной степенью осолодения. Все эти почвы располагаются в микропонижениях. Очевидно, лучше эти почвы выделять в особый выводной клин, хотя бы временно. Если это невозможно (солонцы и солоды располагаются отдельными пятнами), то применяют сплошную пахоту массива с внесением на пятнах солонцов гипса, а на солоды — навоза. Такая агротехника постепенно выравнивает поля. Улучшение пятен солонцов можно ускорить планировкой поля путем наволока земли со стороны.

На целинных землях Сибири и Казахстана, в том числе и на черноземах, в последнее время наблюдается усиление ветровой эрозии. Особенно легко подвергаются выдуванию черноземы легкого механического состава (легкие суглинки). В Казахской ССР таких почв более 12 млн. га, или около 40% всей пашни. На этих землях первоочередное значение приобретают противо-эрозионные мероприятия: полезащитные лесонасаждения, почво-защитные севообороты, обработка почвы с оставлением в зиму стерни и т. д.

В зоне сухих степей работы по организации территории усложняются тем, что здесь больше различных почвенных типов и разностей. Равнины сухих степей пестрят округлыми микропонижениями, потяжинами, всхолмлениями; встречаются балки и даже овраги. Сильнее здесь проявляется водная и ветровая эрозия. В сухих степях на территории одного хозяйства может встретиться до 30—40 и даже более типов и разностей почв, неоднородных по содержанию в них гумуса, солей, а также по залеганию уровня грунтовых вод. Особенно резко проявляется различие в южной части зоны, где возделывается много разно-

образных сельскохозяйственных культур: пшеница, кукуруза, ячмень, просо, сорго, подсолнечник, арбузы, дыни, даже садовые культуры, виноград и др. В области сухих и полупустынных степей имеются обширные пространства бурых почв, солонцов и солончаков, используемых под пастбище для отгонного животноводства.

При выделении пашни здесь трудно объединить почвенные типы и их разности в однородные производственные массивы. Если позволяет рельеф и механический состав более или менее однороден, все каштановые почвы можно объединить в один севооборотный массив. Однако на выровненных местах, занятых темно-каштановыми или каштановыми почвами, и на южных и юго-западных склонах, покрытых светло-каштановыми почвами, нужно нарезать отдельные поля. При наличии пестрого почвенного покрова в области сухих степей большое значение для правильной организации территории имеет подбор культур, наиболее пригодных для возделывания на тех или иных почвах.

Если в хозяйстве большие территории покрыты каштановыми почвами с солонцами и солончаками, занимающими более 50% площади, то такие массивы целесообразно отводить под пастбища с выборочным сенокосением.

На выделенных кормовых угодьях необходимо выделить сенокосные участки, предусмотреть на них снегозадержание и, где возможно, лиманное орошение. Для пастбищ со сбитым травостоем запроектировать подсев трав, пастбищеоборот, загонную систему пастбы. Следует выделить участки под распаху для посева засухоустойчивых и устойчивых на солонцах и солончаках трав, например донника или кохии, для дальнейшего использования их под пастбища или сенокосы.

Так как в сухих степях к концу лета естественный травостой выгорает, очень важно выделить хотя бы небольшие участки для посева, например, ржи, кукурузы или сорго на зеленый корм (граница светло-каштановых). В районах с преобладанием бурых почв неполивное земледелие возможно только по потяжинам и низинам, покрытым каштановыми почвами.

В пустынно-степной зоне орошаемое земледелие размещается на глинистых и суглинистых почвах, а овцеводство — преимущественно на легких почвах (заросшие пески) с вкрапленными в них глинистыми почвами, а также в горных районах. Здесь для орошения выделяют земельные участки с незасоленными почвами, доступными для подачи оросительной воды. Для организации животноводческих хозяйств отводят территории, покрытые песками, закамненные и горные места, где обработка земли затруднена или невозможна. Массивы с глинистыми почвами используют в животноводстве кратковременно, так как они покрыты сочной растительностью обычно лишь месяца полтора. При составлении проекта организации территории

землеустроитель выделяет вместе с геоботаником весенние, летние, осенние и зимние пастбища, участки под сенокосение для создания гарантийного фонда кормов на время буранов, гололедицы и других невзгод. В этом отношении ценными пастбищными угодьями можно считать бугристые песчаные всхолмления, покрытые разреженным, но высоким травостоем. Высокие травы не покрываются снегом и могут служить подножным кормом для овец зимой. На песчаных почвах редко бывает гололедица. Среди бугристого рельефа имеется защита для скота на время бурана.

Но заросшие песчаные массивы легко разбиваются скотом и могут превращаться в движущиеся барханные и дюнные пески. Это необходимо учитывать и проектировать умеренную нагрузку.

Пустынно-степная зона хотя и расположена в основном на равнине, но очень разнообразна в геоморфологическом отношении. Здесь можно встретить сыртовые равнины, наклонные подгорные равнины, аллювиальные речные террасы, межгорные долины, останцовые формы рельефа. На общем фоне такого мезорельефа много различных впадин, котловин, ложин, старых русел, водотоков. В этих условиях возрастает необходимость учета рельефа и в особенности характера и величины уклона, скатов при организации в хозяйствах орошаемого земледелия.

Различают бессточные места с уклоном меньше 0,0002, слабосточные — от 0,0002 до 0,002, среднесточные — от 0,002 до 0,006, сильносточные — от 0,006 до 0,03 и очень сильносточные места — свыше 0,03. Такое деление уклонов облегчает решение вопросов об организации подачи воды и определении норм полива. Важно также знание микрорельефа. На ровной поверхности, где микроформы занимают меньше 10% площади, отпадает необходимость предварительной планировки. Но уже при слабой расчлененности территории, когда микроформы составляют 10—25% площади, нужно проектировать планировку — перемещением примерно 200 м³ грунта на гектар. При среднеразвитом микрорельефе (20—50% всей площади) земляные планировочные работы намечают в объеме от 200 до 400 м³ на гектар, при сильнорасчлененном (более 50% территории) объем земляных работ планируется более 400 м³ на гектар.

Большое внимание при проектировании орошаемого земледелия уделяют вопросам гидрогеологии, связанным с определением залегания уровня грунтовых вод и возможностью в связи с этим орошения, выбора способов полива (по бороздкам и гибким шлангом, дождевание и др.). Данные по гидрогеологии помогают определить возможность засоления почв. Важное значение имеет глубина залегания грунтовых вод: при глубине 1—1,5 м возможно слабое заболачивание, такую почву следует осушать:

при глубине 1,5—3 м необходимо уровень понизить, особенно если почвы засолены; при глубине более 3—5 м снижения уровня грунтовых вод не требуется.

При гидрогеологическом исследовании очень важно установить степень минерализации грунтовых вод. Для этого пользуются специальной шкалой. Считают воду пресной, если в 1 л воды будет содержаться не более 1 г солей. При содержании 1—5 г воду считают солоноватой, 5—11 г — слабосоленой, 11—30 г — соленой, 31—80 — сильносоленой, а при содержании более 80 г — рассолом. Если 1 л воды содержит солей более 3 г, то она непригодна для орошения. В случае смыкания орошаемых пресных вод с грунтовыми солоноватыми может произойти засоление почвы. Это объясняется тем, что влага с поверхности почвы испаряется и концентрация солей в пахотном горизонте по этой причине начнет возрастать. Фильтрация через стенки арыков (канавы) вызывает не только потери орошаемой воды, но и заболачивание примыкающих к ним земель.

Возможность засоления почвы и решение вопроса о применении того или иного вида орошения зависит от характера геологических напластований. Определение глубины оросительных каналов или размещения дренажных труб во многом зависит также от характера материнских пород. Поэтому при составлении проекта по организации территории в орошаемых районах нужно хорошо знать эти породы. При близком залегании коренных пород их изучают до глубины 0,5—1 м, при залегании снизу галечников — 1,0—1,5 м, при залегании галечника в дренированных областях — 3—4 и при слабом дренаже и возможном засолении — до глубины 5 м и более.

Для характеристики степени засоления почв, их солонцеватости, заболаченности, глубины залегания водопроницаемых и водоупорных горизонтов предложена исследователями классификация засоленности почв (Розанов, Кудрин, Лобова). Почвы считают незасоленными, если до глубины 150 см и более растворимых солей нет; если соли залегают на глубине 100—150 см, то почвы глубокозасоленные; на 70—100 см — глубокосолончаковые, на 30—70 см — солончаковатые, и если соли залегают на глубине 5—30 см, то почвы солончаковые.

Для пустынной зоны почвоведы отдельно выделяют почвы, орошение которых рентабельно при условии, если не будет засоления и заболачивания, а также почвы, где необходима коренная мелиорация по борьбе с засолением и заболачиванием. Самостоятельную группу составляют почвенные разности, при орошении которых требуется проведение специальных предварительных мероприятий: кольматаж, противэрозионные мероприятия, сложные гидротехнические сооружения. Почвы, расположенные на территории, имеющей сложный рельеф, из-за которого удалить соли невозможно, для орошения непригодны.

Для организации территории животноводческих хозяйств в пустынных степях большое значение имеют данные, характеризующие выход с гектара зеленого корма по сезонам года. В системе отгонного животноводства эти данные должны характеризовать продуктивность как летних, так и зимних пастбищ, удаленных иногда друг от друга на многие сотни километров. Используя геоботаническую карту и классификацию пастбищ, определяют их емкость и составляют проект их улучшения и обводнения. Для пастбищ со сбитым травостоем и даже со сбоями проектируют рациональную систему выпаса и другие мероприятия, направленные на восстановление и повышение их продуктивности. При составлении проекта в этом случае берут продуктивность, свойственную нормальному травостою на данной почве. Другими словами, в основу учета урожайности пастбищ кладут не данные геоботанического обследования существующих хозяйственных модификаций, а урожайность растительного сообщества, соответствующего данному типу почв. Большой эффект получают при введении загонной системы пастбы. На песчаных массивах следует внимательнее отнестись к организации ското-прогонов, водопоев, стоянок, где часто возникают сбои и начинается развевание песков.

Рассмотренные нами особенности землеустроительных работ в зависимости от почвенно-климатических условий зоны овиде-тельствуют об огромном значении для землеустроителя правильного использования почвенных и геоботанических материалов.

Глава 29. КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

Использование сельскохозяйственных угодий и планирование производства сельскохозяйственных продуктов необходимо проводить с учетом местных природных и экономических особенностей, и прежде всего качества закрепленной за хозяйствами земли. С этой целью проводят работы по качественному и количественному учету земель. Такой учет помогает разработать конкретные мероприятия по увеличению производительности всех видов сельскохозяйственных угодий: пашни, сенокосов, пастбищ, лесов. Он дает основу для правильного планирования капиталовложений по мелиорации угодий, облегчает определение специализации хозяйства, установление структуры посевных площадей, правильное распределение удобрений и др.

К истории вопроса о качественной оценке земель. Впервые земельно-оценочные работы были проведены в Ломбардии, на севере Италии, в 1709 г. По кадастру земля распределялась на хорошую, среднюю, плохую и неудобную, в зависимости от сред-

ней урожайности и среднего валового и чистого дохода с каждого участка. Спустя 75 лет кадастровые работы провели во Франции. В каждой общине на основе учета плодородия почв и ценности урожая было установлено от 3 до 5 классов почв, в зависимости от чистого дохода.

Более подробно вопросы качественной оценки земель разработаны в Саксонском кадастре (1861—1886 гг.). Его создали ученые, агрономы, натуралисты под общим руководством основоположника немецкого агрономического почвоведения А. Тэера. Была установлена универсальная почвенная классификация из 12 классов с межклассами и подклассами. Для каждого класса был определен средний урожай, издержки и чистый доход, для чего использовались статистические данные по величине арендной платы и розничным ценам за последние 14 лет. В качестве эталона сельскохозяйственных культур была взята рожь. При оценке земель учитывались пояса высотности, характер климата, расстояние от хозяйственного центра, качество дорог и некоторые другие условия. Несмотря на тщательность работы, создать единую бонитировочную шкалу, удовлетворяющую требованиям кадастра, немецким ученым не удалось.

В Московском государстве в XV—XVII вв. имелся довольно точный учет качества земель с подразделением их на 3—4 разряда. В «Писцовых книгах» лесные, луговые, болотные и пахотные угодья делились на землю «добрую, ореднюю, худую и добре-худую».

В царской России Министерство государственных имуществ проводило кадастровые работы в 1838—1867 гг. В результате этих работ была принята единая бонитировочная шкала почв — «Нормальная классификация пахотных земель по урожаям ржи». Всего было установлено 5 классов. К первому классу относились лучшие заливные наносные земли, лучшие черноземы, лучшие земли нечерноземные, но с хорошей обработкой, удобренные навозом не менее чем от шести голов крупного рогатого скота на десятину в пару. Сюда же был отнесен и «серый чернозем» при удобрении в пару десятины от четырех-шести голов. В пятый класс включались земли самого плохого качества: сыпучий песок, хрящеватый песок, подзол, вязкая глина, торф, плохие нечерноземные почвы, все солонцеватые земли. Остальные земли распределялись между вторым, третьим и четвертым классами в зависимости от их природного богатства и внесения навоза.

Особое место в земельно-оценочных работах занимает так называемый «естественно-исторический метод оценки земель», разработанный В. В. Докучаевым и примененный им в Нижегородской губернии в 90-х годах прошлого столетия. Этой работой ставилась цель — более равномерно распределить поземельный налог между уездами с учетом доходности и ценности земли.

В. В. Докучаев подверг критике ранее применявшийся метод кадастра, основывавший свои выводы главным образом на статистико-экономических данных. Такой метод он считал необъективным, так как к работе не привлекались специалисты, хорошо знающие почву, и не применялась научная классификация почв. В основу оценки земель В. В. Докучаев положил следующее.

1. Естественная правоспособность почв — главнейший и основной фактор ценности и доходности земли, почему и должен служить главным основанием исследования других факторов.

2. Этот фактор — наиболее постоянный и наиболее осязательный.

3. Исследование этого фактора должно отличаться наибольшими объективностью и научностью.

4. Тщательное изучение почв может и должно в значительной степени способствовать развитию как местной, так и общей в России сельскохозяйственной производительности.

5. Во многих случаях изучение естественной правоспособности почв является почти единственно возможным способом для определения относительной ценности земель.

6. Наконец, без обстоятельного, строго научного изучения почв самая тщательная статистико-экономическая и статистико-сельскохозяйственная оценка земельных угодий не будет достаточно обоснована, не будет достаточно полна, а потому во многих случаях и не может повести к благим разумным мероприятиям.

При выполнении работ в основу оценки земель В. В. Докучаев положил природный тип почвы. При решении вопроса о плодородии почв (ее качестве) он исходил из следующих основных положений, которые в дальнейшем развивал его ученик Н. М. Сибирцев:

1) если какое-либо питательное вещество, от которого зависит развитие растения, находится в почве в минимуме, то улучшение качества этой почвы будет пропорционально увеличению внесения его в виде удобрения;

2) угнетение развития растения пропорционально количеству вредно действующих веществ, находящихся в почве;

3) качество почвы тем выше, чем больше в ней благоприятно действующих на развитие растений веществ, например гумуса, солей фосфора, азота, калия;

4) качество почвы тем выше, чем ближе физические свойства ее к оптимальным. Для оптимальных условий механического состава почвы В. В. Докучаев принял предложенное французом Мазюра отношение глины к песку, как 1:3, а при наличии в почве CaCO_3 , равное 5—10% и более, — 1:2;

5) при оценке качества почвы имеет значение правило сопутствующих величин: если, например, в почве было много песка

(SiO_2), то в ней много химического балласта, т. е. почва бедна питательными веществами.

В результате проведенной в Нижегородской губернии работы Докучаев доказал, что понятие о почве как естественно-историческом теле может быть использовано для познания почвы как объекта труда и сельскохозяйственного производства.

В основу бонитировки почв, т. е. их специализированной классификации по продуктивности, В. В. Докучаевым были положены: определение типов почв (естественная классификация), их геологические, химические и физические свойства. Для каждого типа почвы проводили полный химический анализ и изучали физические свойства. В лаборатории определяли содержание в почве перегноя, азота и других питательных веществ, устанавливали механический состав, т. е. соотношение глины и песка в ней, определяли влагоемкость, водопроницаемость, капиллярность, скорость высыхания, теплоемкость и теплопроводность.

После математической обработки аналитических данных составлялись кривые, характеризующие плодородие изучаемых почвенных типов. В заключение обработки из всех химических и физических показателей (кривых) составлялась одна общая кривая для всех типов почв, которая и служила основанием бонитировки почв.

Таким образом, «комбинируя данные геологического, химического и физического характера, а равно и поглотительной способности», — как пишет Докучаев, — было выделено 8 почвенных групп (классов): 1) чернозем плато, 2) чернозем долинный, 3) почвы, переходные к чернозему, 4) почвы, переходные к северным суглинкам, 5) северные суглинки, 6) супеси, 7) глинистые пески и 8) боровые пески. Лучшим почвам — черноземам плато — он дал оценку 100 баллов. Все остальные почвы получили более низкий балл оценки, согласно следующим данным: первая группа — 100; вторая — 83; третья — 68; четвертая — 55; пятая — 40; шестая — 31; седьмая — 22; восьмая — 14.

Если сопоставить оценку территориальных почвенных районов, выделенных на основе проведенной работы, с их урожайностью, получается очень хорошее совпадение, что видно из следующей таблицы (табл. 34).

Таблица 34

Показатели	Группа районов (разряды)					
	I	II	III	IV	V	VI
Оценка	100	83	73	62	53	43
Урожайность ржи в мерах с десятины	70	58	52	44	39	35
Урожайность ржи относительная . .	100	83	74	63	56	50

Так как В. В. Докучаев проводил работу в то время, когда в России минеральные удобрения практически не применялись и машинной техники в земледелии не было, то природные богатства почвы имели первенствующее значение в производительности пахотных угодий. Именно поэтому по Нижегородской губернии получилось полное совпадение качественной оценки земель по естественноисторическому методу с урожайностью ржи.

Методика качественной оценки земель, разработанная В. В. Докучаевым и усовершенствованная его учеником Н. М. Сибирцевым, а также и другими последователями, была применена после нижегородских работ в ряде других губерний.

Качественный и количественный учет земель в советский период ведется с начала организации социалистического государства. В 1923 г. Комиссариатом земледелия была издана инструкция по производству государственной записи землепользований. Подчеркивая значимость земельной регистрации как юридического акта, инструкция в то же время требовала проводить регистрацию пашни, перелога, сенокосов, лесов и вырубок, кустарников, выгонов, усадебных земель, огородов (если они не входят в усадебные земли), садов, оврагов, песков, солонцов, болот, водосточников и дорог.

Как видно, регистрация в какой-то степени предусматривала и качественную характеристику земель, путем выделения пашен, сенокосов, оврагов, песков, солонцов, болот и т. д. Но собственно качественный учет земель по природному плодородию в ней не был предусмотрен.

В дальнейшем земельный учет совершенствовался, и уже в 1929—1931 гг. был составлен опытный кадастр в Калужской (Ельнинский и Темкинский районы) и Московской (Дмитровский район) областях.

В дальнейшем для решения вопросов государственного планирования требовались все более полные и точные сведения о землепользовании колхозов и совхозов, составе их угодий и качестве почв с 1955 г. в СССР введен обязательный государственный учет наличия и распределения земель, а с 1960 г. ведутся кадастровые работы.

Современный земельный кадастр должен способствовать рациональному использованию земель колхозов и совхозов, увеличению посевов более ценных и продуктивных сельскохозяйственных культур, введению правильных севооборотов, рациональному использованию удобрений и сельскохозяйственной техники по областям, районам, хозяйствам, выявлению территорий для проведения осушительных и оросительных мелиораций, улучшению природных и созданию искусственных лугов и пастбищ, установлению размеров продажи государству хлеба и других сельскохозяйственных продуктов колхозами, совхозами, отдельными районами и областями с учетом качества земель.

Краткие сведения о современном состоянии земельно-оценочных работ за рубежом. В последние годы в Германской Демократической Республике проводились детальные работы по оценке земель. В принципе применяемый там метод оценки несколько напоминает метод, разработанный В. В. Докучаевым. При оценке земель в качестве основных показателей в ГДР были взяты: механический состав, генезис (тип почв), характер материнских пород, климат и увлажнение. Земли оценивались по 100-балльной системе: самые лучшие, т. е. самые урожайные, получали балл 100, бесплодные — 0. Но практически нуль никогда не проставлялся и самая плохая почва оценивалась баллом 7.

При оценке луговых и пастбищных угодий принимались во внимание также климат, тип почвы, рельеф и условия увлажнения. Но если в первом случае, т. е. при оценке пахотных земель, исследователи собирали сведения об урожайности, то при оценке лугов и пастбищ величина и качество урожая не принимались во внимание. Тот или иной балл для кормовых угодий ставили только по условиям, от которых зависит урожай. Такой подход при оценке кормовых угодий германские исследователи обосновывали тем, что на продуктивность травостоя влияют: время года, условия эксплуатации, состояние погоды и др. Но так как эти показатели неустойчивы, то принимать их за основу при оценке лугов и пастбищ по урожаю было бы ошибочно. Поэтому за ведущий оценочный признак для лугов и пастбищ в ГДР принимают почву, выделяя по механическому составу 5 почвенных разностей (песок, супесь, суглинок, глина и торф).

Приблизительно по такой же методике оцениваются земли в Польше, Чехословакии и Венгрии.

В Соединенных Штатах Америки для целей налогового обложения выделяют три вида угодий: пашню, луга и пастбища, лес. Оценщики собирают по почвенным разностям сведения об урожайности сельскохозяйственных культур, издержках на обработку и удобрение полей и вычисляют валовой доход. Для лесных угодий определяют прирост древесины и чистый доход от леса. При оценке учитывают отдаленность от железной дороги, положение рынков сбыта и другие условия, влияющие на чистый доход. Самый высокий доход принимают за 100 и с ним сравнивают доходность разных почв.

Кроме того, в американской практике существует специальная бонитировка почв как средства сельскохозяйственного производства. Выделяют не более 8 типов, или классов, земель, которые называются классами качества земель.

К I классу относят земли высокой производительности, пригодные для обработки без специальных приемов мелиорации, не подвергнутые эрозии. Лишь небольшие площади могут нуж-

даться в простейших мероприятиях (расчистка от кустарника, простейший дренаж).

Ко II классу — земли от средней до хорошей производительности, пригодные для обработки при условии применения простых предупредительных противоэрозионных мер, а если есть признаки заболачивания, — проведения дренажа. На землях этого класса рекомендуется, где это необходимо, возделывать почвозащитные культуры, применять дренаж (малые каналы).

К III классу — земли от средней до хорошей производительности, пригодные для обработки после проведения интенсивных противоэрозионных мероприятий (террасирование, посев полосами, внесение больших доз удобрений) и где необходимы крупные дренажные сооружения.

К IV классу — земли средней производительности, пригодные главным образом для пастбы скота и сенокоса вследствие крутизны склонов и опасности эрозии. Если их распахивают, то после 1—2 лет пользования обязательно проводят залужение на 5—10 лет.

К V, VI и VII классам относят земли, пригодные только для выпаса или под лесонасаждение, нуждающиеся в противоэрозионных мерах защиты.

К VIII классу — земли, непригодные для обработки, выпаса и облесения, которые можно использовать как места отдыха и для охоты. Это крутые заросшие склоны, каменистые, песчаные, сырые, засоленные или сильно подверженные эрозии и другие земли.

В Канаде в основу экономической классификации земель положен товарный урожай пшеницы с единицы земельной площади, урожай других ведущих культур по соответствующему коэффициенту переводят в урожай пшеницы. Выделяют пять классов. К I классу относят почвы, только в небольшой части пригодные или совсем непригодные для обработки из-за рельефа и засоренности камнями, а также почвы очень легкие, подверженные выдуванию или сильно обедненные выщелачиванием. Ко II классу — земли, от 30 до 100% которых пригодны для земледелия (меньше закамнены), имеют более выровненный рельеф; механический состав их тяжелее почв I класса. К III классу — земли с суглинистыми почвами при слабоволнистом рельефе, с малой засоренностью камнями. К IV классу — почвы с тяжелым механическим составом (тяжелые суглинки и глины), с ровным или волнистым рельефом, свободные от камней. К V классу — земли, полностью пригодные для обработки, имеющие глинистый механический состав, хорошо дренированные с ровным рельефом, не засоренные камнями.

Состояние вопроса оценки земель в СССР. Некоторые советские исследователи отрицали целесообразность проведения работ по бонитировке почв и оценке земель. Они считали, что

попытка найти какой-либо один универсальный показатель «добротности почвы» и ее плодородия носит метафизический характер и бесплоден. Такой точки зрения, например, придерживался В. Р. Вильямс. Тем не менее практических деятелей не удовлетворяла проводившаяся при почвенных обследованиях так называемая углубленная агрономическая характеристика почв, якобы заменяющая бонитировку. Поэтому время от времени возникали вопросы о необходимости проведения бонитировочных и земельно-оценочных работ в СССР. В Советском Союзе с его плановым хозяйством требуется учет и глубокое изучение природных условий, в том числе и качества почв, оказывающего сильнейшее влияние на количество и стоимость сельскохозяйственной продукции в колхозах и совхозах.

Выступая перед работниками сельского хозяйства в г. Краснодаре 26 сентября 1963 г., Н. С. Хрущев подчеркнул необходимость учета качества почв и природных условий при планировании производства продукции на 100 га сельскохозяйственных угодий.

Проводимые в настоящее время в нашей стране оценочно-земельные работы не повторяют кадастровые работы дореволюционной России или современных капиталистических стран, где они чаще всего преследовали узкую цель — налоговую или установление цены на землю. В социалистических условиях, где земля — собственность народа, качественная оценка земель нужна для дифференцированного планирования и рациональной организации сельского хозяйства, использования потенциальных богатств земли и общего подъема урожайности сельскохозяйственных культур.

Над разрешением оценочно-земельного вопроса работает большая группа научных сотрудников Почвенного института имени В. В. Докучаева, Московского Университета имени М. В. Ломоносова, Всесоюзного научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства, научных учреждений Ленинграда, Московского института инженеров землеустройства. Большое значение этому вопросу уделяют на Украине, в Белоруссии и других республиках.

В своих работах практически каждая из указанных групп исследователей при качественной оценке земель исходит из принципа, предложенного В. В. Докучаевым, с некоторыми изменениями и уточнениями в связи с достижениями агрохимии, почвоведения, геоботаники, экономики и других смежных с ними наук.

Коллективом научных работников Почвенного института под руководством проф. С. С. Соболева проведена большая работа по бонитировке почв и составлена предварительная бонитировочная шкала с учетом особенностей природно-экономических районов СССР. Под бонитировкой, или оценкой качества, почв

проф. С. С. Соболев понимает агрономическую характеристику почв, как среду для жизни растений. Эта характеристика выражается в количественных показателях плодородия, соответствующих средней многолетней урожайности ведущих сельскохозяйственных культур при определенном уровне земледелия и степени окультуренности почв. Другими словами, бонитировка — это специализированная классификация почв по их продуктивности, построенная на объективных признаках самих почв, наиболее важных для роста сельскохозяйственных культур и коррелирующих со средней многолетней урожайностью*.

Бонитировка почв отличается от агропроизводственной группировки почв, применяемой при составлении почвенных отчетов. В агропроизводственной группировке почвовед располагает почвы в порядке убывания или возрастания почвенного плодородия без количественных показателей качеств почв. Бонитировка же почв численно определяет, насколько данная почва хуже или лучше другой. Это качество почв, выраженное цифровым показателем, должно коррелировать со средней многолетней урожайностью. Между бонитировкой и агропроизводственной группировкой почв имеется большое сходство. В обоих случаях на основе проведенной работы даются рекомендации по повышению плодородия почв и практические выводы по их более рациональному использованию.

Бонитировка почв проводится для сравнения почв и земельных угодий по их плодородию в целом по стране, республикам, краям, областям, территориальным управлениям, районам, колхозам и совхозам и даже полям. Она имеет также цель выявить наиболее благоприятные почвы и условия произрастания для возделывания пшеницы, кукурузы, сахарной свеклы, картофеля, льна и других высокопроизводительных или технически ценных культур. Она дает материал для оценки и сравнения производственной деятельности областей, районов, колхозов, совхозов и бригад. Бонитировка помогает работникам сельского хозяйства в разработке агрономических рекомендаций и введении интенсивных систем земледелия, а также позволяет лучше осуществить принцип материальной заинтересованности колхозников и рабочих совхозов. Она способствует сохранению и повышению почвенного плодородия, охране почв от водной и ветровой эрозии, заболачивания и засоления. Для этих целей составляются зональные, областные, краевые бонитировочные шкалы.

При составлении таких шкал используются следующие данные: географическое положение края, области, производственного управления, хозяйства; климатические, геологические и геоморфологические особенности; типы, подтипы, виды и разновидности почв с подробной агротехнической характеристикой их

* Программа и методика бонитировки почв СССР. Москва, 1963.

Предварительная бонитировочная (оценочная) шкала плакорных почв СССР

Бонитировочные баллы	Северный Кавказ	Украинская ССР		Центрально-черноземная полоса	Татарская АССР и Юго-Восток
		правобережье	левобережье		
150—160	Черноземы выщелоченные				
140—150	Лугово-черноземные почвы	Черноземы мощные (типичные; черноземы оподзоленные (темно-серые лесные? Серые лесные?)			
130—140	Черноземы предкавказские	Черноземы выщелоченные (светло-серые лесные); черноземы обыкновенные			
120—130	Черноземы предгорные		Черноземы мощные (типичные)		
110—120	Черноземы карбонатные		Черноземы обыкновенные		
100—110			Черноземы выщелоченные (черноземы оподзоленные)	Темно-серые лесные почвы (черноземы оподзоленные)	
90—100	Черноземы слитые?	Черноземы южные	(Светло-серые лесные?) Черноземы южные	Серые лесные почвы; черноземы тучные, мощные и обыкновенные	
80—90	Черноземы южные (темно-каштановые почвы предгорий?)	Темно-каштановые почвы	Темно-каштановые почвы	Черноземы южные	Черноземы тучные; черноземы выщелоченные
70—80	Черноземы малогумусные на плотных породах		Каштановые почвы?		Серые лесные почвы

(по С. С. Соболеву и М. Н. Малышкину)

Западная Сибирь и Казахстан	Алтай (Предаялтайская провинция)	Восточная Сибирь	Нечернозем- ный центр	Дальний Восток	Бонити- ровочные баллы
					150—160
					140—150
					130—140
					120—130
		Черноземы тучные оподзолен- ные			110—120
Черноземы вы- щелоченные и оподзоленные (лесостепные)	Темно-се- рые лесные почвы; светло-се- рые лесные почвы	Черноземы выщелочен- ные; туч- ные; обык- новенные			100—110
Темно-серые осолоделые почвы; лугово- черноземные выщелоченные почвы	Черноземы оподзолен- ные тучные	Черноземы карбонат- ные; лугово- чернозем- ные почвы			90—100
Черноземы выщелоченные (степные) среднегумус- ные		Черноземы обыкновен- ные слабо- солонцева- тые	Дерново- карбонатные типичные и выщелочен- ные	Луговая темно-цвет- ная мощная	80—90
Черноземы вы- щелоченные тучные; лугово- черноземные тучные почвы; серые осоло- делые			Дерново- слабопод- золистые?	Луговая темно-цвет- ная средне- мощная	70—80

Бонитировочные баллы	Северный Кавказ	Украинская ССР		Центрально-черноземная полоса	Татарская АССР и Юго-Восток
		правобережье	левобережье		
60—70	Горно-каштановые и коричневые почвы				Черноземы обыкновенные
50—60					
40—50					Черноземы южные; темно-каштановые почвы
30—40					(Светло-каштановые?) Бурые почвы
20—30					Солонцы среднестолбчатые
10—20					Солонцы корковые черные
1—10					Солонцы корковые каштановые
0—1					Солончаки злостные. Бугристые и барханные пески, плотной породой на глубине менее 30 см.

Примечания. 1. За 100 принята средняя многолетняя урожайность эрозий, и почв различного механического состава вводить поправочные с вопросительным знаком (как и в других таблицах) показаны почвы, для положение которых в таблице определено методом интерполяции.

поглощающего комплекса и показателей физических свойств. Составленная бонитировочная шкала сопоставляется с данными урожаев госсортучастков, колхозов и совхозов. Образец бонитировочной шкалы для СССР приводится на стр. 380—383.

Одновременно с указанной здесь бонитировочной шкалой разработаны две поправочные шкалы для баллов, одна на степень смывистости верхнего пахотного слоя той или иной почвы, другая на механический состав (табл. 35).

Из таблицы видно, что все несмытые почвы приняты за единицу, слабосмытые имеют поправочный коэффициент, варьирующий для разных почв Советского Союза от 0,5 до 0,7, среднесмытые почвы (сюда входят все остальные по степени смыва) — от 0,2 до 0,7.

Меньше всего смыв почв влияет на урожай в дерново-подзо-

Западная Сибирь и Казахстан	Алтай (Предалтайская провинция)	Восточная Сибирь	Нечернозем- ный центр	Дальний Восток	Бонити- ровочные баллы
Черноземы карбонатные; черноземы обыкновенные	Черноземы выщелочен- ные		Дерново- средне- и сильнопод- золистые?	Луговая темноцвет- ная осоло- делопод- золенная Бурая лесная	60—70
Черноземы южные	Черноземы обыкновен- ные; черно- земы юж- ные				50—60
Темно-кашта- новые почвы	Черноземы солончава- тые				40—50
Каштановые почвы	Каштано- вые почвы				30—40
каштановой зоны			Дерново-карбонатные, подстилаются плотной		20—30
земной зоны			породой на глубине		10—20
тановой зоны			30 см; торфяно-болот- ные; завалуненные (бо- лее 10 м ³ га валунов)		1—10
Малоразвитые почвы, подстилаемые					0—1
Болотные почвы и торфяники					

зерновых культур в СССР. При бонитировке почв на склонах, подвержен-
коэффициенты в соответствии с дополнительными шкалами. 2. В скобках
характеристики которых недостаточно достоверных урожайных данных или

листой зоне. Сильно уменьшают свою производительность при
смывах все почвы черноземной зоны и другие почвы при усло-
вии, если они окультурены. Если почва по оценочной шкале по-
лучила 80 баллов, то та же почва, но слабосмытая, например
дерново-подзолистая слабо- и среднеокультуренная, будет иметь
балл $80 \times 0,5 = 40$. Таким же образом применяют поправочные
коэффициенты на механический состав почв (табл. 36).

В таблице 36 лучшие почвы по механическому составу для
всех зон приняты за единицу, все другие имеют меньший коэф-
фициент. В зависимости от зоны механический состав имеет раз-
личную значимость, например для черноземов мощных и обык-
новенных самыми лучшими почвами по отношению к зерновым
культурам будут глинистые, несколько хуже тяжелосуглинистые,
далее следуют по качеству средние и легкие суглинки, худшими
будут песчаные. Для дерново-подзолистых почв картина иная:

Таблица 35

Поправочные коэффициенты почв, расположенных на склонах

Почвы	Поправочные коэффициенты на степень смывистости		
	несмытые	слабо-смытые	средне-смытые
Дерново-подзолистые слабо- и среднеокультуренные	1,0	0,5	0,2
Дерново-подзолистые хорошо окультуренные	1,0	0,7	0,7
Серые лесные	1,0	0,5	0,3
Выщелоченные черноземы	1,0	0,5	0,2
Обыкновенные черноземы	1,0	0,5	0,2
Южные черноземы	1,0	0,5	0,2
Каштановые	1,0	0,6	0,3

Таблица 36

Поправочные коэффициенты в зависимости от механического состава почв (по Н. А. Качинскому)

Зоны, подзоны и почвы	Глинистые	Тяжелосуглинистые	Среднесуглинистые	Легкосуглинистые	Супесчаные	Песчаные мелкозернистые связанные	Песчаные крупнозернистые рыхлые
<i>I. Подзолистая зона</i>							
Подзолисто-глеевых почв	0,4	0,6	0,8	1,0	0,8	0,5	0,3
Собственно подзолистых почв	0,5	0,6	0,8	1,0	0,7	0,5	0,3
Дерново-подзолистых почв	0,6	0,7	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2
<i>II. Черноземная и полупустыня</i>							
Серые лесные	0,8	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,2
Черноземы тучные, мощные и обыкновенные	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,3	0,1
Черноземы южные, приазовские и предкавказские	0,9	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1
Темно-каштановые	0,8	1,0	0,9	0,7	0,6	0,3	0,1
Каштановые и светло-каштановые	0,7	0,9	1,0	0,8	0,6	0,3	0,1
Бурые	0,7	0,8	1,0	0,7	0,5	0,2	0,1

лучшими будут среднесуглинистые, хорошими — легкосуглинистые и т. д.

Предложенная методика бонитировки почв проходит производственное испытание.

Несколько иная работа по оценке земель принадлежит проф. Н. Л. Благовидову (северо-западные районы СССР). Этот исследователь считает, что «ценность» земельного участка с точки зрения условий сельскохозяйственного производства зависит не только от качества почв, но и от ряда других свойств самого земельного массива: рельефа, микрорельефа, гидрологических условий, дренажа, раздробленности участков и комплексности почвенного покрова и т. д. Поэтому, по Благовидову, надо различать «бонитет почв», определяемый их качеством, и «кадастровую оценку земель», обусловленную, кроме качества почвы, и указанными выше признаками, присущими территории, а не почве.

Задачей оценки земель, по Н. Л. Благовидову, является создание объективных предпосылок для уточнения государственных заданий и экономических требований к сельскохозяйственному производству с учетом бонитета почв и степени благоприятности земельных массивов для производства. Наиболее удобной оценочной системой он считает децимальную, когда имеется 10 классов земельного кадастра, при которых бонитет почв определяется по 100-балльной системе. Лучшие земли имеют десятый класс кадастра, и их почвы оцениваются в 90—100 баллов.

Сенокосы и пастбища, начиная от белоусников и кончая высокоурожайными сенокосами, также могут быть оценены по децимальной системе. Нижегородские оценочные работы Докучаева—Сибирцева Благовидов считает бонитировочными работами применительно к крупным группам почв, а не оценкой земель.

Для производства оценки земель применительно к западным областям СССР проф. Н. Л. Благовидов предлагает учитывать следующие признаки: характер пахотного слоя, особенности подпахотного слоя и материнской породы, содержание гумуса, механический состав, каменистость почв, особенности рельефа, водный режим, типы почв и их комплексность, размеры оцениваемого контура с указанием для пашен агротехники и урожайности. По всем указанным показателям им разработаны специальные оценочные шкалы—таблицы, данные из которых при оценке земель записываются в оценочную книгу. На основе полученных результатов оценки для земель ставится класс кадастра, а для почв—балл бонитировки. Результат оценки качества почв и земель сопоставляется со средней урожайностью зерновых культур, чем как бы проверяется правильность проведенных работ.

Большую работу по качественной оценке земель провела группа сотрудников Всесоюзного научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства под руководством С. Д. Черемушкина. Этот исследователь считает, что существует

оценка земель по природным показателям, т. е. оценка всех условий, оказывающих влияние на произрастание растений и их возделывание, и экономическая оценка земель. Основным ведущим показателем при оценке земель по природным свойствам С. Д. Черемушкин считает почвы и использует в своей работе почвенные карты. «При экономической оценке имеются в виду качественное различие земли, вытекающее из эффективного (экономического) плодородия... В качестве критериев экономической оценки земли могут служить только урожайность сельскохозяйственных культур и доход на единицу площади... Урожай — конечный результат производства — отражает ценность земли. Пользуясь данными об урожайности, можно установить соответствующие числовые соотношения при оценке земли»*. На основании своей работы исследователь делает следующий вывод: «Выражая собой относительную доходность, получаемую от земли разного качества в разных природно-экономических условиях, экономическая оценка земли должна отвечать на вопрос, во сколько раз та или иная земля лучше или хуже другой».

Работы по вопросам оценки земель конкретных хозяйств проводит группа почвоведов и землеустроителей Московского института инженеров землеустройства. Как и В. В. Докучаев, эти исследователи считают, что существует качественная оценка земель по природному плодородию и экономическая оценка земель. Но в отличие от С. Д. Черемушкина проф. Н. В. Бочков, доцент И. В. Дегтярев в качестве критерия ценности земли предлагают учитывать затраты труда и материальных ценностей на единицу получаемого продукта.

Остановимся подробнее на качественной оценке земель по природным показателям.

Задачей качественного учета земель по природным показателям является учет характера использования в данный момент каждого участка колхозной и совхозной земли и определение фактической и потенциально возможной его производительности, которую этот участок земли мог бы дать при более рациональном его использовании, исходя из природных особенностей почв и других условий. Очевидно, в этом случае правильная оценка земель должна проводиться с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных растений, характера производимого продукта и способа использования земли как средства сельскохозяй-

* Черемушкин С. Д. Основные принципы и методика экономической оценки земли. Сб. изд. Моск. Университета, 1963, стр. 81—82.

зяйственного производства. Все предыдущие исследователи проводили оценку главным образом пахотных угодий применительно к зерновым культурам. Работники Института инженеров землеустройства оценку земель под руководством автора проводят применительно к экологически близким группам сельскохозяйственных растений, учитывая также и способ использования (пашня, сенокос, пастбище, сады и т. д.). При такой постановке вопроса земельный учет и оценка качества почвы, например в тундре, где основным направлением в хозяйстве является оленеводство, будут иметь резко выраженную специфичность. Правильнее рассматривать почву и растительность с учетом этой специфической формы хозяйства. В данном случае высокую оценку получают, например, почвы песчаные, почти безгумусовые, но в суровых условиях тундры покрытые лишайниками, т. е. ценным зимним кормом для оленей. Высокую оценку получают также все ранневесенние пастбища на обогреваемых склонах, кочковато-лишайниковые выпасы, т. е. места, где рано появляются сочные растения и где олени после длительной и тяжелой зимы быстро поправляются.

В лесотундре или в южных частях тундры особо ценными считаются почвы с небольшим торфяным слоем, но которые можно легко осушить и использовать при соответствующей агротехнике для выращивания овощей и ячменя. Ценными будут также участки, глубоко оттаивающие и хорошо высыхающие в течение лета.

На целинных землях, например Казахстана, лучшими по качеству будут почвы, наиболее пригодные для возделывания зерновых культур, преимущественно пшеницы. В этом случае самыми ценными окажутся почвы с высоким содержанием гумуса, суглинистым механическим составом, без понижений, занятых солонцами, а тем более солончаками, с ровным рельефом.

Для хозяйства животноводческого направления высокоценными считают луговые угодья с повышенным увлажнением, дающие высокие урожаи сена или при их распахке богатый урожай сочных кормов; ценятся ранневесенние пастбища и даже участки с солонцеватыми и солончаковыми почвами, покрытыми поздно отрастающими растениями, следовательно ценным осенью пастбищным кормом. При отгонном животноводстве на зимних пастбищах высоко ценятся песчаные массивы, хотя и с грубым, но высоким травостоем. Зимой во время буранов взбугренные песчаные места служат не только хорошими кормовыми угодьями, но и укрытием от холодных ветров.

Для средней полосы европейской части СССР также не может быть единого понятия о качестве земель. Ценность их здесь определяется не только качеством почвы, но и условиями,

в которых земля находится, а также характером ее использования в сельском хозяйстве.

Насколько сильно влияет на качество почвы окружающая среда, можно наблюдать на примере садовых культур. Сады в средней полосе СССР особенно повреждаются холодными северными ветрами и заморозками, поэтому экспозиция склона, высотное положение и наличие защитных лесных насаждений имеют решающее значение при оценке земли применительно к садовым культурам.

Для выращивания высоких урожаев пшеницы, овощей или фруктов требуются разные природные условия. Поэтому одна и та же почва получит различную оценку (класс, балл) в зависимости от ее использования. Очевидно, качественная оценка почвы в различных районах Советского Союза должна иметь разные подходы и исходить не только из природных свойств почвы, но и их формы использования земли или направления хозяйства. Производительность почвы, являющаяся мерилем ее качества, зависит не только от ее природных свойств, но и от способа использования, выращиваемой культуры и даже сорта, агротехники и некоторых других показателей.

Основные показатели природного плодородия почв и земель. К основным показателям природного плодородия земель относятся: климатические условия, рельеф, тип почвы, механический состав, условия увлажнения, характер почвообразующей породы, запасы гумуса в пахотном слое и во всем гумусовом горизонте. Все эти показатели устойчивы, не изменяются в течение сравнительно длительного времени и поэтому могут быть положены в основу качественной оценки почв. При окультуренности почв учитываются такие показатели, как глубина пахотного слоя, повышение процента содержания гумуса, уменьшение кислотности почвенного раствора, возрастание подвижных форм фосфора, калия.

Климатические условия. На производительность земель большое воздействие оказывают климатические и микроклиматические условия местности и оцениваемого контура. Так, на севере страны возможности возделывания сельскохозяйственных культур или отсутствуют, или крайне ограничены. На юге же, например на Кубани, в центрально-черноземных областях и на Украине, климатические условия позволяют с успехом выращивать большинство ценных сельскохозяйственных культур. На орошаемых землях среднеазиатских пустынь возделывают хлопчатник, рис, виноград и многие другие теплолюбивые культуры. Здесь можно получать два урожая в год.

При качественной оценке небольших участков, кроме климатических условий, следует учитывать микроклиматические, влияющие на возделывание тех или иных культур. Так, в средней полосе в пониженных местах, по балкам и на пойме, рано-

цветущие культуры страдают от весенних заморозков. Ранние овощи в средней полосе успешнее произрастают на южных склонах. Пшеница в пониженных местах часто вымокает.

Основными климатическими показателями следует считать сумму положительных температур за вегетационный период (выше $5-10^{\circ}$), общее количество осадков и их распределение по временам года, появление заморозков и их конец. Важно также знать показатели условий увлажнения почвы, колебания температуры, уровень грунтовых вод, направление и силу господствующих ветров. Для отдельных районов большое значение имеет наличие суховейных ветров. В горных местах климатические условия и условия произрастания растений зависят от высоты местности, ориентировки хребтов, экспозиции и крутизны склонов, характера геологических напластований.

Рельеф. При качественном учете земель необходимо выделять следующие формы рельефа: ровный или очень полого-волнистый, не вызывающий застоя воды, вредного для произрастания сельскохозяйственных культур; плоский с наличием небольших площадей, на которых весной застаивается вода, ухудшающая условия произрастания зерновых хлебов, но не влияющая на возделывание овощных культур, полого-волнистый, на котором не наблюдается застывание воды или оглеение; бугристый со склонами, на которых возможно проявление эрозии и сток влаги, снижающие производительность земли; террасы с уровнем грунтовых вод ниже 4—2 м; террасы с уровнем грунтовых вод ниже 1 м, пригодные под овощные культуры, но не удовлетворительные для зерновых хлебов и тем более садовых культур; террасы с уровнем грунтовых вод ниже 0,5 м, используемые только под травы; слабосточные низины с хорошими условиями для мелиорации; слабосточные низины с плохими условиями для мелиорации; контуры с наличием крутых склонов (например, балки и овраги).

Кроме указанных форм рельефа, при качественном учете земель необходимо учитывать отдельные элементы его, и прежде всего размеры и крутизну склонов. При уклоне $0-2^{\circ}$ применительно к пахотным землям территорию считают ровной. Склоны при уклоне $2,5-5^{\circ}$ называют пологими, $5-9^{\circ}$ — покатыми, $10-15^{\circ}$ — крутыми и более 15° — резко крутыми.

Ровная территория наиболее благоприятна для работы машин. Почва на ней не размывается, а внесенные удобрения не вымываются. Пологие склоны удобны для обработки, но их пахать надо в поперечном направлении, применять квадратно-гнездовой способ посева пропашных культур и проводить другие противоэрозионные мероприятия. Покатые склоны трудно использовать в сельском хозяйстве. Почвы на них не только сильно смываются, но и размываются. Такие склоны нуждаются в специальной противоэрозионной защите. При оценке земель на

всех участках, расположенных на покатых склонах, нужно тщательно изучить степень смытости почв. При отсутствии защитных сооружений класс должен быть снижен. На крутых склонах почву трудно хорошо обработать машинами и почти невозможно предохранить ее от эрозии. Такие земли для полевых культур следует относить к самому низкому классу. На склонах 15° и более можно размещать преимущественно садовые культуры, применительно к которым и нужно делать оценку почвы.

На водораздельных участках следует учитывать наличие микропонижений, вызывающих в северной части страны вымывание озимых хлебов, а в южной — солонцеватость или солончаковатость почвы. Наоборот, мелкие потяжины в зоне каштановых и тем более бурых почв иногда создают достаточно благоприятные условия для возделывания зерновых хлебов. Необходимо также учитывать и наноформы рельефа (кочки, бугорки, мелкие вмятины), так как они иногда полностью определяют качество почв. Так, бугорки и рытвины слепышей в полупустынных степях образуют среди незасоленных почв сильнозасоленные пятна. Суслики иногда создают так называемые кротовинные черноземы, практически не используемые. Кочки даже на заболоченных местах препятствуют применению сеноуборочных машин.

Тип почвы. Каждый тип почвы создается в определенных условиях климата, рельефа, растительности, материнских пород и соответствует биологическим свойствам тех или иных сельскохозяйственных культур. Так, лучшими почвами для возделывания пшеницы следует считать черноземы, а для ржи — лесостепные и даже подзолистые почвы. Практически каждая сельскохозяйственная культура в той или иной степени «зональна». Очевидно, тип почвы — важнейший признак ее качества.

При установлении типа почвы и более дробных таксономических величин, кроме почвенных карт, используют данные анализов, приводимые в почвенных отчетах (сумма поглощенных оснований, процент насыщенности основаниями, кислотность и т. д.) в зависимости от места работы и особенностей почвы.

Каждый тип почвы, кроме того, при оценке имеет специфические оценочные особенности. Например, для заболоченных почв необходимо учесть площадь торфяника, его положение по рельефу, мощность торфяного слоя, степень разложения торфа, его зольность и качество золы и, что особенно важно, затраты труда и средств на проведение мелиоративных работ и эксплуатацию будущих культурных земель.

Для оценки засоленных и солонцеватых земель в южных районах страны оценочные признаки будут иными. Так, при оценке солончаков важнейшим признаком будет водопроницаемость, определяющая условия удаления солей, уровень грунто-

вых вод, механический состав, условия подачи воды, степень засоленности, качество солей и некоторые другие.

При оценке солонцов приходится учитывать глубину залегания солонцового горизонта, карбонатного и гипсоносного слоев, дающих возможность провести мелиорацию почвы имеющимися здесь запасами гипса и углекислого кальция. Очень важное значение при оценке солонцов и солончаков имеет процент занимаемой ими площади, а также характер расположения засоленных и солонцовых пятен.

При оценке луговых угодий и пастбищ приходится учитывать количество и качество получаемого сена или сырой травянистой массы с учетом возможности повышения их продуктивности. Если же луговое угодье намечается трансформировать в пашню, то почва оценивается по указанным выше основным ее признакам.

Механический состав. Механический состав почв является одним из важнейших оценочных признаков, и, как мы уже видели, его значимость меняется в зависимости от зоны и типа почвы. От механического состава зависит водпроницаемость почвы, ее влагоемкость, содержание питательных веществ, тепловые свойства, устойчивость почвы против ветровой и водной эрозии. Среди сельскохозяйственных культур есть произрастающие как на более легких, так и на тяжелых почвах. Насколько важен этот признак при оценке агрономических свойств почв, можно уже судить по тому, что многие практики сельского хозяйства классифицируют почвы главным образом по механическому составу, деля их на 4 группы: песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые. От механического состава зависят затраты труда и расход горючего при обработке почв.

Увлажнение. Увлажнение почвы бывает атмосферное и грунтовое. Различают следующие формы атмосферного увлажнения: пустынно-степное с количеством осадков в год 150—200 мм. При таком увлажнении богарное земледелие почти невозможно: оно малопродуктивно и неустойчиво. Это область поливного земледелия. Здесь при оценке земель естественное увлажнение может не приниматься во внимание;

сухо-степное с количеством осадков 200—300 мм. Богарное земледелие здесь возможно, но с применением агротехники сухого земледелия. Однако более эффективно орошение;

степное увлажнение (темно-каштановые почвы, южные и обыкновенные черноземы) достаточно для успешного возделывания зерновых культур;

свежестепное и сухо-луговое (мощные тучные черноземы) с успехом используются для возделывания многих культур;

луговое (основные части пойм и богатых лугов на водоразделах) благоприятно для возделывания многих культур, и в особенности кукурузы, свеклы, овощей;

влажно-луговое (слегка пониженные места пойм и водоразделов) с избытком влаги для полевых культур, но овощи при таком увлажнении дают высокие урожаи;

сыро-луговое, болотистое (пологие луга); для возделывания на таких землях сельскохозяйственных культур необходима мелиорация.

При определении грунтового увлажнения надо установить глубину уровня грунтовых вод. При этом учитывают, что грунтовые воды на глубине около 4 м во внимание не принимаются; около 3 м — не оказывают вредного влияния на произрастание сельскохозяйственных культур; около 2 м — немного вредят выращиванию зерновых в дождливые годы, но благоприятствуют росту овощных культур и свеклы; около 1 м — вредят зерновым культурам, но овощи растут хорошо; около 0,5 м — отрицательно действуют на все культуры, но капуста растет удовлетворительно; около 0,25 м — без предварительной мелиорации такие земли непригодны для возделывания сельскохозяйственных культур.

Материнская (почвообразующая) порода. От материнской породы зависит механический состав почв. Особенности горной породы часто определяют тип почвы. Например, темноцветные почвы («рендзины») всегда формируются среди подзолистых почв при наличии выхода карбонатных пород (известняки, мергели). Черноземы образовались главным образом на лессе и карбонатных лессовидных суглинках. Наоборот, на ледниковых песках большей частью формируется бедная подзолистая почва. Поэтому материнская порода служит ценным показателем агрономических свойств почв.

По агрономическому качеству для подавляющего большинства сельскохозяйственных культур материнские породы можно расположить в следующий ряд: 1 — лесс, 2 — лессовидный суглинок, 3 — карбонатная слабовалунная суглинистая и тяжелосуглинистая морена, 4 — карбонатная глинистая слабовалунная морена и известняк (для севера), 5 — озерные глинистые отложения, 6 — бескарбонатная суглинистая морена, 7 — супесчаная морена, 8 — тяжелая глинистая валунная бескарбонатная морена, 9 — ледниковые и флювиогляциальные пески, 10 — хрящеватый элювий морены, 11 — каменистые продукты выветривания гранитов, гнейсов, известняков (только для юга). В этом ряду лучшая порода — лесс, а худшая — продукты выветривания гранитов и гнейсов.

Гумус. Перегной в сельском хозяйстве всегда считался носителем почвенного плодородия. Исстари черноземы, т. е. почвы, богатые гумусом, считались наиболее плодородными и, наоборот, северные, подзолистые — бедными. В зависимости от содержания гумуса в сельскохозяйственной практике выделяли черноземы, суглинки, глины и пески, забывая, что песчаными поч-

вами могут быть и черноземы, а глинистые почвы чаще всего наиболее богаты гумусом (мощные глинистые черноземы).

При определении качества почвы по содержанию гумуса следует учитывать, что сравнивать богатство почвы по гумусу можно лишь в пределах одного типа почвы и при нормальных условиях увлажнения. Сравнить природное богатство чернозема и подзолистой почвы или подзолистой почвы и подзолистоглеевой недопустимо, так как гумус черноземов менее активен, чем подзолистых почв, а все почвы заболоченные содержат гумус «сырой» с недоразложившимися остатками, следовательно, менее ценный. Поэтому черноземы, содержащие 4% гумуса, считаются бедными, а подзолистые почвы с тем же процентом гумуса — очень богатыми. Если, например, в подмосковных подзолистых почвах повысить содержание гумуса до 4%, то урожай сельскохозяйственных культур здесь, по-видимому, были бы рекордными для всей страны (кроме поливных земель). В пределах почвенного типа содержание гумуса является одним из важнейших показателей качества почв.

Мощность пахотного слоя. Чем глубже пахотный слой и чем больше в нем перегноя, тем относительно выше качество почвы и ценность земельного участка. Однако имеется много исключений, особенно для подзолистых почв. Не используемые под пашню подзолистые почвы часто имеют гумусовый горизонт мощностью от 5 до 15 см, а глубже бесплодный слой подзола. Поэтому глубина пахотного слоя в 25 см, ценная, например, для черноземов, не подходит для маломощных подзолистых почв. Очевидно, наилучшую глубину пахотного слоя нужно устанавливать дифференцированно, с учетом биологических особенностей культуры и типа почв. Но оценочное качество пахотного слоя будет зависеть от его мощности и степени гумусности.

Реакция почвенного раствора. В прошлом при оценке земель придавали большое значение кислотности почв. Но теперь установлено, что реакция почвенного раствора не оказывает прямого действия на производительность почвы. Например, на кислых почвах весенняя подкормка озимой пшеницы суперфосфатом, т. е. удобрением с кислой реакцией, как правило, повышает урожай этой культуры. Полное минеральное удобрение (NPK) на кислых почвах не изменяет ее реакции, но тем не менее повышает урожай сельскохозяйственных культур. Внесение навоза также почти не изменяет реакции кислой почвы, но резко повышает производительность земли. Повышенная кислотность почвы мешает растениям усваивать кальций, магний и некоторые другие элементы. Но если увеличить содержание этих элементов в почвенном растворе, то отрицательное действие кислотности почв ослабляется или вообще исчезает. Поэтому при оценке земель нельзя принимать этот показатель за основной. Его можно учитывать лишь при прочих равных условиях. В этом

случае почвы с рН 6,5—6 следует считать лучшими, 5,9—5,0 — хорошими, 4,9—4,5 — средними и при рН 4,5 — малопригодными для произрастания большинства сельскохозяйственных культур (кроме люпина, картофеля и чая).

Содержание подвижных форм фосфора надежнее характеризует степень окультуренности почв, чем содержание подвижных форм калия или кислотность почвенного раствора. На окультуренных почвах, длительное время удобрявшихся навозом и минеральными туками (приусадебные участки), на участках под коноплиниками, кукурузой, иногда сахарной свеклой обычно много подвижной P_2O_5 , причем ее содержание в почве изменяется за вегетационный период сравнительно мало. Поэтому данный показатель можно использовать при оценке окультуренности почв. Если, например, в 100 г серой лесной или подзолистой почвы содержится от 1 до 5 мг P_2O_5 , то такие почвы будут бедными, неокультуренными; от 6 до 10 мг — слабоокультуренными; от 11 до 15 мг — окультуренными и от 16 до 25 мг и более — сильноокультуренными.

Содержание подвижных форм K_2O . При оценке земель содержание подвижного (обменного) K_2O не является основным показателем. В качестве придержки при определении качества, например, серых лесных и подзолистых почв можно рекомендовать такую шкалу: содержание в 100 г почвы 1—5 мг обменного калия указывает на недостаток его, 6—10 мг — на среднюю обеспеченность, 11—20 мг — на высокую. Для других почв эти показатели будут иными.

Обменный калий в почве хорошо доступен для растений. Южные почвы содержат значительно больше обменного K_2O , чем северные. Поэтому калийные удобрения эффективнее применять на северных, подзолистых почвах. В южных районах хорошие результаты получают от внесения калийных удобрений главным образом под свеклу, подсолнечник, табак. Среди подзолистых почв очень бедны калием песчаные, а также сильноподзоленные почвы. Применение калийных удобрений на суглинистых и глинистых почвах менее эффективно. Но такие культуры, как картофель, свекла, гречиха, дают прибавку урожая от внесения калия и на этих почвах.

Степени засоленности. В южных районах среди незасоленных земель встречаются солончаки. Оценка этих земель зависит прежде всего от характера их использования. Если солончаки не распахиваются, а используются под пастбища, ценность их будет определяться количеством и качеством получаемого зеленого корма. Так, в Ногайских степях солончаки, покрытые солянкой древовидной с большим участием камфоросмы, лебеды татарской, полыни серой, астраханской и даже солончаковой, считаются ценными пастбищами, так как они дают для овец поздней осенью и в начале зимы много питательного корма.

Другую оценку тем же солончакам приходится давать при использовании их под орошаемые культуры. В этом случае чем меньше солей в почве и чем легче удалить их промыванием, тем ценнее солончаки. Наиболее ценными среди них считаются почвы, засоленные гипсом, встречающиеся иногда в поймах южных рек (Дон). Эта соль плохо растворима в воде, поэтому она не создает вредной концентрации почвенного раствора. Кроме того, гипс коагулирует почвенные коллоиды, увеличивает водопроницаемость и тем самым облегчает промывку засоленной почвы.

При оценке солончаков, используемых под орошение, можно пользоваться такой шкалой (степень засоленности метрового слоя, в граммах на 100 г почвы): менее 0,1 — засоления нет, при 0,2—0,25 — очень слабое, 0,26—0,5 — слабое, 0,6—0,7 — среднее и при 0,8—1,0 — сильное.

Посевы сельскохозяйственных культур на распаханых солончаках без орошения дают низкие урожаи и не компенсируют высоких затрат труда и средств.

Степень солонцеватости. В южных районах земли с наличием солонцов оценивают в зависимости от характера их использования. Если они остаются пастбищами, то ценность их определяется, так же как и солончаков, количеством и качеством получаемых кормов. При распахке солонцовых почв более производительными считают глубокостолбчатые солонцы, затем столбчатые и, наконец, корковые. Очевидно, чем меньше на пашне солонцовых пятен, из которых больше глубокостолбчатой разности, тем ценнее такие почвы в целом. При оценке солонцовых почв под орошаемые культуры учитывают наличие в них гипсового горизонта или горизонта с содержанием соды. Гипсовый горизонт, расположенный близко к поверхности почвы, повышает качество солонца, а наличие содового горизонта — резко снижает. Если нормальные почвы с пятнами солонцов распахивают, то урожай, например, зерновых культур в целом будет пониженный. Особенно резко снижается урожай на землях с пятнами корковых солонцов, которые по своим агрономическим свойствам приближаются уже к солончакам.

Осолодение почв. Осолоделые почвы в сельском хозяйстве используют без какой-либо мелиорации. Целесообразно на них больше вносить удобрений, в частности навоза. В Сибири они занимают мелкие впадины и пятна, часто в большом количестве, что затрудняет использование всей территории. Очевидно, земли с наличием солодей нужно оценивать с учетом увеличения затрат труда на их обработку, внесение удобрений и общего снижения урожая сельскохозяйственных культур. В зоне сухих степей осолоделые почвы используют чаще всего под луга и пастбища. Оценка их должна быть произведена с учетом производительности зеленого корма или сена.

Заболоченность. Болота и все заболоченные земли оценивают в зависимости от того, являются ли юни сенокосными, или мелиоративным фондом, или местом добычи торфа на удобрение или топливо. По производительности кормовой массы болота различны. На севере, например по реке Лене, болота считаются ценными угодьями, так как многие из них покрыты вейниками и высокорослыми осоками. Эти угодья косят и создают страховые запасы корма на зиму. Олени используют такие угодья и летом. В средних широтах есть болота, занятые канареечником, дающим высокие урожаи сена неплохого качества. На некоторых болотах, занятых высокорослыми осоками, можно заготавливать сено. Ценность таких болот будет определяться количеством и качеством сена. Большая часть болот — мелиоративный фонд. В этом случае ценность их определяется качеством торфа, а главное — возможностью осушения их и стоимостью осушительных работ.

Поемность. Пойма и долины рек раньше считались «абсолютно луговыми землями». В настоящее время пойма может быть занята лугом и пашней в зависимости от хозяйственных задач. Большая часть пойменных земель в дальнейшем будет распахиваться. При оценке пойменных почв следует учитывать, что если пойма распахивается, то качество ее почв можно определить так же, как и качество почв на водоразделах, но с учетом продолжительности затопления полыми водами. Краткопоемные участки в этом случае ценнее, чем долгопоемные при равных остальных показателях качества почв. Если пойма остается под лугом, то качество ее почв определяется количеством и качеством получаемого сена или трав.

Техника качественной оценки почв и земель по природному плодородию. Сравнительная оценка земель по природному плодородию допустима лишь на той территории, где имеется сходное использование земельных угодий, однотипное направление хозяйства и сравнительно одинаковые природные условия. Очевидно, в пределах любого района, где земли используются более или менее одинаково, качественная оценка земель по природному плодородию по единой методике возможна. В этом случае почвенная группа сотрудников Московского института землеустройства для конкретного хозяйства (колхоз, совхоз) дает оценку делением земель на классы и разряды, применительно к близким по экологическим и биологическим группам сельскохозяйственных культур и формам использования земли (пашня, луг, пастбище, сад, лес).

При установлении класса или разряда земли нельзя придавать одинаковую значимость отдельным оценочным показателям: механическому составу, содержанию гумуса, кислотности, рельефу и т. д. В каждом отдельном случае следует выделять ведущие показатели, которые при оценке земель будут решаю-

щами. Так, если почва имеет слабокислую реакцию, достаточно мощный пахотный горизонт, суглинистый механический состав, т. е. очень хорошие агрономические показатели, но находится на покатом склоне, следовательно, подвергается в том или ином виде эрозии, то ей приходится давать сниженную оценку. Почвенный класс может включать в себя и генетически различные почвы, но при условии, что в данном случае на них можно получать без дополнительных затрат приблизительно одинаковые урожаи экологически близкой группы сельскохозяйственных культур. Таким образом, в класс земель входят участки с одинаковым уровнем природного почвенного плодородия, сходные главным образом по рельефу и условиям работ для сельскохозяйственных машин, обеспечивающие одновременное созревание сельскохозяйственных культур и требующие одинаковой агротехники.

В пределах класса земель могут быть выделены разряды, которые объединяют земельные участки с незначительным различием бонитировочных показателей, не дающих право на перевод их в низший класс (например, глубина пахотного слоя, реакция почвенного раствора и т. д.).

Показатели для выделения классов при оценке земель. Землей I класса будет та, которая в данных природных условиях лучше обеспечивает экологически однородную группу сельскохозяйственных растений питательными веществами, водой, воздухом, теплом и светом; представляет лучшие условия для развития корней; не содержит вредных и ядовитых для растений веществ; на единицу урожая расходует меньше удобрений и имеет сравнительно лучшие условия для работы сельскохозяйственных машин и орудий. Если земельный участок не удовлетворяет хотя бы одному из указанных условий, то оценочный класс снижается или участок получает разряд. Например, условия использования темно-серых суглинков на водоразделе, прорезанном оврагами, хуже, чем светло-серых суглинков, расположенных на широких ровных припойменных террасах. Поэтому светло-серые суглинки, несмотря на более низкое содержание гумуса, меньшее количество поглощенных оснований и т. д., придется оценить выше темно-серых суглинков, так как они имеют лучший основной оценочный показатель — рельеф.

При оценке земель колхоза или совхоза следует выделять не более пяти-шести классов, так как излишне дробное деление может усложнить работу.

При проведении оценки земель по бывшему Зарайскому району Московской области (северная часть лесостепи) земли колхозов и совхозов мы разбивали на пять классов: I — лучшие, II — хорошие, III — средние, IV — худшие и V — непригодные под пашню. В I класс включены земли, обеспечивающие высокие и устойчивые урожаи пшеницы, кукурузы на зерно (или

силос), сахарной свеклы. Сюда отнесены все темно-серые и серые почвы суглинистого и глинистого механического состава, расположенные на больших массивах по выровненным водоразделам и развившиеся на лессовидных суглинках, а также на древних террасах реки Осетра, удобные для машинной обработки. К I классу отнесены почвы бывшей поймы реки Осетра, где грунтовые воды залегают в весеннее время ниже 1,5 м и с успехом можно возделывать кукурузу, яровую пшеницу, свеклу и многие овощные культуры.

Ко II классу отнесены темно-серые, серые, светло-серые, светло-серые намытые суглинистого и тяжелосуглинистого состава почвы, развившиеся на покровном лессовидном суглинке или слабовалунной морене, расположенные большими массивами по широким пологим склонам. Эти почвы имеют несколько худшие условия для обработки.

К III классу отнесены почвы с ясно выраженными недостатками, затрудняющими получение высокого и устойчивого урожая указанных культур. Они имеют частичный смыв пахотного горизонта, повышенное увлажнение, вызывающее оглеение, покатые склоны, затрудняющие нормальную работу машин и орудий. Но эти почвы отличаются хорошим механическим составом (суглинистые и тяжелосуглинистые), содержат достаточно гумуса и при соответствующей агротехнике могут давать высокие урожаи.

К IV классу отнесены почвы, на которых при обычной обработке получают низкие урожаи сельскохозяйственных культур. Они или сильно смыты (покатые склоны), или заболочены (на водоразделах или в пойме). Повышение производительности этих земель связано с большими затратами труда и средств.

К V классу отнесены контуры с оврагами, балками и болотами.

Выделенные классы соответствуют наиболее требовательным сельскохозяйственным культурам, какими являются кукуруза и свекла. Для менее требовательных (например, рожь, овес) второй класс земель может быть расценен как первый. Следовательно, одна и та же почва один и тот же класс земель применительно к различным группам сельскохозяйственных растений может иметь разные классы.

Оценка луговых угодий. При оценке луговых угодий учитывают условия произрастания растений и природную производительность травостоя, т. е. количество и качество получаемого корма (сена, травы). Оценка затрудняется в случае изменения травостоя неумеренной пастбой. В этом случае травостой засоряется сорняками и ядовитыми растениями и даже образуется сбой (пасторальная депрессия).

По бывшему Зарайскому району оказалось целесообразным выделить лишь три категории луговых и пастбищных угодий, от-

личающихся по условиям произрастания растений и их урожайности. К лугам первой категории следует отнести участки на богатых, достаточно увлажненных почвах пойм, дающие урожай сена не менее 25—40 ц с гектара. Луга второй категории имеют несколько худшие условия обитания (например, суходольные луга на достаточно богатых почвах с урожаем трав 15—25 ц с гектара). В третью категорию лугов выделяют суходольные луга на более бедных почвах с урожаем сена 5—10 ц с гектара, а также сенокосные угодья по заболоченным участкам и болотам с высоким урожаем сена плохого качества.

Если характер травостоя сильно изменен выпасом или несвоевременным сенокосением, оценку лугового угодья проводят по экологически равноценным участкам с ненарушенным травостоем, а в случае отсутствия таких мест — по качеству почвы. Производительность сенокосных угодий определяется по записям, имеющимся в хозяйстве, или даже методом укосных площадок, принятым в геоботанике.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
Введение	5
Раздел I. Земная кора и рельеф	15
Глава 1. Земные сферы	15
Глава 2. Минералы и горные породы земной коры	19
Глава 3. Выветривание горных пород	33
Глава 4. Рельеф, его развитие и формы	40
Глава 5. Геоморфологические области в СССР	78
Раздел II. Почвоведение с основами геоботаники	82
Глава 6. Факторы почвообразования	82
Глава 7. Организмы и почвообразование	85
Глава 8. Морфология почв	90
Глава 9. Механический состав	101
Глава 10. Органические вещества почвы, их состав и свойства	105
Глава 11. Понятие о коллоидах и почвенные коллоиды	115
Глава 12. Поглощительная способность почв	132
Глава 13. Физические свойства почв	140
Глава 14. Плодородие почв	156
Глава 15. Основы геоботаники (растение и среда)	164
Глава 16. Почвообразовательный процесс, основные законы развития почв и закономерности распределения почв СССР	207
Глава 17. Тундровая зона	215
Глава 18. Зона дерново-подзолистых почв	229
Глава 19. Болота, их образование и хозяйственное использование	242
Глава 20. Серые лесные почвы лесостепной зоны	256
Глава 21. Черноземы луговых и центральных степей	266
Глава 22. Почвы сухих и полупустынных степей (зона каштановых и бурых почв)	279
Глава 23. Солончаки, солонцы и солоды	288
Глава 24. Почвы пустынно-степной зоны	301
Глава 25. Почвы и растительность горных областей	314
Глава 26. Почвы и растительность пойм и их использование в сельском хозяйстве	227
Раздел III. Почвенные и геоботанические обследовательские работы при землеустройстве	340
Глава 27. Почвенные и геоботанические обследования	340
Глава 28. Использование почвенных и геоботанических материалов при землеустройстве	359
Глава 29. Качественная оценка земель	371

Голубев Иван Федорович

ПОЧВОВЕДЕНИЕ С ОСНОВАМИ ГЕОБОТАНИКИ. М., изд-во «Колос», 1964.

400 с. (Учебники и учеб. пособия для высших с.-х. учебных заведений).

УДК 631.4 : 581.9(075.8)

Редактор В. Н. Озеров

Художник Е. И. Вескова, Художественный редактор С. Н. Томилин
Технический редактор Н. Н. Копнина. Корректор Н. Ф. Крылова

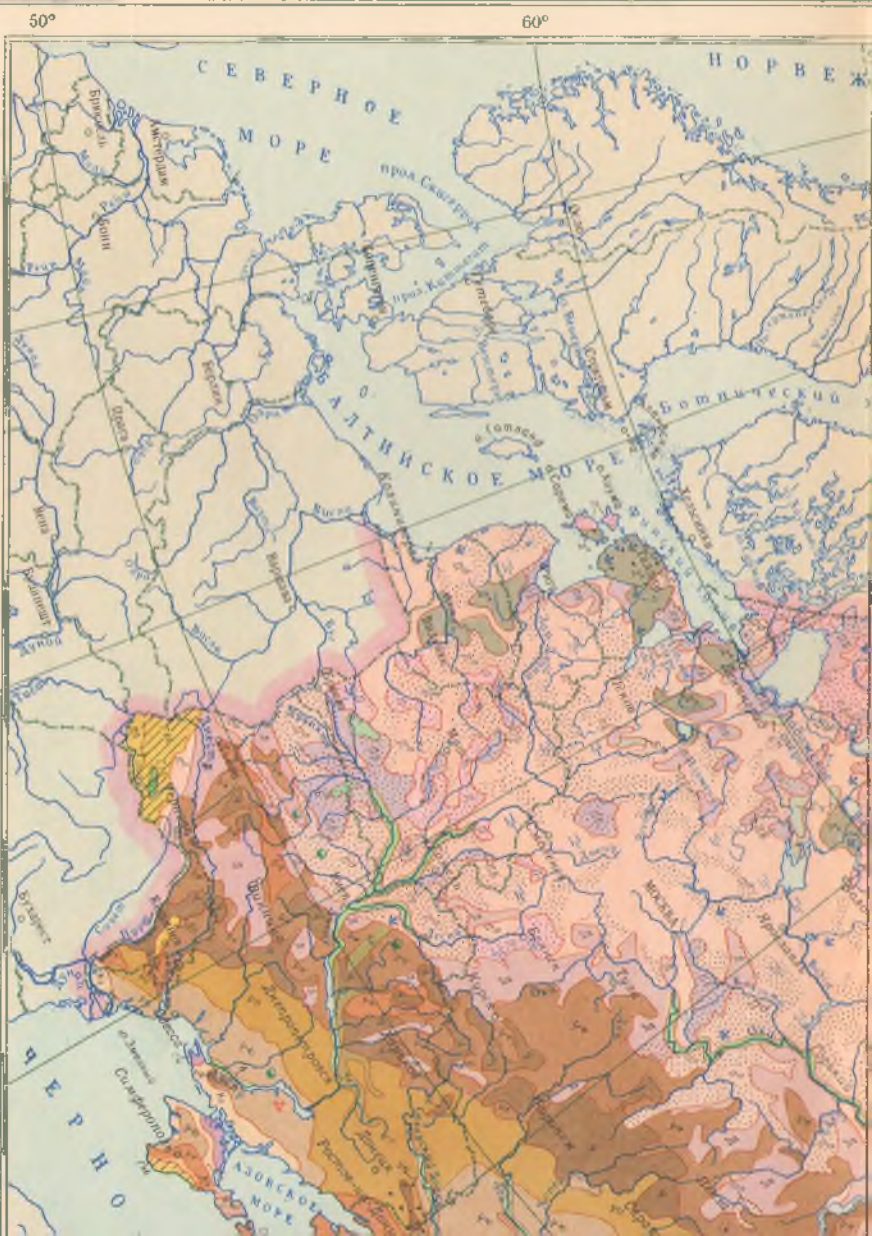
Сдано в набор 21/IV 1964 г. Подписано к печати 14/VII 1964 г. Т 10172.
Формат 60 × 90/16. Печ. л. 25 +1 вкл. Уч.-изд. л. 28,11. Изд. № 2485.
Т. п. 1964 г., № 507. Тираж 7000 экз. Заказ № 731. Цена 95 коп.

Издательство «Колос», Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Типография им. Котлякова издательства «Финансы»

Государственного комитета Совета Министров СССР по печати. Ленинград. Садовая, 21.

Издательство „Просвещение“, 1964 г.



50°	60°	70°	80°	100°	120°	140°	150°	160°	170°	180°

170°

70°

60°





Карта из „Атласа СССР“, издания ГУГК, 1962 г.



ПОЧВЫ РАВНИННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Переходно-горные болотные (низинные и переходные болота)	Светло-каштановые солонцеватые
Дерновые глееватые черноземовидные (Приамурье)	Степно-каштановые (б.ч. солонцеватые) и луговые
Дерново-карбонатные	Серо-коричневые (сухие субтропических степей)
Бурные лесные (б.ч. оподзоленные и глее-подзолистые)	Бурные пустынно-степные
Серые лесные	Бурные пустынно-степные солонцеватые
Черноземы выщелоченные и оподзоленные	Степно-каштановые бурные (б.ч. солонцеватые) и луговые
Черноземы тиллические	Солончи
Черноземы обыкновенные	Солончаки
Черноземы обыкновенные солонцеватые	Серо-бурые пустынные
Черноземы южные	Серо-бурые таежные (принитивные)
Черноземы южные солонцеватые	Тундры
Черноземы миссарно-карбонатные (Приамурские, Предкавказские и др.)	Сероземы
Лугово-черноземные (б.ч. солонцеватые)	Лугово-сероземные (б.ч. солончаковатые) и луговые
Коричневые (сухие субтропических лесов и кустарников)	Желтоземы
Лугово-коричневые и луговые почвы	Красноземы
Темно-каштановые	Аллювиальные (пойменные)
Темно-каштановые солонцеватые	Пески развееваемые и полужахрепленные
Светло-каштановые	

ПОЧВЫ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

- | |
|---|
| Горно-арктические и горно-тундровые |
| Горно-луговые |
| Горно-лугово-степные |
| Горные дерновые субарктические |
| Горные мерзотно-таежные |
| Горные мерзотно-таежные карбонатные |
| Горно-таежные подзолистые и кислые неоподзоленные |
| Горно-лесные черно-карбонатные |
| Горно-лесные бурные |
| Горно-лесные серые |
| Горные черноземы |
| Горные коричневые и серо-коричневые |
| Горные каштановые |
| Горные сероземы |
| Высокогорные пустынные |

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

- | |
|------------------------------|
| Глинистые и суглинистые |
| Супесчаные и песчаные |
| Шестины |
| Ледники |
| Граница многолетней мерзлоты |

Примечание: Аллювиальные почвы, солончаки, почвы севера Сибири и почвы горных территорий даны без разделения по механическому составу. Отдельными значками показаны почвы, встречающиеся пятнами среди других почв. Граница многолетней мерзлоты дана по А.И. Попову.

100°

110°

120°

130°

Масштаб 1 : 17 000 000

200 200 400 600 800 1000 км