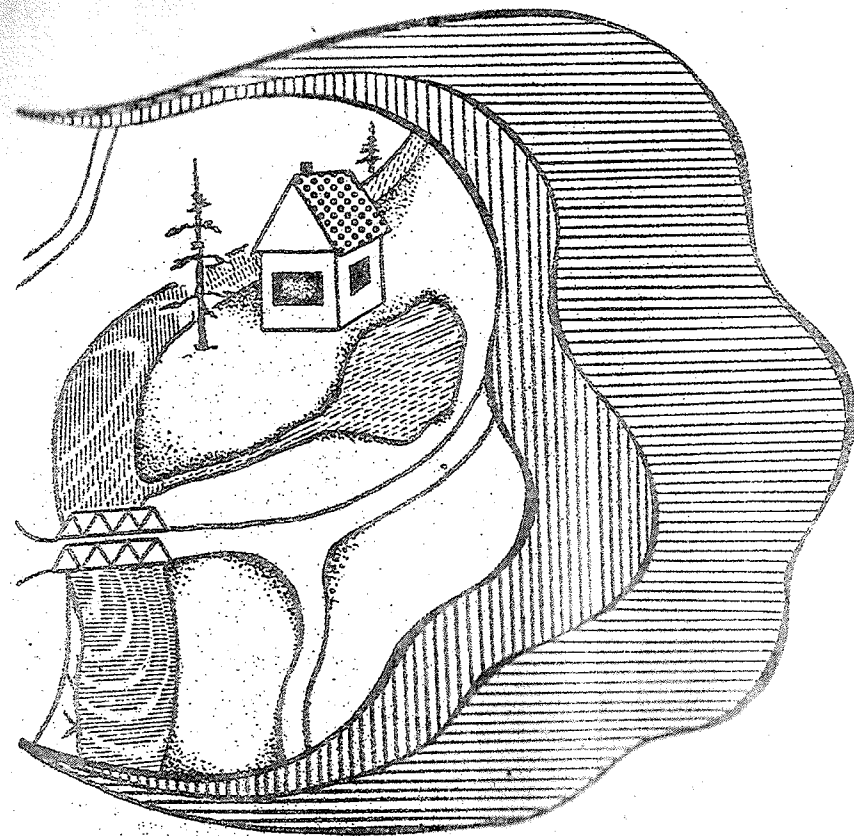


15 к.

ПОЛЕВАЯ ПРАКТИКА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БОТАНИКЕ



Издательство Саратовского университета, 1981 г.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им. Н.Г.Чернышевского

ПОЛЕВАЯ ПРАКТИКА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БОТАНИКЕ
учебное пособие

Под редакцией проф. А.О.Тарасова

Издательство Саратовского университета
1981

УДК 581.5 (075.1) .

В пособии дается понятие об экологической ботанике и полевых методах изучения условий местообитания (рельефа, климата, почвы) растительности.

Методы изучения растительности делятся на флористические, фитоценологические, геоботанические и биогеоценологические. Приводится описание этих методов.

Предназначено для студентов биологического и географического факультетов университета.

Рецензенты: зав. кафедрой Саратов. пед. ин-та В.Г. Мичурин, зав. кафедрой генетики и дарвинизма Саратов. ун-та Е.В. Гришина.

П 2105 - 60
17 (02) - 81

0004000000

С

Издательство Саратовского университета, 1981 г.

В В Е Д Е Н И Е

Тесные связи растительности с климатом и почвой интуитивно осознавались человеком с древних времен. Поэтому неудивительно, что и геоботаника — наука о растительных сообществах с момента своего возникновения и на протяжении всего существования уделяла большое внимание изучению не только растительности, но и среды, в которой она развивается. Такой подход этой науки к изучению своего объекта привел к тому, что в недрах геоботаники в 30–40 гг. нашего века возникла новая наука — биогеоценология. По В.Н. Сукачеву¹, который является основателем этой науки, под биогеоценозом понимается "совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействия этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы и представляющая внутренне противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении, развитии".

Далее, разъясняя это определение, он пишет, что биогеоценоз включает в себя три живых компонента — фитоценоз, зооценоз и микроценоз, образующих вместе биоценоз, и два косвенных — почву и атмосферу, составляющих биотоп. Биогеоценоз представляет собой функциональную систему, компоненты которой связаны друг с другом в процессе первичного синтеза и трансформации солнечной энергии. Ближким к понятию биогеоценоз, но не тождествен-

¹ В.Н. Сукачев. Основные понятия лесной биогеоценологии. — В кн.: Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева и П.В. Дылинь. М., 1961.

ным, является понятие экосистемы, появившееся за рубежом, но в настоящее время широко распространенное и в нашей экологической литературе. Экосистема в отличие от биогеоценоза не имеет территориальной приуроченности, экосистемой является и гниющий пенёк дерева с его многочисленным и разнообразным населением и отдельно стоящая ель и вся тайга.

Таким образом, биогеоценоз представляет собой систему более высокого ранга, чем фитоценоз. Фитоценоз является лишь компонентом биогеоценоза. Это обстоятельство является очень важным, и мы никогда не должны упускать его из вида при любом исследовании растительности, то есть постоянно нужно помнить о том, какое значение имеет та или иная особенность фитоценоза в жизни всего биогеоценоза. По современным представлениям каждая система состоит из подчиненных ей систем, то в свою очередь состоит из систем более низкого ранга и т.д. Тесной связи в этой классификации нет и в целях научного исследования мы можем выделить внутри системы подсистемы более или менее соответствующие со структурой и функцией системы.

Экологическая ботаника исследует связи фитоценоза с другими компонентами биогеоценоза. Так как эти взаимоотношения весьма многочисленны и разнообразны, то и методы их изучения должны быть разнообразными. В одних случаях основное внимание исследователя направляется на изучение флоры. Такие исследования называются флористическими. Однако и при флористических исследованиях изучается не только состав флоры, но и приуроченность тех или иных видов к рельефу, почвам и т.д. В других случаях объектом изучения является фитоценоз: видовой состав, обилие, видов, размещение растений в пространстве, а также особенности условий местообитания. Так как при этих исследованиях объектом изучения является фитоценоз, то их следует называть фитоценологическими. Хотя зеленые растения взаимно связаны со всеми компонентами биогеоценоза, но наиболее тесные связи они имеют с почвой и атмосферой. Поэтому зеленые растения, атмосферу и почву мы можем рассматривать как подсистему биогеоценоза и при их изучении уделять равное внимание каждому из этих компонентов.

Эти исследования являются геоботаническими. При биогеоценологических исследованиях компоненты биогеоценоза принимаются за подсистемы и исследуются продукционные процессы в каждой подсистеме на фоне тех или иных условий среды. Поскольку при всех видах исследований в той или иной мере раскрываются связи р

растительности с другими компонентами биогеоценоза, все они являются в большей или меньшей мере экологическими.

Как видно из вышесказанного, при изучении растительности приходится пользоваться не только ботаническими, но и почвоведческими, климатологическими, геоморфологическими методами. Между тем, в настоящее время климатология, геоморфология совсем не преподаются на биологических факультетах университетов, а почвоведение осталось лишь как спецкурс для ботаников. Поэтому наряду с описанием методов мы сочли нужным сопроводить текст некоторыми теоретическими отступлениями.

Хотя рельеф не является компонентом биогеоценоза, тем не менее он является весьма важным косвенным экологическим фактором, оказывающим большое влияние на тепловой режим почвы и воздуха, мощность гумусовых горизонтов, содержание гумуса и воды в почве, а через них и на растительность. Ботаники при изучении растительности всегда придавали большое значение исследованию рельефа. Поэтому и в нашей пособии геоморфологическим методам уделяется должное внимание.

ГЛАВА I. РЕЛЬЕФ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

I. Общая характеристика форм рельефа

Общие понятия о рельефе

Рельефом называется совокупность форм земной поверхности. Формы рельефа — это естественные тела, представляющие части рельефа и обладающие определенными размерами¹. Формы рельефа бывают как положительные так и отрицательные². Положительными формами называются поднятия земной поверхности, отрицательными — понижения разных размеров. Положительные и отрицательные формы могут располагаться на некотором удалении друг от друга или примыкать друг к другу и образовывать сопряженные формы. В этом случае граница между ними проводится условно.

По степени сложности все формы рельефа делятся на простые и сложные. Простые формы рельефа обычно небольшие по размерам, имеют более или менее правильные геометрические очертания и не делятся на более мелкие. Сложные формы представляют собой комбинацию нескольких простых. В формах рельефа различают основные, или орографические линии: водоразделы, тальвеги, бровки, подошвы³.

Водоразделом называется линия или полоса местности, разделяющая и верхностный сток противоположных склонов возвышенностей.

Тальвегом называется линия, соединяющая наиболее низкие точки дна долины. В речных долинах тальвег совпадает с линией наибольших глубин дна реки.

1. Панов Д. Г. Общая геоморфология. М., 1966.
2. Лютнау С. В. Основы геоморфологии. М., ч. I, 1971.
3. Господинов Г. В., Сорокин В. Г. Топография. М., 1974.

Бровка — линия перегиба склона, ниже которой он становится более крутым.

Подошва — линия перегиба склона, ниже которой он становится более пологим.

Орографические линии дают представление о степени расчлененности рельефа. Они составляют как бы скелет неровностей местности и поэтому их иногда называют скелетными линиями рельефа.

Классификация форм рельефа

При внимательном изучении рельефа можно обнаружить формы, сходные по внешнему виду, размерам, строению и происхождению. На основе сходства они объединяются в типы. Различие их по тем или иным признакам позволяет отграничить друг от друга и объединить в различные группы типов. Сходство и различие положены в основу классификаций форм рельефа. Различают геологические, морфологические, морфометрические и генетические классификации.

Геологические классификации строятся на основе геологической структуры и состава горных пород.

Морфологические классификации основаны на различиях во внешних особенностях рельефа. По внешнему виду рельеф делится на горный и равнинный с последующим подразделением гор на островершинные, плосковершинные и т. д. Среди равнин различают в свою очередь равнины плоские, волнистые, бугристые и т. д.

Морфометрические классификации учитывают характер количественных показателей, т. е. размеры, формы, углы наклона земной поверхности, степень ее горизонтального и вертикального расчленения и т. д. По крутизне склонов можно выделить рельеф крутосклонный (с крутизной склонов $25-30^\circ$), средней крутизны (при крутизне в $5-25^\circ$) и пологосклонный (при крутизне менее 5°).

По относительным размерам форм в высоту или глубину выделяют:

4. Классификации приведены по С. В. Лютнау. Основы геоморфологии. М., ч. I, 1971.

мегабельеф - с относительными превышениями, измеряемыми тысячами метров;

макрорельеф - с превышениями порядка нескольких сот метров;

мезорельеф - с превышениями, измеряемыми десятками метров;

микрорельеф - с колебаниями высот порядка нескольких метров;

нанорельеф - с превышениями, измеряемыми дециметрами.

Необходимо отметить, что границы между перечисленными группами форм носят условный характер. В зависимости от практических потребностей они могут быть несколько сдвинуты в ту или другую сторону.

Генетические классификации форм рельефа строятся в зависимости от генезиса (происхождения) форм. В соответствии с этим можно выделять две большие группы типов рельефа: **эпигенетический рельеф**, сформированный внутренними процессами, и **эзогенетический рельеф**, созданный внешними факторами. Эпигенетический рельеф подразделяется на тектонический и вулканический, а эзогенетический на аккумулятивный и денудационный. Более детальное деление двух последних типов рельефа связано с характером экзогенных процессов, формирующих этот рельеф.

Аккумулятивные формы экзогенного рельефа образуются в результате накопления глинца образом обломочного материала, принесенного лавин-льда, экзогенным агентом (льдом, ветром, водой и т.д.), все эти формы являются положительными.

К аккумулятивным формам относятся **морские и озерные** - созданные морским или озерным прибоем; **речные** - появившиеся в результате деятельности текучих вод; **пролювиальные** - созданные временными потоками воды; **эоловые** - созданные деятельностью ветра; **ледниковые** - образованные накоплением моренного материала; **флювиогляциальные** - образованные деятельностью водноледниковых потоков; **гравитационные** - созданные за счет движения крупных масс породы (почвы) к подножью склона; **солифлюкционные** - воз-

5. Геоморфологическое картирование равнин. Саратов, 1974.

никшие в результате медленного стекания оттаявших почв по склону; **мерзлотные** - появившиеся в результате деформации пород под влиянием изменения объема грунтовых вод при их замерзании и оттаивании;

Денудационные формы экзогенного рельефа формируются в результате разрушительной деятельности одного или нескольких геологических процессов. В большинстве случаев - это отрицательные формы рельефа, хотя сюда относятся и некоторые положительные, в частности, денудационные останцы - участки субстрата, увеличившие вследствие каких-то причин от эрозии, или комплексной денудации.

Денудационные формы подразделяются на **абразионные** - созданные разрушительной деятельностью морского или озерного прибоя; **эрозионные** - возникшие вследствие линейного размыва поверхностными текучими водами; **дефляционные** - появившиеся под воздействием ветра, в результате "сдувания" частиц почвы или горных пород; **экзарционные** - созданные разрушительной деятельностью льда в ледниковый период; **флювиогляциальные** - выработанные в породах ледниковыми водами; **карстовые** - связанные в своем происхождении с процессами растворения горных пород подземными и отчасти поверхностными водами; **суффозионные** - образованные за счет процессов выщелачивания и вымывания частиц субстрата; **термокарстовые** - под этим понимается процесс образования замкнутых отрицательных форм рельефа вследствие вытаивания погребенного льда или таяния мерзлого грунта; **комплексной денудации** - в их формировании принимают участие самые разнообразные денудационные процессы, например, плоскостный смыл, дефляция и т.д.

Для лучшего понимания данной классификации, а также для справок - ознакомимся с некоторыми распространенными формами рельефа экзогенного происхождения.

Примеры форм экзогенного рельефа

Аккумулятивные формы

Морские и озерные формы

Коса - узкая и низкая намытая полоса суши, прилегающая одним концом к берегу и протягивающаяся почти параллельно последнему.

П л я ж - отлогий намывной берег, образовавшийся в результате действия прилива.

Стрелка - узкая намывная полоса суши, выступающая в сторону моря или озера большей частью перпендикулярно к берегу.

Терраса - морская или озерная - полоса суши, ограниченная уступами и наклоненная в сторону моря или озера.

Речные формы

Вал прирусловый - узкая линейная положительная форма рельефа, вытянутая вдоль реки в прирусловой части поймы. Образуется во время половодья в участках, где скорость течения воды при растекании по пойме падает.

Пойма - часть речной долины, затопляемая при половодьях.

Терраса - полоса суши, протягивающаяся вдоль речной долины и расположенная выше поймы. Террас может быть несколько.

Проловиальные формы

Конус выноса - геологическое тело, образованное временными потоками воды, имеющее вид конуса, обращенного вершиной к устью сухой долины, образован скоплениями пролювия, т.е. несоортированного обломочного материала.

Иногда сливаясь между собой, конусы выноса образуют у подножья склона **пролювиальный шлейф**.

Золотые формы

Бархан - асимметричный песчаный холм, серповидной формы в плане, наветренный склон пологий (10° - 15°) и длинный, подветренный - короткий и крутой (до 32° - 33°). Заостренные концы, или рога бархана, ориентированы в направлении господствующих ветров. При слиянии краев соседних барханов образуется **барханная цепь** - удлиненная песчаная возвышенность, ориентированная перпендикулярно к направлению ветра, извилистых очертаний в плане. Рога барханов при этом почти полностью редуцированы. При ветрах одного или близких направлений воз-

кают продольные **барханние гряды**, вытянутые вдоль направления ветра. В результате неправильного разветвления барханной цепи и гряд образуются песчаные перемычки от одной цепи или гряды к другой. Такие сочетания барханной цепи и гряд с перемычками, имеющими в плане вид неправильной решетки, называются **решетчатым барханним рельефом**.

Бугры прикустовые - отдельные скопления песка и шпиль вокруг кустов в пустынных территориях и песчаных степях.

Пески бугристые - сочетание песчаных холмов высотой до 5-7 м неправильной формы, с пологими склонами, закрепленных или полужакопленных растительностью.

Пески грядовые - валобразные песчаные скопления, вытянутые в направлении господствующих ветров и разделенные межгрядовыми понижениями. При соединении отдельных гряд между собой низкими поперечными перемычками возникают **грядово-ячеистые пески**. Когда ветры дуют в разных направлениях, то при преобладании одного из них формируются схожие с барханами дугообразные валы с понижением внутри дуги, сочетание которых называется **грядово-луночными песками**.

Пески кучевые - представляют собой сочетание прикустовых бугров (куч) в условиях дефляции песка, чаще всего в местах с неглубоким залеганием грунтовых вод.

Гравитационные формы

Осыпи - конусовидные в плане, наклоненные плосковыпуклые, прислоненные узкими концами к склону. Соединенные между собой осыпи часто образуют **шлейф**, осыпывающий крутые склоны.

Формы невыясненного генезиса

Бугры беровские - параллельные почти широтно вытянутые гряды, развитые в юго-западной части Прикаспийской низменности. Высота их обычно 10-145 м, длина до 2,5 км, ширина 200-300 м, при среднем расстоянии между гребнями 1-2 км. Сложены глинистыми песками и мелкими окатанными обломками плотных коричневого глины.

В некоторых межгрядовых понижениях образуются соленые озера или ильмени.

Денудационные формы

Эрозионные формы

Балка — долина с задернованными склонами, углы наклона которых не превышают 30–35°. Склоны могут быть террасированы. Небольшие и неглубокие балки с четко выраженными бровками называются **лощинами**.

Долина речная — долина с постоянным или функционирующим в течение большей части года водотоком.

Ложбина стока — отрицательная линейная форма с относительно плоским дном без четко выраженного русла и пологими склонами, не имеющими четкой бровки.

Меандра — изгиб русла реки.

Овраг — долина с крутыми, большей частью отвесными склонами, лишенными растительности, обнаженными почти на всем протяжении.

Останец эрозионный — изолированный холм, уцелевший от разрушительного воздействия денудации.

Пойма эрозионная — часть долины, заливаемая в половодье.

Промойна — долина с крутыми обрывистыми и обнаженными склонами с резко выраженной бровкой.

Дефляционные формы

Байры — замкнутые впадины, распространенные в песчаных пустынях, вытянутые в виде цепочек ложбин, разделенных перемычками. Располагаются параллельно песчаным грядкам.

Котел (котловина) в дувания — отрицательная форма рельефа, овальная в плане.

Останцы развевания — бугры с обрывистыми склонами, сохранившиеся под защитой неполностью уничтоженной растительности.

Карстовые формы

Воронки карстовые — замкнутые впадины, в большинстве случаев правильных округлых очертаний в плане, сужающиеся книзу.

Суффозионные формы

Блидца — замкнутые понижения округлой формы с относительно плоским дном, склоны пологие, реке крутые. Размеры достигают 10–50 м в диаметре, при глубине от долей метра до 1,5–2 м, редко более.

Помимо форм рельефа, возникших естественным путем (в результате действия сил природы), можно выделить, во-первых, формы биогенного происхождения — сусликовины, кротовины и так далее — все эти формы созданы в результате жизнедеятельности животных и, во-вторых, формы антропогенного происхождения — отвалы, каналы, плотины, карьеры и так далее — все эти формы рельефа созданы человеком. Роль антропогенных форм в строении рельефа с каждым годом возрастает.

2. Методы изучения рельефа

Общие понятия

Любое изучение растительности или почвы начинается с описания рельефа. Рельеф можно описывать словесно или графически. При словесном описании, пользуясь морфометрическими или генетическими классификациями, указывают рельеф исследуемого участка. При особо тщательном изучении влияния рельефа на растительность и почву используют графическое описание, или изображение рельефа. Графическое описание дает наглядную картину взаимного расположения (превышения) исследуемых точек рельефа. Работы по определению превышений называют нивелированием. Известно несколько способов нивелирования, но в практике геоботанических и почвенных исследований наиболее широко применяют геометрическое нивелирование.

Геометрическое нивелирование

Для этого вида нивелирования применяют нивелир, дающий горизонтальный визирный луч и две (нивелирование "из середины") или одну (нивелирование "вперед") нивелирные рейки.

Прежде чем приступать к нивелированию, необходимо: во-первых, внимательно изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации нивелира; во-вторых, провести поверку нивелира так, как указано в техническом описании; в-третьих, необ-

ходимо научиться читать отсчет по рейке. Для этого сначала можно вместо горизонтальной нити нивелира использовать проволоку, двигая которую вдоль рейки берут отсчеты. Затем, приступают к тренировке с нивелиром. Наводят центральную горизонтальную нить сетки на любое место рейки и читают отсчет. Каждый наблюдатель должен записать сделанный им отсчет, а потом сравнить, если они сойдутся, то отсчеты освоены. Наконец, после этого упражнения необходимо научиться читать отсчеты при качании рейки, поскольку отсчеты будут правильные только тогда, когда рейка находится в вертикальном положении⁶. При всяком другом положении отсчеты будут больше действительных, что видно из рис. 1. Если качать рейку в сторону нивелира и от него, то наступит такой момент, в котором рейка займет строго

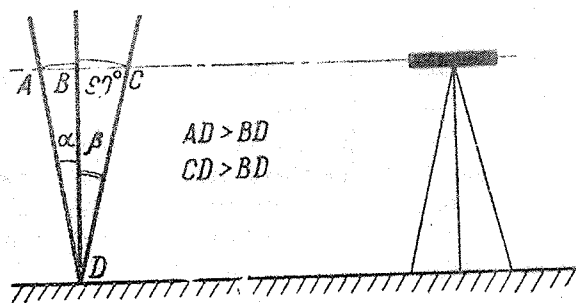


Рис. 1. Изменение отсчетов при качании рейки

вертикальное (BD) положение. При качании рейки в зрительном поле нивелира наблюдается картина перемещения рейки вверх и вниз. Задача наблюдателя заключается в том, чтобы "поймать" самый меньший отсчет.

Теперь после выполнения названных требований можно приступить к нивелированию.

Разберем способ нивелирования "вперед" (рис. 2), как наиболее часто используемый при геоботанических и почвенных ис-

6. Славачевский К.А., Безлянов А.И. Летняя практика по геодезии. Саратов, 1968. ч. I,

следованиях. Сначала необходимо установить нивелир на нивелируемую точку в начале нивелирного хода. Эту и все последующие

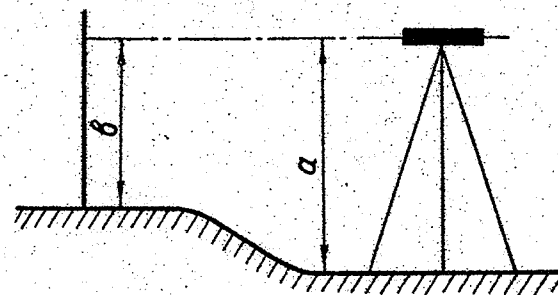


Рис. 2. Нивелирование способом "вперед"

точки, на которых будет стоять нивелир, называют "станциями" или "штативами". Установка нивелира включает следующее. Нивелир устанавливают на штатив и закрепляют становым винтом так, чтобы не затруднять ход подъемных винтов. Устанавливают штатив. Регулируют высоту нивелира по росту наблюдателя при помощи ножек штатива, после этого их закрепляют зажимными винтами. Подъемными винтами приводят вертикальную ось вращения инструмента в отвесное положение по круглому уровню. Затем нивелирной рейкой измеряют высоту a хода визирного луча. Делается это следующим образом: рейку ставят на землю против объектива нивелира так, чтобы она касалась своим ребром его опоры и читают отсчет против центра объектива — это и будет a . После этих приготовлений приступают к собственно нивелированию.

Рейку ставят в нужные точки нивелирного хода (в геодезии эти точки называют пикетными точками) прямо на землю. Вращением диоптрийного кольца устанавливают окуляр на резкость изображения сетки. Наводят зрительную трубу на рейку грубо от руки и точно — с помощью маховичка, наводящего устройства. Вращением маховичка фокусирующей линзы добиваются отчетливого изображения рейки и читают отсчеты по верхней, средней и нижней горизонтальным нитям. Для повышения точности отсчета необходимо, чтобы рейка стояла вертикально. Этого можно достигнуть с помощью отвеса, который привязывается к рейке или качанием ее в сторону нивелира и от него. Все отсчеты заносят в журнал нивелирования.

Дата	Съемщик				
Географическое положение:					
Положение нивелирного хода относительно стран света:					
№ станции и α	№ пикета	Отсчет по нитям: верхней, средней, нижней	Превышение, h	Расстояние до пикетов	Примечание
		(в)			

Как только расстояние до рейки достигает 60-75 метров, нивелир переносят на новую станцию (последнюю пикетную точку), где повторяют все операции по установке нивелира, начиная с установки штатива, и продолжают нивелирование нивелирного хода. После прохождения всего нивелирного хода приступают к обработке журнала. Превышение определяют по формуле:

$$h = a - b$$

где b - данные отсчета по средней нити нивелира. Если $a > b$, то превышение имеет знак "+", если $a < b$, то превышение имеет знак "-".

Разность между отсчетами по верхней и нижней горизонтальным нитям покажет расстояние до пикета.

По результатам обработки строится профиль. Профилем называется чертеж, на котором изображен вертикальный разрез земной поверхности⁷. Для большей рельефности, наглядности и точности построения проектной линии профиль строят в искаженном виде. Искажение получается за счет разницы в масштабах, применяемых для горизонтального и вертикального направлений. Геометрический способ нивелирования - точный метод, но требует сравнительно больших затрат времени. Поэтому для маршрутных исследований можно применять другой способ нивелирования - тригонометрический.

Тригонометрическое нивелирование

При таком способе нивелирования проводится наклонным визирным лучом, который направлен от инструмента на определенную

7. Славачевский К.А. Пособие к практическим занятиям по геодезии. М., 1962.

точку⁸. Чем больше разница высот двух точек (при одинаковом расстоянии), тем больше угол наклона визирного луча α . Если визирный луч направлен вверх от плоскости горизонта, угол считают положительным и превышение будет иметь знак "плюс", а при направлении луча вниз - угол и превышение будут иметь знак "минус".

При тригонометрическом нивелировании измеряют угол наклона визирного луча и расстояние от станции до определяемой точки. В качестве измерительного инструмента можно использовать теодолит - в этом случае точность измерения высокая, но и затраты времени большие, что не отвечает требованиям маршрутных исследований, поэтому в качестве инструмента лучше всего использовать эклиметр Брандиса, дающий не очень высокую точность, но сокращающий затраты времени. Прибор небольшой, легкий и поэтому весьма удобный в работе.

Нивелирование проводят следующим образом. Пусть надо узнать превышение точки В над А линии местности АВ (рис. 3). Для

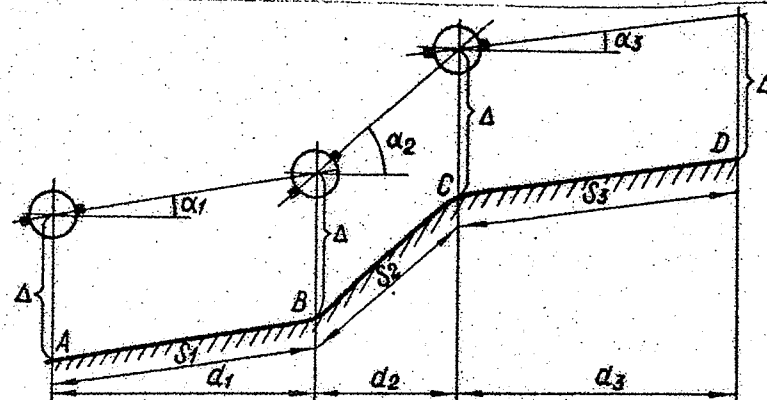


Рис. 3. Тригонометрическое нивелирование. Положение эклиметра при работе

этого с эклиметром встают в точку А ("станцию"), а в точку В ставят вежу с отметкой высоты глаз наблюдателя.

По кругу эклиметра с точностью до $0,5^\circ$ находят угол наклона, не забывая при этом указать, какой знак он имеет, т.е.

8. Лапкина Н.А. Понятие о съемках местности. - В кн.: Картография с основами топографии / Под ред. А.В.Гедьмина, М., ч. 1, 1973.

"плюс" или "минус". После этого наблюдатель, измерив расстояние рулеткой или шагами (для этого необходимо знать длину своего шага), переходит в точку В (теперь эта точка становится станцией), а вежу переносят в точку С. В этой точке также с прежней точностью определяют угол наклона. После этого наблюдатель, измеряя расстояние, переходит в точку С, а вежу ставят в точку Д. Таким образом повторяют до тех пор, пока не будет пройден весь нивелирный ход. Все отсчеты заносят в журнал тригонометрического нивелирования.

Журнал тригонометрического нивелирования

Дата	Съемщик				
Географическое положение					
Положение нивелирного хода относительно стран света:					
К станции т.е. точки А, В и т.д.:	Угол наклона, :	Длина наклон- ной ли- нии, :	$20 \cos \alpha$ (Из табл. при экли- метре :	$20 \sin \alpha$ (Из табл. при экли- метре :	Превыше- ние: зон- : таль- : ное : проло- жение d
:	α	S	:	:	h

По окончании нивелирования приступают к обработке журнала. Например, при определении превышения В над А (см. рис. 3) было определено:

$\alpha = 9^\circ$; $S = 10$ м; $20 \cos \alpha = 19,75$ и $20 \sin \alpha = 3,12$
 Превышение h определяют по формуле:
 $h = \frac{S \cdot (20 \sin \alpha)}{20}$ отсюда $h_{AB} = \frac{10 \cdot 3,12}{20} = 1,56$ м

Горизонтальное проложение d определяют по формуле:
 $d = \frac{S \cdot (20 \cos \alpha)}{20}$, отсюда $d_{AB} = \frac{10 \cdot 19,75}{20} = 9,875$ м

Так определяют превышение одной точки над другой, когда измеренный угол наклона равен целому числу. Если же измеренный угол наклона равен дробному числу, вычисления ведут следующим образом. Например: $\alpha = 25,5^\circ$, $S = 10$ м. Сначала определяют h для $\alpha = 25^\circ$.

$h = \frac{1}{20} S (20 \sin \alpha) = \frac{1}{20} \cdot 10 \cdot 8,45 = 4,225$ м,

но α был определен как $25,5^\circ$, а не 25° , поэтому необходимо ввести поправку на $0,5^\circ$. Под заголовком "пропорцион" в таблице

при эклиметре приведены десятые доли градуса от $0,1^\circ$ до $0,5^\circ$, справа от них даны поправки в метрах. Так поправка на $0,5^\circ = 0,17$ м. Отсюда, следовательно, при $\alpha = 25,5^\circ - h = 4,225$ м + $0,17$ м = $4,395$ м $\approx 4,4$ м.

Затем определяют горизонтальное проложение d как среднее арифметическое между горизонтальными положениями для

$\alpha = 25^\circ$ и $\alpha = 26^\circ$
 $d = 25^\circ$ $d = 9,065$
 $d = 26^\circ$ $d = 8,99$
 $d_{cp} = 9,0275$ м $\approx 9,03$ м.

По результатам обработки нивелирного журнала строится профиль, где в соответствующих масштабах по горизонтальной оси откладывается горизонтальное проложение d , а по вертикали - превышение h .

Способ тригонометрического нивелирования можно также использовать для определения высоты различных объектов. Эти определения проводят следующим образом. Удаляются от объекта на такое расстояние, с которого видно самую верхнюю точку объекта. Измеряют эклиметром угол наклона α и расстояние до объекта S , затем по вышеописанной формуле вычисляют высоту объекта за вычетом расстояния от глаз наблюдателя до земли. Для получения истинной величины высоты объекта необходимо к вычисленному значению высоты прибавить расстояние от глаз наблюдателя до поверхности земли.

Понятие о глазомерной съемке

Если в процессе полевых геоботанических и почвенных исследований возникает необходимость составить план изучаемого участка, то в этом случае можно воспользоваться методами глазомерной съемки. Эти методы позволяют быстро получить довольно точный план.

Глазомерная съемка проводится обходом снимаемого участка и все местные предметы наносятся на план следующими способами: непосредственными промерами, засечками, круговым визированием, способом перпендикуляров, способом створов.

Способ непосредственного промера. Если на плане имеется точка стояния и направление с нее на вторую, то для нанесения второй точки переходят на нее измеряя расстояние рулеткой или шагами. Придя в точку, откладывают пройденное расстояние на прочерченном направлении.

Способ засечек (рис.4). В точке стояния (первая точка) ориентируют план относительно стран света и прочерчивают направления на все определяемые местные предметы и на ту точку, в которую предполагается перейти (вторая точка). После этого, измеряя расстояние, переходят в эту точку. Здесь опять ориентируют план относительно стран света или по прежней точке стояния и прочерчивают направления на те же са-

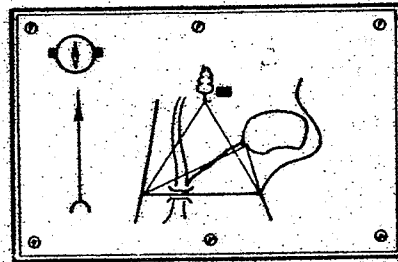
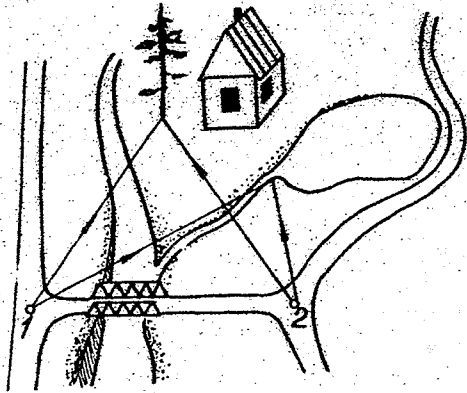


Рис. 4. Способ засечек

Местные предметы, находящиеся недалеко от линии хода, можно нанести по перпендикулярам. Для этого нужно остановиться там, где направление на определенный предмет (или точку) будет перпендикулярно линии хода. Отложив пройденное до остановки расстояние, в полученной точке восстанавливают перпендикуляр и откладывают на нем определенное на глаз расстояние до предмета.

Пересечение двух направлений с первой и второй точек покажет положение каждого определяемого местного предмета

Способ кругового визирования (рис.5). Его еще называют полярным способом. В точке стояния план ориентируют относительно стран света и прочерчивают направления на определенные местные предметы или точки контуров (опушка леса, берега озера, реки и т.д.). На прочерченных направлениях откладывают расстояния до этих точек. Расстояния определяют глазомером.

Способ перпендикуляров

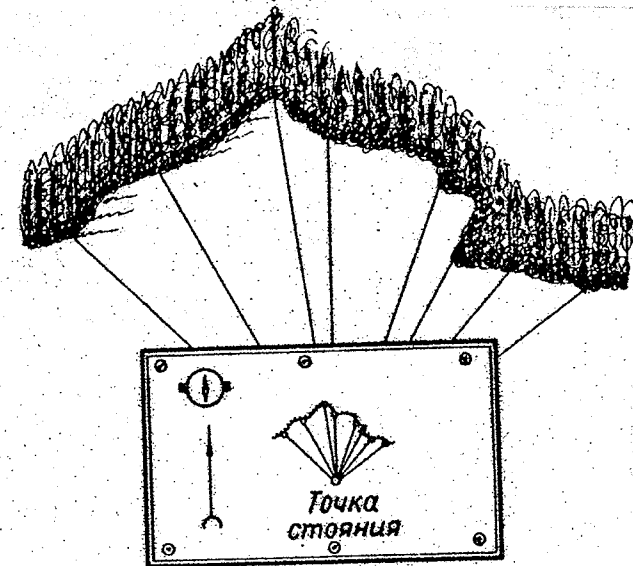


Рис. 5. Круговое визирование

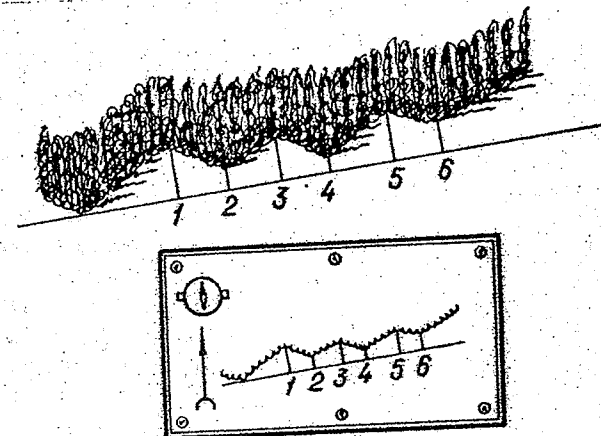


Рис. 6. Нанесение контура по перпендикулярам

Способ створов (рис.7). Этот способ применяют для нанесения на план объекта, находящегося в створе между съемщиком и другим объектом, уже нанесенным на план. В этом

случае определяют расстояние до объекта глазомером или шагами и откладывают его в направлении створа.

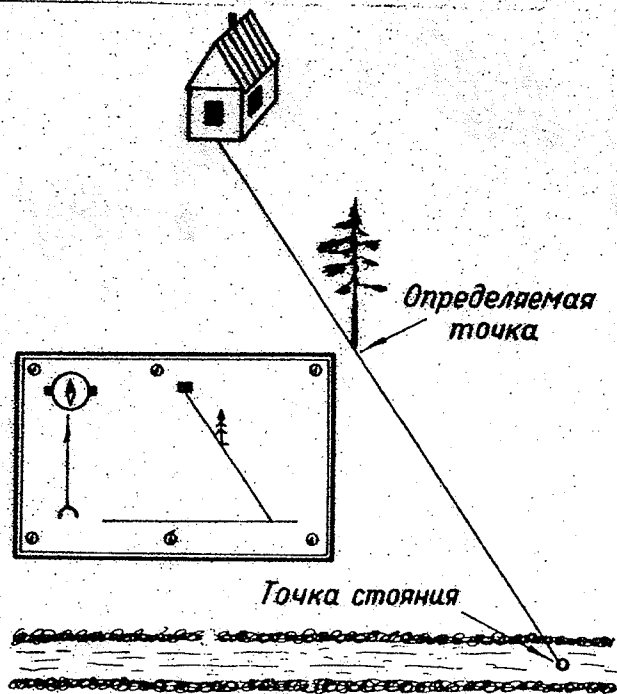


Рис. 7. Нанесение точки по створу

Поскольку методы глазомерной съемки позволяют измерять расстояние шагами или глазомером, то для облегчения работы по составлению плана очень желательно построить масштаб шагов и глазомерный масштаб. Для этого необходимо вспомнить, что такое численный, именованный и линейный масштаб.

Ч и с л е н н ы й м а с ш т а б — это дробь, числитель которой равен единице, а знаменатель — число, показывающее во сколько раз уменьшены изображения линий местности на плане, например,

$$M = \frac{1}{2000}, \text{ или } 1:2000$$

это значит, что 1 см на плане соответствует 20 м на местности. Если около каждого числа подписывают наименование этих величин, например, 1 см:20 м, то такую запись называют **и м е н о в а н н ы м м а с ш т а б о м**. Зная численный или именованный масштаб, легко определить, по измеренной линии на плане

длину соответствующей ей линии на местности и наоборот. При определении по плану расстояний с помощью численного или именованного масштаба необходимо производить вычисления, что не всегда удобно и связано с потерей времени. Для упрощения измерений линий применяют графический масштаб, который называют **линейным**.

Л и н е й н ы й м а с ш т а б — это график численного масштаба (рис.8). Равные отрезки, на которые поделена прямая АВ, называются основаниями масштаба. Для повышения точности из-

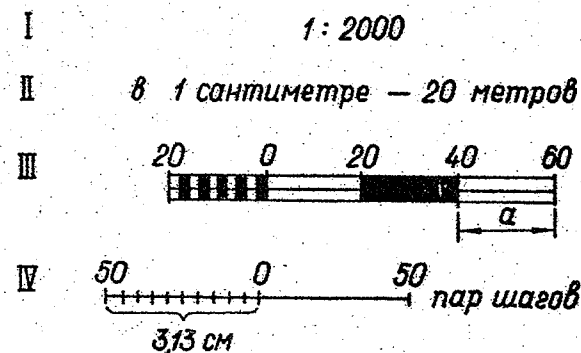


Рис.8. Виды обозначений масштаба: I-численный; II-именованный; III - линейный (а-основание); IV - масштаб шагов

мерения первое основание делят на более мелкие части. Основания и их доли сопровождаются подписями, соответствующими определенным расстояниям на местности.

Теперь можно приступить к построению масштаба шагов. Для этого надо знать величину шага в метрах. Отмерив на местности рулеткой какое-нибудь расстояние, например, 100 м, проходят несколько раз это расстояние, считая количество шагов или пар шагов (что значительно удобнее). Пусть среднее количество пар шагов в 100 м будет 80. Съемка проводится в масштабе 1:2000. Основание масштаба равно 50 пар шагов. Для построения масштаба шагов остается только рассчитать величину основания масштаба в см, из пропорции: если 80 пар шагов соответствует 5 см (100 м, или 80 пар шагов на местности соответствуют по принятому масштабу 5 см на плане), то 50 пар шагов (принятая величина основания) должны соответствовать **x** см, откуда

$$x = \frac{50 \cdot 5}{80} = 3,13 \text{ см.}$$

Если при составлении плана использовать масштаб шагов, получаемый описываемым способом, то для того, чтобы знать размер любой линии плана в метрах, надо величину этого отрезка измерить по нормальному линейному масштабу. Например, масштаб шагов 1:2000, то и нормальный масштаб для этого измерения должен быть 1:2000 и т.д.

Кроме масштаба шагов, при составлении глазомерного плана большую помощь может оказать глазомерный масштаб, который является условной единицей измерения, запечатлеваемой в зрительной памяти.

Для выработки глазомерного масштаба необходимо выбрать на местности хорошо видимый предмет и тщательно измерить расстояние до него. Далее необходимо запомнить, на каком удалении от точки стояния находится выбранный местный предмет.

Глазомерный масштаб используют как своеобразный эталонный метр. Например, от точки стояния до объекта укладывается 5 глазомерных масштабов, каждый из которых равен 10 м, отсюда расстояние от точки стояния до объекта равно 50 м.

После построения масштаба шагов и выработки глазомерного масштаба составление глазомерного плана значительно облегчится. Все местные предметы наносятся условными знаками, известными из школьного курса географии, или специально введенными, например, для каждого вида растения или почвы — свой знак.

ГЛАВА II. МИКРОКЛИМАТ ФИТОЦЕНОЗОВ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

I. Общие сведения о климатообразовании

Понятие о климате и роль климатообразующих процессов и географических факторов в его формировании

Климатом данной местности называется характерный для нее многолетний режим погоды, обусловленный солнечной радиацией, характером подстилающей поверхности и связанной с ним циркуляцией атмосферы.

Климат любой территории формируется под воздействием климатообразующих процессов и географических факторов.

Важное климатообразующее значение имеет солнечная радиация, поглощенная деятельным слоем земной поверхности. Она расходуется на нагревание этого и прилегающего слоя воздуха,

а также на испарение. Величина поступающей солнечной радиации и значения связанных с нею характеристик радиационного и теплового балансов находятся в зависимости от географической широты местности.

Для оценки условий обеспеченности биологических процессов теплом и светом учитывают радиационный баланс, который характеризуется разностью между приходом и расходом солнечной радиации и выражается формулой: $B = (J \cdot \sin h_0 + i) \cdot (1 - A) - E_{эф}$, где J — прямая солнечная радиация на горизонтальную поверхность, i — рассеянная радиация, A — альbedo поверхности (отраженная радиация), $E_{эф} = E_z - E_a$, т.е. разность между излучением земли и излучением атмосферы.

Величина прямой радиации составляет в средних широтах около половины суммарной; в южных районах растения находятся преимущественно под действием прямых солнечных лучей, а в северных — под воздействием рассеянной радиации.

Поглощенная деятельной поверхностью лучистая энергия превращается в тепловую и передается в прилегающие слои воздуха и вглубь деятельного слоя. По характеру влияния на теплообмен в приземном слое воздуха суша и вода, как подстилающие поверхности, резко различаются. Земная поверхность отдает воздуху сразу большое количество тепла, вода значительную часть тепла отдает глубоким слоям. Поэтому летом и днем воздух над сушей теплее, чем над водой.

Основной характеристикой термического режима местности являются средние месячные температуры; годовой ход их зависит от географической широты местности. Изменение температуры приземного слоя воздуха в течение суток обусловлено суточным ходом Солнца и периодическими колебаниями температуры подстилающей поверхности. Суточные и годовые колебания температуры воздуха наиболее четко выражены в нижних слоях.

Температурный режим почвы находится в тесной зависимости от тепловых свойств составных частей ее. К ним относятся: 1) способность поглощать лучистую энергию; 2) теплоемкость; 3) теплопроводность; 4) способность почвы к тепловому лучеиспусканию.

О способности почв поглощать лучистую энергию судят по величине альbedo — числу, показывающему, какую часть лучистой энергии отражает данная поверхность почвы (альbedo выражается в процентах). На величину альbedo оказывает влияние цвет, влаж-

ность, обработка, растительный покров, и другие особенности поверхности почв (табл. I).

Таблица I

Альбедо различных почв

Объект исследования	Альбедо	Объект исследования	Альбедо
Чернозем сухой	14	Глина сухая	23
Чернозем влажный	8	Глина влажная	16
Серозем сухой	25-30	Песок белый, желтый	34-40
Серозем влажный	10-12	Песок серый	18-23

Теплоемкость почвы измеряется количеством тепла в калориях, необходимым для нагревания единицы веса (1 г) или объема (1 см³) почвы на 1°. Удельная теплоемкость минеральной части почвы колеблется в небольших пределах. По данным А.И. Сабанина, у почв, высушенных до абсолютного сухого состояния, была следующая теплоемкость: чернозем - 0,230, серозем - 0,217, краснозем - 0,248 кал. Однако теплоемкость почв значительно изменяется в зависимости от их влажности и аэрации. Теплопроводность почвы равна количеству тепла в калориях, которое проходит в одну секунду через 1 см² почвы слоем 1 см. Она, как и теплоемкость, изменяется под влиянием влажности и аэрации почвы. Тепловым лучеиспусканием называется величина, измеряемая количеством тепловой энергии, которое излучает 1 см² поверхности тела за одну секунду. Оно зависит от влажности, состояния поверхности, содержания органического вещества почвы.

На температуру почвы основное влияние оказывают рельеф, свойства почвы, растительный и снежный покров. Самыми теплыми являются южные склоны, затем западные, восточные и наиболее холодными - северные. Растительный покров, уменьшая приток лучистой энергии в теплое время года и предохраняя почву от лучеиспускания зимой, значительно изменяет температуру почвы. В теплое время года температура почвы под растительностью ниже, чем почвы оголенной, а зимой выше (различия могут достигать 10-20° и больше).

В соответствии с изменением потока солнечной радиации температура почвы имеет суточную и годовую периодичность. Максимум средней суточной температуры почвы наблюдается в июле-августе, минимум - в январе-феврале. Большое влияние на суточный ход и градиент температур почвы оказывают облачность, осадки, ветер, свойства почвы, растительность и снежный покров.

В годовом ходе температуры почвы отчетливо проявляются два периода с различным направленным потоком тепла. Летом поток тепла идет от верхних горизонтов к нижним (почва нагревается), зимой - от нижних к верхним (почва охлаждается). Годовые колебания температуры почвогрунта в северных широтах отмечаются на глубине до 20 см, в средних - на 15-20 см, в южных - до 10 см. Ниже этих горизонтов температура почвогрунта постоянная. В распределении годового количества осадков на территории СССР прослеживается зональность: их мало выпадает на севере (тундра), в средней полосе их сумма увеличивается, а к югу (в степной зоне) снова уменьшается, в пустынях она падает до минимума.

Различаются осадки, образующиеся на поверхности земли (роса, иней, изморози, гололед) и осадки, образующиеся в воздухе и выпадающие на землю из облаков (дождь, снег, круп, град). Наибольшее значение для растительности имеют осадки, выпадающие в виде дождя и снега.

Количество осадков определяет поступление влаги в почву, а величины отдельных приходных и расходных статей водного баланса определяют тип водного режима почвы.

А.А. Роде, развивая учение Г.Н. Виссонского о типах водного режима почв, выделяет следующие их типы¹.

1. **Промывной** - характерен для почв таежно-лесной и других зон, где осадки превышают испаряемость. Почва ежегодно промачивается до грунтовых вод и часть влаги уходит с грунтовым стоком;

2. **Периодически промывной** - характерен для серых лесных почв лесостепной зоны. Промывание до грунтовых вод происходит периодически, лишь в годы, когда сумма выпавших осадков превышает испаряемость

3. **Непромывной** - характерен для черноземов, каштановых и бурых почв и сероземов, где испаряемость превышает сумму атмосферных осадков. Почвенно-грунтовая толща никогда не промачивается до грунтовых вод

1. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. М., 1965.

4. **В и п о т н о й** - возникает в районах, где испаряемость значительно превышает сумму осадков.

5. **М е р з л о т н ы й** - встречается в районах распространения вечной мерзлоты и характеризуется насыщением почвы влагой большую часть вегетационного периода.

6. **И р р и г а ц и о н н ы й** - создается в результате дополнительного увлажнения оросительными водами.

Учет запасов влаги в почве является одним из необходимых условий для определения влагообеспеченности растений. Запасы влаги в почве, составляющие 60-80% полевой влагоемкости, обеспечивают оптимальные условия для вегетации растений².

В условиях выровненного рельефа влагозапасы почвы определяются климатическими условиями, характером почвенных разностей и особенностями растительности. В пересеченной местности, помимо перечисленных факторов, влагозапасы почвы в очень сильной степени зависят от местоположения участков. Вода, поступающая на поверхность почвы, при неровном рельефе одновременно с поглощением почвой будет перераспределяться и передвигаться по поверхности. Так, на склонах приход воды за счет летних осадков будет увеличиваться вниз по склону, достигая максимальных величин у подножий склонов и в долинах. Подножия склонов получают, по сравнению с ровным местом, влаги больше на 20-40% в зонах избыточного и достаточного увлажнения и на 15-20% в засушливой зоне³.

Вода в почве находится под действием нескольких сил различной природы: силы тяжести, сил молекулярного притяжения, исходящих из твердой фазы почвы, сил молекулярного притяжения, действующих между молекулами воды.

Для определения количества продуктивной влаги, используемой растениями, необходимо из общего запаса влаги в почве вычесть количество связанной воды. Этому количеству примерно соответствует влажность устойчивого завядания растений. Влажностью устойчивого завядания, или коэффициентом завядания, называется влажность почвы, при которой тургор растений не восстанавливается даже в близком к насыщению воздухе. Чем богаче почва гумусом и мелкоземом, тем влажность устойчивого завядания выше (табл. 2).

2. Алпатъев А. М. Влагооборот культурных растений. Л., 1954.

3. Микроклимат СССР, Л., 1967.

Таблица 2
Влажность устойчивого завядания растений на различных типах почв

Название почв	Влажность устойчивого завядания, % (от веса абсолютно сухой почвы)
Песок	0,5 - 1,5
Супесь	1,5 - 4,0
Суглинок легкий	3,5 - 7,0
Суглинок средний	5,0 - 7,0
Суглинок тяжелый	8,0 - 12,0
Глина	12,0 - 20,0
Торф (низинного болота)	40,0 - 50,0

Запасы продуктивной влаги в почве вычисляются по формуле:

$$W = 0,1 \cdot 0,01 \cdot h (B - BZ)^4,$$

где W - запасы продуктивной влаги, мм,

$0,1$ - коэффициент перевода в мм водного слоя,

$0,01$ - объемный вес почвы, г/см³,

h - мощность слоя почвы (см), для которого рассчитывают запасы продуктивной влаги,

B - влажность почвы, % от абсолютно сухого веса,

BZ - влажность завядания, % от абсолютно сухой почвы

Поступление влаги в почву и накопление ее в значительной степени зависит от водопроницаемости и влагоемкости ее.

Водопроницаемость измеряется количеством влаги, поступившей в почву с ее поверхности. При недостаточной водопроницаемости влага застаивается на поверхности почвы или стекает по уклону местности. При очень высокой водопроницаемости влага выпадающих осадков быстро опускается за пределы корневой системы растений и не может быть использована ими. Водопроницаемость зависит от механического состава, структуры, сложения и минералогического состава почв. Лучшее всего она выражена на почвах легкого механического состава, хуже - в суглинистых и глинистых, особенно, если они бесструктурны.

Влагоемкость - это количество влаги, которое способна удержать почва. В зависимости от того, в какой форме находится удерживаемая почвой влага, различают полную, полевую, капиллярную и максимальную-абсорбционную виды влагоемкости.

4. Александрова Л. Н., Найденова О. А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. Л., 1967.

Полная влагоемкость, или водовместимость, — это количество влаги, удерживаемое почвой в состоянии полного насыщения. Для почв нормального увлажнения такое состояние может быть после снеготаяния, обильных дождей или при поливе большими нормами.

Полевая влагоемкость — это максимальное количество влаги, которое почва способна длительное время удерживать после обильного ее увлажнения и свободного стекания воды при условии исключения испарения и капиллярного увлажнения за счет грунтовых вод. При полевой влагоемкости в почве содержится максимальное количество доступной растению влаги, так как 55–75% пор почвы заполнено водой. В среднем полевая влагоемкость в % от веса абсолютно сухой почвы составляет для песчаных почв 4–9%, для супесчаных почв — 10–17%, для легко- и среднесуглинистых почв 18–30%, для тяжелосуглинистых и глинистых почв — 23–40%.

Капиллярная влагоемкость — это количество воды, удерживаемое в капиллярно-подпертом состоянии.

Максимально-адсорбционная влагоемкость — наибольшее количество прочносвязанной влаги, которое способна удержать почва. Она немного меньше величины максимальной гигроскопичности, под которой понимается наибольшее количество гигроскопической воды, поглощенной почвой из воздуха, почти полностью насыщенного водяными парами и выраженное в процентах от веса сухой почвы.

В качестве экологического фактора большое значение имеет движение воздуха (ветер). На ветру усиливается испарение, растения теряют значительно больше воды, чем обычно. Нарушается водный баланс растений, особенно при действии суховея в засушливых местностях.

Все климатообразующие процессы взаимно связаны. Режим каждого элемента климата является результатом совместного действия теплооборота, влагооборота и атмосферной циркуляции.

П о н я т и е о м и к р о к л и м а т е

Под микроклиматом понимается климат небольшой территории, возникающий под влиянием различий рельефа, растительности, состояния почвы, наличия водоемов, застройки и других особенностей подстилающей поверхности на суше⁵. Особенности микроклимата про-

5. Микроклимат СССР / Под ред. И.А. Гольдберга. Л., 1967. /

являются в верхних слоях почвы и в нижнем, приземном слое воздуха до высоты 1,5–2 метра над поверхностью почвы.

Любой тип микроклимата формируется на фоне общих климатических условий природной географической зоны. Благодаря близости к деятельной поверхности микроклимат отличается большой изменчивостью по горизонтали, особенно, когда деятельная поверхность не однородна.

На равнинных территориях неоднородность состояния поверхности может быть вызвана чередованием участков с древесной или травянистой растительностью, оголенных, лишенных растительности, размещением водоемов и др. Это вызывает энергетические контрасты на отдельных участках, что связано с изменением температуры и влажности воздуха. Различные микроклиматы близких участков действуют друг на друга при помощи горизонтального переноса воздуха. Влияние оказывает и общий ветровой режим местности. Микроклиматические различия наиболее полно проявляются при ясной, тихой погоде и сглаживаются часто до нуля при пасмурной. Большое влияние на микроклиматические условия в приземном слое воздуха оказывает антропогенный фактор.

Каждое растительное сообщество характеризуется своим фитоклиматом (климат фитопеноса), который климатология считает одним из частных проявлений микроклимата вообще. Фитоклимат определяется структурой растительного покрова, высотой растений, их сомкнутостью и густотой; он характеризуется своеобразным распределением метеорологических элементов среди растительного покрова.

2. Методы измерения показателей микроклимата

Приборы, применяемые для микроклиматических наблюдений, должны подбираться таким образом, чтобы они не были громоздкими и не нарушали условия в естественном растительном покрове подстилающей поверхности. Для специальных микроклиматических измерений используются так называемые дистанционные приборы, приемная часть которых устанавливается в изучаемых условиях — среди травостоя, в кронах деревьев, на специальных мачтах на различных высотах над почвой, а показания их отсчитывают по гальванометру, находящемуся на расстоянии 12–15 м от мачты. Массовые микроклиматические наблюдения производятся более простыми механическими приборами, пригодными для экспедиционных условий.

Измерение солнечной радиации и температуры

На гидрометеорологических станциях для наблюдений за элементами радиационного баланса применяются термоэлектрические приборы. Они основаны на принципе измерения электрического тока, возникающего в цепи прибор-гальванометр в результате разности температур спаев термопары.

Для измерения прямой солнечной радиации применяется актинометр Савинова-Янишевского (АТ-50). Суммарная радиация и отдельно рассеянная радиация измеряется пиранометром Янишевского (М-80).

Альбедо определяется при помощи походного альбедометра. Радиационный баланс деятельной поверхности измеряется балансометром Янишевского. Все указанные приборы являются относительными и для перевода их показаний в кал/см² применяется переводной множитель, получаемый сравнением показаний данного прибора с контрольным, проверенным с абсолютным прибором — пиргелиометром.

Для измерения фотосинтетически активной радиации (ФАР) применяется фотоэлектрический фитоактинометр. Фотосинтетически активная часть радиации — это радиация с длинами волн в пределах от 0,40 до 0,70 мкм, которая может поглощаться хлорофиллом и обеспечивать осуществление фотосинтеза. В качестве приемника энергии в фитоактинометре используются селеновые фотоэлементы, простота эксплуатации которых делает их удобными для измерений в полевых условиях. Основная область чувствительности селенового фотоэлемента совпадает с областью ФАР. Наличие молочного стекла над фотоэлементом несколько улучшает равномерность освещения, но более удовлетворительный эффект дает мозаичное расположение различных фильтров по поверхности фотоэлемента. Фотоэлемент подключается к микроамперметру типа ЛМ на 50 микроампер. Для измерений больших интенсивностей радиации на фотоэлемент надевается ослабляющая диафрагма, представляющая собой тонкий зачерненный диск, в котором просверлен ряд равномерно расположенных отверстий.

Широко распространенным способом учета радиации в полевых условиях является измерение ее при помощи люксметров. Они выражают степень освещенности в люксах. В качестве приемника энергии в люксметрах используются селеновые фотоэлементы, над которыми прикрепляется матовое стекло, способствующее равно-

мерности освещения. Фотоэлемент подключается к микроамперметру, имеющему три совмещенных шкалы, градуированные в люксах (на 25, 100 и 500 люксов). При помощи рычажка в верхней части прибора производится установка на соответствующую шкалу в зависимости от освещенности в данном растительном сообществе.

Температура воздуха измеряется различными термометрами. В метеорологии в зависимости от назначения применяются жидкостные термометры (ртутные и спиртовые) нескольких конструкций, отличающиеся формой резервуара, чувствительностью, диапазоном измерений и др. Для измерения минимальной температуры воздуха за промежутки времени между сроками наблюдений применяется минимальный термометр (спиртовой, с цилиндрическим резервуаром). В капилляре термометра в столбике спирта находится стеклянный штифт с головками на концах. По положению штифта и определяется минимальная температура; при измерении температуры минимальный термометр устанавливается горизонтально. Для измерения максимальной температуры за промежуток времени между сроками наблюдений применяется максимальный ртутный термометр. В дно резервуара его впаян узкий конический стеклянный штифт, конец которого входит в начало капилляра, образуя сужение поперечного сечения канала, что затрудняет свободный проход ртути при изменении температуры. Рабочее положение термометра почти горизонтальное с небольшим наклоном в сторону резервуара.

При определении температуры воздуха необходимо защищать термометры от прямых солнечных лучей. Вязание минимальной температуры приурочивают к моменту восхода солнца, а максимальной — к 14-15 часам по местному времени.

Для непрерывной регистрации температуры воздуха служит термограф. Колебания температуры воспринимаются изогнутой биметаллической пластинкой, одним концом скрепленной при помощи держателя со станиной термографа, а другим — при помощи рычажного механизма соединенной со стрелкой, оканчивающейся пером. При изменении температуры биметаллическая пластинка вследствие различия коэффициентов расширения образующих ее металлов изгибается, что передается стрелке с пером, которое чертит линию хода температуры на специально разграфленной ленте, надетой на барабан, вращающийся при помощи часового механизма. Термограф помещается в кожух для самописцев. Поскольку термограф — относительный прибор, в начале и конце измерений на ленте записывают показания термометра (сухого, из

психометра Ассмана), которые необходимы для обработки данных, записанных самописцем на ленте за время работы.

Для наблюдений за температурой верхних слоев почвы наибольшее применение имеют почвенные термометры системы Савинова. Их выпускают комплектом, в который входят термометры для измерения температуры почвы на глубинах 5, 10, 15 и 20 см. Термометры Савинова ртутные, резервуары их цилиндрические с округленным коншом. Немного выше резервуара термометры изогнуты под углом 135° ; коленчатый изгиб позволяет вставлять термометр в почву так, чтобы резервуар и часть термометра до изгиба находились в горизонтальном положении под слоем почвы, а часть термометра со шкалой располагалась над почвой. Шкала у термометров градуирована через $0,5^\circ$, только в той части термометра, которая располагается над почвой и доступна для отсчетов. Ниже шкалы оболочка термометра заложена ватой с сургульными прослойками. Для установки термометров в почву делается емкость длиной 40 см и шириной 25–30 см с одной отвесной стенкой; термометры вставляются в отвесную стенку емкости, начиная с наибольшей глубины (расстояния между термометрами должно быть около 10 см). Каждый термометр вставляется в почву до самого изгиба и после установки всего комплекта термометров емкость засыпает землей вровень с поверхностью всего участка.

Показания термометров снимают через 10 минут после установки.

Для наблюдений за температурой почвы на больших глубинах применяются почвенные витяжные термометры, которые устанавливаются в специально пробитые металлической штангой отверстия того же диаметра до нужной глубины.

Наблюдения за режимом осадков

Наблюдения за режимом осадков состоят из определения вида осадков, их интенсивности, времени выпадения и измерения количества выпавших атмосферных осадков. Количество осадков определяется высотой слоя воды визуально и с помощью специальных приборов. На метеорологических станциях измерения количества осадков производится с помощью осадкомера Третьякова. Комплект осадкомера состоит из двух металлических сосудов для сбора и сохранения выпадающих осадков и двух измерительных стаканов. Сосуд для сбора осадков имеет форму цилиндра высотой 40 см с площадью приемной поверхности 200 см^2 . Сосуды имеют специальную ветровую защиту. С помощью измерительного стакана определяется количество осадков, попавших в осадкомер (станан имеет

100 делений, каждое из которых соответствует слов осадков высотой 0,1 мм).

Наблюдения над снежным покровом состоят из определения степени покрытия снегом, измерения его высоты и плотности. Высота снежного покрова измеряется с помощью постоянных снегомерных реек длиной 180 см и переносных реек, используемых при снегомерных съемках на отдельных элементах ландшафта. Для определения плотности снега применяется весовой снегомер, который состоит из цилиндра высотой 60 см, и весов. На боковой поверхности цилиндра имеется шкала для измерения высоты врезанного столба снега. Перед производством наблюдений необходимо проверить равновесие весов с подвешенным к ним пустым цилиндром. Для измерения плотности снега цилиндр погружают отвесно в снег отточенным краем вниз, слегка надавливая на него. Затем отсчитывают высоту снежного покрова по шкале цилиндра, подводят лопаточку под нижний край его и взвешивают. Если высота снежного покрова по переносной рейке в точке определения плотности снега превышает высоту цилиндра, то весь столб снега берется не в один, а в несколько приемов. По каждой пробе записываются отсчет по шкале цилиндра h и отсчет по линейке весов M . Значение плотности снега d г/см^3 вычисляется путем деления веса пробы на ее объем. По средней высоте и средней плотности снега на маршруте определяется запас воды в снежном покрове (для перевода в миллиметры результат умножается на 10).

Методы измерения влажности воздуха и почвы

Из многочисленных методов измерения влажности воздуха наибольшее распространение получили методы психометрический и сорбционный. Психометрический метод основан на определении разности показаний двух термометров, резервуар одного из которых обернут батистом и смочен водой. По этому принципу работают станционный и аспирационный психометры.

Аспирационный психометр Ассмана весьма удобен для работы в экспедиционных условиях, так как он портативен и не требует специальных защитных установок. Он является одним из наиболее точных метеорологических приборов и широко применяется для наблюдений за влажностью воздуха в приземном слое и в различных ярусах фитосеносов. Скорость движения воздуха у

резервуаров термометров аспирационного психрометра Ассмана постоянна (2 м/с), что обеспечивается искусственной вентиляцией. В психрометре применены ртутные термометры с резервуарами одинаковой формы и размера. Термометры укреплены в металлической оправе, состоящей из трубки, раздваивающейся книзу, и планочных зажимов. Верхний конец трубки соединен с аспиратором. Аспиратор имеет пружинный механизм, который и приводит во вращение вентилятор. Весь прибор никелирован, что обеспечивает отражение солнечных лучей.

Перед началом наблюдений психрометр должен иметь температуру, близкую к температуре воздуха в пункте наблюдений. Для этого обычно достаточно 15-20-минутного пребывания его на воздухе. Если психрометр длительный период находится на солнце без вентиляции, то его перед применением необходимо провентилировать в течение 10 минут. Смачивание термометра, обвязанного батистом, производится дистиллированной водой за 3-4 минуты до отсчета. Во время наблюдений прямые солнечные лучи не должны падать на термометры психрометра. Смочив термометр, при помощи ключа заводят механизм, вращающий вентилятор. Отсчет производится по сухому и смоченному термометрам. Учитывая их показания, определяют влажность воздуха по специальным психрометрическим таблицам, составленным на основе выведенных для вычисления формул.

Сорбиционный метод определения влажности воздуха основан на использовании гигроскопических тел, состояние которых определенным образом зависит от количества сорбированной воды, находящейся в состоянии равновесия с влажностью окружающего воздуха. На этом принципе основано устройство волосного, пленочного и электрического гигрометров.

Наиболее распространенным методом определения влажности почвы является метод сушки, в основу которого положен учет количества воды, испарившейся из почвы в результате высушивания ее в термостате. Влажность почвы, определяемая в данный момент, соответствует полевой влажности и позволяет вычислить запасы влаги в почве и отдельных ее горизонтах.

Для определения полевой влажности образцы берут буром по слоям почвы (через 5, 10, 20 см) в специальные предварительно взвешенные и пронумерованные металлические стаканчики с крышками. Почвой заполняют стаканчик на 1/2-1/3 его объема и взвешивают, закрыв крышкой. Затем образец высушивают в сушильном

шкафу в течение 5 часов при температуре 105° (крышка стаканчика при этом надевается на дно) и после охлаждения снова взвешивают (высушивание продолжают до постоянного веса). Полеву влажность в процентах рассчитывают по формуле:
$$A' = \frac{a}{b} \cdot 100$$
, где a - вес испарившейся влаги, b - вес сухой почвы (после высушивания), 100 - коэффициент пересчета в проценты.

Измерение характеристик ветра

Для характеристики ветрового режима определяют скорость и направление ветра. Скорость ветра измеряется в метрах в секунду (м/с); за направление ветра принимается то направление, откуда перемещается воздух, и определяется оно в угловых градусах или румбах.

Для характеристики скорости ветра в приземном слое используется ручной анемометр Фусса со счетным механизмом. Чувствительным элементом в нем является небольшая вертушка с четырьмя полусферическими чашками, укрепленная на оси. На нижнем конце оси имеется червячный механизм, связывающий ее со счетчиком числа оборотов. Счетчик состоит из зубчатых колес, связанных с тремя стрелками, которые при вращении вертушки перемещаются по трем шкалам, соответствующим определенному количеству оборотов вертушки. Перед началом работы с прибором делают первый предварительный отсчет показаний стрелок анемометра. При измерении скорости ветра анемометр держат вертикально, плоскость циферблата расположена параллельно направлению ветра, шкала обращена к наблюдателю. Для измерения скорости ветра счетчик анемометра включается на 5-10 минут. После выключения счетчика снимают показания прибора по всем трем шкалам. Разность показаний счетчика анемометра до и после наблюдений делят на время наблюдения в секундах и находят скорость ветра в м/с. Для измерения скорости ветра менее 1 м/с ручной анемометр непригоден.

3. Микроклимат различных типов растительности

Наличие растительности изменяет температурный режим и усложняет влагообмен в приземном слое по сравнению с оголенной почвой. Микроклимат отдельных фитонемов зависит от подстилающей поверхности, создаваемой растительным покровом, его структуры, высоты растений, их сомкнутости. Он закономерно

изменяется с ростом и развитием растений в данном фитоценозе.

Микроклимат леса

В лесу имеют место две или три деятельные поверхности: первая — в кронах деревьев, вторая — на поверхности травяного или мохово-лишайникового яруса, покрывающего почву, а если в лесу имеется густой кустарниковый ярус, то на поверхности крон кустарников наблюдается третья деятельная поверхность. В зависимости от видового состава и сомкнутости древесного полога, от наличия и густоты кустарникового яруса изменяется значение той или иной деятельной поверхности.

По данным Б.П. Кароля⁶, густой лес высотой 20-30 м пропускает к почве всего 2-3% падающей на его поверхность радиации, причем под полог лиственного леса поступает света больше, чем под полог хвойного. Так, например, густой еловый лес пропускает лишь 0,7-1% от всей радиации. Меньшая сомкнутость крон в лиственном лесу, мозаичное расположение листьев способствуют повышению количества проходящей радиации, а в холодную половину года, когда лиственный лес стоит оголенный, даже сомкнутые кроны пропускают до 60% проходящей радиации.

Размеры освещенности под пологом леса в насаждениях лиственных с липой и кленом во втором ярусе с подлеском из бузины, по Г.В. Тимофееву⁷, следующие:

- у верхушек лиственных — 44 400 люксов;
- у верхушек липы и клена — 30 500 люксов,
- в средней части крон липы и клена — 10 700 люксов,
- на высоте подлеска из бузины — 2 000 люксов,
- под подлеском, над поверхностью почвы — 420 люксов.

По данным М.И. Сахарова⁸, изучавшего фитоклимат лесов, солнечная радиация в сосняке-брусничнике на высоте 80 см от поверхности почвы равна 25% полной радиации, а при наличии в

таком лесу густого елового подроста на той же высоте — только 8,1%.

Лесная растительность изменяет не только количество и силу света, но и его качество: во-первых, в лесу мало прямых солнечных лучей и преобладает рассеянный свет, а во-вторых, этот свет имеет иной спектральный состав, чем на открытых местах. В нем меньше физиологически активных для растений лучей спектра (желто-красных), так как часть их поглощается зеленым пологом леса, и больше зеленых лучей, проходящих сквозь листья.

Вследствие резкого изменения скорости ветра на уровне крон нагревание их идет с большими микроколебаниями температуры. Они слабо воздействуют на температуру внутри леса, так как в лесу вертикальный обмен ослаблен.

Одной режим лесного местобитания находится под сильным влиянием лесной растительности. По А.П. Шенникову⁹, лесная растительность, с одной стороны, увеличивая влажность воздуха в лесу, уменьшая испаряемость влаги с поверхности почвы и задерживая поверхностный сток атмосферных осадков, замедляет высыхание поверхностных слоев почвы, способствует накоплению влаги в почве и сохраняет ее более влажной, чем на участках вне леса. С другой стороны, испаряя часть осадков с крон и транспирируя, лес заметно уменьшает количество осадков, поступающих в почву, уменьшает запас почвенной влаги в глубоких горизонтах почвы, иссушает их, вплоть до заметного понижения грунтовых вод в одних физико-географических условиях и расходования всего запаса воды — в других.

Количество осадков, выпадающих на территории, занятую лесом, больше, чем на открытом участке, так как в лесу наблюдается повышенная влажность и пониженная температура воздуха, благодаря чему водяной пар здесь находится ближе к состоянию насыщения. Часть осадков, выпадающих как в жидком, так и в твердом виде, задерживается кронами деревьев и испаряется с них, не достигнув почвы (в умеренных широтах эта величина достигает 25%, однако в зависимости от типа леса, его возраста и интенсивности выпадающих осадков она может

6. Кароль Б.П. Микроклимат и методы его изучения при геоботанических исследованиях. — В кн.: Полевая геоботаника, М., Л., 1959, т. I.

7. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л., 1964.

8. Сахаров М.И. О влиянии отдельных ярусов лесных ценозов на радиацию и освещенность. — ДАН СССР, т. 62, 1968, № 5.

9. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л., 1964.

варьировать в широких пределах). До 10–15% дополнительного количества осадков в лесах средней полосы Европейской части СССР получается за счет оседания тумана, изморози, гололеда.

Задерживая часть осадков на деревьях, лесная растительность производит перераспределение проникающей в лес воды на поверхности почвы. Вместо равномерного распределения часть воды стекает по стволам к их основаниям, часть (наименьшая) попадает под кроны, часть (наибольшая) попадает в промежутки между проекциями кроны. Принято считать, что при интенсивности осадков 5–10 мм стекает по стволам взрослых деревьев: в осиновом лесу – 3,2%, в березовом – 2,8%, дубовом – 0,41%, сосновом – 0,09; еловом – 0,01¹⁰. На пути к почве вода встречает в лесу также подстилку, которая стлчается большой влагоемкостью и может поглощать от 2,5 до 15 мм осадков (в зависимости от толщины ее).

Влажность воздуха в лесу повышена. Наибольшая абсолютная влажность наблюдается внутри кроны, особенно в дневные часы. В среднем за сутки относительная влажность в лесу на 2–10% больше, чем в открытом поле и над кронами деревьев.

Скорость ветра внутри леса постепенно затухает, причем это зависит от скорости ветра вне леса, типа леса, его густоты. В густом лиственном лесу внутри леса на расстоянии 50 м от опушки скорость ветра составляет 60–70% от первоначальной, на расстоянии 70 м – 23–27%, на расстоянии 100 м – 7% и на расстоянии 200 м – 2–3%¹¹. Затухание ветра влечет за собой увеличение влажности воздуха, понижение испарения с поверхности почвы, замедление перемещения слоев воздуха.

Микроклимат травяной растительности (луга, степи)

В травянистом покрове можно выделить две деятельные поверхности: I) верхнюю поверхность растительного покрова и

10. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л., 1964.

11. Кароль Б.П. Микроклимат и методы его изучения при геоботанических исследованиях. – В кн.: Полевая геоботаника. Т. I. М.–Л., 1959.

2) поверхность почвы, куда доходит прямая радиация. В зависимости от густоты травостоя могут быть четко выражены или обе поверхности, или одна из них. В травянистых фитоценозах трава задерживает на себе часть осадков, влияет на водопроницаемость почвы, на расход воды. По наблюдениям А.П. Шенникова¹², в окрестностях Ленинграда невысокий травянистый покров лужайки пропускал к почве за период вегетации лишь 27–33% выпавших осадков.

Высоким густым травостоем осадки непродолжительного дождя могут быть задержаны полностью. Плотное задернение поверхностного слоя почвы способствует задержанию воды в этом слое. В районах с преобладанием осадков над испарением это накопление воды может дать начало заболачиванию. В районах, где испарение преобладает над осадками, это же явление ведет к общему иссушению почвы и к потере задержанной воды на физическое испарение.

Испарение с участка, занятого травянистой растительностью, зависит от величины испаряющей поверхности листьев травостоя и приводит к значительному повышению влажности воздуха среди растений и снижению температуры поверхности почвы.

Травянистая растительность – луговая, степная – создает свои особенности светового режима, затеняя растения нижнего яруса и поверхностный слой почвы. Тепловой режим почвы и приземного слоя воздуха в связи с этим зависит от густоты растений в травостое и их высоты. Густые заросли травянистых растений не только снижают температуру на поверхности почвы, но и на глубине до 20 см: так, в густых зарослях иван-чая на лесной гари температура на поверхности почвы достигала 26,5–27°, а на глубине 20 см – 18–19,5° (на оголенной почве в это же время температура была соответственно 54–56,5° и 21°)¹³.

12. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Л., 1964.

13. Шенников А.П. Экология растений. М., 1950.

ГЛАВА III. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВЫ

1. Определение понятия почва

Выдающийся русский ученый Василий Васильевич Докучаев писал: "под почвой следует понимать только те дневные или близкие к ним горизонты горных пород (все равно каких), которые более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов — живых и мертвых, что сказывается известным образом на составе, структуре и цвете таких продуктов выветри ания"¹.

Поскольку почва образуется из горной породы, она обладает многими признаками и свойствами ее. Минералогический, механический, химический состав почвы в значительной степени обуславливается почвообразующей породой. Например, на глинах формируются почвы глинистого, суглинистого, на песках — песчаного, супесчаного механического состава; на засоленных морских отложениях почвы содержат различные соли в той или иной части профиля.

Но почва отличается от горной породы наличием в ней органического вещества, называемого гумусом. Образование гумуса происходит при участии различных живых организмов, которые разрушают растительные и животные остатки, находящиеся в почве и на ее поверхности. Другим, в зависимости от количества тепла и влаги разложение идет с разной интенсивностью, поэтому в различных почвах содержание гумуса не одинаково.

В почве много минеральных солей, поступающих в нее при выветривании горной породы и при минерализации органического вещества. Количество и качество солей в почвах также зависит от климата. В черноземных почвах наряду с известью, гипсом встречаются легкорастворимые соли. Еще больше таких солей в солончаках, солонцах, бурых почвах пустыни. В серых лесных почвах, оподзоленных черноземах легкорастворимых солей практически нет, они хорошо вымываются атмосферными осадками.

Таким образом, почва состоит из органических и минеральных соединений, количество и качество которых весьма различно в зависимости от климата, растительности, рельефа и других фак-

1. Докучаев В.В. Разбор главнейших почвенных классификаций. — Избр. соч. М., 1948, т.3.

торов. Почве свойственно закономерное строение ее вертикального профиля с особыми морфологией, химическим составом, физическими и биологическими свойствами слагающих его горизонтов, а также особый характер процессов превращения и перемещения веществ и энергии"². Почва находится в непрерывном развитии.

2. Почвенные разрезы

Типы почвенных разрезов

Для изучения и определения почв в природе, установления границ между различными почвами, взятия образцов для анализов закладываются специальные ямы, которые принято называть почвенными разрезами. Они бывают трех типов: полные (основные) разрезы, полуямы (контрольные), прикопки (поверхностные).

Полные разрезы делают с таким расчетом, чтобы были видны все почвенные горизонты и частично верхняя часть неизменной или малоизмененной почвообразующей породы. Они служат для детального изучения морфолого-генетических признаков почв и взятия образцов по генетическим горизонтам с целью изучения физических и химических свойств. В практике полевых почвенных исследований почвенные резервы закладывают на глубину 1,5–2 м. При почвенно-мелиоративных исследованиях в степных и лесостепных районах Европейской части СССР основные разрезы делают глубиной не менее 2 м с дополнительным бурением до грунтовой воды.

Полуям закладываются на глубину 75–125 см до почвообразующей породы. Они служат для дополнительного изучения основной части почвенного профиля, мощности гумусового горизонта, глубины вскипания от *НС*, залегания солей и т.д.

Прикопки имеют глубину до 75 см и служат для уточнения почвенных границ, выявленных полными разрезами и полуямами.

Траншея длиной в 3–4 м, пересекающая несколько микроповышений и микропонижений, закладывается при изучении почвенного покрова ландшафта с хорошо выраженным микрорельефом.

2. Толковый словарь по почвоведению / Под ред. А.А. Роде, М., 1975, с.196.

Заложение почвенных разрезов

Прежде всего исследователь должен самым тщательным образом установить однородность рельефа и растительности той части местности, для характеристики почвенного покрова которой намечается почвенный разрез. Разрез необходимо закладывать в наиболее характерном месте обследуемой территории. Каждый новый элемент рельефа должен быть охарактеризован особым основным разрезом. Чем спокойнее и однороднее рельеф, тем меньше на данной площади можно намечать разрезов, и наоборот.

Разрезы нельзя закладывать вблизи дорог, у обочин канав, в нетипичных для данной территории микропонижениях. Некоторыми особенностями отличаются способы заложения разрезов в лесу. Лучше всего заложить основной разрез под хорошо развитыми кронами деревьев, а не в просветах между ними. В лесных массивах почвы под разными древесными породами неодинаковы (например, в тайге под пологом ели — сильно-подзолистые, а под пологом березы — менее оподзоленные). При изучении почвенного покрова на лесных стационарных площадках рекомендуется закладка траншеи от ствола или пня одного дерева до ствола или пня другого дерева, что позволит проследить все изменения почвы³.

На выбранном для почвенного разреза месте копают яму (размером 0,8x1,5x2,0 м) так, чтобы три стенки ее были отвесными и сплошными, а четвертая (задняя) — со ступеньками. Передняя "лицевая" стенка, которая предназначается для изучения почвенного разреза, должна быть обращена к солнцу. Почву из ямы необходимо выбрасывать на длинные боковые стороны, но ни в каком случае не в сторону "лицевой" стенки, так как это приводит к ее загрязнению и даже к разрушению верхней части. Копая яму, полезно отложить недалеко от разреза по одному образцу почв из каждого горизонта для дополнительного осмотра и изучения окраски, структуры и других признаков почв.

Когда яма готова, исследователь должен в первую очередь определить характер почвообразующей породы, ее механический состав, засоление, степень увлажнения и взять образец, так как при препарировании нижняя часть лицевой стенки и дно ямы бу-

дут засорены, засилены. После этого лопатку гладко очищают лопатой и одну — правую половину стенки препарируют стамеской или малой саперной лопатой для того, чтобы лучше рассмотреть морфолого-генетические признаки почв, а вторую — левую половину стенки оставляют в гладко защищенном виде для сравнения и контроля.

3. Строение почвенного профиля

Общая характеристика почвенных горизонтов

Вскрыв почву достаточно глубоким разрезом, мы обнаруживаем, что почвенная толща не представляет совершенно однородной массы, а всегда состоит из различных по окраске, плотности, структуре и другим признакам слоев, или генетических горизонтов. "Дифференциация почвенного профиля на горизонты представляется необходимым моментом всякого почвообразования" — говорил Б.Б.Полынов⁴.

Почвенные горизонты обозначаются буквами А, В (собственно почвенные горизонты), С (почвообразующая порода). Чем лучше развит профиль, тем яснее выделяются его последовательные горизонты. Молодые почвы маломощны, они близки к первоначальной почвообразующей породе, в них нельзя выделить ни одного горизонта. Относительно слабо развитые почвы имеют профиль типа АС, в таких почвах процессы передвижения продуктов выветривания почти не выражены.

Согласно принятой сейчас в нашей стране системе, используются следующие символы главных генетических горизонтов почв⁵:

- A_0 — лесная подстилка или стеной войлок,
- A — гумусовый, состоящий в свою очередь из горизонтов гумусово-аккумулятивного (A_1) и подзолистого или осолоделого (A_2),
- $A_{пах}$ — пахотный,
- B — иллювиальный или переходный, с разделением на B_1 , B_2 и B_3 ,
- B_k — карбонатный,

3. Почвенная съемка. М., 1959, с. 18.

4. Полынов Б.Б. Генетический анализ морфологии почвенного профиля. — Тр. Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева, 1930, вып. 3-4.

5. Розанов Б.Г. Генетическая морфология почв. М., 1975.

- g - глеевый,
- C - материнская порода,
- Д - подстилавшая порода.

Горизонт A_0 - самый верхний слой, имеет мощность от 2 до 3-4 см, представлен неразложившимися или слабо разложившимися органическими остатками. В лесу - это лесная подстилка, в целинной степи - степной войлок, на лугу - дернина.

Горизонт А - гумусовый, черного, темно-серого, серого цвета, мощность его может измеряться единицами и десятками сантиметров, в некоторых почвах, как например, в черноземах, она достигает 100-200 см. Горизонт А может подразделяться на два самостоятельных горизонта A_1 и A_2 . Чаще всего такое разделение характерно для почв с кислой и щелочной реакцией почвенного раствора, в которых происходит более активное разрушение минеральных и органических веществ и передвижение их по почвенному профилю.

Горизонт A_1 - гумусово-аккумулятивный. Он формируется в верхней части почвенного профиля, хорошо гумусирован, что отражается на его окраске - он имеет темно-серый, серый, буровато-серый цвет.

Горизонт A_2 - элювиальный, или горизонт вымывания. Отсюда в процессе почвообразования выносятся ряд веществ в нижележащие горизонты. В результате горизонт обедняется глинистыми минералами и относительно обогащается кремнеземом, который придает почве белесоватый пепельный оттенок. Горизонт приобретает пластинчато-листоватую структуру или становится бесструктурным. В разных почвах элювиальный горизонт получает различное название (подзолистый в подзолистых и дерново-подзолистых почвах, осолоделый - в осолоделых).

Горизонт А болотных почв, называемый торфяным, представлен органическими остатками разной степени разложения и имеет свою индексацию. И.С.Кауричев⁶ с сотрудниками выделяет следующие горизонты:

- A_0^T - торфяный слабоазложившийся,
- A_0^{IT} - перегнойно-торфяный, среднеразложившийся,
- A_0^P - перегнойный или сильноразложившийся.

6. Почвоведение / Псд ред. И.С.Кауричева, И.П.Гречина, И., 1969.

При обработке почвы горизонт А изменяет структуру, цвет сложение и другие признаки, поэтому выделяют пахотный горизонт, обозначаемый индексом A_{II} . Мощность пахотного слоя разная в зависимости от типа почвы и глубины вспашки. Он включает в себя A_0 (если пахется целинная степь), часть горизонта А (в типичных черноземах) или весь горизонт A_1 и часть A_2 (в почвах подзолистых, дерново-подзолистых, осолоделых).

Ниже горизонта А располагается и л л в и а л ь н ы й горизонт В, или горизонт вымывания. В нем откладываются подвижные продукты почвообразования - органические и органо-минеральные соединения, истинные и коллоидные растворы кремнезема, минеральных солей, которые вымываются из вышерасположенных почвенных горизонтов нисходящими токами влаги, или переносятся боковым током почвенно-грунтовых вод с повышенных элементов рельефа. Выпадая в осадок, эти соединения вызывают уплотнение иллювиального горизонта, в результате чего он приобретает ореховатую, призмовидную или столбчатую структуру. Иллювиальный горизонт весьма характерен для оподзоленных, солонцеватых и осолоделых почв, где он имеет коричневую, коричневатую-бурую, темно-бурую или бурую с коричневым оттенком окраску. Иллювиальные горизонты, образующиеся в почвах, бывают весьма разнообразными по химическому составу: карбонатными, гипсовыми, иллювиально-гумусовыми, железненными и т.д. При этом в ряде почв можно наблюдать несколько иллювиальных горизонтов, располагающихся один над другим. Так, например, встречаются почвы, в которых присутствует карбонатный горизонт и ниже его гипсовый горизонт (каштановые, бурные), или же почвы, в которых в верхней части иллювиального горизонта накапливаются полуторные окислы, а ниже обнаруживается скопление карбонатов кальция (серые лесные почвы). В связи с этим выделяют горизонты B_1 , B_2 и т.д. Карбонатный горизонт обозначается индексом B_k .

Для почв гидроморфного ряда характерен глеевый горизонт (g). Глеевый горизонт формируется в условиях длительно-го или постоянного избыточного увлажнения и недостатка свободного кислорода, в результате чего развиваются анаэробно-восстановительные процессы. Эти условия приводят к образованию характерных для глеевого горизонта закисных соединений железа и марганца, подвижных форм алюминия, дезагрегированная почвы. Сизо-ато- или зеленовато-серой окраске глеевых горизон-

тов обычно сопутствуют окристые пятна, образовавшиеся в результате попеременного проявления аэробных и анаэробных процессов в почве, а также черные или темно-бурые пятна из железо-марганцевых новообразований. Если признаки оглеения проявляются и в других горизонтах, то к их буквенному обозначению добавляют букву "g", например, A_{2g}, B_{1g} и т.д.

Ниже иллювиального горизонта или совокупности нескольких иллювиальных горизонтов располагается внешне слабо затронутая почвообразованием почвообразующая порода, обозначаемая буквой C. Почвообразующая порода может быть однородной или неоднородной по своим свойствам. В почвообразующей породе могут встречаться четко выраженная слоистость или скопления разнообразных солей, тогда соответственно выделяют C₁, C₂, C₃.

Подстилавшая порода (D) выделяется в том случае, если почвенные горизонты образовались на одной породе, а ниже нее расположена другая, например, почва сформировалась на лесовидном суглинке (почвообразующая порода), подстилаемом древнеаллювиальными песками (подстилавшая порода).

При морфологическом описании почв и выделения почвенных горизонтов всегда отмечается характер перехода одного горизонта в другой: резкий или постепенный по горизонтальной линии или в виде языков и карманов. Постепенным переход считается в том случае, если окраска одного горизонта сменяется другой на протяжении больше 5 см, ясным - на протяжении 2 - 5 см, и, наконец, резким - на протяжении не более 2 см.

Морфологические особенности генетических горизонтов почв

Морфологические признаки почвы отражают внутренние свойства почвы, ее происхождение и историю развития. Правильно применяя морфологический метод и зная корреляцию между теми или иными внешними признаками почвы и ее внутренними свойствами, можно с помощью морфологического анализа почвенного профиля уже в поле составить представление о типе и об истории происхождения почвы, о ее физических и химических свойствах, хозяйственной ценности и плодородии. Под морфологическими признаками почвенных горизонтов понимают их мощность, цвет, сложение, структуру, механический состав, наличие новообразований и выщелачиваний, вскипание от *НСС*

Мощность почвы и отдельных ее горизонтов

Мощностью почвы называется ее вертикальная протяженность, то есть толщина от ее поверхности вглубь до неизменной почвообразовательными процессами почвообразующей породы. У различных почв мощность неодинакова, с колебаниями от 20-30 (у тундровых глеевых) до 100-150 см (у типичных и обильновенных черноземов). Мощность почвы складывается из мощностей генетических горизонтов. Отмечая мощность того или иного горизонта, необходимо указывать его верхнюю и нижнюю границы, например, A₀ = $\frac{0-3 \text{ см}}{3}$, A₁ = $\frac{3-17 \text{ см}}{14}$, A₂ = $\frac{17-25 \text{ см}}{8}$ и т.д.

При таком отсчете видна не только мощность горизонта, но и глубина его расположения.

Цвет

Главнейшими соединениями, обуславливающими цвет тех или иных горизонтов почвы, являются: перегнойные вещества, окрашенные в черные и коричневые тона; окисные соединения железа и соединения марганца, дающие гамму желтых, оранжевых, красных и фиолетовых оттенков; кремнезем, углекислая известь, каолинит, гидрат окиси алюминия и легко растворимые соли (хлориды и сульфаты), окрашенные в белый цвет; закисные соединения железа, имеющие сизоватую и голубоватую окраску.

Сочетание этих соединений в различных количествах дает разнообразную окраску профиля почвы и ее отдельных горизонтов, начиная от интенсивно черного цвета перегнойного горизонта черноземов или белесого цвета иллювиального горизонта подзолистых и осолоделых почв, до яркокрасного цвета красноземов или голубовато-сизого цвета глеевых горизонтов болотных почв.

Комбинация черного и красного цветов дает гамму коричневых и каштановых оттенков; сочетание черного и белого цветов образует ряд серых тонов, а белого и красного цветов - желтые и оранжевые оттенки. Сочетание черного, красного и белого цветов дает очень распространенные в почвах бурые оттенки. Необходимо отметить, что окраска горизонтов почвы обычно не имеет ярких, чистых тонов, преобладают смешанные, несколько тусклые тона. При описании окраски приходится поэтому детализировать тон словами "темно" - и "светло" - или отмечать промежуточный тон двойным названием (например, светло-бурый, белесовато-палевый, буровато-серый и т.д.).

Следовательно, при определении цвета почвы необходимо установить прежде всего основной преобладающий цвет (черный, серый, бурый, коричневый, каштановый, красный, оранжевый, желтый, палевый, белесый и т.д.), далее — наличие основной окраски (темно-серый, светло-серый, темно-каштановый и т.п.), а также отметить оттенки, сочетая названия двух цветов (буровато-серый), причем преобладающий цвет ставится на последнем месте.

При определении оттенка основного цвета используют два суффикса: -ато/, и -о-. 1) Слабый оттенок — -ато- (белесовато-серый); 2) сильный оттенок — -о- (белесо-серый).

При определении окраски нескольких горизонтов профиля важно отметить сравнительную характеристику цвета того или иного горизонта, пользуясь выражением "светлее" или "темнее" предыдущего горизонта.

Окраска горизонта может быть однородной и равномерной для всей толщи горизонта или неоднородной и неравномерной. Степень неоднородности окраски должна быть отмечена с указанием основного тона горизонта и цвета пятен (например, желто-бурая с черными пятнами или голубоватая с охристыми пятнами).

Изучать окраску необходимо при рассеянном дневном освещении, так как яркий солнечный свет или искусственное освещение маскируют оттенки цвета. Более темная окраска почв в полевых условиях наблюдается утром и вечером. Поэтому определять ее в ранние и поздние часы нежелательно. Влажные почвы всегда кажутся более темными, чем сухие. Необходимо помнить, что цвет и характер окраски тех или иных горизонтов не может рассматриваться как руководящий признак для отнесения почвы к тому или иному типу, но дает возможность уловить некоторые существенные черты почвообразовательного процесса. Например, наличие темноскащенного верхнего горизонта свидетельствует о накоплении перегноя в почве. Причем, по интенсивности окраски перегнойного горизонта можно судить о приблизительном содержании в почве гумуса:

Очень черная окраска — содержание гумуса 10-15%, черная окраска — содержание гумуса 7-10%, темно-серая — содержание гумуса — 4-7%, серая — содержание гумуса — 2-4%, светло-серая — содержание гумуса — 1-2%, белесая — содержание гумуса — 0,5-1%.

Появление мучнистого наощупь белесого горизонта, в котором химическими реакциями не обнаружено карбонатов кальция, указывает на развитие подзолообразовательного процесса или процесса осолодения. Голубая или сизая окраска горизонтов в средней или нижней части профиля указывает на заболоченность почв и необходимость коренной мелиорации при их освоении.

Влажность

При изучении почв в поле очень важно определить влажность, так как она оказывает влияние на цвет, сложение, структурность и другие свойства. По степени увлажнения нижних горизонтов можно судить о глубине залегания грунтовых вод.

В практике полевых исследований принята следующая градация:

1. Сухая почва пылит, присутствие в ней влаги наощупь не ощущается — не холодит руку; влажность почвы близка к гитроскопической;

2. Слегка увлажненная почва холодит руку, не пылит, при подсыхании немного светлеет;

3. Влажная почва — при взятии в руку ясно ощущается влага; почва увлажняет фильтровальную бумагу, при подсыхании значительно светлеет и сохраняет форму, приданную почве при сжатии рукой;

4. Сырая почва — при сжатии в руке почва превращается в тестообразную массу, а вода смачивает руку, но не сочится между пальцами.

5. Мокрая почва — при сжатии в руке из почвы выделяется капельножидкая вода, просачивающаяся между пальцами, почвенная масса обнаруживает текучесть.

Структура

Почва может быть структурной и бесструктурной. При структурном состоянии масса почвы или породы разделена на отдельные той или иной формы и величины. Структурные агрегаты состоят из механических элементов — песка, пыли, ила, сцементированных между собой. Различные почвы, а в пределах одного профиля и различные горизонты, могут иметь различную структуру.

Бесструктурное состояние бывает тогда, когда отдельные механические элементы, составляющие почву, не соединены между собой в более крупные отдельные, а существуют раздельно или залегают сплошной цементированной массой. Типичный пример бесструктурного состояния - рыхлый песок. Между структурными и бесструктурными почвами имеются переходные почвы, у которых структура выражена слабо.

Исходя из классификации С.А.Захарова⁷, структурные элементы можно подразделить на следующие типы и виды.

1. Комковато-глыбистая структура. Отдельности развиты одинаково по трем осям. Грани и ребра агрегатов выражены слабо.

Структура	: Диаметр, см	: Примечание
Глыбистая	5-10 и больше	неводопрочная
Комковатая	1-5	
Мелко-комковатая	0,5-1	относительно
Комковато-пылеватая	0,05-0,5	водопрочная
Пылеватая	0,05	

2. Ореховато-зернистая. Отдельности развиты одинаково по трем осям. Грани и ребра агрегатов выражены ясно. Структурные элементы хорошо оформлены.

Структура	: Диаметр, см	: Примечание
Ореховатая	5-10-15	очень водопрочная
Зернистая	1-5	
Порошистая	0,5-5	

3. Призмовидная структура. Отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси.

Структура	: Диаметр, см	: Примечание
Тумбовидная	5-10 и более	неводопрочная
Столбчатая (грани не выражены)	3-5	
Призматическая (грани выражены хорошо)	3-5	

7. Захаров С.А. Курс почвоведения. М., 1927.

4. Плитчатая структура. Отдельности развиты преимущественно по двум горизонтальным осям.

Структура	: Толщина отдельностей, мм	: Примечание
Плитчатая и пластинчатая	1-3-5	неводо-
Чешуйчатая (отдельности изогнуты)	1	прочная
Листоватая	1-3	

В любом почвенном горизонте структурные отдельности не бывают одного размера и формы. Чаще всего структура бывает смешанной: комковато-зернистой, комковато-пылеватой, комковато-пластинчато-пылеватой и т.д.

Каждому типу почв свойственна определенная по форме, размерам и прочности структура. Для дерновых, гумусовых горизонтов черноземов характерны комковато-зернистая, порошисто-комковатая, зернистая структуры, для горизонта В - зернисто-комковатая и ореховатая и для С - крупно-комковатая. В каштановых почвах структура в горизонте А - комковато-порошистая или пылевато-комковатая, в горизонте В - комковато-призматическая, в горизонте С - комковатая, или плитчатая. В солончаках в горизонте А - листовато-чешуйчатая, в горизонте В - столбчатая или призматическая.

В поле структура почвы определяется в каждом горизонте. Для этого стамеской или саперной лопаткой вырезают из каждого горизонта образец почвы в нарушенном состоянии и подбрасывают на лопате 1-2 раза, в результате образец распадается на структурные отдельности, наиболее характерные для данного горизонта. Эти отдельности просматривают, определяя степень их однородности, форму, размер и характер поверхности. Результаты наблюдений записывают в журнал. Для определения размеров структурных отдельностей можно пользоваться миллиметровой бумагой, линейкой или специально приготовленной для этих целей таблицей.

В практике полевых исследований часто отмечают непрочность почвенной структуры и записывают: непрочно-комковатая, непрочно-глыбистая, распадающаяся на комковато-пылеватые структурные отдельности. Прочность структуры, то есть ее способность противостоять размывающему действию воды определяют следующим образом: несколько структурных отдельностей помещают в стакан с водой и легко встряхивают, если при встряхивании структурные отдельности разрушаются, говорят о непрочности структуры, если

не разрушаются - отмечают прочность ее. Высокой степенью водопропускности обладают зернистая и ореховатая, меньшей - комковатая структуры; неводопрочные - плитовидная и призмовидная структуры. Визуально можно определить прочность, сжимая почву в руке. Если структурные отдельности при этом распадаются полностью или почти полностью - отмечают непрочность структуры.

Механический состав

Механический состав также является морфологическим признаком почвы и одним из существенных свойств ее, определяющим водно-воздушный режим и физические свойства. Изучение в поле механического состава строго по горизонтам дает возможность выяснить вопросы происхождения и развития почв.

При полевых исследованиях чаще всего выделяют следующие разновидности почв по механическому составу: глинистые, суглинистые, супесчаные, песчаные и скелетные. В поле механический состав почв при надлежащем навыке можно определить без специального оборудования: наощупь, при растирании почвы между пальцами, пробой на скатывание (табл. 3). Небольшое количество почвы слабо смачивают между пальцами до состояния однородного густого теста, при котором не ощущаются структурные отдельности. Размятую почву раскатывают на ладони в шнур толщиной около 3 мм и свертывают в колечко диаметром около 3 см. При определении механического состава карбонатных почв для приготовления теста применяют не воду, а 5-10%-ный раствор *НСР* с целью разрушения сцементированных углекислым кальцием и магнезиальными микроагрегатов. Уточнение определений механического состава, сделанных в поле, производится в лабораторных условиях с применением специальных методов исследования.

Общее название почв по механическому составу дается по результатам определения механического состава верхнего (0-25 см) горизонта. В том случае, когда наблюдается резкое различие в механическом составе почвы и почвообразующей породы, в общем названии учитывают это различие. Например, аллювиально-луговая средне-суглинистая почва, подстилаемая песками. Это касается также солончаков и подзолистых почв, в которых верхний горизонт сильно изменен по механическому составу. В этих типах наименование разновидностей дается по механическому составу горизонта А и породы.

Таблица 3

Полевое определение механического состава почв

Сопоставление глинистых и песчаных частиц	Механическое состояние почвы	Связность влажной почвы	Механический состав
по ощущению при растирании пальцами в ладони	сухой		
Тонкий однородный порошок	Очень твердая и плотная	Вязкая, влажная, но мажется	Дает гладкий шарик и липкий шнур, из которого можно сделать колечко
Не совсем острый родный порошок	Плотная	Пластичная	Образует шарик, покрывший третинойм, липкого шнур не дает, шнур при сжатии в комочко разламывается
Преобладает песчаные частицы с небольшой примесью глины, песчаные частицы явно заметны простым глазом	Рассыпается и непрочные комочки, с которыми отделяется песок	Нерассыпчатая	В шнур не скатывается, с шнуром можно получить шарик
Состоит почва преимущественно из песчаных зерен	Сыпучая	Образует tenu-чужую массу	Песчаный
Наряду с глинистыми или песчаными частицами в почве содержится в изобилии обломки горных пород в виде хряща (диаметр 3-10 мм) и щебня (диаметр 10 мм)		В зависимости от количества в почве глины и песка могут быть глинистыми, суглинистыми и песчаными	Хрящеватый или щебнистый

Сложение

Под сложением понимают степень плотности, пористости и трещиноватости почвы. Структурные отдельности и твердые частицы могут различным образом прилегать друг к другу. Они могут тесно соприкасаться друг с другом, обуславливая тесное сложение; могут соприкасаться друг с другом лишь отдельными участками поверхности, образуя большое количество пустот и обуславливая рыхлое сложение почвы. Характер сложения зависит от механического состава и структуры почвы, а также деятельности почвенной фауны и корней растений. Сложение определяют по степени плотности и характеру пор и трещин между твердыми частями и структурными агрегатами.

По степени плотности различают: слитное (очень плотное), плотное, рыхлое и рассыпчатое сложение. В поле уплотненность почвенных горизонтов определяют с помощью лопаты, ножа или специальных приборов-плотномеров конструкции Качинского или Голубева.

При слитном сложении почва образует плотную цементированную массу, куски которой в сухом состоянии не разламываются руками. Лопата или нож при сильном ударе входит в такую почву на глубину не более 1 см, от ножа остается узкая и блестящая полоса. Слитное сложение характерно для (плотных) столбчатых отдельностей солонцов, встречается часто в бесструктурных глинистых почвах.

Плотное сложение характеризуется также плотным прилеганием твердых частей друг к другу; сухой образец с трудом разламывается руками. Лопата или нож при большом усилии входит в почву на глубину 2-3 см, черта от ножа шероховатая, с изорванными краями. При слабом уплотнении лопата или нож входит в почву на глубину 3-5 см, а куски почвы легко разламываются руками. Плотное сложение типично для нижних горизонтов глинистых по механическому составу почв.

При рыхлом сложении между структурными отдельностями хорошо заметны поры и трещины, почва при высыхании распадается на отдельные агрегаты (ореховатой, зернистой или комковатой структуры суглинистого или глинистого механического состава).

При рассыпчатом сложении отдельные частицы не связаны между собой; масса почвы состоит из отдельных песчинок, хорошо видимых невооруженным глазом: при высыхании масса почвы сыпуча. Рассыпчатое сложение характерно для песчаных по меха-

ническому составу почв. При рыхлом и рассыпчатом сложении лопата или нож легко погружаются в почву.

По характеру пор внутри структурных отдельностей различают следующие виды сложения: тонкопористое сложение - поры меньше 1 мм; пористое - 1-3 мм; губчатое сложение - 3-5 мм; паздреватое сложение - 5-10 мм; ячеистое - больше 10 мм. По характеру трещин: тонкотрещиноватое сложение - 3 мм, трещиноватое - 3-10 мм; щелевое - шире 10 мм (трещины видны только в сухое время года).

Новообразования

Новообразованиями называются скопления разнообразных веществ, выделившихся в результате почвообразовательного процесса на поверхности твердых частиц почвы или в порах и пустотах между ними.

Различают новообразования химического и биологического происхождения. К новообразованиям химического происхождения относятся легко-растворимые соли, гипс, углекислая известь, гидроксид железа, окислы марганца в смеси с гидроксидом алюминия, закись железа, кремнезем, перегнойные вещества.

1. Легко-растворимые соли ($NaCl$, Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , $MgCl_2$, $CaCl_2$) белого цвета встречаются в виде выветов и корочки на поверхности почвы или в форме присыпок, налетов, прожилок, выветов, крупинок в толще профиля. Легко распознаются путем растворения в воде и качественных проб на Cl^- ($c AgNO_3$) и SO_4^{2-} ($c BaCl_2$). Характерны для группы засоленных почв (солончаков и солонцов).

2. Гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) белого или желтоватого цвета, встречается в виде отдельных прожилок, псевдомшеля, конкреций диаметром 2-3 мм, а иногда 3-5 см. Чаще всего конкреции гипса образуются в жарких сухих областях в форме еростков и друз кристаллов. Такие друзы многочисленны в бурых и шоколадных глинах Завольжья. Иногда гипс образует корочку или выветы на поверхности почвы. Характерен для каштановых и бурых почв, сероземов, засоленных почв.

3. Углекислая известь ($CaCO_3$) - белого цвета, встречается в очень разнообразных формах в толще профиля, где заполняет тонкие поры и крупные пустоты. Углекислая известь встречается в виде: пятен и выветов неопределенных, расплывчатых очертаний, плесени из скопления очень тонких игольчатых кри-

таллов, белоглазки, представляющей яркие, компактные, резко очерченные пятна, прожилки и псевдомипелия по тонким порам почвы, трубочек из мучнистой и кристаллической извести, выпадающей по ходам корней и в полостях, оставленных насекомыми, конкреций из плотных стяжений CaCO_3 различной величины и формы, прослоек лугового мергеля. Присутствие углекислой извести характерно для черноземов, каштановых, бурых пустынных и полупустынных, засоленных почв и сероземов.

4. Гидроокись железа и окислы марганца в смеси с гидроокисью алюминия, фосфорнокислыми железом и алюминием ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, MnO_2 , Mn_2O_3 , FePO_4) ржаво-бурого, окристого и черного цвета. Встречаются в виде пятен, твердых конкреций, прослоек (в болотных и заболоченных почвах называются орштейнами, в песчаных почвах — ортзандами и псевдопобрами, которые имеют мощность от нескольких миллиметров до 10–20 см и выделяются в массе спементированного или песка красно-бурой или черно-бурой окраской). В болотных почвах поим и дельт образуются яркие ржаво-желтые пятна, прожилки и скопления окислов железа — признаки попеременного оглеения и окисления.

5. Соединение закиси железа Fe_2O_3 , $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ синего, голубоватого, синего или зеленоватого цвета образуют пятна и выветы в профиле болотных, заболоченных, луговых и других почв гидроморфного ряда.

6. Кремнезем (SiO_2) — белого цвета, образует присыпку (налет) на поверхности структурных отдельностей. Характерен для серых лесных почв, оподзоленных черноземов, солодей.

7. Перегнойные вещества — черного или темно-бурого цвета, образуют натеки, корочки и пятна на поверхности структурных отдельностей, придавая последним глинистый вид. Встречаются в нижних горизонтах подзолистых, солончатых почв и солонцов.

Обычно новообразования не являются минералогически совершенно чистыми. Вместе с углекислым кальцием часто находится гипс или соединения полутвердых окислов. Вместе с конкрециями окислов железа выпадают в осадок соединения алюминия, марганца, фосфора, кремния.

Новообразования биологического происхождения (животного и растительного) могут иметь следующие формы: а) червоточины — извилистые ходы — каналы червей; б) напролиты — образования дождевых червей в виде небольших клубочков. Они

представляют собой кусочки земли, прошедшие через пищеварительный аппарат червей и пропитанные их выделениями; в) кротовины — пустые или заполненные ходы роющих животных (сусликов, сурков, кротов и др.)

г) корневинны — стгнившие крупные корни растений.

По составу новообразований можно судить о характере почвообразовательного процесса. Например, наличие легкорастворимых солей говорит об интенсивном развитии процессов засоления почвы. Глубина залегания новообразований углекислого кальция показывает степень выщелоченности и глубину промачивания почвы атмосферными водами. Железистые новообразования являются признаком процессов разрушения минералов и передвижения образовавшихся при этом веществ вниз по профилю. Темно-окрашенные потеки перегнойных веществ свидетельствуют о передвижении органических веществ в толще почвы.

Включения

Включениями называются инородные тела в профиле почвы, присутствие которых не связано с характером почвообразовательного процесса. К ним относятся каменистые, антропогенные включения, раковины моллюсков, остатки растений и стволов и другие.

1. Каменистые включения — обломки горных пород, находящиеся в почве вследствие особенностей материнской породы. По форме они делятся на угловатые и окатанные. В зависимости от размеров среди угловатых форм различают: дресву (1–10 мм), щебень (1–10 см) и камень (крупнее 10 см). Окатанные обломки по размерам делятся на гравий (1–3 мм), хряц (3–10 мм), гальку (3–10 см) и валуны (крупнее 10 см). Каменистые включения могут свидетельствовать о ледниковом, дельтовидном, аллювиальном или местном элювиальном происхождении почвообразующих пород и, следовательно, характеризовать обстановку, предшествующую современному почвообразованию.

2. Остатки животных и растений в виде раковин, костей, корней, обрывков стеблей, листьев, хвои, не потерявших еще анатомического строения. Остатки раковин морских, пресноводных или сухопутных моллюсков свидетельствуют о молодости почвообразовательных процессов, которые еще не привели к разрушению раковин. Морские раковины, как например, *Cardium*, *Geisena* в прикаспийских районах свидетельствуют о недавнем

перемещение береговой линии моря.

3. Включения антропогенного происхождения — обломки кирпича, кусочки угля, черепки посуды и различные археологические находки. Археологические находки свидетельствуют о возрасте почвообразующей породы и самой почвы, о длительности земледелия, о процессах эоловых или водных осадков.

Вскипание

Вскипание свидетельствует о наличии в почве карбонатов кальция, которые могут находиться не только в виде пятен, прожилков и так далее, но и в размытом состоянии. И тогда об их наличии в почве судят по реакции с соляной кислотой (10%). При реакции $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$ выделяется углекислота, которая и имитирует вскипание. Определение вскипания проводят следующим образом: на свежепрепарированной "лишевой" стенке разреза закрепляется клеенчатый сантиметр так, чтобы нуль совпал с поверхностью почвы. Из капельницы с 10%-ным раствором HCl капают по почвенному профилю сверху вниз подряд, не пропуская ни один горизонт, отмечают, на какой глубине начинается слабое вскипание, на какой сильное, бурное. Отметим глубину вскипания, проверяют линию вскипания — оно может идти по извилистой линии, в этом случае отмечают пределы глубин, на которых начинается вскипание. Например, с поверхности почва не вскипает, слабое вскипание отмечено на глубине 20–78 см, глубже до 102 см — бурное. Песчаная прослойка на глубине 102–115 см не вскипает, со 115 см и до конца профиля вскипание бурное.

При определении вскипания почву предварительно смачивают водой, чтобы удалить из нее воздух, который иногда затушевывает слабое вскипание. При слабом вскипании комочек почвы, на который предварительно нанесена HCl подносят к уху, при реакции слышно слабое потрескивание или шипение.

В каштановых, бурых, засоленных и некоторых других почвах гипс и углекислая известь часто встречаются в одних горизонтах и бывают трудно различимы по внешнему виду. Тогда используют соляную кислоту: на комочек почвы с новообразованиями гипса и углекислого кальция капают из капельницы соляную кислоту, $CaCO_3$ реагирует с HCl с выделением CO_2 (характерное вскипание), а $CaSO_4$ остается в неизменном состоянии.

Описание почвенного профиля и генетических горизонтов

При изучении почвы в поле морфологические признаки описывают последовательно по всем генетическим горизонтам. В результате создается цельное представление о всем вертикальном профиле почвы, что позволяет отнести изучаемую почву к тому или иному типу, подтипу, виду и разновидности и судить, пока ориентировочно, приблизительно, о ее происхождении и агрономических свойствах.

Желательно при описании зарисовать почвенный профиль цветными карандашами. Рисунок профиля можно заменить мазками. Для этого последовательно сверху вниз из каждого горизонта берется комочек почвы, слегка смачивается (если почва очень сухая) и наносится мазком на бланк в виде колонки; против каждого мазка, характеризующего тот или иной горизонт, описываются морфологические признаки.

При выделении горизонтов очень важно точно определить их мощность, так как подразделение почв на виды основывается на различной мощности генетических горизонтов. Например, солончи подразделяются на виды по мощности гумусово-завишального горизонта (A_T) на корковые — мощность горизонта A_T меньше 5 см; мелкие — 5–10 см; средние — 10–18 см и глубокие — больше 18 см.

При описании морфологических признаков обычно придерживаются определенной последовательности, единообразия. Техника и последовательность при изучении и описании почвенного разреза и ведении дневника следующие:

1. Записать номер, дату и географическое положение разреза, отметить характер рельефа, точно указать, на каком элементе рельефа сделан разрез, описать угодье и его состояние, растительность (состав, густота и состояние), состояние поверхности (заболоченность, кочковатость, трещиноватость, каменистость и т.д.), отметить вскрытые материнские и подстилающие породы и уровень залегания грунтовых вод, если они обнаружены. Определить местоположение разреза и его привязку к основным окружающим элементам (поселку, ж.-д. мосту, озеру и т.д.).

2. Определить глубину и характер вскипания, помня, что в той части почвенного профиля, где определялось вскипание, в дальнейшем образцы почв для анализа брать нельзя.

3. Определить общую мощность гумусовых горизонтов (A+B) и каждого горизонта в отдельности (A₁, A₂, B₁, B₂, B_K, C).

4. Описать морфологические признаки в следующей последовательности: окраска, влажность, структура, механический состав, плотность, скважность, новообразования, включения, корневая система и другие особенности почвенных горизонтов, наличие и характер трещин и затеков, характер перехода одного горизонта в другой.

Почвенный разрез после его изучения, описания и взятия образцов должен быть обязательно зарыт. При этом зарывать его необходимо в обратной последовательности забрасывать в яму почвенную массу сначала нижних горизонтов, а затем переходных горизонтов, чтобы на поверхности и около зарытого разреза не осталось массы почвообразующей породы.

В з я т и е п о ч в е н н ы х о б р а з ц о в

Образцы почв берутся из полных (основных) разрезов, иногда из полум и прикопок, из каждого генетического горизонта.

Взятие образцов почвы, во избежание засорения стенки почвенного разреза, производится обязательно снизу вверх по почвенному профилю, т.е. сначала берут образцы из горизонта С, затем из горизонта В и, наконец, из горизонта А. Если мощность горизонта менее 10 см, что часто бывает в солонных почвах, то образцы почв берутся на всю толщ горизонта, несколько отступая от его верхней и нижней границы, с таким расчетом, чтобы не захватить переходной части почвы из другого горизонта. Лучшим местом для взятия почвенного образца является средняя, наиболее характерная часть горизонта. При большой мощности горизонта (около 50 см) желательно взять из такого горизонта не один, а несколько образцов. При изучении влажности, а также солевого состава почвы при мелиоративных исследованиях образцы берутся через каждые 10 см без пропусков (например, на глубине 0, 10, 20 и т.д. см — для влажности и 0-10, 10-20, 20-30 см и т.д. — для определения солевого состава).

Когда на "лишней" стенке отмечены места взятия образцов почвы, в полевой дневник записывают против каждого горизонта глубину их взятия и одновременно оформляют этикетки для каждого образца, в которых должны быть указаны: область, район, фитонез, номер разреза, горизонт и глубина взятия образца, дата и подпись исследователя. Только после этого можно приступить к

отбору почвенных образцов. Техника взятия образцов не сложна, но требует определенных навыков. Лучше всего образцы почвы брать малой саперной лопаткой или широким ножом, предварительно отметив на стенке почвенного разреза глубину их отбора. Взятый образец вместе с этикеткой заворачивают в плотную бумагу или помещают в специально приготовленный мешочек и завязывают. При возвращении из поля мешочки с влажной и сырой почвой обязательно просушивают.

П р и м е р ы о п и с а н и я п о ч в е н н о - г о п р о ф и л я

Разрез I заложен 20 сентября 1967 года на выровненной второй надпойменной террасе, на пелинном участке, на расстоянии 2 км от берега Саратовского водохранилища на северо-северо-запад от с. Николаевка Балаковского района.

A₀ $\frac{0-3}{3}$ — дернина

A $\frac{3-36}{33}$ — темно-серый, сухой, неяснокомковато-зернистый, тяжелоуглинистый, рыхлый, местами встречаются кротовины, слабо пронизан корнями, переход постепенный.

B₁ $\frac{36-55}{19}$ — серый с буроватыми пятнами, свежий, комковатый, глинистый, рыхлый, корней меньше, чем в А, переход заметный.

B₂ $\frac{55-105}{50}$ — коричнево-бурый во влажном состоянии, при высыхании светло-коричневый, комковатый, в верхней части тяжело-углинистый, в нижней — глинистый, уплотнен средне, много карбонатов кальция в нижней части горизонта в виде "белоглазки", испещрен ходами землероев, корней мало, переход заметный.

C₁ $\frac{105-165}{60}$ — буровато-желтый лессовидный суглинок, бесструктурный, уплотнен, встречаются кротовины, переход заметный.

C₂ $\frac{165-330}{165}$ — шоколадная глина, перемежающаяся прослойками лессовидных суглинков; прослойки имеют мощность 0,5-1 см, иногда 5-8 см, структура ореховатая, имеются многочисленные пятна окислов железа и марганца, прожилки мелкокристаллического гипса и легкорастворимых солей.

Вскипание от *НСР* с глубины 23 см сильное, выделения карбонатов в виде "белоглазки" на глубине 75-105 см; гипс появляется с глубины 145 см в форме отдельных гнезд и мелких пятен.

Почвообразующей породой служат лессовидные суглинки, подстилаемые покладными слоями глинами, перемежающимися супесчаными и суглинистыми прослойками.

Почва - чернозем южный суглинистый.

Разрез 2 заложен 10 мая 1976 года на второй террасе на расстоянии 1 км от берега оз. Эльтон.

- A $\frac{0-8}{8}$ - буровато-светлосерый, сухой, непрочный-комковатый, суглинистый, рыхлый, пористый, корней мало, переход резкий,
- B₁ $\frac{8-21}{13}$ - темнокоричневый с белесоватыми пятнами карбонатов, сухой, ореховато-призматический, глинистый, плотный, корней мало, переход резкий.
- B₂ $\frac{21-46}{25}$ - неравномерно окрашен: на буром фоне карбонатные пятна белесовато-палевого цвета и темные гумусовые затеки, сухой, ореховато-комковатый, глинистый, слитный, корней мало, переход резкий.
- B_к $\frac{46-80}{34}$ - неравномерно окрашен: на буром фоне густой лжемицелий карбонатов и гипса, свежий, глинистый, глинистый, слитный, корней мало, переход резкий.
- C₁ $\frac{8-116}{36}$ - палево-желтый, песчаный, бесструктурный, рыхлый с редкими вкраплениями окислов железа, корни единичны, переход резкий.
- C₂ $\frac{116-150}{34}$ - неравномерно окрашен, тонкослойный, слои покладной глины чередуются с тонкими прослойками песка, слои глины мелко-ореховатой структуры, имеют максимальное скопление гипса кристаллического и аморфного, встречаются пятна окислов железа и марганца по всему горизонту, песчаные прослойки бесструктурны, насыщены окислами железа ржавого цвета.

Вскипание от *НСР* с глубины 15-21 см слабое, ниже бурное до конца профиля, песчаные прослойки не вскипают.

Почва-солонец гидроморфный мелкий солончаковатый.

ГЛАВА IV. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Растительность представляет собой сложное и многообразное явление. Она образована различными видовыми популяциями, не случайно разбросанными по территории, а образующими закономерно повторяющиеся сообщества - фитоценозы, связанные многочисленными связями с внешней средой. Это разнообразие растительности трудно охватить сразу в едином исследовании, поэтому при геоботанических исследованиях отдается предпочтение какой-нибудь одной характерной ее особенности, на другие же обращается меньшее внимание, хотя всегда имеется в виду растительность в целом. В связи с этим, исследования растительности условно можно разделить на флористические, фитоценологические, геоботанические и биогеоценологические.

I. Флористические исследования

Целью флористических исследований является установление видового состава растений той или иной территории.

Полевые ботанические исследования в прошлом, на основании которых составлены определители растений и крупные сводки по отдельным естественно-историческим районам и по всему Союзу^I, имели преимущественно флористический характер. Эти работы дают общее представление о флоре, однако наша страна огромна, и детали, связанные с распространением отдельных видов и их экологией, даже в центральных районах, остаются неизученными.

В малых странах Западной Европы ботаники в целях полного изучения флоры делят всю территорию страны на сравнительно небольшие квадраты и изучают флору каждого из них в отдельности. В нашей огромной по территории стране это сделать невозможно и пока приходится ограничиться полным изучением флоры на ключевых участках. Наибольший интерес представляет флористическое исследование местностей, типичных для зон, подзон, провинций.

^I Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части СССР, Л., 1964; Флора юго-востока Европейской части СССР /Под ред. Б.А.Федченко и Б.К.Шилкина. М.-Л., 1927-1936; Флора СССР /Под ред. В.Л.Комарова и др. М.-Л., 1934-1964, т. I-30.

Существуют два метода изучения флоры: 1) маршрутный и 2) метод конкретной флоры. При маршрутном методе флора изучается на маршрутах, пересекающих различные местообитания. Чем больше разнообразных местообитаний пересечет маршрут, тем полнее будет выявлена флора изучаемой территории. Так как задачей подобных исследований является выявление видового состава на маршруте, а не на определенной территории, то исключается возможность количественного сопоставления флор различных районов.

Метод конкретной флоры разработан А.И. Толмачевым. Конкретная флора — это флора небольшой целостной территории, однородной по общегеографическим условиям, но охватывающая все возможное при них разнообразие конкретных типов местообитаний в некоторой повторяемости². Сущность метода заключается в полном изучении флоры на ключевых участках площадью около 100 кв. км. Это может быть квадрат со стороной 10 км или круг, радиус которого около 6 км. Предполагается, что эта площадь является минимальной площадью выявления конкретной флоры. В настоящее время большинство флористов предпочитают проводить исследования методом конкретной флоры.

Подготовка к полевым флористическим исследованиям заключается в изучении морфологических особенностей видового состава и природных условий района исследования.

Флорист должен научиться отличать друг от друга большую часть видов, населяющих исследуемую территорию, по внешним признакам. Для этого целесообразно по существующим определителям составить списки предполагаемого видового состава с указанием характерных признаков видов. Такой список представляет собой своеобразный определитель. Описание признаков растений этого списка можно дополнить заметками и зарисовками на основании просмотра гербария.

Предварительное изучение природных условий предполагает ознакомление с рельефом, геологическим строением, почвами и растительностью по очеркам природных условий изучаемого района.

2. Толмачев А.И. Изучение флоры при геоботанических исследованиях. — В кн.: Полевая геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. М.—Л., 1959, т. I.

на в научной и научно-популярной литературе и различных картах. На основании изучения литературы и картографического материала составляется список местообитаний района исследования. В качестве примеров местообитаний можно назвать 1) дубравы на водоразделах, 2) разнотравные болота на водоразделах, 3) пески на водоразделах, 4) выруб на водоразделах, 5) пойменные луга, 6) старье лесные дороги, 7) лесные опушки и т.д.

В полевой период целесообразнее всего начать работу с первого знакомства с районом конкретной флоры. С этой целью, руководствуясь топографической картой, необходимо обойти территорию по намеченным заранее предварительным маршрутам, уточнить список местообитаний, попутно собирая в гербарий неизвестные виды. Затем на карте выделяются местообитания и окончательно устанавливаются маршруты. Собранные во время рекогносцировки виды следует определить.

После этого можно начать систематическую работу по изучению флоры. А.И. Толмачев рекомендует начинать обследование с места, расположенного вокруг лагеря экспедиции в радиусе примерно в 1 км. Исследование заключается в сборе гербария и составлении списка флоры. С правилами гербаризации можно познакомиться по любому руководству по составлению гербария, поэтому на этих вопросах мы здесь останавливаться не будем. Укажем лишь, что совершенно необходимо каждый гербарный лист сопровождать этикеткой, на которой кроме названия растения должно быть указано место нахождения, дана краткая характеристика местообитания, название фитоценоза, обилие и встречаемость вида, дата сбора и фамилия лица, собравшего гербарий. Напомним также, что собранные растения нужно ежедневно перекладывать в свежую бумагу до полного высыхания. Если название растения неизвестно, то на этикетке пишут условное название или номер.

Одновременно со сбором гербария составляется список растений данного местообитания с указанием основных сведений, содержащихся на этикетке. По завершении работы вблизи лагеря А.И. Толмачев рекомендует проводить подобное изучение флоры по местообитаниям, расположенным на радиальных маршрутах. Впрочем, маршруты могут быть и не радиальными, важно только, чтобы они охватили все типы местообитаний. Список может быть составлен в табличной форме³.

3. Кожевников Ю.П. Опыт эколого-флористического сравнения типов местообитания. — Экология, 1974, № 2.

• Пример табличной формы флористических списков

В и д	Тип местообитания									
	1	2	3	...	9	...	15	16	17	18
А							3			
В			I						2	
С							2		I	

Цифры в вертикальных колонках означают обилие по трехбалльной шкале. Можно в числителе показывать обилие, а в знаменателе встречаемость (также в условных баллах). В конце списка дается перечень видов, встреченных не в указанных местообитаниях, а в других, заранее не учтенных.

Флора конкретного местообитания представляет собой парциальную флору, под которой понимается "естественная флора любого экологически своеобразного подразделения ландшафта"⁴.

Приведем некоторые коэффициенты, с помощью которых можно установить сходство и различие флор разных местообитаний в пределах одной конкретной флоры или различных конкретных флор⁵.

1) Коэффициент Жаккара

$$K = \frac{c}{a + b - c}$$

где a - число видов в одной флоре, b - число видов в другой флоре, c - число видов, общих для двух флор. Пределы этого коэффициента от 0 до 1. Коэффициент показывает только сходство флор.

2) Коэффициент Стугрен и Радулеску

$$D = \frac{x + y - z}{x + y + z}$$

где x - число видов, встречающихся в первой флоре, но отсутствующих во второй, y - число видов встречающихся во второй флоре, но отсутствующих в первой, z - число видов, встречающихся в обеих флорах. Этот коэффициент, варьируя от -1 до +1, в пределах от -1 до 0 показывает сходство, а в пределах от 0 до +1 - различие флор.

4. Юрнев Б.А., Семкин Б.И. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов. - Бот.ж. 1980, т.65, 12.

5. Шmidt В.М. Количественные показатели в сравнительной флористике. - Бот.ж., 1974, т.59, 7.

В пилотированной выше работе Б.А.Юрнева и Б.И.Семкина приводится методика сравнения различных парциальных флор на основе теории множеств.

2. Фитоценологические исследования

Задачей фитоценологических исследований является изучение фитоценозов. Фитоценоз - это совокупность на ограниченной территории определенных видов растений, взаимодействующих друг с другом и с внешней средой, в результате чего изменяется почва и атмосфера и создается вертикальная и горизонтальная структура сообщества.

До недавнего времени было принято считать, что весь растительный покров состоит из отграниченных друг от друга дискретных единиц - фитоценозов. Однако еще в начале века эта точка зрения была подвергнута критике⁶. Оказалось, что не везде можно провести границу между фитоценозами, во многих случаях один фитоценоз плавно без границ переходит в другой. В таком случае имеет место растительный континуум. Основным фактором, определяющим формирование на данном месте того или иного фитоценоза, являются условия внешней среды, особенности экотона. Поэтому границы между фитоценозами резко обозначены там, где на небольшом протяжении происходит резкая смена внешних условий. Хорошим примером является ступенчатое расположение фитоценозов по берегам засоленных озер в пустынной зоне. Здесь рельеф имеет более или менее ясно выраженный ступенчатый характер. При переходе от одной ступени рельефа к другой резко изменяется уровень засоленных грунтовых вод, что и является непосредственной причиной резкой смены фитоценозов. Однако в лесах границы между фитоценозами менее ясны, что объясняется нивелирующим влиянием леса на среду обитания. Таким образом, объектами изучения фитоценологии являются фитоценозы и нерасчлененный на фитоценозы растительный континуум.

6. Раменский Л.Г. Основные закономерности растительного покрова и их изучение. - В кн.: Л.Г.Раменский. Избранные работы / Под ред. В.И.Василевича. Л., 1971.

Кроме того, исследование фитоценозов осложняется тем, что в большинстве фитоценозов растительный покров имеет мозаичный характер⁷. Элементами мозаики являются микроценозы и микрогруппировки. Микроценозы — это составные части фитоценозов, отличающиеся друг от друга видовым составом, строением и экологическими особенностями во всех ярусах. Примером могут служить участки березового или осинового леса в дубраве. Мозаичность фитоценозов возникает в результате кучного распространения семян, вегетативного разрастания растений или неоднородности среды. Микрогруппировки являются единицами неоднородности в пределах одного яруса, например, пятна ландыша или ветреницы лютиковой в травянистом покрове леса, образованном в основном мятликом дубравным.

В подготовительный период так же, как при флористическом исследовании, изучаются природные условия района исследования по литературным источникам и картографическим материалам.

Полевое исследование начинается с рекогносцировочного изучения растительного покрова. При этом выявляются основные закономерности его: разделение растительного покрова на фитоценозы, связь фитоценозов с рельефом и почвами, особенности горизонтальной и вертикальной структуры фитоценозов. Одновременно составляется предварительная схематическая карта растительности путем нанесения на контурную карту выделов растительности и намечаются фитоценозы для более детального изучения.

Перед тем, как начать изучение фитоценоза, нужно его выделить. Внешне фитоценозы отличаются друг от друга по растительности и условиям местообитания. В настоящее время можно считать установленным, что развитие той или иной совокупности растений на определенной территории зависит главным образом от внешних факторов: теплового и водного режимов, условий освещения и минерального питания, наличия поблизости очагов инспермации. Растительность вносит в среду изменения, но эти явления, кроме лесных фитоценозов, слабее по сравнению с влиянием экотопа. Поэтому при выделении фитоценозов мы должны прежде всего принимать во внимание условия местообитания. Факторы, влияющие на растительность, чрезвычайно разнообразны. Учесть долю влияния каждого из них можно только после углубленного

изучения фитоценоза. Но среди многочисленных факторов есть так называемые косвенно действующие, которые влияют на растительность не непосредственно, а косвенно, изменяя прямодействующие режимы. К ним относятся рельеф и механический состав почвы. Поэтому в первую очередь на них и необходимо обращать внимание при выделении фитоценозов. Те или иные фитоценозы приурочены обычно к определенному элементу рельефа (плоские поверхности водораздела, днище лога и т.п.), на другом элементе рельефа развивается другой фитоценоз. Аналогичная смена фитоценозов наблюдается при изменении механического состава почвы. По растительности фитоценозы отличаются по доминирующим и дифференциальным (индикаторным) видам. Доминантами называются преобладающие в древостое и травостое виды, дифференциальными — виды, присутствующие в данном фитоценозе независимо от обилия и отсутствующие в другом. При этом нужно иметь в виду, что фитоценозы бывают разными по площади. В одних случаях они занимают площадь всего в несколько десятков квадратных метров, как например, злаковые фитоценозы по микропонижениям в микрокомплексах полупустыни, в других — сотни и даже тысячи гектаров (различные еловые фитоценозы в таежных лесах).

После того, как фитоценоз выделен, надо установить его границы и микроценозный состав. Для этого нужно пройти по периметру, по диагоналям, присматриваясь к особенностям мозаики растительного покрова и выяснить, какие микроценозы входят в состав фитоценоза. Теперь можно нанести на топографическую карту или план границы фитоценоза и определить процентное отношение площадей, занимаемых отдельными микроценозами, которое производится методом линейной таксации. При этом закладывают несколько профилей. По линии профиля записывают протяженность каждого микроценоза, затем подсчитывают сумму показателей протяженности по каждому микроценозу и вычисляют их проценты по отношению к общей длине профиля.

Наглядное представление о размещении микроценозов и микрогруппировок на площади фитоценоза дает план ключевого участка или трансекты. В нашей практике для составления плана мы пользуемся квадратом 20x20 м, изготовленным из шпагата. Из бечевки на картируемом участке сооружается квадрат площадью 400 м², разбитый на ячеек до 4 кв.м. Затем в соответствующем масштабе наносятся на миллиметровую бумагу границы микрогруппировок и микроценозов. Для снятия плана трансекты сетка переносится на прилегающий участок.

7. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ. — В кн.: Полевая геоботаника/Под ред. Е.И.Лавренко и А.А.Корчагина, Л., 1976, т.5

Как сказано выше, растительность фитоценоза в значительной мере определяется условиями местообитания, поэтому их изучению должно быть уделено соответствующее внимание. Прежде всего надо разобраться в рельефе и отметить особенности макро-, мезо- и микро-рельефа. Пример записи: макро-рельеф плоский, слегка пологий к югу, водораздел между рр. Чарлым и Кошлылей, падение рельефа незначительное; мезо-рельеф не развит; микро-рельеф представлен небольшими понижениями от сгнивших пней, повышениями возле муравейников, на понижениях и муравейники приходится менее 1% площади.

Почва изучается на почвенных разрезах в соответствии с правилами, приведенными в разделе "Методы изучения почвы".

Дальнейшее изучение фитоценоза связано со временем, которым располагает исследователь, и с задачами исследования. Если временем исследователь ограничен, то подробно изучается основная микроценоз, остальные - по сокращенной программе.

Изучение растительного покрова фитоценоза или основного микроценоза производится на пробных площадках. В прошлом при изучении травянистого покрова закладывали одну пробную площадку размером 100 кв. м в типичном месте фитоценоза. При изучении древесного яруса пробные площадки закладывались большего размера, так чтобы на ней было не менее 200 деревьев. Однако "типичная пробная площадка" понятие довольно относительное, так как распределение растений в фитоценозе, как правило, бывает неравномерным. Ограничиться изучением растительности на одной пробной площадке можно только при условии выравненного травостоя и древостоя. С другой стороны, одна площадка исключает возможность статистической обработки материала. Поэтому предпочтительнее изучать растительность фитоценозов не на одной крупной, а на многих мелких площадках. Величина пробной площадки при изучении травянистого покрова может быть от 0,1 до 1 м², при изучении древостоя Ю.Н. Нешатаев рекомендует закладывать круговые пробы радиусом 5-7 м⁸.

8. Нешатаев Ю.Н. Выборочно-статистический метод выделения растительных ассоциаций. - В кн.: Методы выделения растительных ассоциаций / Под ред. В.Д. Александровой Л., 1971.

Вопрос о числе площадок связан с вычислением основных статистических показателей. Напомним формулы, применяющиеся для вычисления.

Средняя арифметическая

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

где \bar{x} - средняя арифметическая, x_i - значения вариантов, n - число вариантов.

Среднее квадратическое для значений признака не сгруппированных в классы.

$$G = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Среднее квадратическое отклонение с помощью условной средней

$$G = \sqrt{\frac{\sum (x_i - A)^2}{n-1} - \theta^2}$$

где A - условная средняя, $\theta = \bar{x} - A$

Среднее квадратическое отклонение с помощью условной средней для значений признака сгруппированных в классы

$$G = \sqrt{\frac{\sum (x_i - A)^2 \cdot f_i}{n-1} - \theta^2}$$

где f_i - соответствующая частота.

Ошибка средней арифметической

$$m = \frac{G}{\sqrt{n}}$$

Коэффициент вариации

$$V = \frac{G}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Относительная ошибка средней арифметической или точность, с которой определена средняя арифметическая

$$p = \frac{m}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Приведем пример расчета числа площадок, необходимого для определения количества побегов ландыша майского на 1 м². Было определено количество побегов на 1 м² этого вида на 25 площадках. Оказалось $\bar{x} = 31,0$, $G = 11,88$, $V = 2,38$, $p = 7,7\%$. Но предположим, что мы хотим определить количество побегов с точностью 5%. Тогда средняя ошибка составит

$$m = \frac{p \cdot \bar{x}}{100\%} = \frac{5\% \cdot 31,0}{100\%} = 1,55$$

Зная, что $m = \frac{c}{\sqrt{r}}$, можно определить число площадок n .
 $n = \frac{c^2}{m^2}$. Отсюда для данного случая $n = \frac{11,88^2}{1,55^2} = 59$ шт.

Расчеты необходимого числа площадок при определенной точности нахождения средней арифметической необходимо производить только для видов с высокой встречаемостью. Для того, чтобы добиться высокой точности средней арифметической для видов с низкой встречаемостью, необходимо закладывать огромное число площадок, что не имеет смысла. Размещение пробных площадок на изучаемой площади фитоценоза может быть случайным или регулярным (систематическим). При случайном размещении площадок вся площадь фитоценоза разбивается на квадраты, каждому из них присваивается номер и эти номера записываются на маленькие квадратiki из бумаги. Затем они перемешиваются и из общего количества их вытаскивается столько номеров, сколько нужно изучить площадок. При таком размещении площадок выбор данной площадки не зависит от положения предыдущей. Регулярное размещение площадок заключается в том, что они располагаются на трансектах, через определенные расстояния, например, через 5 или 10 шагов.

На пробных площадках независимо от их числа и размеров определяется обилие вида или его фитоценотическая роль и встречаемость. Обилие вида может быть выражено прямыми показателями — числом особей, весом или объемом их, причем оно может быть определено непосредственным подсчетом, измерением или взвешиванием, а также приблизительно глазомерно; или косвенными показателями — проективным покрытием, расстоянием между особями, также определяемым путем измерения или глазомерно⁹.

В первой половине нашего столетия в полевых геоботанических исследованиях для глазомерной оценки вида в фитоценозе широко использовалась пятибалльная шкала Друде, состоящая из следующих основных ступеней:

<i>cop₃</i> (<i>copiosae</i>)	— очень обильно
<i>cop₂</i>	— обильно
<i>cop₁</i>	— довольно обильно
<i>sp</i> (<i>sparsae</i>)	— редко, рассеяно
<i>sol</i> (<i>solitariae</i>)	— единично.

9. Зоронов А.Г. Геоботаника, М., 1973.

По мысли автора этой шкалы, об обилии вида следует судить по числу особей на площадке. Однако в практике при применении этой шкалой большинство ботаниковвольно или невольно принимало во внимание не только и не столько число особей того или иного вида, сколько мощность их развития, то есть массу и проективное покрытие. Преимущество этой шкалы заключается в небольшом числе ступеней, что позволяет дать хотя и грубую, но правильную оценку обилия. Недостатки ее состоят в следующем: 1) безмасштабность, вследствие чего по ее оценкам трудно судить об абсолютном обилии вида, 2) в основу шкалы положено число особей на площадке, растения же как первичные продуценты воздействуют на прочие компоненты биоценоза (экосистемы) не числом, а продуцируемой массой.

Недостатки шкалы Друде в последнее время вызвали резкую критику в ее адрес, вплоть до требования запрета¹⁰. Однако, если иметь в виду, что при практическом использовании этой шкалы чаще всего обилие оценивалось на основании мощности развития растений, то ее не трудно трансформировать в шкалу массы, придав ступеням шкалы масштаб и отказавшись, во избежание путаницы, от традиционных названий ступеней. Можно предложить следующую шкалу глазомерной оценки.

Балл	Величина фитомассы, %
5	75-100
4	50-75
3	10-50
2	1-10
1	менее 1

Для того, чтобы судить об абсолютном значении величины активной надземной фитомассы, необходимо также глазомерно определить общую величину фитомассы на единице площади. Понятно, что для правильного глазомерного определения фитомассы глазомер нужно тренировать, то есть проверять глазомерные оценки путем срезания травостоя и взвешивания его. Учитывать массу нужно в момент максимального урожая, в противном случае пользуются переводными коэффициентами, установленными эмпирически.

10. Работнов Т.А. О шкале Друде.—Бот. ж., 1977, 9.

В последние годы геоботаники для оценки обилия вида в фитоценозе широко пользуются методом проективного учета, разработанным Л.Г.Раменским¹¹. Метод основан на глазомерном определении проективного покрытия. Для дисциплинирования глазомера Л.Г.Раменский рекомендует применять сеточку размером 2 см x 5 см, разделенную на 10 квадратов. Сеточку держат на некотором расстоянии от глаз. Рассматривая травостой через сеточку, мысленно сдвигают проекцию надземных частей того или другого вида к одному концу сеточки. Проекция надземных частей определяется по числу занятых ими клеточек. Каждая клетка составляет 10% покрытия.

Л.Г.Раменским предложена и зеркальная сеточка, которая дает более точную оценку проективного покрытия. Она состоит из двух пластинок, прикрепленных друг к другу в рабочем положении под углом 45°. В одной пластинке имеется отверстие размером 2 см x 5 см, разделенное на 10 ячеек, на другой укреплено зеркало. Прибор держат так, чтобы в зеркале отражались и проекция травостоя и ячейки. Величину проекции определяют так же, как и в первом случае. Для безошибочного определения проекции необходимо сравнивать вид проекции в сеточке или зеркале со специально разработанными эталонами.

В нашей практике для определения проективного покрытия мы пользуемся рамкой Иватова 20 см x 50 см, разбитой на 10 кв. дециметров. Такую рамку кладут на травостой и мысленно производят те же операции, что и при пользовании сеточкой Л.Г.Раменского. Данные по величине проективного покрытия могут быть выражены в процентах по каждому виду или в степенях определенной шкалы¹².

В Западной Европе широкое распространение получила шкала обилия-покрытия Браун-Бланке, которой начинают пользоваться и наши ботаники:

- + - встречается редко, степень покрытия ничтожна,
- I - индивидуумов много, но степень покрытия мала, или особи разрежены, но покрытие большое,
- 2 - индивидуумов много, степень покрытия I/10-I/4,
- 3 - любое число особей, степень покрытия I/4-I/2,

¹¹ Л.Г.Раменский Л.Г. Учет и описание растительности (на основе проективного метода). - В кн.: Л.Г.Раменский. Избранные работы /Под ред. В.И.Василевича. Л., 1971.

¹² Воронов А.Г. Геоботаника. М., 1973.

- 4 - любое число особей, степень покрытия I/2-3/4,
- 5 - любое число особей, степень покрытия >3/4 площади.

Преимущества проективного покрытия как показателя обилия:

1) лучше, чем число особей, отражает фитоценологическое значение вида, 2) шкалы, основанные на этом учете, имеют масштабы. Недостатки: 1) косвенный показатель, 2) неизбежность ошибок вследствие наличия в промежутках просветов, не занятых листьями и из-за перекрытия листьями друг друга. Рано или поздно придется переходить от измерения проективного покрытия (косвенный показатель обилия) к измерению величины фитомассы (прямой показатель). Вряд ли удастся в дальнейшем пересчитать показатели проективного покрытия в показатели массы, так как последняя находится в коррелятивной зависимости не только от проекции кроны, но и от высоты растения, степени насыщенности кроны листьями и других показателей.

При фитоценологических исследованиях изучение флоры не является самоцелью, но тем не менее, в списках видов, характерных для того или иного фитоценоза, должны быть правильные научные названия их. Поэтому фитоценолог должен уметь отличать друг от друга по внешним признакам виды, населяющие изучаемые фитоценозы. Если встречаются неизвестные растения, в том числе и в виде всходов, розеток, вегетативных особей, их нужно вносить в список под условным названием или номером, закладывать в гербарий под таким же названием или номером с тем, чтобы впоследствии их определить и изменить временные названия или номера на правильные научные названия.

При статистической обработке материала определяется средняя арифметическая ученного показателя (проективного покрытия или фитомассы), ошибка средней арифметической для наиболее распространенных видов, характер размещения, сопряженность между видами, встречаемость (как вычисляется ошибка средней арифметической, сказано выше).

Размещение видов в сообществе может быть регулярным, случайным и контактным (пятнистым). В случае регулярного распределения отношение $\frac{S^2}{F}$ стремится к нулю; при случайном распределении $\frac{S^2}{F}$ стремится к I. Если отношение $\frac{S^2}{F}$ больше единицы, то распределение контактное. В последнем случае, чем выше это отношение, тем большую склонность имеет вид к образованию скоплений.

Рассмотрим в общих чертах изучение сопряженности между видами. Основой для анализа межвидовой сопряженности является четырехпольная таблица, имеющая следующий вид:

		I-й вид		
		+	-	
2-й вид	+	a	b	(a+b)
	-	c	d	(c+d)
		(a+c)	(b+d)	N

где a - число площадок, на которых встречается I-й и 2-й виды, b - число площадок, на которых встречается только 2-й вид, c - число площадок, на которых встречается только I-й вид, d - число площадок, на которых отсутствуют оба вида.

Для определения сопряженности между мятликом луковичным и осокой приземистой в типчаково-осочковом фитоценозе было заложено 200 площадок по 0,1 кв.м, на которых определялось присутствие-отсутствие этих видов. Оказалось, что на 138 площадках присутствуют оба вида, на 7 только осока приземистая, на 48 только мятлик луковичный и на 7 оба вида отсутствуют. Эти фактические данные вносим в четырехпольную таблицу и находим суммы по горизонтальным и вертикальным рядам

		Мятлик луковичный		
		+	-	
Осока приземистая	+	138	7	(135)
	-	48	7	(51)
		186	14	200

На основании этих данных из пропорции можно вычислить теоретические или ожидаемые частоты (цифры в скобках).

$$200 : 145 = 186 : x \quad x = \frac{186 \cdot 145}{200} = 135$$

Остальные теоретические частоты можно вычислить путем вычитания найденных теоретических частот из сумм.

$$\text{Дальнейшие расчеты ведутся по критерию } \chi^2 = \frac{\sum (O-E)^2}{E}$$

где O - эмпирическая частота, E - теоретическая частота.

$$\text{Для нашего примера } \chi^2 = \frac{(138-135)^2}{135} + \frac{(7-10)^2}{10} + \frac{(48-51)^2}{51} + \frac{(7-4)^2}{4} = 3,40$$

Число степеней свободы в четырехпольной таблице равно 1. Табличное значение χ^2 при вероятности 95% равно 3,84, то есть выше фактического, что говорит о независимом их распределении друг от друга

После того, как установлено наличие сопряженности, можно вычислить коэффициент сопряженности¹³. Однако изучение сопряженности между видами не является самоцелью при фитоценологических исследованиях. Самое главное после установления факта зависимости распределения одного вида от другого - найти причину этой связи. Причина же заключается в том, что один вид изменяет среду обитания - климат, почву, для другого вида благоприятную или неблагоприятную сторону.

Для определения встречаемости подсчитывают процент площадок, на которых встретился вид.

Характеристика дополнительных микроценозов может быть дана на основании описания одной пробной площадки. В описании перечисляются все виды, произрастающие на площадке и для каждого вида определяется обилие (величина фитомассы или проективного покрытия).

Описание одного конкретного фитоценоза не дает представления о соответствующей ассоциации. Большинство исследователей считает, что репрезентативная выборка для характеристики ассоциации должна включать не менее 10 описаний конкретных фитоценозов.

3. Геоботанические исследования

Целью геоботанических исследований является изучение связей между растительностью и условиями среды и прежде всего почвами. При этих исследованиях проводится углубленное изучение как растительного покрова, так и почвы. Как сказано выше, на различные почвенные режимы значительное влияние оказывает рельеф, поэтому при геоботанических исследованиях большое внимание уделяется также изучению рельефа.

В целях выяснения связей, существующих между растительностью и почвами, незаменимым методом является метод экологических рядов, который впервые применил и обосновал Б.А. Келлер¹⁴. Сущность метода заключается в заложении пробных площадей по градиенту изменения условий среды, обычно по рельефу, поскольку он является интегральным фактором, обуславливающим

13. Подробности, связанные с вычислением коэффициента сопряженности, см.: Василевич Б.И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969; Миркин Б.М. Введение в количественные методы анализа растительности. Уфа, 1970.

14. Димо Н.А., Келлер Б.А. В области полупустыни, Саратов, 1907.

изменение прямодействующих факторов. Примеры применения метода экологических рядов приводит А.А. Юнатов¹⁵.

Сначала рассмотрим простейшие случаи, когда фитоценозы хорошо ограничены друг от друга. Подобная ситуация обычна в микрокомплексах полупустыни, на берегах соленых озер и лиманов.

Микрокомплексность растительности и почв связана с микрокомплексностью рельефа, который хорошо развит в полупустыне Нижнего Поволжья. Здесь микрокомплексы занимают большие площади. Для микрорельефа характерно чередование небольших по площади микропоземий, микроплакоров и микропонижений. Разница в высотах между ними исчисляется сантиметрами, реже несколькими десятками сантиметров. В результате неравномерного распределения атмосферной влаги на разных элементах микрорельефа формируются различные почвы и растительность.

Исследование растительности и почв микрокомплекса целесообразно начать с изучения микрорельефа. На выбранном для исследования участке закладывается нивелирный ход. Пикеты ставятся по границам и в центре форм микрорельефа. Эти границы совпадают с границами фитоценозов и хорошо видны на местности. Затем, как описано выше, производят нивелирование. На основании данных нивелирования на миллиметровой бумаге в соответствующих масштабах вычерчивается профиль, на который условными обозначениями наносятся фитоценозы. Далее методом линейной таксации определяется соотношение площадей членов комплекса и, как описано выше, составляется план участка микрокомплекса.

Растительный покров изучается так же, как и при фитоценологических исследованиях: определяется необходимое число площадок для установления среднего обилия доминантных видов с точностью средней арифметической $\pm 10\%$. На площадках определяется глазомерно или (лучше) путем взвешивания в воздушно-сухом состоянии надземная масса каждого вида (одревесневшие побеги, фитомасса раздельно). Так как фитоценозы в микрокомплексах занимают небольшие площади, то учетные площадки закладывают не на одном, а на многих участках конкретных одноименных фитоценозов, расположенных на трансекте.

¹⁵ Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований, выбор пробных площадей и заложение экологических профилей. — В кн.: Полевая геоботаника / Под ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. М.—Л., 1964, т. III.

Почву изучают на почвенных разрезах. Необходимо закладывать по крайней мере по одному почвенному разрезу на фитоценоз. Техника выполнения почвенного разреза, выделения и описания почвенных горизонтов и взятия образцов почвы для анализа описаны выше. При камеральной обработке почвенных образцов необходимо определить влажность почвы, процентное содержание гумуса, запасы гумуса (не забывая взять пробу почвы для определения объемного веса ее), состав водной вытяжки и состав обменных оснований. Возможны и другие анализы, все зависит от целей исследования.

Почвенные разрезы можно использовать для определения подземной массы растений. С этой целью из почвы вырезают из каждого горизонта последовательно почвенные монолиты 20 см x 20 см и помещают их в мешки (целостность монолита не обязательна). Корни отмывают на ситах с отверстиями различного диаметра, высушивают до воздушно-сухого состояния, взвешивают. В полевых условиях можно отмывать корни и в марлевых мешках. Видовую принадлежность корней определить, как правило, невозможно, поэтому приходится ограничиваться определением общей массы корней во всем объеме почвы и в отдельных горизонтах.

В дальнейшем сопоставление результатов почвенных анализов с данными о растительности, позволит судить о том, какие прямодействующие факторы обуславливают разницу в видовом составе, структуре и функционировании фитоценозов микрокомплекса. При этом связи между теми или иными особенностями растительного покрова и почвы в разных фитоценозах настолько очевидны, что отпадает необходимость математических доказательств их существования.

Метод экологических рядов может быть применен также и в условиях ступенчатого мезорельефа по берегам соленых озер. Например, на побережье озера Эльтон хорошо различимы три ступени рельефа: нижняя, средняя и верхняя. К нижней ступени рельефа приурочены фитоценозы на солончаках, к средней — коклековые, и суразновые на солончаковых солонках и к верхней — белополынные на светлокаштановых солончеватых почвах. Прямодействующим ведущим фактором в данном случае является солевой режим — уровень грунтовых вод, степень их засоления, состав солей, зависящий в свою очередь от рельефа. Геоботаническое исследование в данном случае сводится к выделению фитоценозов, изучению их растительного покрова, изучению солевого режима почв.

При постепенном изменении рельефа, как например, во многих случаях на склонах балок в степной зоне границы между фитоценозами размыты настолько, что трудно выделить фитоценозы. В таких случаях для установления связей между растительностью и внешней средой приходится без выделения фитоценозов изучать растительность и почвенные условия в верхней, средней и нижней частях склона и путем дисперсионного анализа устанавливать наличие связей между ведущим и косвенно действующим (рельефом) и прямодействующим (влажностью почвы) факторами и растительностью. Приводим пример подобного исследования, проведенного нами на западном склоне Лысой горы в окрестностях г. Саратова. Вдоль склона были заложены две параллельные трансекты, на которых через каждые два метра закладывались учетные площадки в I кв.м. Каждая учетная площадка разбивалась на 10 элементарных площадок, на которых определялось проективное покрытие видов. На учетных площадках в слое 0-10 см определялась полевая влажность почвы. Данные по проективному покрытию были использованы как результативные признаки в двух однофакторных дисперсионных комплексах. В первом изучалось влияние на растительность положения на склоне, во втором - влияние влажности почвы. Изучаемый фактор (положение учетных площадок на склоне) был разделен на три градации: верхняя, средняя и нижняя части склона. Для каждого вида вычислялись общее (S_y), факториальное (S_x), случайное (S_z) варьирование, квадрат корреляционного отношения (h^2) и вклад каждого вида в общее варьирование в процентах ($\frac{S_x}{S_y} \cdot 100$). Суммы по каждому виду варьирования позволили вычислить общее, факториальное и случайное варьирование растительного покрова в целом и установить величину связи растительности с положением на склоне. Достоверность оценивалась с помощью критерия Фишера. Оказалось, что влияние положения на склоне на растительность в целом является достоверным. Различия в положении на склоне определяют 29,5% общего варьирования растительности. Положение на склоне оказывает достоверное влияние на обилие 27 видов из 53. Различия во влажности почвы определяют 10,1% общего варьирования растительности.

В растительности, как в зеркале, отражаются экологические условия. Всесоюзным институтом кормов им. В.Р.Вильямса под руководством Л.Г.Раменского разработаны экологические шкалы по следующим факторам: увлажнение (У, 120 ступеней), богатство и

засоленность почвы (БЗ, 30 ступеней), пастбищная дигрессия (ПД, 10 ступеней), высотность или горная поясность (В, 15 ступеней). Методика определения условий местобитания по шкалам заключается в следующем. Против названия растения в списке проставляются ограничительные ступени, приведенные в экологических таблицах¹⁶ по соответствующим обилиям. Покажем это на примере определения одного описания растительности. Выписка ограничительных ступеней при определении экологических условий злаково-бобово-разнотравного луга (табл. 4)

Таблица 4
Ограничительные ступени по увлажнению, почвенному богатству и пастбищной дигрессии для видов злаково-бобово-разнотравного луга

Название растений	Обилие	Ограничительные ступени (от-до)		
		У	БЗ	ПД
Клевер луговой	массово	53-72	9-18	2-5
Тысячелистник обыкновенный	"	53-63	10-14	3-6
Тонконог Делавия	"	49-55	9-21	-
Мятлик луговой	обильно	60-89	5-17	2-7
Тиграк	"	17-59	9-23	2-6
Подмаренник настоящий	"	37-63	8-17	1-7
Осока ранняя	"	65-80	12-18	-
Таволга шестилепестная	умеренно	45-64	7-14	-
Гр.ань холмовая	"	55-89	15-24	2-4
Короставник полевой	"	42-64	7-16	2-4
Козлобородник короткоцветинный	"	47-59	11-20	-

Затем из цифр ограничительных ступеней строят вариационные ряды: из цифр "от" - в убывающем порядке, из цифр "до" - в возрастающем порядке для каждой шкалы отдельно. Варианты этих двух рядов выписывают сопряженно, кроме того, проставляются суммы из каждой сопряженной пары вариантов; значения сумм близки между собой. Решение или искомая ступень - это среднее из сумм наиболее обильных вариантов, располагающихся у места

16. Раменский Л.Г., Чапенкин Н.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., 1956.

объединения или пересечения (отмечено крестиком) двух вариационных рядов. Точность определения ступеней по экологическим шкалам - $\pm 0,5$, реже ± 1 .

Вариационные ряды ограничительных ступеней:

По шкале увлажнения (У)	По шкале богатства почвы (БЗ)	По шкале пастбищности: дигрессии (Щ)
от-до	от-до	от-до
65-54=I20	I5-I4=29	3-3=6
60-59=II9	x	x
x	I2-I4=26	2-4=6
58-59=II6	II-I6=27	2-4=6
58-63=I2I	IO-I7=27	2-5=7
55-64=II9	9-I7=26	2-6=8
49-64=II3	9-I8=27	2-6=8
47-68=II5	9-I8=27	I-7=8
45-72=II7	8-20=28	
42-80=I22	7-2I=28	
37-89=I26	7-23=30	
I7-89=IO6	5-24=29	

Решение

У = 59

Решение

БЗ = I4

Решение

Щ = 3

По таблице, приведенной в вышеуказанной работе, находим, что в рассматриваемом примере увлажнение - сухолуговое (переходное к свежелуговому), почвы - богатые, влияние выпаса слабое.

В лесах ярусом большой эдификаторной силы является древесный. Он оказывает сильное влияние на микроклимат лесного фитоценоза, изменяя световой, тепловой режимы, а также режим влажности воздуха, которые в свою очередь определяют состав и структуру нижних ярусов леса. Поэтому исследование растительности леса должно сопровождаться не только изучением почвы, но и климата (величины солнечной радиации, освещенности, температуры воздуха и почвы и т.п.). О методах изучения фитоценоза говорилось выше. Укажем только, что о климате фитоценоза можно судить не только на основании прямых измерений тех или иных климатических показателей, но и на основе шкал, составленных по методике Л.Г.Раменского¹⁷. В полях выяснения взаимосвязи между растительностью и условиями среды могут быть использованы и другие виды

17. Кашкарлова Б.Л. Опыт оценки степени светлюбия видов травянистого яруса с помощью методики Л.Г.Раменского. - Бюлл. МОИП, отд. бот., 1972, 3.

статистического анализа: градиентный анализ, корреляционный анализ и другие. Описание этих и других методов дается в специальных руководствах по вариационной статистике, к которым мы и отсылаем всех интересующихся.

4. Биогеоэкологические исследования

Биогеоэкологические исследования предполагают изучение в динамике всех компонентов биогеоценоза в их взаимной связи друг с другом и условиями среды. Конечной целью этих исследований является построение математических моделей изучаемых систем. Основой для построения моделей является изучение потока веществ и энергии, протекающих через экосистему. Ясно, что такие исследования могут быть выполнены только коллективом исследователей различных специальностей при условии хорошего обеспечения их современными приборами.

Однако можно изучать в биогеоэкологическом аспекте не всю экосистему, а один или несколько ее блоков, образующих подсистему, например, фитоценоз, или фитоценоз и почву. Биогеоэкологическое исследование фитоценоза связано с изучением запасов фитомассы и ее динамики. Здесь мы не можем подробно осветить методику изучения запасов и динамики фитомассы, поэтому ограничимся лишь краткими замечаниями с целью лишь несколько ориентировать читателя в этом вопросе.

Методика изучения запасов фитомассы такая же, как и при фитоэкологических исследованиях.

Прирост фитомассы является довольно сжатым показателем, и разобраться в нем можно только при системном подходе к изучению этого вопроса. Подробности этой методики описаны в специальных работах¹⁸. Здесь же укажем, что о приросте и отмирании запасов любой составной части фитомассы (надземной или подземной) нельзя судить только по динамике их запасов. Дело в том, что нарастание запасов фитомассы представляет собой результат двух противоположных процессов - увеличения запасов за счет образования новых органов и уменьшения - за счет их отмирания.

18. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. М., 1976; Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. Новосибирск, 1977; Базилович Н.И., Титлянова А.А., Смирнов В.В., Голдин Л.В., Печева Н.Т., Левин Ф.И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. М., 1976.

Для выяснения сущности дела приведем пример из книги "Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах СССР". Предположим, что мы определили динамику запасов и ежемесячное отмирание надземной фитомассы, т.е. переход её в ветвь. Естественно, запас надземной фитомассы в любой срок учета (обозначим его X_{t+1} , где $t+1$ - срок учета) равен запасу надземной фитомассы в предшествующий срок учета (обозначим его X_t) плюс прирост надземной фитомассы за период времени от t до $t+1$ (обозначим его $\Delta(t, t+1)X$ минус количество отмершей надземной фитомассы за период времени от t до $t+1$ (обозначим его $\Delta(t, t+1)X^*$). Балансовое уравнение, показывающее изменение запасов надземной фитомассы, имеет следующий вид: $X_{t+1} = X_t + \Delta(t, t+1)X - \Delta(t, t+1)X^*$

В нашем примере:

Срок учета	Время учета	Запас в конце надземной фитомассы, г/м ² X_t	Период времени от одного срока учета до другого $t, t+1$	Количество отмершей надземной фитомассы, г/м ² в месяц $\Delta(t, t+1)X^*$
1	апрель	$X_1 = 0$		
2	май	$X_2 = 20$	1,2 апрель-май	$\Delta(1,2) X^* = 0$
3	июнь	$X_3 = 90$	2,3 май-июнь	$\Delta(2,3) X^* = 10$
4	июль	$X_4 = 120$	3,4 июнь-июль	$\Delta(3,4) X^* = 10$
5	август	$X_5 = 120$	4,5 июль-август	$\Delta(4,5) X^* = 20$
6	сентябрь	$X_6 = 90$	5,6 август-сентябрь	$\Delta(5,6) X^* = 40$
				$\Delta(1,6) X^* = 80$
				г/м ² за 5 мес.

Рассчитаем прирост по балансовому уравнению.

Период времени от одного срока учета до другого $t, t+1$	Балансовое уравнение $X_{t+1} - X_t + \Delta(t, t+1)X - \Delta(t, t+1)X^*$	Прирост надземной фитомассы г/м ² в мес. $\Delta(t, t+1)X$
1,2 апрель-май	$20 - 0 + \Delta(1,2) X - 0$	$\Delta(1,2) X = 20$
2,3 май-июнь	$90 - 20 + \Delta(2,3) X - 10$	$\Delta(2,3) X = 80$
3,4 июнь-июль	$120 - 90 + \Delta(3,4) X - 10$	$\Delta(3,4) X = 40$
4,5 июль-август	$120 - 120 + \Delta(4,5) X - 20$	$\Delta(4,5) X = 20$
5,6 август-сентябрь	$90 - 120 + \Delta(5,6) X - 40$	$\Delta(5,6) X = 10$
1,6 апрель-сентябрь	$90 - 0 + \Delta(1,6) X - 80$	$\Delta(1,6) X = 170$ г/м ² за 5 мес.

В заключение следует отметить, что в настоящей книге рассмотрены лишь общие вопросы, связанные с полевыми исследованиями по экологической ботанике и описаны наиболее распространенные методы. Однако методы полевых экологических исследований по ботанике чрезвычайно разнообразны. Описание их разбросано по различным руководствам, монографиям, статьям. Рассмотреть их в одной небольшой по объему книге не представляется возможным. Поэтому нельзя при подготовке к полевой практике ограничиться чтением только настоящего пособия, необходимо ознакомиться с дополнительной литературой.

Выбор метода зависит от темы и задачи исследования, времени, которым располагает исследователь, подготовки исследователя, наличия оборудования и т.п. Важно помнить только одно - каким бы ни был метод, он должен давать объективный результат.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение (А.О.Тарасов)	3
ГЛАВА I. РЕЛЬЕФ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ (В.И.ГОРИН)	6
I. Общая характеристика форм рельефа	6
Общие понятия о рельефе	6
Классификация форм рельефа	7
Примеры форм экзогенного рельефа	9
2. Методы изучения рельефа	13
Общие понятия	13
Гесметрическое нивелирование	13
Тригонометрическое нивелирование	16
Понятие о глазомерной съемке	19
ГЛАВА II. МИКРОКЛИМАТ СИТОЦЕНОВ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ (А.Б.СЕМЕНОВА)	24
I. Общие сведения о климатообразовании	24
Понятие о климате и роль климатообразующих процессов и географических факторов в его формировании	24
Понятие о микроклимате	30
2. Методы измерения показателей микроклимата	31
Измерение солнечной радиации и температуры	32
Наблюдения за режимом осадков	34
Методы измерения влажности воздуха и почвы	35
Измерение характеристик ветра	37
3. Микроклимат различных типов растительности	37
Микроклимат леса	38
Микроклимат травяной растительности (луга, степи)	40
ГЛАВА III. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ (Л.М.БОЛТОГА)	42
I. Определение понятия почва	42
2. Почвенные разрезы	43
Типы почвенных разрезов	43
Заложение почвенных разрезов	44
3. Строение почвенного профиля	45
Общая характеристика почвенных горизонтов	45
Морфологические особенности генетических горизонтов почвы	48
Описание почвенного профиля и генетических горизонтов	61
Взятие почвенных образцов	62
Примеры описаний почвенного профиля	63

ГЛАВА IV. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (А.О.ТАРАСОВ, С.И.ГРЕБЕНЮК)	65
I. Флористические последования	65
2. Фитоценологические исследования	69
3. Геоботанические исследования	79
4. Биогеоценологические исследования	85

Для заметок

Полевая практика по экологической ботанике
(учебное пособие)

Редактор Э.П.Казикина
Технический редактор Л.В.Агальцова
Корректор И.В.Дараева

Подписано к печати 26.05.81.
Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 1.
Печать офсетная Усл.печ.л. 5,35(5,75). Уч.-изд.л. 4,6.
Тираж 500 экз. Заказ 1387 Цена 15 к.

Издательство Саратовского университета, 410601, г.Саратов,
Университетская, 42
Ротапринт типографии № 6 производственного объединения
"Полиграфист"
Управление издательств, полиграфии и книжной торговли
Саратовского облисполкома, Саратов, Верхний рынок, корп. 13