

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ВЫСШИХ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

П. С. ПОГРЕБНЯК

академик Академии наук Украинской ССР

ОБЩЕЕ ЛЕСОВОДСТВО

ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ ИЗДАНИЕ

*Допущено Главным управлением высшего и среднего
сельскохозяйственного образования Министерства
сельского хозяйства СССР в качестве учебного
пособия для лесохозяйственных и агрономических
специальностей высших учебных заведений*

III 636117

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина

ИЗДАТЕЛЬСТВО КОЛОС · МОСКВА · 1988



ПРЕДИСЛОВИЕ

Некогда К. А. Тимирязев сказал: «... лесовод в значительной мере человек завтрашнего дня. «Сегодня» для лесоводства важно, но «завтра» неизмеримо важнее»¹. Важность завтрашнего дня связана с длительностью жизни леса, с его многообразием и сложностью. В наши дни забота о завтрашнем дне становится вдвойне существенной для лесовода.

Программой КПСС предусмотрена охрана и рациональное использование лесных, водных и других природных богатств, их восстановление и умножение.

Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР в марте 1967 г. рассмотрели вопрос о неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии и приняли соответствующее постановление. В постановлении отмечается, что многие колхозы и совхозы в степных и лесостепных районах вследствие широкого распространения эрозии почв получают низкие и неустойчивые урожаи сельскохозяйственных культур. В системе мер по защите почв от эрозии существенное место отводится полезационному лесоразведению, облесению оврагов, балок и песков.

Лесоводы призваны охранять одно из сложнейших явлений природы — лесное растительное сообщество, лесной биоценоз. Бережное отношение к материнским силам лесных растительных сообществ, забота о воспроизведении (возобновлении) лесов, о целостности их структуры, о подъеме продуктивности лесов — таковы важнейшие задачи лесоводов.

Сложность леса как биологического явления и связанная с ней необходимость оберегать его целостность, длительность производственного цикла и вытекающая из него потребность предвидеть отдаленные результаты действий обязывают лесоводов со всей серьезностью отнестись к теоретическим основам науки лесоводства.

Классики лесоводства Г. Ф. Морозов и Г. Н. Высоцкий не случайно были одновременно ботаниками и зоологами, климатологами и почвоведом. Это обстоятельство вызывалось сложностью объекта, длительным сроком воспроизводства леса, необходимостью знать его со всех сторон и тем в большей степени, что ошибки лесовода трудно исправимы, сделанные однажды, при заложении насаждений, они могут сказаться спустя десятилетия. Кроме того, опыт накапливается в лесоводстве медленно, не в пример агрономии, имеющей возможность накапливать полноценный опыт в новых, непривычных условиях всего за несколько лет и сразу же исправлять ошибки. Однако лесоводов вдохновляет то обстоятельство, что советское лесоводство развивается на основе передовой практики,

¹ К. А. Тимирязев. Соч., т. 10. Сельхозгиз, М., 1940, стр. 170.

беспримерной по своим масштабам в истории лесоводства. Анализ и обобщение достижений производства — важнейший источник развития лесоводственной науки и ее постоянного обогащения.

Общее лесоводство является теоретической частью курса лесоводства, биологической основой для рубок возобновления и воспитания леса, лесных культур и лесных мелиораций. Расчленение единого курса лесоводства на «общее» и «частное» произошло в самом начале нашего столетия под влиянием подъема агрономических и лесоводственных наук и неизменно сопровождающей всякий подъем дифференциации научных дисциплин. В программе общего лесоводства осталась биология леса и его главных компонентов — древесных пород, а также учение о рубках возобновления и воспитания леса.

Программа частного лесоводства включала вначале семеноводство, питомническое хозяйство, агротехнику искусственного разведения отдельных древесных пород и лесных мелиораций. Последние (мелиорации) в советское время выделились в самостоятельный курс агролесомелиорации. Собственно же частное лесоводство получило название лесных культур.

Такое расчленение имеет свою рациональную основу прежде всего в том, что естественное возобновление и воспитание леса составляют очень важную специфическую, неповторимую черту лесного растениеводства. Между тем область искусственного лесовозобновления возникла на заимствовании у земледелия его агротехники и способов механизации, а также многих сходных между собой приемов семеноводства, селекции, выращивания посадочного материала, обработки и удобрения почв и т. д.

В растениеводственных науках одним из оснований для расчленения выступает их географическая обусловленность. В наши дни для большинства лесоводов ясны принципиальные особенности: 1) лесоводства таежного севера, 2) зоны хвойно-широколиственных лесов, 3) сухого лесоводства основных зон земледелия — степной и лесостепной, 4) горного лесоводства Карпат, Крыма и Кавказа, 5) субтропического лесоводства Черноморского побережья Крыма и Кавказа, 6) тропического лесоводства Южного Китая, Индии, Индонезии и других приэкваториальных стран, делящегося, в свою очередь, на сухое и влажное лесоводство тропической зоны.

Нет основания отрицать общие черты у лесного хозяйства разных физико-географических областей. В курсе общего лесоводства требуется выпукло их отразить. Но на их фоне необходимо показать также и географическую специфику лесов, особенности их возобновления и воспитания. Так как уделять одинаково подробное внимание каждой географической системе лесоводства в учебном курсе нецелесообразно, да и невозможно, авторы учебников излагают свой курс прежде всего на материале той географической системы лесоводства, в которой каждый из них работает, которую он лучше всего знает и которой служит, будучи ее преимущественным знатоком.

Созданные нашими крупнейшими лесоведами М. К. Турским, Н. С. Нестеровым, Г. Ф. Морозовым, Г. Н. Высоцким, А. И. Яшновым и другими курсы лесоводства, и в частности общего лесоводства, также

не лишены характерной «географической односторонности», сказывающейся по крайней мере в том, что в каждом из учебников содержательнее, оригинальнее и детальнее изложены те части курса, которые опираются на материалы, хорошо знакомые автору. Зачастую эти сплошь и рядом географически обусловленные материалы становятся центром «лесоводственного мировоззрения» автора, под углом которого излагается весь или по крайней мере главный материал учебника. Таким центральным пунктом в «Учении о лесе» Г. Ф. Морозова была наиболее знакомая автору лесостепная зона с ее Таллермановской рощей, Шиповым лесом, Усманским бором, Каменной степью. Страдает ли от подобной односторонности качество учебника? В большинстве случаев не страдает, во многих случаях выигрывает.

Наряду с упомянутыми «субъективными» основаниями для географической дифференциации систем лесоводственной техники по мере развития лесоводственных наук, особенно бурного в настоящее время в нашей стране, возникают также и объективные для нее основания. Совершенно по-разному строятся многие лесоводственные мероприятия на вновь осваиваемых пространствах темнохвойной и лиственничной тайги европейского севера и Сибири, с одной стороны, и в старых земледельческих областях степной и лесостепной зоны — с другой. В последних лесоводство тесно связано с земледелием. От леса здесь требуются не только строительные, поделочные и другие сортаменты древесины, но прежде всего комплекс благоприятных влияний на климат, водный режим, плодородие соседних сельскохозяйственных угодий, защита их от суховея, засух, пыльных бурь, водной и ветровой эрозии, регулирование режима рек и водоемов и т. д.

Предлагаемая нами книга по общему лесоводству для лесохозяйственных и агрономических специальностей сельскохозяйственных и лесных вузов отражает в большой мере специфику степной и лесостепной зон, хотя материалы его и не ограничиваются пределами этих зон. Сделана попытка несколько концентрированное расположить изложение, избежать частых повторений, более строго придерживаться перехода от простого к сложному, от статического к динамическому, изложить курс в исторической последовательности развития лесоводственных идей.

Нам представлялось излишним менять стиль и последовательность изложения во всех тех местах программы курса, где классиками отечественного лесоводства дана совершенная форма, не устаревшая до наших дней.

Сохраняя и дополняя ее во многих случаях новым иллюстративным материалом, при крайней необходимости частично обновляя терминологию, примененную классиками, мы сберегаем их основные выводы. Так, например, следуя за Г. Ф. Морозовым, подкрепляя и развивая его выводы новейшими материалами, мы не пользовались обычной для времен Г. Ф. Морозова фитосоциологической терминологией, и это изменение не вступало в противоречие с содержанием его выводов. Нам представляется, что именно так и следует использовать наследство классиков в тех случаях, когда создается учебник или учебное пособие на данную тему. Опыт показал, что отступление от классического положе-

ния ради оригинальности учебника усложняет и нередко запутывает изложение.

В связи со сказанным нельзя не вспомнить Л. М. Леонова: «Даже простое пшеничное поле требует прежде всего разумного, честного поведения на нем человека, сеятеля и жнеца, тем в большей степени это категорически необходимо в масштабах лесов, урожай которых созревает на протяжении веков, и посему абсолютно исключает право на заблуждения».

Следуя справедливому совету крупнейшего писателя и куратора зеленого друга, необходимо чаще давать слово классикам по важнейшим вопросам науки.

Созданное классиками, во-первых, стоит ближе к истине, во-вторых, проще, яснее, педагогичнее. С него полагается начинать всякую учебу, на его основе легче пользоваться как логическим, так и историческим принципом изложения.

Самая существенная сторона курса общего лесоводства состоит в том, что его предметом является лес как биоценоз, рассматриваемый не только в качестве явления природы, подлежащего наблюдению и описанию, но прежде всего как объект целесообразного эксперимента, хозяйственного использования. Важнейшая опора для познания лесного биоценоза в курсе общего лесоводства и самый богатый из всех возможных экспериментальный материал — п р а к т и к а л е с о в о д с т в а. Для лесовода, имеющего дело с объектом, крайне разбросанным в пространстве и длительным во времени, экспериментальный материал (все равно — научный или производственный) является самым богатым источником науки о лесе.

В связи со сказанным мы избегаем термина «лесоведение», обычно противопоставляемого «практическому» или «техническому» лесоводству. Трудно присоединиться к мнению о том, что ученый, стоящий дальше от экспериментального источника познания, дальше от практики, может «ведать лес» в большей степени, чем тот, кто на этот источник опирается. Курс общего лесоводства делится на три части: 1) биоценология, 2) экология и 3) возобновление и воспитание леса. Они тесно связаны между собой, и это служит залогом как близости общего лесоводства к практике — производству, так и теоретической его глубины.

Общее лесоводство, с одной стороны, имеет много точек соприкосновения и взаимопереходов со своими базовыми дисциплинами: дендрологией, анатомией и физиологией растений, микробиологией, геоботаникой, зоологией, почвоведением, метеорологией, климатологией, физической географией и др.

С другой стороны, у него тесные связи со специальными дисциплинами: лесокультурным делом, лесными мелиорациями, защитой леса, лесной таксацией, лесоустройством, механизацией лесохозяйственных работ. экономикой лесного хозяйства.

Однако общее лесоводство четко отграничивается от них своеобразием точки зрения на свой объект как на лесной биоценоз, преимущественным интересом к экологическим взаимоотношениям, формирующим состав, продуктивность, устойчивость и динамику лесного биоценоза.

В курсах, созданных советскими учеными, отражена всесторонне удобная система изложения Г. Ф. Морозова. Таковы учебники А. И. Яшнова, Е. В. Алексеева, созданные в 20-х годах. По несколько иной схеме был создан курс, читанный Г. Н. Высоцким. В нем наряду с биоценологическими закономерностями и лесной типологией имелось своеобразное учение о влиянии леса на запредельную среду, известное по его отдельным изданиям.

Учебник «Общее лесоводство» проф. М. Е. Ткаченко и других, вышедший впервые в 1939 г., а затем вторым изданием в 1954 г., носит следы морозовской программы, но со значительным ее расширением путем включения больших глав об очистке лесосек, защите лесов от пожаров, истории лесных наук и др.

Учебник проф. В. Г. Нестерова, вышедший двумя изданиями, как и учебник проф. М. Е. Ткаченко, обстоятельно представил лесоводство лесной зоны.

В настоящее время нельзя ограничиваться старыми представлениями о лесах и лесных местообитаниях, не дифференцированных по количественным грациям важнейших условий среды — плодородия почвы, ее увлажнения и климатических условий. Без этого рекомендация технических мероприятий (например, повышения продуктивности леса) становится расплывчатой и беспредметной, поскольку неясно, в каких условиях климата, увлажнения и плодородия почв рекомендуемая техника может дать положительные результаты.

В учебном пособии больше места отведено проблемам смешанных насаждений и разведению быстрорастущих пород как ведущим способам повышения продуктивности в южных малолесных зонах. С этих же позиций в курсе рассмотрена густота насаждений, ориентировка посевных и посадочных рядов по странам света, вопросы рядового и гнездового способов создания культур, устойчивости насаждений против вредителей и болезней и другие общие лесоводственные вопросы, относящиеся к этой дисциплине.

Расширение упомянутых частей курса заставляет сокращать иные его части, в первую очередь те, которые не имеют прямого отношения к нему, как, например, сведения о побочных пользованиях, о всех существующих способах описания и учета типов леса и результатов возобновления, о всех методах рубок возобновления, ухода и другие сведения, придающие книге характер справочника.

Важнейшая задача общего лесоводства — сообщить студенту и специалисту современные сведения о лесе как биоценозе, научить его распознавать причины и следствия разных явлений в жизни леса, в первую очередь причины разнообразия его состава, продуктивности, устойчивости в борьбе с разными неблагоприятными условиями.

Настоящее второе издание «Общего лесоводства» значительно переработано и дополнено по сравнению с первым. Использованы многочисленные указания и пожелания лесоводов, почвоведов, типологов и других специалистов. Автор не мог удовлетворить указания ряда товарищей на целесообразность включить главу о типологии лесов в первую часть курса. Дело в том, что в данной книге лесная типология представляет собой обзор эколого-географического разнообразия лесов.

Это и заставило завершить книгу типологической главой.

Автор признателен за помощь в улучшении настоящего издания акад. ВАСХНИЛ А. С. Яблокову, проф. О. Г. Капперу, проф. Д. Д. Лавриненко и тем, кто оказал помощь в иллюстрировании книги,— проф. К. Е. Никитину, проф. А. С. Скородумову, кандидатам наук В. В. Гурскому, П. С. Каплуновскому, П. П. Посохову, Г. И. Редько, Б. В. Ткаченко, И. Ф. Федцу и О. В. Чубатому.

Отзывы о книге просьба присылать по адресу: Москва, К-31, ул. Дзержинского, 1/19, издательство «Колос».

1 *часть*

БИОЦЕНОЛОГИЯ

ПОНЯТИЕ О ЛЕСЕ И ЕГО КОМПОНЕНТАХ (морфология леса)

Лесом и древостоем называют тесную группировку древесных и кустарниковых растений, занимающую более или менее значительное пространство. Определяя наш объект таким образом, мы отграничиваем представление о лесе от представления о поле, луге, степи, пустыне, болоте и других типах растительности, где деревья и кустарники или совсем не встречаются, или, встречаясь в виде единичных экземпляров или небольших групп, не являются господствующими в ландшафте. Первым существенным отличием леса от других типов растительности является то, что он состоит из **д р е в е с н ы х** растений — деревьев и кустарников.

Деревья и кустарники — многолетние растения, и большинство их в умеренном климате относится к жизненной форме **л е т н е з е л е н ы х ф а н е р о ф и т о в**. Известно, что травянистые многолетники переживают морозные зимы в виде подземных органов — луковиц, клубней, корневищ и т. д. Что же касается **л е т н е з е л е н ы х ф а н е р о ф и т о в**, то у них зимуют также и надземные органы — стебли (стволы) и ветви (кроны), а у вечнозеленых хвойных, свойственных холодной и теплоумеренной зонам (сосна, ель, пихта, тсуга и др.), перезимовывают также и листья — хвоя. У травянистых многолетников почки зимуют под защитой почвы, опавших листьев и снежного покрова. Почки древесных растений, как правило, образуются на их надземных частях и вместе с ними подвергаются непосредственному воздействию зимнего ветра и морозов.

Эти особенности **ф а н е р о ф и т о в** нашей климатической зоны обязаны приспособлениям, позволяющим им переносить резкие смены погоды и особенно колебания солнечной радиации, температуры, влажности воздуха, ветры и бури в течение всего года.

Надземные органы **ф а н е р о ф и т о в** защищены слоем коры; их почки покрыты в большинстве случаев чешуями, нередко осмоленными. Они наделены многими физиологическими приспособлениями, позволяющими переносить низкие зимние температуры. Именно среди **ф а н е р о ф и т о в** теплоумеренного и холодного поясов в связи с тем, что их надземные части выдвинуты высоко над почвой и подвержены влиянию сильных морозов, сформировались виды, способные без повреждений выносить температуры до -70° и продолжительные ветреные зимы (лиственница, кедровая сосна, сибирская пихта и др.). Подобных температур не переносят травянистые растения, даже аборигены таежной зоны. Скрываясь на холодное время под снежным покровом, они как бы у х о д я т от низких температур и резкого морозного ветра.

Почти все древесные растения, главным образом деревья, достигают больших размеров, особенно в более теплых климатических условиях. Гигантская секвойя в Калифорнии (*Sequoia gigantea* Д е с н е.) и австралийский эвкалипт (*Eucalyptus viminalis*) достигают 120-метровой высоты. У растущего в саваннах африканского хлебного дерева — баобаба (*Adansonia digitata*) диаметр ствола достигает 20 м. Отдельные старые деревья секвойи накапливают до 1750 м³ плотной древесины, а запас некоторых старых древостоев этой породы составляет около 20 тыс. м³ древесины на 1 га.

Породы теплоумеренной зоны — сосна и дуб — способны достигать 40—45 м высоты; ель, пихта и лиственница в горных условиях Кавказа и Карпат — 50—60 м. Деревья этих пород могут накапливать до 50 плотных кубических метров древесины и весить вместе с сучьями и хвоей

до 40—50 т. Механическая устойчивость таких великанов обязана прежде всего крепости их тканей и мощному укоренению. Одревеснение клеток и тканей является главным преимуществом фанерофитов, позволяющим им развивать большие стволы и кроны, сохраняя механическую устойчивость.

Существенная особенность леса и его компонентов — деревьев — длительный срок жизни. Самая долговечная древесная порода — североамериканская остисто-шишечная сосна (*Pinus aristata* Engelm.) высотой до 10 м — встречается у верхней границы леса в Уайт-Маунтен (Калифорния). Есть экземпляры старше 4500 лет. Гигантская секвойя живет более 3200 лет. По размерам ее годовичных слоев Дуглас сделал попытку изучить климатические колебания отдаленного прошлого. Гибкая сосна (*Pinus flexilis* James.) — дерево второй величины, растущее в горных условиях, доживает до 1800 лет. Максимальная долговечность древесных пород видна из данных таблицы 1.

Таблица 1

Классификация древесных пород по предельной (максимальной) долговечности семенного поколения

Древесные породы	Возраст (лет)	Древесные породы	Возраст (лет)
Сосна щеточная (<i>Pinus aristata</i>), Белые горы в Калифорнии	4500	Лиственница (<i>Larix decidua</i> Mill.)	600
Секвойя (<i>Sequoia sempervirens</i> , <i>S. gigantea</i>), Калифорния	3500	Сосна обыкновенная (<i>Pinus silvestris</i> L.)	450
Кипарис и кедр (<i>Cedrus</i>)	2500	Ель, бук, пихта, кедровая сосна	350
Тисс (<i>Taxus baccata</i>), древовидные можжевельники, маслина (<i>Olea europaea</i>), гибкая сосна (<i>Pinus flexilis</i> James.)	2000	Ясень, ильмовые, древовидные клены	250
Съедобный каштан, дуб, чинар, дугласия	1000	Граб, береза, черешня, дикая груша, дикая яблоня, рябина	150
Липа (<i>Tilia cordata</i>)	800	Осина, тополь	100
		Древовидные ивы	60
		Кустарниковые ивы и породы подлеска	35

Дерево делится на три органические части: корневую систему, ствол и крону. Кустарники в отличие от деревьев образуют не один, а несколько более или менее равноправных стволиков.

По предельно достигаемой высоте различают древесные породы первой величины — свыше 25 м, второй — от 10 до 25 м, третьей — ниже 10 м. Деревья, не достигающие высоты 5 м, зачастую объединяют в одну категорию с кустарниками. Наиболее распространенными в СССР породами первой величины являются лиственница, сосна, ель, пихта, кедровая сосна, береза, осина, черная ольха, липа, дуб, ясень, бук, клены, ильмовые, лесная груша и др.; к породам второй величины относятся серая ольха, лесная яблоня, полевой клен, черемуха, берека, пушистый дуб; к породам третьей величины — рябина, лох, черноплодный боярышник и др. Многие кустарники могут расти также и в форме деревьев третьей величины — можжевельник, желтая акация, боярышники, татарский клен, красная и черная бузина, лещина, европейский бересклет и др. Нередко их относят к кустарникам первой величины, достигающим высоты 3—5 м. Кустарники второй величины имеют высоту 1—3 м — это бородавчатый бересклет, бирючина, свидина, жимолость, смородина, ежевика, малина, барбарис, скумпия; к кустарникам третьей величины, достигающим высоты 1 м, относятся волчье лыко, голубика, ожина, багульник. Мелкие кустарники

(кустарнички) являются приземистыми фанерофитами высотой не более 50 см — брусника, черника, водяника, дафна, карликовые березы, карликовые ивы и др. Кроме этих форм, в лесах встречаются лианы — плющ, павай, ломонос, актинидия и др.

Как было сказано, в понятие «лес» включают представление о группировке древесных растений, занимающей более или менее значительную площадь. Этим самым ставят цель, во-первых, ограничить от лесного ландшафта ландшафт единичных деревьев и их небольших групп, аллеи посадки и другие группировки деревьев, не относящиеся к тому, что следует называть лесом. Во-вторых, этим стремятся подчеркнуть важнейшую особенность леса — сплошность его распространения и специфическое влияние на окружающую местность, на силу и направление ветра, на температуру и влажность приземного слоя атмосферы, на почву и на режим почвенной влаги.

Лес изменяет климатический режим местности, и тем существеннее, чем большее пространство в почве и атмосфере занято составляющими его деревьями, чем крупнее лесной массив в своем горизонтальном простирании.

Небольшие перелески, аллеи посадки, одиночные деревья и кустарниковые заросли также оказывают влияние на климатические и иные режимы местности, но оно невелико по сравнению с теми изменениями, которые вызывает на занимаемой территории лесной массив, хотя бы и не столь большой, но целостный, сомкнутый, компактный.

С рассматриваемой точки зрения следует различать глубину леса, подразумевая под ней сумму мощностей двух занятых им сред — надземной и подземной. В максимальном случае, в лесах из секвойи, эта глубина достигает 125 м, в минимальном, в кустарниковых зарослях (шибляках, чапаралах, маквисах, фриганах, зарослях горной сосны и рододендрона), глубина леса не превышает 3—4 м. Очевидно, в первом случае мощность влияния леса на занятую им и на окружающую территорию велика, во втором — ограничена. Однако и низкорослые древесно-кустарниковые заросли оказывают существенное влияние на гидро-термический режим местности, особенно если они значительны по простиранию. Они должны быть отнесены к лесу.

Следовательно, после указания на состав древесных пород и кустарников вторым важнейшим признаком леса является его влияние на занятую им территорию, определяемое не только интенсивностью, но и качественными особенностями.

Степень воздействия леса на солнечное освещение, температуру воздуха и почвы, скорость ветра и на другие элементы климата зависит не только от размера площади и глубины леса, но и от составляющих его пород, густоты стояния деревьев, плотности заселения ими территории. Участок густого ельника площадью 1 га среди полей является типичным лесом по всем признакам, и в частности по своему влиянию на микроклимат занятой им и соседней территории. Другое дело — изреженный, редкостойный березняк на такой же площади. Признаки леса у него выражены нерезко.

Переменяющиеся участки свежих вырубок, изреженные старые насаждения и еще не сомкнувшиеся кронами молодняки следуют называть лесом по целому ряду оснований. Среди последних главнейшим является то, что лес существует не только налицо, то есть в каждый данный момент времени и во всех своих типичных признаках, но и потенциально (в возможности), которая также является в упомянутых примерах вполне реальной. В самом деле, на рубках или под изреженным пологом предназначенного для рубки старого леса появится новое молодое лесное поколение из самосева; существующие молодняки сомкнутся, вырастут и превратятся во взрослый, спелый лес. Этого, конечно, не случится с аллеей, с луговыми или степными участками, где косят



Рис. 2. Дуб, выросший в густом насаждении. Возраст 80 лет. Средняя высота насаждения 26 м, средний диаметр 35 см, запас 450 м³ на гектар. Маковское лесничество Тростянецкого опытного лесхоза Сумской области. Свежая дубрава (D₂) в тальвеге балки. Лесосека 1944 г.

траву или пасут скот, пусть даже среди них будут единичные деревья, кустарники и их группы.

Следовательно, для определения существа леса, кроме указания на состав, необходимо установить такие дополнительные признаки: 1) стадии развития леса, начиная от подлежащих лесовозобновлению полей, прогалин, лесосек и кончая взрослыми насаждениями; 2) густоту стояния древесных растений, при усилении которой нарастают типичные черты леса. Следует также принять во внимание, что во многих случаях граница между лесом и нелесом может быть расплывчатой, проводимой условно.

Рост деревьев в лесу и на просторе. Плотность группировки деревьев носит название в лесоводстве *плотности насаждения*. В разные фазы развития леса она может меняться, начиная с далеко друг от друга расположенных деревьев (в фазе расстройства и отмирания старого древостоя), через вырубку и отдельно расположенные группы маленьких деревьев, сменяющих старый лес, до густых молодняков и жердняков, имеющих характер непролазной чащи.

В процессе появления и дальнейшего роста дерева разрастаются вверх и в стороны, тесня своих соседей и одновременно испытывая на себе

их влияние со всех сторон. Кроны деревьев по мере роста увеличиваются. Однако нижние ветви, затененные верхними ветвями и кронами соседей, отмирают из-за недостатка света. Их мертвые остатки (листья и сухие сучья) опадают на землю. Происходит так называемое **очищение ствола от сучьев**. Это явление свойственно отдельно растущим деревьям лишь в слабой степени, так как их нижние ветви хотя и затенены верхними, но пользуются боковым освещением. Что же касается деревьев в густом лесу, то здесь очищение стволов от сучьев происходит очень интенсивно.

В таблице 2 приведены данные измерения двух старых дубов, почти одинакового возраста — 112 и 115 лет. Эти дубы были выбраны на одном и том же участке дубравы для сравнительных исследований в 1925 г. Первый из них все время рос на просторе, среди широкой поляны. Поэтому он развил широкую крону. Второй дуб — типичное для леса высокое и стройное дерево, росшее в тесном окружении соседей, то есть в лесной обстановке. На рисунках 1 и 2 показаны подобные им деревья по типу крон. Рисунок 2 иллюстрирует стройность, полнодревесность, высокое очищение от сучьев у стволов дуба, выросших в лесной обстановке. На рисунке 3 показана свободно растущая сосна, на рисунке 4 — ель в сомкнутом насаждении, а на рисунке 5 — сосна в насаждении.

Как показывают данные таблицы 2, горизонтальная проекция кроны дерева, растущего на просторе, в 5 раз превышает соответствующий показатель дерева из густого древостоя. Следовательно, дерево, выросшее на просторе, пользовалось по крайней мере в 5 раз большим количеством солнечного освещения и тепла, почвенной влаги и пищи и дало почти втрое больший объем древесины. Однако около трети его продукции ушло в сучья, а ствол, имеющий больший диаметр в нижней части, оказался очень сбежистым (видовое число 331¹). Древесину оно образовало суковатую, то есть низкого качества.

Таблица 2

Данные измерений двух старых дубов, выросших в разных условиях — на просторе и в тесном окружении соседних деревьев

Таксационные элементы	Дерево на поляне, 115 лет	Дерево в древостое, 112 лет	Второе де- рево в % от первого
Диаметр на высоте 1,3 м (см)	100	51	51,0
Высота дерева (м)	21,5	30,1	140,0
Горизонтальная проекция кроны (м ²)	253	48	19,0
От земли до первого живого сука (м) . . .	2,5	21,0	84,0
Вертикальная протяженность (длина) кро- ны (м)	19,0	8,1	42,6
Видовое число ствола × 1000	331	440	132,9
Видовое число дерева × 1000	499	501	100,4
Объем ствола (м ³)	5,7	2,6	45,6
Объем сучьев (м ³)	2,8	0,3	10,7
Общий объем дерева без корней (м ³) . . .	8,5	2,9	34,1
Объем сучьев в % к древесине ствола . .	49	11	22,4
Объем сучьев в % к общему объему дерева	32,9	10,3	31,2

Дерево в густом лесу имело на 40% более высокий рост, но диаметр у него был наполовину меньше при относительно высокой полнодревесности ствола (видовое число 440). Эти различия — результат влияния

¹ Видовое число показывает полнодревесность ствола и всего дерева. Вычисляется оно делением объема ствола (или дерева) на объем цилиндра той же высоты и диаметра на высоте груди, что и у измеряемых деревьев. Трехзначный показатель видового числа при пользовании им умножают на 0,001.



Рис. 3. Крымские сосны, выросшие на просторе. Ялтинская Яйла.

бокового отенения деревьев их соседями. При боковом отенении крона дерева не может расти в стороны, где господствуют соседи. У него остается ограниченное пространство для роста только вверх. Отрицательный геотропизм и фототропизм верхушечных почек, этиолированность нижней части кроны, стимулирующая дыхание и обмен веществ в кроне, и ряд других обстоятельств усиливают рост в высоту. В древостое происходит, как говорят лесоводы, взаимный подгон деревьев. При этом нижние ветви затеняются и отмирают, а кроны перемещаются все выше. В результате такого процесса у дерева в лесу образуется высокий, тонкий, хорошо очищенный от сучьев ствол. Диаметр на высоте груди у такого дерева тоньше, а объем стволовой древесины меньше, чем у дерева, растущего на поляне, но зато сортименты лучше и выход их больше. Кроме того, на единицу поверхности почвы запасы древесины в древостое, формировавшемся смолоду в лесной обстановке, выше. На 1 м^2 проекции кроны приходится следующее количество древесины (табл. 3).

Таблица 3

Объем древесины (м^3), производимой на единице площади

Типы деревьев	На 1 м^2 проекции кроны			Все деревья на 1 га	
	ствол	сучья	все дерево	м^3	%
Дерево на поляне (возраст 115 лет)	0,022	0,011	0,033	330	100
Дерево в древостое (возраст 112 лет)	0,054	0,006	0,060	600	182

Данные, отнесенные к единице площади, свидетельствуют о том, что при сомкнутом состоянии деревья производят на 82% больше древесной массы и на 135% больше ценной стволовой древесины, чем это могло полу-

читься, если бы площадь была занята ширококронными деревьями, выросшими на просторе и сомкнувшимися кронами к моменту исследования. Древесина деревьев из сомкнутого леса вследствие своевременного очищения стволов от сучьев имеет во много раз большую ценность, чем суковатая древесина деревьев, выросших на просторе. Короче говоря, сомкнутый древостой дает лучшую древесину и в большем количестве. Поэтому выгоднее выращивать древесину в сомкнутом древостое, или, как говорят лесоводы, в лесной обстановке. Исключения из этого правила немногочисленны. Они имеют место в тех случаях, когда от леса не требуют большого количества качественной продукции. На них мы остановимся ниже (гл. 16).

Подчеркнем, что высокая продуктивность сомкнутого леса — результат более интенсивного использования древостоем солнечной энергии, атмосферы и почвы.

Морфология древостоев. Лес на значительном пространстве не бывает однородным. Как правило, он изменяет свои существенные признаки, иногда на незначительных расстояниях. Поэтому возникает необходимость расчленять лес на более простые части, на его элементарные однородные единицы. Ниже изложены существенные признаки леса и характеризуются единицы, по которым лес классифицируют.

Древостой, или *насаждение*¹, представляет собой элементарную и наименьшую по объему единицу леса. Этот участок леса, однородный внутри своих границ по всем важнейшим признакам: по составу пород, происхождению, форме, полноте, возрасту, типу леса, бонитету и другим особенностям.

По *составу* пород древостой делят на чистые, то есть однородные, и смешанные, состоящие из двух и более пород. Древостой в зависимости от господствующей породы носят названия: сосняк, дубняк, ельник, лиственничник, пихтарник, кедровник, березняк, осинник. Смешанные насаждения называются по составу по крайней мере двух господствующих пород: дубо-сосняк, грабо-дубняк и т. д. Для типов древостоя применяют фитоценологический принцип названий по господствующим растениям в верхнем ярусе и покрове: сосняк лишайниковый, брусничный, черничный и др.; ельник зеленомошный, кисличный, долгомошный; дубняк осоковый, снытевый и т. д.

Существует таксационная формула состава древесных пород, выражающая участие каждой из них в десятых долях от общего запаса (объема) древесины в данном древостое. Например, формула 8С2Д ед. Б означает смешанное насаждение из сосны (С), дуба (Д) и березы (Б), причем первая порода представлена около 80% объема древесины, вторая — около 20%, береза же — меньше 5%. При описании сложных насаждений каждый их ярус характеризуется отдельной формулой состава. Дополнительно может быть приведена и общая формула состава, подытоживающая по породам запас древесины всего древостоя.

По *происхождению* древостой делят на следующие категории: 1) *коренные* — соответствующие не нарушенной стихийными явлениями природе естественного леса; 2) *производные* — нарушен-

¹ Г. Ф. Морозов писал о термине «насаждение» следующее: «Этот термин весьма неудачный... С таким названием связывается нечто «насажденное», искусственное, тогда как его применяют ко всем участкам леса, безразлично, возникли ли они искусственно или представляют собой девственные леса. В настоящее время слово «насаждение» настолько укоренилось в литературе, что едва ли возможно помыслить о замене его другим термином» (Г. Ф. Морозов. Лес как растительное сообщество. Изд. Панафиidinой, СПб.—М., 1913).

Несмотря на очевидное неудобство термина «насаждение», он широко применяется и теперь. Мы используем его как поздний синоним основного термина «древостой» и применяем в интересах литературной стилистики, когда необходимо избежать частых повторений слова «древостой».

ного состава, например березняки на месте коренных сосняков, осинники на месте коренных ельников, появляющиеся как результат сплошных рубок, и т. д.; 3) с е м е н н ы е — возникшие из семян; 4) п о р о с л е в ы е — образовавшиеся из поросли от пня; 5) к о р н е о т п р ы с к о в ы е — возникшие из надземных побегов на корнях; 6) е с т е с т в е н н ы е — то есть появившиеся в результате самовозобновления древостоя; 7) и с к у с с т в е н н ы е — посеянные или посаженные лесоводом и т. д.

Древесные породы первой величины делятся на *главные*, являющиеся основным объектом хозяйства (например, сосна, ель, дуб, бук, лиственница, пихта и др.), и *второстепенные*, не играющие главной роли (клены, ильмовые, в ряде случаев ивы, осина, береза и др.). *Господствующей* породой называется та, которая преобладает в верхнем ярусе древостоя.

В зависимости от наличия древесных ярусов древостой делят на *простые* (одноярусные) и *сложные* — 2-, 3-, 4- и 5-ярусные (рис. 6 и 7). Это деление называется *формой* или *строением* древостоя. Различают следующие *ярусы* древостоя:

I (в е р х н и й) я р у с, состоящий из крон наиболее высоких пород — сосны, дуба, ели и др. В его пределах различают два *полога*: а) г о с п о д с т в у ю щ и й, состоящий из крон деревьев I и II классов по классам роста, и б) п о д ч и н е н н ы й, состоящий из крон деревьев IV—V классов по классам роста.

II я р у с состоит из крон более теневыносливых, чем первый, и медленнее растущих пород, например из дуба и ели — под сосной и березой, полевого клена, лины и граба — под пологом дуба и ясеня.

Очень часто во II ярусе господствуют кроны пород второй величины (например, полевого клена, яблони, рябины) или пород первой величины, неспособных в данных климатических или почвенных условиях вырасти на уровень I яруса (например, дуба на бедных песчаных и супесчаных почвах).

III я р у с состоит из еще более теневыносливых деревьев, чаще всего третьей величины с примесью кустарников. Он занимает около $\frac{1}{3}$ высоты I яруса (рис. 5).

Подлесок состоит из кустарников или низкорослых деревьев, не поднимающихся выше 5 м, обычно достигающих высоты 1,5—2,5 м. Он может быть создан также и древесными породами первой, второй и третьей величины, если только в данных условиях они не могут вырасти выше 3—5 м, как, например, дуб и бук на бедных борových (песчаных или щебневатых) почвах.

Самосев — молодые деревца главных и второстепенных пород, появившиеся из семян под пологом леса или на лесосеке. Во взрослых древостоях при неравномерной изреженности полога может появиться сосновый самосев, чаще всего группами, в окнах полога. Такой самосев называют *подростом*. Сеянцы на первом году жизни называют всходами, хотя правильнее было бы называть всходами проростки в фазе позеленения семядолей.

Подлесный (напочвенный) *живой покров* — травянистые растения, мелкие кустарники и полукустарники типа ракитника, дрока, брусники, черники, голубики, багульника, а также мхи, напочвенные лишайники и грибы. Растения покрова в ряде случаев могут подниматься на уровень подлеска (например, двудомная крапива в ольшаниках), в других — быть приземистыми, не поднимающимися выше 2—5 см над уровнем почвы (например, мхи и лишайники). В случае полного отсутствия растений говорят о м е р т в о м напочвенном покрове, представляющем собой растительный опад или лесную подстилку.

Опад — лежащие на почве или на подстилке свежеопадавшие листья, веточки, кусочки коры, цветки, околоплодники и другие мертвые остатки древесных и травянистых растений всех ярусов.

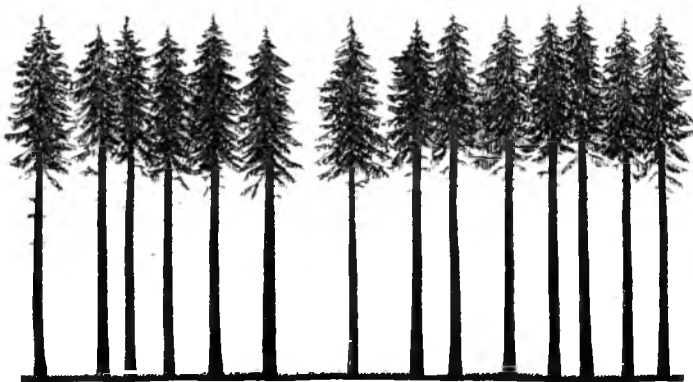


Рис. 6. Схема одновозрастного чистого древостоя.

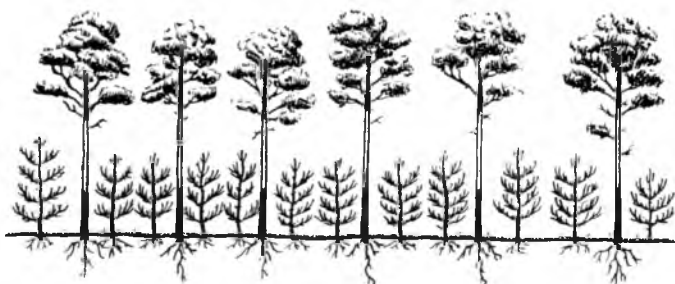


Рис. 7. Схема двухъярусного древостоя.

Лесная подстилка, или лесной перегной, — лежащий непосредственно на почве слой в той или иной степени разложившегося органического опада прошлых лет. В отличие от опада подстилка имеет компактность, слоистость, а иногда (при медленных процессах разложения) и значительную мощность — до 20 см.

Ризосфера — корnedоступная толща почвы. Она может быть мельче слоя почвы, а может быть и глубже его, последнее — в случае, когда корни проникают в материнскую горную породу. Если корни деревьев заселяют лесную подстилку, то она включается в состав ризосферы.

Существует позже возникшее понятие о «микробной ризосфере», относящееся к ограниченному слою почвы вокруг корневых окончаний. Здесь интенсивно развита жизнь микробов, питающихся органическими продуктами корневого экзосмоса.

Остальная часть древостоя выше ризосферы называется надземной, или *стромосферой*.

Полнота древостоя — важнейший признак, определяемый чаще всего визуально по *сомкнутости крон*. Если полог леса плотный, просветы между кронами занимают не более 10—15% площади древостоя, такую полноту принимают за 1,0, а последующие ступени ее уменьшения на каждую десятую — за 0,9, 0,8, 0,7 и т. д. Сомкнутыми принято называть насаждения с полнотой 0,8—1,0, средней полноты — 0,6—0,8, редкими — 0,4—0,6. Насаждения с полнотой менее 0,4 называют *рединами*. Менее субъективно полноту насаждений определяют по таблицам хода роста, где критерием выступает сумма площадей сечений деревьев на высоте 1,3 м на 1 га.

Например, требуется определить полноту 50-летнего соснового насаждения I бонитета с суммой площади сечений 31 м^2 на 1 га. В таблицах хода роста А. В. Тюриня для этой породы, возраста и бонитета мы находим нормальную сумму площадей сече-

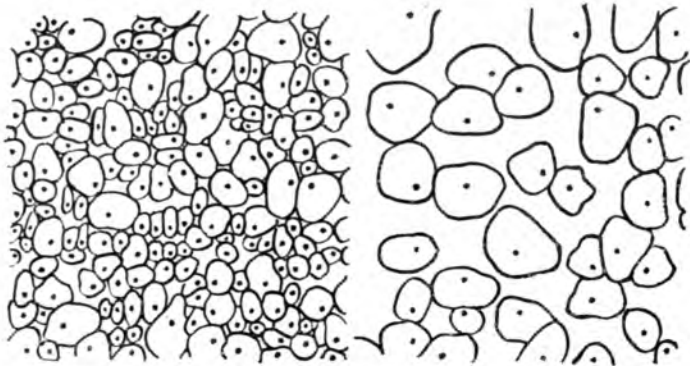


Рис. 8. Схема различной сомкнутости крон в густом и редком 35-летнем сосновом насаждении. Показаны горизонтальные проекции стволов и крон (Г. Р. Эйтинген, «Лесоводство», 1961).

ний $39,2 \text{ м}^2$ на 1 га; разделив первую цифру на вторую и округлив, получаем полноту 0,8. При характеристике сложных насаждений полнота указывается дважды: 1) для каждого яруса в отдельности и 2) суммарная (общая) для всех ярусов вместе. Этот последний показатель может быть получен сложением полнот всех ярусов.

Нередко бывает и так, что вычисленная полнота превосходит 1,0, а в некоторых случаях может достигать 1,6—1,7. Это свойственно перегущенным молоднякам и жерднякам, реже — средневозрастным насаждениям ели и сосны на богатых и хорошо увлажненных почвах.

Кроме обычной, горизонтальной, сомкнутости крон (рис. 9, А), определяемой в каждом ярусе — пологе, различают вертикальную сомкнутость (рис. 9, Б). Последняя определяется тем, насколько плотно примыкает к расположенному выше ярусу следующий за ним нижний, остается ли между ними просвет и какой величины. Различают также ступенчатую сомкнутость, когда верхний ярус древостоя составлен из двух несомкнутых горизонтальных пологов, причем деревья нижнего находятся в просветах верхнего (рис. 9, В). Ступенчатая сомкнутость является сочетанием горизонтальной и вертикальной. Все эти три вида сомкнутости, горизонтальная, вертикальная и ступенчатая, в известной степени соответствуют возрастам древостоя — молодому, среднему и старому. С возрастом выделяются ярусы, а в старости верхний ярус изреживается и появляется подрост, образующий самый нижний ярус. Ступенчатая сомкнутость свойственна главным образом смешанным, сложным и разновозрастным древостоям.

Густота древостоя — признак, аналогичный полноте, но

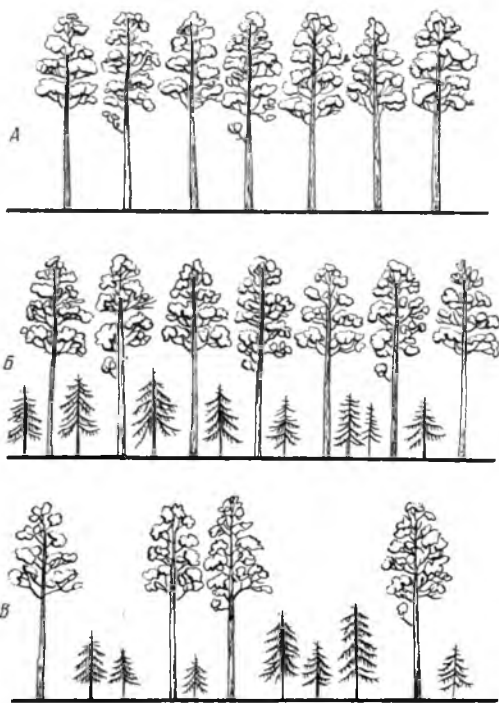


Рис. 9. Схема сомкнутости древесного полога: А — горизонтальная; Б — вертикальная; В — ступенчатая (по Г. Р. Эйтингену).

отражающий не сомкнутость крон и не площадь сечения стволов, а *количество* деревьев на 1 га. В простом случае густоту определяют делением числа деревьев господствующего полога на площади 1 га в изучаемом древостое на соответствующее количество их, взятое из таблиц хода роста. Например, в 40-летнем возрасте ельник II бонитета имеет в господствующем пологе 2722 ствола. В таблице находим для насаждения норму 4037 стволов. Делим 2722 на 4037, получаем округленно густоту древостоя 0,6. При исчислении исключаются деревья угнетенного полога, то есть IV и V классов роста.

Более полно густоту древостоя определяют по величине $N \cdot H$, то есть по сумме высот всех стволов в насаждении (N — число стволов на 1 га, H — их средняя высота). Относя показатель $N \cdot H$ изучаемого насаждения к показателю $N \cdot H$ нормального насаждения, найденному в таблицах хода роста, получают характеристику густоты древостоя.

Нередко показатели полноты и густоты древостоя расходятся. Например, в старых древостоях сухих боров свойственная им нормальная полнота обычно равна 0,4—0,6, а густота — 0,1—0,2. Такое расхождение указывает на то, что насаждение состоит из небольшого числа широко-кронных деревьев. У нормальных, смолоду сомкнутых и густых древостоев большинства типов леса полнота и густота совпадают и близки к 0,9—1,0.

Бонитет насаждений — показатель продуктивности условий местобитания: климата, почвы и самого леса. Чем лучше почвенно-климатические условия, тем больше древесины производит насаждение и тем выше его бонитет. Высшие запасы относятся к I бонитету, самые низкие — к V бонитету. Ввиду недостаточности деления на пять классов бонитета оно было дополнено I^a, иногда даже I^b бонитетами, более высокими, чем I. Кроме того, были приняты V^a и V^b бонитеты, более низкие, чем V бонитет. Установлено, что запасы (объемы) древесины насаждений относятся между собой как их средние высоты $V_1 : V_2 = H_1 : H_2$. Поэтому простым и точным показателем бонитета является средняя высота господствующего полога насаждений в данном возрасте, и на ее основе составлены таблицы бонитетов. В таблице 4 приведены средние высоты насаждений по классам бонитета; она составлена проф. М. М. Орловым для насаждений с е м е н н о г о происхождения. Таблица М. М. Орлова недостаточна в том отношении, что не отражает бонитетов более высоких, чем I^a, и возрастов более старых, чем 200-летних. Проф. Н. С. Маргвелашвили (1947) дополнил ее, отразив в ней незатухающий даже в 200—300-летнем возрасте рост в высоту горных ельников, пихтарников и бучин Кавказа.

Таблица бонитетов условна. В природе возможны переходы одного и того же древостоя с возрастом из высшего в низший и, наоборот, из низшего в высший бонитет. Однако это обстоятельство не только не снижает ценности общей таблицы классов бонитета, но даже повышает ее. *Только с помощью единой шкалы бонитетов можно установить особенности хода роста разных пород в одинаковых условиях местобитания и, наоборот, одной и той же породы в разных местобитаниях.* Составление по каждой категории древостоев особой таблицы (например, для семенных и особенно порослевых и т. д.) необходимо для хозяйственных расчетов. Однако все таблицы следует составлять на основе общей шкалы бонитетов, чтобы не потерять возможности сопоставить между собой древостои разного состава, происхождения, форм и других признаков.

Возраст насаждений и их возрастные фазы развития (онтогенез насаждений) представляют собой важнейший признак, отражающий динамику леса. В лесоводстве принято делить древостои по 20-, 10- или 5-летним *классам возраста*, в зависимости от темпов развития древесных пород. У медленно растущих пород (дуба, ели, пихты) — 20-летние, у быстрорастущих (ольхи, березы, осины и порослевого дуба) — 10-лет-

Таблица М. М. Орлова для определения бонитетов насаждения по их средним высотам

Класс бонитета Возраст	Средняя высота (м) *							
	I ^a	I	II	III	IV	V	V ^a	V ^b
10	6	5	4	3	2	—	—	—
20	12	9	7	6	4	2	2	—
30	16	13	11	9	7	5	3	1
40	20	17	14	12	9	7	4	2
50	24	20	17	14	11	8	5	3
60	28	23	19	16	13	10	7	4
70	30	25	21	18	15	11	8	5
80	32	27	23	20	16	13	10	7
90	34	29	25	22	18	14	11	8
100	35	30	26	23	19	15	12	8
110	36	31	28	24	20	16	12	9
120	38	32	29	25	21	17	13	9
130	38	33	29	25	21	16	13	9
140	39	34	30	26	22	17	13	9
150	39	34	30	26	22	18	13	9
160	40	35	30	26	22	18	13	9
180	40	35	30	26	22	18	13	9
200	40	35	30	26	22	18	13	9

* Приведены верхние границы средних высот. Например к I^a бонитету в 50 лет принадлежат древостой, имеющие высоты в пределах 24—20 м.

ние, у гибридных тополей — 5-летние классы возраста. Различают следующие фазы развития древостоя, начиная с самых ранних.

1. Молодняк — самая первая фаза жизни древостоя, когда он относится к I классу возраста. Различают молодняк «до смыкания» кроны и «после смыкания», то есть после того, как кроны соседних деревьев сблизятся настолько, что не оставят между собой сколько-нибудь значительных просветов. При этом нижние ветви, особенно у светолюбивых пород, начинают от сильного затенения отмирать. С момента смыкания молодняк переходит в состояние чащи, то есть густого и зачастую труднопроходимого молодого древостоя. Особенно важным считается достижение чащи в буковых, еловых и пихтовых молодняках, где необходимо сильное взаимное отенение стволиков, так как в противном случае трудно добиться своевременного очищения их от сучьев. В молодняке начинается интенсивный отпад отстающих в росте экземпляров вследствие конкуренции между деревьями.

2. Жердняк — фаза, соответствующая II классу возраста. Жердняк развивает максимальное количество мелких и средних ветвей, а у ряда пород — также и листовой массы. В фазе жердняка у светолюбивых пород наблюдается кульминация прироста по высоте, интенсивный отпад деревьев, называемый самоизреживанием. Этот процесс может быть направлен в желательную для лесовода сторону, если не опоздать с уходом за лучшими по форме ствола и кроны деревьями, удалять мешающие им породы и экземпляры деревьев.

3. Средневозрастное насаждение относят к III и IV классам возраста. Прирост в высоту у теневыносливых пород достигает кульминации, у светолюбивых снижается, отпад деревьев ослабляется, но еще не затухает. В этой фазе возраста чаще всего достигается количественная спелость древостоев, определяемая их наибольшим текущим приростом по массе.



Рис 10 Схема смешанного и разновозрастного древостоя.

4. Приспевающее насаждение — IV—V класс возраста. Рост в высоту слабеет, дифференциация деревьев прекращается. Наступает фаза естественного изреживания древостоя, сомкнутость полога снижается. При этом усиливаются прирост по диаметру и плодоношение, появляются группы подроста.

5. Спелое насаждение — V и VI классы возраста. Фаза затухания прироста в высоту, иногда также и некоторого ослабления прироста по диаметру. Насаждения достигают чаще всего в этой фазе своей технической и хозяйственной спелости.

6. Перестойное насаждение — старше VI класса возраста. Перестойные насаждения оставляют на корню для выращивания особо крупных сортиментов, например до 180 лет для получения винной бочкотары в дубовых лесах. До фазы перестоя доводят также леса почвозащитного значения на крутых горных склонах, в зеленых зонах городов, в парках и лесопарках. Долговечные породы (дуб, липа, сосна, лиственница) устойчивы в фазе перестоя, способны сохранять удовлетворительное состояние до 200—300 лет, а в лучших условиях дольше. Перестой недолговечных пород (тополей, осины, березы, ольхи, граба и др.) быстро дряхлеет, заболевает грибными болезнями, становится жертвой насекомых и ветровала.

Возраст расстройства насаждений от старения и дряхления называется возрастом естественной спелости. У семенного дуба в лучших почвенно-климатических условиях он наступает в 500—600 лет, у сосны — в 300—350 лет, у бука, ели и пихты — в 250—300 лет, у граба — в 120 лет, черной ольхи и березы — в 100 лет, у семенной осины и тополя серебристого — в 60—80 лет, осокоря и древовидных ив — в 60 лет, гибридных тополей — в 40—50 лет, у пирамидального тополя в аллейных посадках — в 25 лет, у кустарниковых ив — в 10—15 лет.

Различают: 1) одновозрастные насаждения — когда колебания возраста отдельных деревьев не выходят за пределы одного класса возраста (рис. 6), и 2) разновозрастные — когда колебания выходят за пределы класса и становится возможным разделение деревьев на 2—3 и более поколений (рис. 10). В естественном разновозрастном лесу можно встретить деревья нескольких поколений. Например, в старом буковом древостое среднего возраста 125 лет встречаются деревья 150—200-, 100—120-, 60—80-летнего возраста, а также группы молодого подроста на прогалинах, образовавшихся после выпадения крупных перестойных деревьев. К разновозрастным древостоям относят также и те, в которых среди деревьев преобладающего более молодого одновозрастного поколения (например, 50-летнего) разбросаны так называемые маяки — деревья, оставленные «на перестой» для получения более крупных сортиментов (возраст их 100, 150 и более лет).

Морфология (структура) лесного массива. Лесной массив — большая

и целостная (одноконтурная) территория леса. Она может быть разных размеров, начиная от 100 до многих тысяч гектаров. Природное единство, которое представляет собой лесной массив, очень редко бывает однородным. Обычно лесные массивы разнообразны по составу, строению, полноте, возрасту и продуктивности древостоев, по их происхождению, то есть по признакам, рассмотренным выше. Но есть специфические для лесного массива черты, на которых остановимся отдельно.

Рассматривая *лесной массив* как пространственное явление, его делят прежде всего на две морфологически разные части: 1) *внешнюю*, периферическую, называемую *лесной опушкой*, 2) всю остальную, носящую название *внутренней* части лесного массива. Опушечные деревья по своему габитусу стоят ближе к растущим на просторе, по крайней мере те из них, которые выходят в поле. Различают открытые опушки, лишенные *II* яруса и подлеска, и закрытые — плотные многоярусные и густые; *внешние* — выходящие к границе массива и *внутренние* — выходящие на лесные поляны.

Функции опушек очень важны. Защищая лесной массив от ветра, опушки охраняют лесную обстановку внутренней части лесного массива. Опушечная зона измеряется обычно 1—2 рядами старых деревьев, общей шириной 15—20 м, начиная от границы с полем. Иногда при характерных для местного климата особенно сильных и опасных ветрах в опушечную зону включается более широкая полоса до 50 или даже 100 м; она усиливает защиту лесного массива от сильных ветров и суховеев.

Внутри массива могут быть более или менее крупные открытые безлесные участки. Сюда относятся сплошные *лесосеки*, образующиеся после рубки спелых или перестойных насаждений. По их периферии обнажаются для действия солнца и ветра так называемые *предстоящие стены леса* (рис. 11), которые в отличие от опушек, чувствительны к солнечному нагреву, морозам и ветру.

К иной категории относятся *поляны*, представляющие собой давние безлесные участки, занятые часто пашней, лугами или болотами. Поляны имеют среднюю ширину большую, чем высота окружающих их стен леса, формирующихся по типу опушки. Если ширина поляны равна 1—2 высотам опушечных деревьев, поляна считается *малой*, при ширине в 2—5 высот — *средней*, более 5 высот — *большой*.

Кроме того, различают *прогалины* — открытые участки среди древостоя, средняя ширина которых равна $\frac{1}{2}$ — 1 высоте древостоя. *Окно полога* — прогалина, диаметр которой не превышает $\frac{1}{2}$ высоты древостоя, но не менее чем средний диаметр горизонтальной проекции кроны

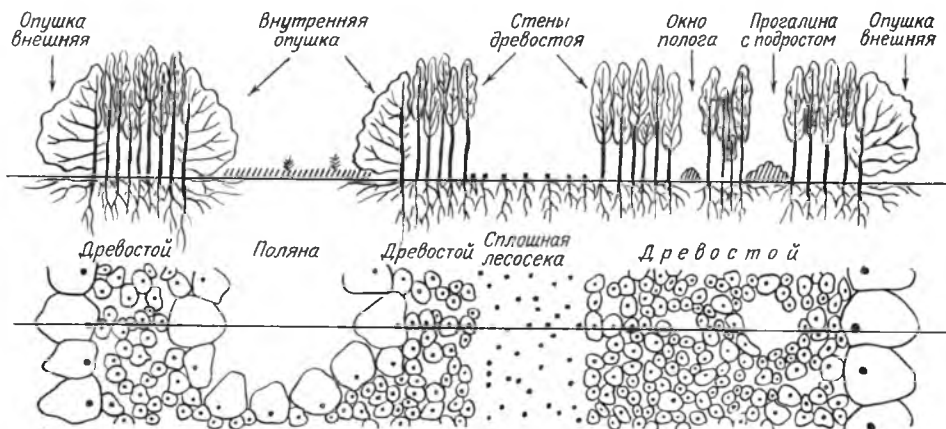


Рис. 11. Схема строения лесного массива. Верхняя часть схемы — профиль, нижняя — план поперечника массива.

у деревьев господствующего полога. Прогаины и окна древесного полога, в противоположность лесным полянам, недавнего образования. Окна образуются вследствие естественного выпадения старых деревьев и после вырубki единичных деревьев. При выпадении групп деревьев образуется прогаина. В окнах и на прогаинах появляется подрост; он может здесь расти, используя поступающее сверху добавочное освещение (рис. 14).

Лесоводы отличают категории лесных площадей: 1) *общую*, 2) *лесо-покрытую*. Вторая составляет часть первой, так как, кроме древостоев, на территории лесного фонда существуют невозобновленные лесосеки, земли сельскохозяйственного пользования, усадебные участки и нелесная площадь — низкопродуктивные болота, солончаки, солонцы, скалистые склоны, водоемы, дороги, просеки и другие категории земель, непригодные или не предназначенные для прямого лесохозяйственного использования.

ГЛАВА

2

ЛЕС — РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО

Учение Г. Ф. Морозова о породах-пионерах и основных лесообразователях. В процессе естественного отбора деревьев, растущих в лесу, выживают, с одной стороны, более быстрорастущие виды и индивидуумы, способные опережать своих соседей в процессе роста и развития. С другой стороны, выживают более теневыносливые виды и индивидуумы, способные переносить отенение верхнего полога леса в случае, если они отстанут в росте и попадут под затенение соседями. Следовательно, естественный отбор в лесу как бы поляризует биологические свойства древесных пород, создает две противоположные группы видов и разновидностей деревьев: 1) сочетающие в себе светолюбие и быстроту роста — лиственница, береза, осина, сосна, ольха, ясень и др., 2) теневыносливые и не так быстро растущие в молодости — пихта, ель, бук, граб, липа и др. Первые не могут быть породами подчиненных ярусов леса; если они не попадут в верхний ярус, то, не вынося затенения, отомрут. Вторые способны принимать участие как в нижних, так и в верхнем ярусах леса.

В лесу происходит постоянный естественный отбор по признаку быстроты роста, светолюбия и теневыносливости. Светолюбивые породы выживают при условии, если они смолоду растут быстро и находятся в верхнем ярусе; теневыносливые породы выживают во всех случаях, и поэтому их можно встретить во всех ярусах древостоя. Теневыносливость растений — продукт жизни в сообществах, поэтому теневыносливые породы по своему происхождению *ценотипы*, то есть образовавшиеся в сообществе. На земном шаре нет таких местообитаний, где бы вне сообщества из-за недостатка освещения формировались теневыносливые растения. Подавляющее большинство теневыносливых древесных пород свойственно лесам приэкваториальной зоны, богатой солнечным светом. Густой и тенистый тропический лес — колыбель многих теневыносливых пород.

Лесу свойствен отбор и по другим признакам, но не в такой яркой и распространенной форме, как по признаку светолюбия и быстроты роста. Это обстоятельство и дало основание выдающемуся русскому лесоводу Г. Ф. Морозову создать стройное учение о двух категориях древесных пород — пионерах и основных лесообразователях.

1. **Древесные породы-пионеры** — береза, осина, ива и другие — быстро заселяют безлесные места и вырубki. Этому способствует легкость и дальность перенесения парусных семян ветром, ежегодное обильное плодоношение, способность всходов и сеянцев выносить

свойственные открытым местам заморозки и солнцепек, нетребовательность к почве и другие особенности упомянутых пород. К этой категории не случайно относятся породы светолюбивые и быстрорастущие. Светолюбие дает им возможность лучше использовать прямой солнечный свет открытого пространства, накопить в первые же годы жизни на новом месте запасы углеводов, белков и других пластических веществ. Быстрота роста смолоду дает им преимущество перед травами — сильными конкурентами всходов и сеянцев древесных пород на открытом пространстве. Но породы-пионеры (ива, осина, береза и др.) недолговечны. Предельный возраст их насаждений 50—60 лет и редко более.

Список пород-пионеров, указанный Г. Ф. Морозовым, следует пополнить тополями. Это аборигены речных пойм, заливаемых водами и пребывающих в сфере геологической деятельности реки, то есть в беспокойных местах, крайне неблагоприятных для создания устойчивых насаждений.

2. Древесные породы — основные лесообразователи — дуб, бук, пихта, ель и другие, неспособные заселять открытые пространства из-за чувствительности к заморозкам и солнцепеку, из-за более редкого плодоношения, малой (или по крайней мере уменьшенной по сравнению с пионерами) транспортабельности их семян, повышенной требовательности к почве и т. п. Эти породы не так светолюбивы, как породы-пионеры, чаще ограниченно светолюбивы или даже теневыносливы. Они долговечны, живут 200—300 лет и более. В молодости отличаются медленным ростом и поэтому страдают от конкуренции трав. Период повреждения весенними заморозками у них может затянуться на десятилетия из-за ежегодного обмерзания верхушечных побегов. Такие породы не могут заселять открытые пространства. Но, когда семена основных лесообразователей — ели, пихты и других — попадают под полог древостоя пород-пионеров — березы, осины и др., они способны образовать устойчивый подрост, удовлетворительно растущий под сквозистым пологом березы и осины, защищающих подрост ели и пихты от заморозков и солнцепека. Впоследствии недолговечные быстрорастущие породы (береза и осина) отмирают, а подрост основных лесообразователей (ели и пихты) сменяет их на продолжительное время. Создаются долговечные, устойчивые, способные к самовозобновлению так называемые основные, или коренные, древостои.

3. Смешанная группа. К ней относится лиственница, сосна и ряд других светолюбивых и быстрорастущих пород, относительно легко заселяющих открытые места, то есть имеющих характер пионеров леса. Однако представители третьей группы являются также и основными лесообразователями. Это происходит по преимуществу на бедных почвах, которые не занимают теневыносливые породы. Здесь сосна, лиственница и другие подобные им породы создают долговечный древостой коренного типа, самовозобновляются, противостоят попыткам других пород занять господствующее положение в их насаждениях. Например, естественные коренные лиственничники («листяги») и сосняки имеют некоторую примесь в одних случаях пионеров — березы и осины, в других — примесь основных лесообразователей: дуба, ели, пихты и др. Однако лиственница и сосна с успехом противостоят своим соседям. Это происходит до тех пор, пока человек или стихийные явления не создадут условий, благоприятных для их конкурентов. Явления смены древесных пород в лесах будут рассмотрены подробно в главе 16.

Взаимное влияние деревьев в лесу. Закон регрессии числа деревьев с возрастом. Из сравнения деревьев, выросших на просторе и в лесу, следует, что в лесу вследствие густого стояния деревьев возникает еще одно специфическое и очень характерное явление — взаимное влияние деревьев друг на друга. Оно накладывает рассмотренный выше существенный отпечаток на строение леса: деревья в лесу

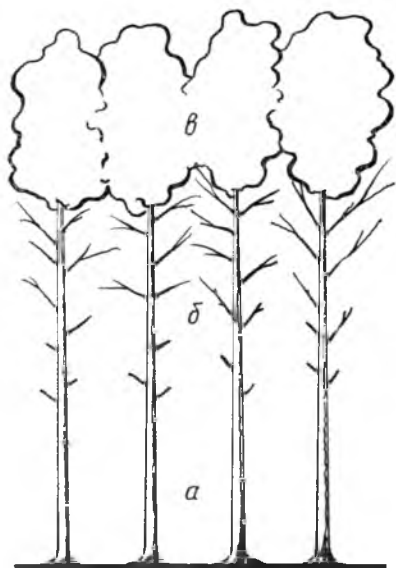


Рис. 12. Вертикальная дифференциация стромосферы чистого одно-возрастного древостоя:

a — зона очищенных стволов; *б* — зона сухих сучьев (мертвых крон); *в* — зеленый полог (зона живых крон).

у тех пород, которые имеют гибкие ветви, — осина, ольха и особенно береза. Это явление имеет свое значение в выработке расстояний между кронами соседних деревьев.

Не меньшее значение имеет взаимное боковое затенение соседних деревьев, которое показано на рисунках 12 и 13. По мере роста дерева вверх нижние (старые) части его кроны попадают в затенение и отмирают. Выше уже было упомянуто, что этот процесс называется *очищением ствола от сучьев*.

выше, тоньше, стройнее, хорошо очищены от сучьев; запасы древесины на единицу площади у таких деревьев больше и т. д. Деревья в лесу подгоняют друг друга в росте, оказывая взаимное боковое отенение.

Рассмотрим это явление подробнее.

Если деревья растут, как это бывает в чистых (однопородных) древостоях, одинаковыми темпами, то они начинают испытывать влияние соседей с момента *смыкания* крон и корневых систем. Под таким смыканием лесоводы понимают сближение корней и ветвей соседних деревьев на минимальные расстояния вплоть до их частичного перекрытия, взаимного врастания отдельных ветвей в крону соседнего деревца. Это характерно для молодняков, достигших стадии чащи, то есть плотного смыкания. У сосны и ели смыкание корней наступает раньше смыкания крон.

При дальнейшем росте молодняк переходит в жердняк и амплитуда раскачивания крон ветром становится широкой, из-за чего происходит взаимное *охлестывание* крон соседями, и больше

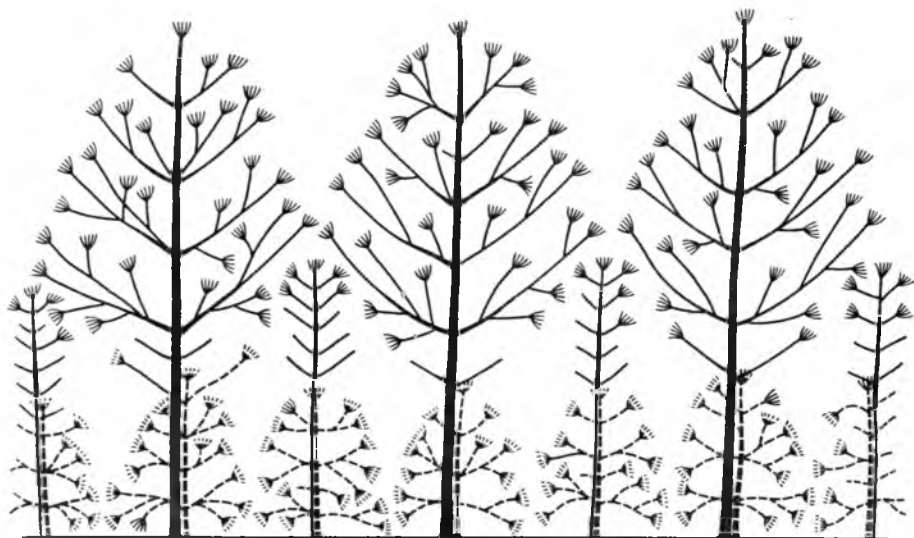


Рис. 13. Схема взаимного подгона, очищения от сучьев и дифференциации деревьев в рядовой посадке сосны. Пунктиром показаны те же деревца в 5-летнем возрасте, в момент смыкания посадки.

Важной функцией горизонтального взаимодействия деревьев является подгон — усиление роста ствола по акропетальной линии. Следовательно, смыкание и горизонтальное взаимодействие крон стимулируют рост деревьев в высоту.

Поскольку в подземной среде не может иметь значение свет и взаимное затенение, а также ветер и охлестывание, гам происходит анастомоз ризосфер и даже корней одной и той же породы между собой. Н. Ф. Мельников (1949) установлен в древостое *взаимный корневой подгон*, то есть усиление роста корней в низ к менее обжитым участкам почвы при обильном заполнении корнями верхних ее горизонтов.

По мере роста древостоя все сильнее обостряется противоречие между размером деревьев и их количеством на единице площади, то есть между размером дерева и его площадью питания. Это противоречие может быть радикально разрешено уменьшением количества деревьев. В противном случае они будут мешать друг другу, и рост всего древостоя замедлится и даже может приостановиться. Такие явления наблюдаются и в полеводстве, где искусственное изреживание — самый распространенный способ исправления плохого роста загущенных посевов.

Древостой обладает свойством естественно изреживаться. Данные таблиц 5 и 6 показывают, что в течение жизни сосновых и еловых древо-

Таблица 5

Число деревьев на 1 га в сомкнутых *сосновых* насаждениях
(по А. В. Тюрину; недостающие показатели экстраполированы)

Возраст	Бонитеты						
	I ^a	I	II	III	IV	V	V ^a
20	5330	6300	7660	10 000	14 500	18 250	22 000
30	3350	3970	4800	6 200	8 900	13 500	18 500
40	2050	2400	2800	3 650	4 860	6 650	14 900
50	1430	1640	1940	2 400	3 500	4 880	10 400
60	1055	1200	1340	1 760	2 420	3 540	7 300
70	820	935	1070	1 340	1 850	2 820	5 500
80	670	760	860	1 080	1 470	2 270	3 645
90	562	625	725	905	1 220	1 880	3 420
100	483	536	625	760	1 030	1 580	2 830
110	423	470	550	660	890	1 370	2 350
120	384	426	490	585	790	1 210	2 080
130	350	392	450	535	720	1 050	1 610
140	331	368	420	467	675	850	1 050

Таблица 6

Число деревьев на 1 га в сомкнутых *еловых* насаждениях
(по А. В. Тюрину; недостающие показатели экстраполированы)

Возраст	Бонитеты						
	I ^a	I	II	III	IV	V	V ^a
20	14 477	20 080	32 393	50 360	—	—	—
30	8 365	11 708	18 515	28 291	—	—	—
40	4 120	5 930	8 062	12 411	16 805	—	—
50	2 253	3 336	4 607	6 219	8 940	12 966	—
60	1 523	2 136	2 891	4 031	5 371	7 249	—
70	1 135	1 509	1 979	2 657	3 554	4 772	—
80	908	1 163	1 489	1 939	2 636	3 480	—
90	767	953	1 196	1 540	2 121	2 835	—
100	672	815	1 010	1 295	1 759	2 401	—
110	605	724	873	1 121	1 517	2 095	—
120	559	652	779	999	1 353	1 904	—

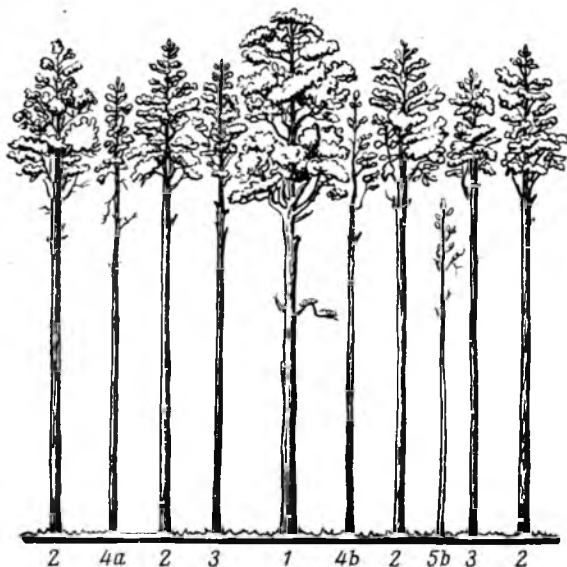


Рис. 14. Классификация по Крафту (по классам роста) деревьев одновозрастного соснового насаждения.

возрасте всегда больше, чем в сосняках. Это отражает прежде всего и главным образом большую теневыносливость ели и остроконусообразную форму ее кроны, благоприятствующую густоте древостоя.

Дифференциация деревьев в насаждениях. В густом одновозрастном молодняке или жердняке из одной и той же породы, например в сосняке, происходит дифференциация деревьев на крупные, хорошо растущие и отстающие, угнетенные. Кроме этих крайних категорий, легко найти ряд промежуточных, переходных форм между упомянутыми крайними категориями.

На рисунке 14 показана классификация деревьев в сосняке 20-летнего возраста, составленная лесоводом Густавом Крафтом (1884). Согласно этой классификации, деревья делятся на следующие классы по их росту и развитию кроны:

1) *прегосподствующие* деревья, имеющие мощно развитую крону и крупные по высоте и диаметру стволы; в насаждении их немного, обычно не более 10% общего их числа, но они составляют до 20% запаса насаждения;

2) *господствующие*, составляющие 20—40% деревьев по числу и около 40—60% по массе, с относительно хорошо развитыми кронами, примерно такой же высоты, что и 1-й класс;

3) *согосподствующие*, сформированные нормально и в этом

стоилов количество деревьев уменьшается, и особенно сильно в первые 2—3 десятилетия. В таблицах, к сожалению, отсутствуют данные о десятилетних древостоях и начальном количестве однолетних деревцов, из которых образовались древостой. Учитывая закономерности естественного возобновления сосняков и ельников, можно принять, что начальное количество самосева равнялось 50 тыс. в сосняках¹ и 100 тыс. в ельниках. Поэтому в конечном возрасте упоминаемых древостоев остается всего около 1% первоначального количества особей, то есть 99% их отпадает при самоизреживании.

В ельниках количество стволов в одинаковом

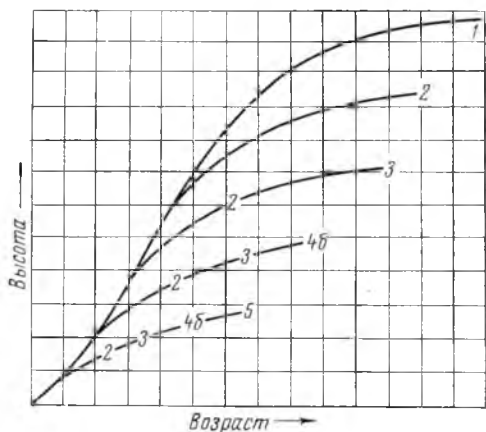


Рис. 15. Схема роста в высоту деревьев разных классов по Крафту, иллюстрирующая общую закономерность, свойственную чистым одновозрастным насаждениям: низшие классы роста происходят из высших.

¹ Е. В. Алексеев. Семяно-лесосечные рубки, Киев, 1928.

отношении приближающиеся ко 2-му классу; однако кроны слабо развиты, сужены, нередко с признаками начинающегося угнетения. Их около 20—30% по числу деревьев и всего около 15—30% по запасу древесины. Третий класс составляет нижнюю пограничную ступень так называемого *господствующего полога*, состоящего из 1, 2 и 3-го классов роста;

4) *угнетенные* деревья, кроны угнетены или равномерно со всех сторон, или односторонне; в последнем случае они флагообразны. По числу деревьев их может быть до 30%, по массе — не более 10%. Этот класс делится на две категории:

а) промежуточные, еще имеющие над собой узкое окошко в верхнем пологом;

б) деревья с кронами, частично находящимися под пологом;

5) *полностью попавшие под полог*:

а) с жизнеспособными кронами (только у теневыносливых пород);

б) с отмирающими или отмершими кронами.

Существуют и иные классификации, распределяющие деревья по ступеням господства и угнетения, а также классификации по хозяйственным признакам, простейшая из которых делит деревья на две категории:

1) *плюсовые* — лучшие деревья, являющиеся объектом заботы лесничего: здоровые, стройные, очищенные от сучьев, с хорошо развитой кроной, способные обеспечить лучшую наследственность своему потомству;

2) *минусовые* — плохие, подлежащие уборке деревья, иногда мешающие росту лучших, корявые, двойчатки, с плохой кроной, больные и т. д.

Измерения и анализы хода роста в высоту и по диаметру представителей разных классов Крафта показывают, что подавляющее большинство деревьев в чистых и *одновозрастных* древостоях, в том числе и деревьев отставших, начинает свой рост по круто поднимающейся кривой, растет хорошо по диаметру, высоте и объему. Вместе с тем это означает, что в течение жизни насаждения подавляющая часть составляющих его деревьев *переходит из высших классов роста в низшие*, и такая закономерность является основной, преобладающей (рис. 15). Это и понятно, так как противоречия, возникающие вследствие увеличения размеров деревьев с возрастом, как результат роста их вверх и в ширину, снимаются: 1) дифференциацией деревьев и 2) естественным изреживанием древостоя. Самоизреживание состоит в том, что деревья, по тем или иным причинам отстающие в росте, попадают во все большее затенение и погибают. Остающиеся используют освобождаемое пространство для своего роста. Дифференциация деревьев по классам Крафта — подготовительная ступень к самоизреживанию. Она смягчает резкость этого процесса, делает его постепенным.

Случаи отклонения от упоминаемого правила свойственны, во-первых, смешанным насаждениям, где растут по соседству деревья разных пород. Например, дерево долговечной, но медленно растущей смолоду древесной породы — ели попадает в затенение быстро растущей смолоду, но недолговечной породы — березы. После отмирания березы угнетенная ель получает расширенную площадь питания. Используя ее, она растет быстро и переходит из низших классов роста (2-го, 3-го) в высшие (2-й, 1-й).

Следовательно, угнетенные в молодом возрасте деревца получают возможность перейти в более высокие классы роста, если их конкуренты и угнетатели (соседние деревья тех же или более высоких классов по Крафту) погибнут от бури, грозового разряда или их вырубят. Только под влиянием таких внешних факторов может осуществиться переход из 3—4-го класса Крафта во 2-й и 1-й в чистых и одновозрастных насаждениях. Эта закономерность представляет собой обычное проявление дарвинского закона естественного отбора — выживания более приспособленных.

Ближайшие причины, вызывающие лучший рост одних деревьев и отставание других, многообразны даже в чистых (однопородных) и одно-возрастных насаждениях. Сеянцы, выросшие из более тяжелых семян, имеют повышенную энергию роста. Деревья дуба, выросшие из крупных желудей, росли энергичнее даже и на 17-м году жизни (Г. Р. Эйтинген, 1945). Наследственные свойства семян значительно варьируют в пределах вида — породы и сказываются на судьбе развившихся из них деревьев. Важность этого явления показал экспериментально Г. Ф. Морозов (1910), произведя посев семян ели одинакового веса («уравненного» с точностью до 0,01 г) в однородную почву. Даже и при этих условиях елочки сильно варьировали по высоте.

Другие причины дифференциации относятся к неравенству микро-рельефа, освещения, тепла, почвенных и других условий в микромасштабе.

Упомянутые черты различия могут быть незначительными, но они ведут к тому, что в одном случае, при небольшом начальном превосходстве, дерево устойчиво пребывает в 1-м классе Крафта до возраста спелости, а в другом случае, при таких же незначительных начальных недостатках, деревцо выпадает из насаждения в раннем возрасте. Другими словами, в условиях взаимной конкуренции многих особей даже небольшие различия между ними могут стать решающими для дальнейшего роста каждого из них.

Ближайшие причины дифференциации деревьев чаще и в большей степени относятся к распределению света, чем к почвенному питанию. Почва во многих случаях (кроме мелких почв) предоставляет возможность почти для каждого дерева расширять и углублять свою корневую систему, использовать новые почвенные горизонты, вращать в ризосферу соседей. Что же касается надземного пространства, то оно доступно для дальнейшего освоения почти исключительно тем деревьям, кроны которых находятся в верхнем пологе насаждения. Вращение ветвей в область кроны соседей в большинстве случаев невозможно, особенно в более взрослых (начиная с жердняка) древостоях с их значительной амплитудой ветрового раскачивания крон, способного вызвать взаимное охлестывание соседей.

Процесс дифференциации деревьев идет быстро и тем энергичнее, чем гуще древостой и чем быстрее он растет. Поэтому дифференциация сильнее выражена у пород светолюбивых и быстрорастущих и у всех пород на плодородных и оптимально увлажненных почвах. В этих случаях сильнее обостряется противоречие, возникающее вследствие разрастания деревьев вверх и в ширину. В противоположных условиях, на сухих и бедных почвах, в холодном климате, дифференциация замедляется, так как каждое деревцо растет медленно. В крайних случаях, на очень бедных и сухих почвах, возможна даже приостановка роста, отсутствие дифференциации и отпада в течение продолжительного времени.

Случаи слабой дифференциации можно наблюдать также в густых тополевых посадках, заложенных черенками одного и того же клона. Генетическое тождество деревцов служит помехой для их дифференциации по классам Крафта, для роста и продуктивности отдельных деревьев и всего древостоя в целом.

Чем сильнее дифференциация деревьев, тем интенсивнее самоизреживание, способствующее росту сильных особей, тем выше продуктивность леса. Следовательно, подобно тому, как сама по себе высокая продуктивность (высокий бонитет) вызывает быструю и резкую дифференциацию деревьев, так и эта последняя, в свою очередь, способствует повышению продуктивности древостоя как целого.

Данные таблицы 7 иллюстрируют дифференциацию деревьев по классам роста в чистых древостоях разных пород.

Среднее относительное представительство деревьев по классам Крафта в чистых древостоях. Исходные данные — суммы площадей сечений стволов на 1,3 м (по Элькерсу, 1932)

Древостой и их возраст		Классы Крафта (классы роста)							
		1	2	3	4 ^a	4 ^b	5	1+2+3	4+5
		проценты							
Средние из многих проб разного возраста	Дуб	18	40	20	13	6	3	78	22
	Бук	7	45	20	12	9	7	72	28
	Сосна	7	40	30	13	6	4	77	23
	Ель	3	59	21	9	4	4	83	17
Средние по возрастным группам	Дуб 20—33 лет	17	37	21	12	8	5	75	25
	» 45—55 лет	17	42	19	15	5	2	78	22
	» 110 лет . .	21	47	25	6	1	0	93	7
	Ель 30—32 лет	3	57	16	10	7	7	76	24
	» 45 лет . .	2	52	25	10	5	6	79	21
	» 55 лет . .	3	53	25	9	5	5	81	19
	» 65—75 лет	4	64	22	7	2	1	90	10
	Бук 40 лет . .	6	39	19	11	11	14	64	36
	» 60—65 лет	7	44	20	13	9	6	72	28
	» 80 лет . .	4	53	19	9	9	6	76	24

Данные таблицы показывают, что у *всех пород* преобладают деревья 2-го класса роста, на втором месте стоят деревья 3-го класса. Различия пород заключаются в следующем:

1) у дуба большое количество деревьев 1-го класса (20%, у других пород 7, у ели 3%);

2) у ели много деревьев 2-го класса (60%), у других пород 40—45% и мало угнетенных (15%), у других пород 20—30%;

3) у бука большое количество 4-го и 5-го классов (30%);

4) у сосны много деревьев промежуточного 3-го класса (30%).

Такие закономерности объясняются степенями теневыносливости пород, их ростом и типами крон. Конические формы крон ели смягчают остроту конкуренции за свет. Противоположное наблюдается у бука и особенно у дуба с их широкими кронами. Относительно малое количество угнетенных деревьев у дуба обязано быстрому отмиранию деревьев, попавших в затенение, из-за малой теневыносливости этой породы. У теневыносливого бука угнетенные классы роста сохраняются долго. Сосна занимает промежуточное место между дубом и елью, в соответствии со свойственной ей пестротой популяций.

Анализ возрастных групп древостоев дуба, ели и бука, по данным этой таблицы, позволяет выявить следующие особенности изменения состава деревьев по классам Крафта. Характерно общее для всех пород относительное увеличение господствующих и уменьшение угнетенных деревьев по мере старения древостоев. В 65—75-летних ельниках и 110-летних дубняках практически исчезают классы 4^b и 5 Крафта, количество деревьев класса 4^a уменьшается до 6—7%. К возрасту естественной спелости в древостое остаются лишь деревья 1-го и 2-го классов и небольшое количество 3-го класса, причем даже эти последние при сильной изреженности старых деревьев разрастаются вширь и приобретают габитус деревьев 2-го и частично 1-го класса.

Ч. Дарвин указывал на дифференциацию деревьев в древостое как на яркую иллюстрацию борьбы за существование между организмами. Предшественник Ч. Дарвина английский лесовод Мэтьюз первый обратил

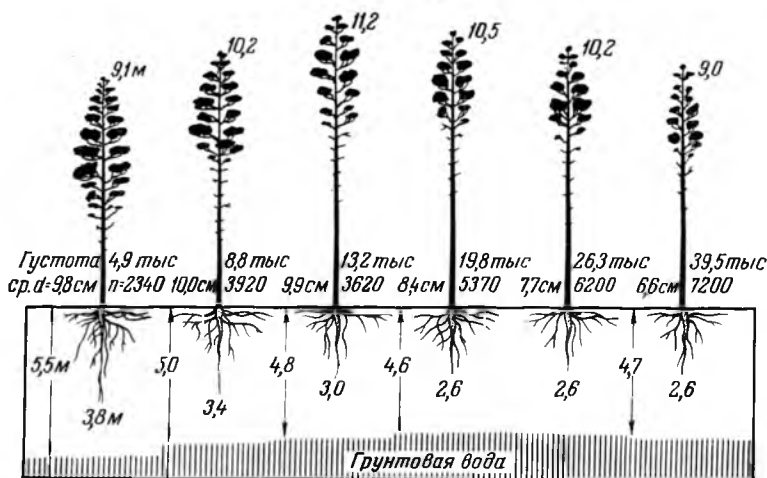


Рис. 16. Относительные размеры среднего дерева, его высот, диаметров ствола и глубины корней в 33-летних сосновых культурах при различной густоте посадки (по Н. П. Чердымову, из книги «Бузулукский бор», т. I, МЛ, 1949).

внимание на дифференциацию деревьев и правильно истолковал ее причины. Ф. Энгельс отметил, что любой участок леса является иллюстрацией борьбы за существование.

Формирование нижних классов, по Крафту, происходит из-за недостатка света сначала для нижних, а затем для верхних частей кроны, что и сопровождается переходом деревьев 1-го и 2-го классов по Крафту в 3-й и 4-й и, наконец, в 5-й класс. Значительно сложнее взаимоотношения между деревьями разных пород, но и в этом случае нельзя утверждать, что «ценологический фактор» независим от влияния среды. «Экологическое» — отношение организмов к среде-пище и источнику энергии — составляет основу «ценологического» — отношения между особями. Иногда эти отношения противопоставляют экологическим отношениям — отношениям организмов к среде. Такой подход может привести к недоразумению, так как эти две категории отношений тесно между собой связаны, а именно, ценологические отношения есть форма (разновидность) экологических. Убедительной иллюстрацией справедливости этого положения является только что рассмотренный пример дифференциации деревьев на классы роста, вызываемый в данном случае их конкуренцией за экологический фактор освещения.

Острота конкуренции в древостоях. В связи с изложенным выше следует рассмотреть результаты опытов с разной густотой древостоев, заложенных «при прочих равных условиях», по уравнению с одним неизвестным — влиянием густоты на развитие, рост и продуктивность древостоя. На диаграмме (рис. 16) показаны размеры средних деревьев в 33-летних сосновых культурах, заложенных в 1913—1915 гг. А. П. Тольским в Бузулукском бору. На диаграмме нанесены: 1) густота посадки в тысячах семян, 2) современное количество деревьев на 1 га, 3) диаметры и высоты средних деревьев. Самые высокие средние деревья соответствуют соснякам, посаженным в количестве 13 200 семян на 1 га. В обе стороны от этого оптимума густота (как в сторону более редких, так и густых посадок), высота и продуктивность средних деревьев и представленных ими древостоев снижаются. В сторону большей густоты уменьшаются диаметры стволов и размеры кроны, в сторону редких посадок кроны увеличиваются. Однако лучшее развитие кроны не повышает устойчивости древостоев в засушливых климатических и бедных почвенных

условиях Бузулукского бора. С точки зрения устойчивости здесь более эффективны быстросымающиеся густые посадки, затеняющие почву и создающие неблагоприятные условия для врагов сосны — дернистых трав и личинок хрущей.

Самый важный вывод из приведенного опыта посадок разной густоты — *очень большая густота посадок* (гуще 13 800) *долго и отрицательно сказывается на продуктивности древостоя*, ведет к распылению ресурсов между многими особями, к растрате их на борьбу за существование между деревьями. Ход дифференциации и изреживания в густых посадках отстает от оптимума, не справляется с устранением излишней густоты. Это явление будет освещено подробнее при рассмотрении роста древостоев (гл. 13) и мероприятий по их воспитанию (гл. 19).

Взаимоотношения между деревьями-особями рассматривались выше главным образом на примере чистых, однородных древостоев, то есть в более простых случаях. Эти взаимоотношения имеют двойственную природу. Во-первых, они помогают растительному сообществу формироваться, осваивать площадь и изменять ее в благоприятную сторону. Во-вторых, они имеют характер борьбы между особями за свет, влагу, питательные вещества почвы, за пространство.

Еще сложнее взаимоотношения в смешанном древостое-сообществе, состоящем из нескольких видов-пород деревьев и многочисленных трав, мхов, лишайников, а также многих представителей животных, населяющих данное сообщество. Здесь ярче и резче проявляются как благоприятствование, так и антагонизм между особями разных видов. Антагонизм в смешанных сообществах настолько силен, что может приводить к вытеснению одной породы другой, особенно в более молодом возрасте древостоя, когда борьба между породами достигает наибольшей остроты.

На диаграмме (рис. 17) изображены кривые перехода господствующих деревьев в подчиненный ярус на протяжении жизни нормально сомкнутых древостоев бука, обыкновенной ели, березы, осины, сосны, порослевого дуба и черной ольхи. Кривые представляют процент числа деревьев угнетенного полога по отношению к общему количеству деревьев в древостое в зависимости от его возраста. Этот показатель ярко отражает силу конкуренции между особями породы. Главный вывод из этих данных — *наибольший антагонизм присущ молодым древостоям 1-го и 2-го классов возраста*, когда ежегодная гибель деревьев может достигать 5—9% общего их числа.

Если принять, что малая гибель деревьев (1% и меньше в год) происходит только под влиянием *внешних* факторов (засуха, мороз, ветровал, гибель от грозового удара и т. д.), то величина в 1% (10% за десятилетие) служит возрастным пределом, ниже которого прекращается борьба за существование между деревьями. Согласно диаграмме, этот предел наступает у различных пород в разное время: у черной ольхи в 40 лет, у порослевого дуба в 60 лет, у сосны в 65 лет, у осины в 75 лет, у березы в 85 лет, у ели в 105 лет, у бука в 135 лет. Это вместе с тем ряд нарастающей теневыносливости древесных пород, позволяющий ели и особенно буку сохранять до старшего возраста густые древостои со значительным количеством деревьев в подчиненном пологе.

Следовательно, *наибольший внутривидовой антагонизм присущ быстрорастущим древесным породам*, но период конкуренции деревьев у них, как видим, краток. У теневыносливых пород этот период растягивается на больший срок, но особенной остроты достигает также в молодняках и жердняках.

Древостой как комплекс популяций. Вид растения — не однородная единица. Он складывается из разновидностей, форм, рас, экотипов и других мелких, но существенных единиц, отличающихся друг от друга по морфологии и биологии, иногда только по биологии без связи с какими-

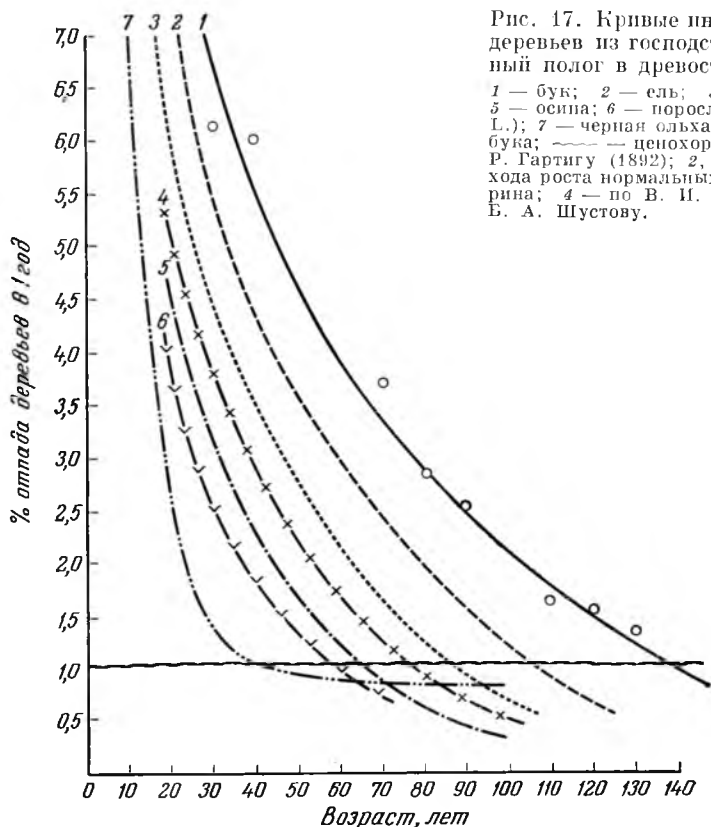


Рис. 17. Кривые интенсивности перехода деревьев из господствующего в подчиненный полог в древостоях I бонитета:

1 — бук; 2 — ель; 3 — береза; 4 — сосна; 5 — осина; 6 — порослевый дуб (*Quercus robur* L.); 7 — черная ольха; ○ — пробные площадки бука; ~ — ценохора. Составлены: 1 — по Р. Гартигу (1892); 2, 3, 5, 7 — по таблицам хода роста нормальных насаждений А. В. Тюрина; 4 — по В. И. Сухих (1966); 6 — по Б. А. Шустову.

нибудь внешне различимыми таксономическими признаками, как, например, рано и поздно распускающиеся расы дуба.

Т. А. Работнов (1950) выдвинул обоснованное мнение о том, что особи одного и того же вида в каждом сообществе образуют свою *популяцию*, то есть *естественный набор* форм, по преимуществу наследственных, отвечающих природе данного сообщества и его условиям местобитания. Термин «популяция» соответствует понятию «внутривидовое разнообразие». Он представляет необходимое для правильного понимания существа растительных сообществ понятие об их сложном и подвижном внутреннем строении.

Примером широко распространенных пестрых и доступных для изучения популяций являются дубняки из черешчатого дуба (*Quercus robur* L.). Ранняя и поздняя расы этого дуба, многочисленные его морфологические разновидности от почти целых до глубоко рассеченных листьев, от почти «сидячих» желудей на тонкой плодоножке до висящих на длинной (до 15 см) плодоножке; от пирамидальных, кипарисовидных крон до широко распростертых и даже стелющихся.

Столь же пестрыми популяциями представлена обыкновенная сосна, обыкновенная ель, бук, береза и осина. Состав популяций у менее распространенных видов, например у черной и серой ольхи, рябины, горной сосны, во много раз беднее.

Единицей популяции является *биотип*, или *экотип*, соответствующий (по объему понятий) подвиду, разновидности или форме в морфолого-географической систематике видов. Экотипы могут быть климатическими, как, например, рано- или позднераспускающиеся формы дуба (климатины, или термотипы). Они могут быть эдафическими, то есть приспособленными к определенным почвенным условиям, например разновидность болотного ясеня, приуроченная к ольховым сообществам на

низинных болотах. Важно также для лесовода представление о *цено-типах* (Е. Н. Синская, 1928), то есть об экотипах, выработавшихся в процессе взаимоотношений между особями в сообществе. Примером их, как уже упоминалось, являются все теневыносливые растения, а в составе отдельных видов — их подвиды, разновидности и формы то более, то менее теневыносливые.

В популяциях разных древесных пород обнаруживаются викаринирующие (повторяющиеся) формы — узkokронные, широкоkронные, плакучие (с повислыми ветвями), формы со стройными или, наоборот, изогнутыми стволами и т. п. Узkokронные и стройные экземпляры данной породы чаще встречаются в ненарушенных коренных древостоях, широкоkронные и плакучие — в лесах, находившихся в течение ряда поколений под стихийным влиянием человека, нарушавшего полноту древостоев хаотическими рубками, пастьбой скота и т. д. (А. Оперман, 1926).

Е. Н. Синская (1961) указывает, что для приспособления к внешним условиям виду растения в ы г о д н о присутствие в сообществе разных наследственных особей. При собственном климатическом и погодным условиям многолетним колебаниям температуры и увлажнения разные экотипы, входящие в состав популяции, менее или более морозостойкие, жаростойкие, засухоустойчивые, приспособленные к затоплению и другим крайностям, в ы ж и в а ю т и тем самым обеспечивают существование вида. Следовательно, сложный состав популяции — прогрессивное явление в развитии вида. Благодаря ему некоторые виды существуют в течение долгого геологического времени (сосна, ель, дуб, бук и др.).

Изучение состава популяций наших основных древесных пород находится еще в начальной стадии. Отбор лучших, «плюсовых» деревьев для сбора семян с лучшей наследственностью и для создания семенных плантаций — одна из важных производственных задач современного лесного хозяйства, направленных на улучшение качества лесов нашей страны. С этой точки зрения нужно высоко оценивать естественные (коренные) насаждения лесов, таящие в себе богатства тысячелетнего естественного отбора — приспособления древесных пород к местным климатическим и почвенным условиям. В связи с этим переход к искусственному лесовозобновлению, не основанный на оценке и тщательном отборе плодоносящих деревьев, представляет собой шаг назад к упрощению и обеднению популяционного состава особей. Во многих случаях старые лесные культуры создавались из случайно собранного семенного и посадочного материала, часто привезенного из дальних географических областей или собранного с легко доступных для сборщиков молодых широкоkронных и низкорослых деревьев.

Упомянутые выше закономерности дифференциации деревьев в насаждении по классам роста тесно связаны с особенностями популяций ценоза (ценопопуляций, по А. А. Корчагину, 1954). Судьбы деревьев, определяющиеся в процессе дифференциации, зависят от свойств экотипов. В число господствующих классов роста в том или ином местообитании попадают те экотипы, которые находят для себя в нем лучшие условия. Однако еще мало исследовано формирование ценопопуляций из имеющегося состава экотипов в данных условиях местообитания.

Колебание существенных *лесоводственных* свойств в пределах вида, то есть разнообразие относящихся к одному и тому же виду его наследственных форм, рас, экотипов, может быть столь же велико и существенно с л е с о в о д с т в е н н о й точки зрения, как и разнообразие самих видов. Например, по степени стройности стволов и тонине сучьев у обыкновенной сосны встречаются формы, равноценные ели и пихте, то есть породам самым стройным и лучшим в этом отношении, с одной стороны, и черешчатому дубу, не отличающемуся ни стройным ростом, ни тонизной сучьев — с другой. Нередко выделяемые по лесоводственным признакам формы сосны, ели и черешчатого дуба, не имеющие закрепленного за



Рис. 18. Две разновидности черешчатого дуба — ранняя (налево) и поздняя (направо) — различаются также стройностью стволов. Культура 40-летнего возраста в кв. 49 Краснянского лесничества Тростянецкого опытного лесхоза.

ними названия в систематике растений или отнесенные в лучшем случае к подвиду или разновидности, получают у лесоводов права особой древесной породы, для которой вырабатывается особая техника семеноводства, выращивания посадочного материала, типы и агротехника культур. Сюда относятся ранний и поздний дуб (рис. 18), гигантская осина, гибридные тополи и другие древесные породы.

Очень важна лесоводственная оценка состава популяции. Не все естественные экотипы могут получить положительную оценку лесовода. Так, быстрорастущие экотипы зачастую имеют широкие кроны, неровные и крупносуковатые стволы, а стройные и узкокронные экотипы отличаются пониженной продуктивностью. Поэтому лесовод, считаясь с высокими качествами естественных экотипов и необходимостью обеспечивать естественный отбор, все же не может не вмешиваться в его ход, предоставлять преимущества лучшим с его точки зрения экотипам. Одно из обязательных правил для достижения этих целей — соблюдение оптимальной густоты молодняка, которая обеспечивает разнообразие популяции, богатство исходного материала для отбора. Это требование полнее удовлетворяется естественным возобновлением коренных древостоев.

Лес — биоценоз. Лес является растительным сообществом, биоценозом, то есть сложной совокупностью, тесным единством организмов

и среды. Биоценоз невозможно представить себе лишь как совокупность организмов (растений и животных) в отрыве от среды хотя бы потому, что в каждом биоценозе, например в лесу, среда (почва и атмосфера) занимает большее пространство, чем организмы. Еще Г. Ф. Морозов (1911) писал, что под лесом как биоценозом следует подразумевать не только деревья, но и условия местопроизрастания. Е. В. Алексеев (1928) указывал на то, что почва является неотъемлемой составной частью леса.

В биоценозе населяющие его виды растений и животных взаимодействуют друг с другом чаще всего через среду. Таковы по крайней мере взаимоотношения между растениями. Взаимоотношения между растениями и животными чаще складываются как прямые, поскольку пищей многих животных являются растения. Однако это не дает основания считать, что представления о фитоценозе и зооценозе, а также представление о биоценозе как совокупности фито- и зооценоза являются конкретными. Такие представления абстрактны, поскольку не может быть сообщества растений и животных без среды. Следовательно, вместо терминов «фитоценоз» и «зооценоз» лучше говорить «растения» и «животные», «флора» и «фауна», «растительность» и «животный мир». Большинство советских лесоводов вслед за Г. Ф. Морозовым пользуются единым конкретным понятием о *биоценозе как о совокупности организмов (растений и животных) и среды (атмосферы и почвы)*. *Лес — взаимопроницающий комплекс лесных растений, животных, почвы и атмосферы*.

Применяют простые термины «сообщество» или «ценоз», понимая под ним биоценоз как конкретное явление. Например, различают лесные ценозы «сухой бор», «грабовая дубрава», «ольс-болото» и др. При этом имеют в виду, что каждый из них представляет собой совокупность (единство) растений, животных, почвы и атмосферы, определившуюся под влиянием среды как своей первоосновы. Так, «сухие боры» — низкопроизводительные сосняки на сухих песчаных почвах — результат бедности и сухости песчаных почв; свежая «грабовая дубрава» I бонитета на плодородных суглинистых почвах — результат богатства и хорошего увлажнения почвы, мягкого климата; «ольс-болото» (ольшаник на глубоком торфе) — результат избыточного увлажнения, недостатка аэрации при достаточном запасе минеральных питательных веществ в торфе и грунтовых водах.

Важный признак леса — его влияние на занятую им и окружающую его среду. В последнем случае речь идет о влиянии леса на соседние поля, луга, леса, реки, селения, города и т. д. Следовательно, в понятие о лесе как лесном ценозе должно войти также и представление о его специфическом влиянии на занятую им среду, на климат, атмосферу, почву, водный режим местности, на состав растительности, животный мир и на человека. В отличие от подавляющего большинства других ценозов (степных, полевых, луговых и болотных) лесные ценозы имеют ту отличительную черту, что их влияние на среду оказывается самым мощным и дальним по простиранию. Лес настолько трансформирует климат континентальных равнин, что облесенные участки степей являются по климатическим условиям как бы перенесенными из данных мест на 300—400 км в сторону более мягкого (морского) климата.

Тень, прохлада, безветрие царят в глубине леса в жаркий летний день. На горных склонах вследствие конденсации тумана на кронах деревьев в почву поступает сверх годовичного количества дождя и снега еще одна порция годовых осадков. Во многих горных местах наличие леса выступает в качестве единственной гарантии целостности их почвенного покрова, обилия вод, поступающих в почву в виде осадков и питающих горные источники и реки. Следовательно, в окончательную формулу понятия о лесе следует включить и только что названные признаки — **мощность влияния леса на среду и благотворный характер этого влияния**.

Однако нельзя утверждать, что взаимоотношения организмов в природе только экологические, что они не вносят нового качества в природу биоценозов, даже в их экологию. Биоценотический фактор (взаимоотношение между организмами) оставляет глубокий след на форме и функциях организмов, закрепляемый наследственно. Таковы указанная выше теневыносливость многих лесных растений, узкокронные и стройные экотипы древесных пород и многие другие типичные признаки, образовавшиеся под влиянием взаимоотношений организмов в природе.

Раньше ценотические взаимоотношения носили неудачное в применении к растительным сообществам название — «социальные». Оно оставлено советскими учеными, как способное вызвать недоразумения в духе неприемлемого для нас социал-дарвинизма.

Сформулируем теперь понятие о лесе. *Лес — это лесной биоценоз. Он представляет собой сообщество лесных, в основном древесных, растений и лесной фауны в их единстве с почвой и атмосферой. Лес оказывает на занятую им и окружающую его среду мощное и благотворное влияние.*

Отражая в понятии о лесе взаимодействие его с человеческим обществом, следует упомянуть о том, что лес является источником многочисленных видов древесного сырья для строительной, мебельной, химической и других отраслей промышленности. Лес имеет ряд важнейших прямых и косвенных влияний на занятую им и окружающую его среду: гидроклиматические, водоохранное, почвозащитное и другие мелиоративные влияния и при их помощи — на урожайность сельскохозяйственных растений. Лес — место отдыха и оздоровления трудящихся, и это обстоятельство невозможно переоценить.

Лесной биоценоз — очень сложное явление, трудно поддающееся управлению, но относительно легко нарушаемое стихийной деятельностью человека. Продукт тысячелетнего естественного отбора — коренной лесной биоценоз — представляет собой хотя и очень подвижную, но устойчивую систему, состоящую из многочисленных биологических цепей и звеньев, взаимно пригнанных и уравновешенных. Нарушение отдельных звеньев биоценоза может вести к одностороннему развитию других его звеньев или вторжению в лес чуждых и враждебных ему факторов среды и организмов. Это приводит к разрушению главнейшей его составной части — древостоя. Поэтому предпосылкой высокой продуктивности и устойчивости леса является целостность и устойчивость его сложной биологической системы. Понимание этой сложности повышает ответственность за ее сохранение и использование в интересах общества.

ГЛАВА

3

ЛЕС КАК ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

Лес — природное явление огромных географических масштабов. Всего на земле покрытой лесом площади 3915 млн. га, из которых в СССР 738,1 млн. га, то есть около одной пятой части. Общая лесистость нашей страны равна 33,9%. По частям света площадь лесов распределяется следующим образом (табл. 8).

Хвойные леса Севера. На земном шаре леса распределены неравномерно. Только северное полушарие имеет обширные хвойные леса в пределах холодной и умеренно холодной климатических зон, расположенных между 50 и 70° северной широты. Это зона тайги. Тайге свойственны продолжительные и суровые зимы, длительный, мощный и устойчивый снежный покров. Таежная зона экстразонально повторяется южнее,

Покрытая лесом площадь и лесистость земного шара

Страны света	Площадь, по- крытая лесом (млн. га)	Лесистость (%)	Площадь лесов на 1 человека (га)
СССР	738,1 *	33,9	3,0
Европа (кроме СССР)	135,7	20,0	0,8
Азия (кроме СССР)	567,0	21,0	0,4
Африка	801,0	27,0	3,9
Центральная и Южная Америка	927,0	41,3	5,5
Северная Америка	656,0	36,1	4,1
Австралия с Океанией	85,0	9,9	6,6
Земля в целом	3915,0	29,5	1,6

* Государственный лесной фонд СССР составляет 1 млрд. 237,5 млн. га.

но только в более высоких горных поясах. Пояс темнохвойных лесов на Кавказе начинается примерно с 1200 м, в Карнатах — с 800 м над уровнем моря и простирается до альпийских лугов.

Господство вечнозеленых пород в лесах холодных широт и высоких горных поясов объясняется тем, что в условиях короткого вегетационного периода вечнозеленые растения имеют существенное преимущество: вегетация у них начинается сразу же при первом весеннем потеплении вследствие наличия хвои прошлых лет, то есть без потери теплого весеннего времени, требующегося для развития новых листьев и побегов. Кроме того, обыкновенная сосна, ель и кедровая сосна в холодном климате верхней горной зоны способны к продуктивному фотосинтезу даже при температурах от 2 до 7°¹. Не случайно, что сопровождающие хвойный лес вплоть до его самого северного предела береза, ива и осина являются породами, наиболее рано начинающими весеннее развитие листьев. Раннее распускание почек свойственно лиственным, сопутствующей вечнозеленым хвойным и вместе с ними выходящей к границам с тундрой.

Игольчатая форма листьев у вечнозеленых хвойных (сосны, ели, пихты) с плотными покровными тканями служит одной из лучших защит от зимнего высыхания. Что дело обстоит именно так, свидетельствует также факт проникновения далеко на север обычных спутников хвойных лесов — вечнозеленых кустарников из семейства вересковых, способных переносить зимы только под защитой снежного покрова. Большинство этих последних имеет круглые или овальные листья (брусника, голубика, лапландский багульник и др.), что свидетельствует о лучших условиях увлажнения воздуха в среде их обитания. Однако в не меньшей мере зимостойкость хвойных пород связана с их смолистостью, наличием у них летучих терпенов типа скипидара, играющих большую роль в повышении как морозостойкости, так и засухоустойчивости (С. П. Костычев, 1928).

Для северного таежного леса характерно превосходное формирование стволов — высоких, прямых, полндревесных (рис. 2¹). Именно северный хвойный лес и его горные аналоги в более южных широтах представляют собой самый богатый в мире источник пиловочной древесины. Суковатость (главнейший порок всякой древесины) в хвойных лесах тайги не так велика, как в лиственных и хвойных лесах южных широт. Благодаря густоте охвоения, нарастающей в результате многолетнего возраста хвои (у ели до 8 лет, у пихты до 12 лет), основные породы темнохвойной тайги — ель и пихта — пропускают к почве мало света.

¹ Polster H. und Fuchs F. Archiv für Forstwesen, 1963, 10.

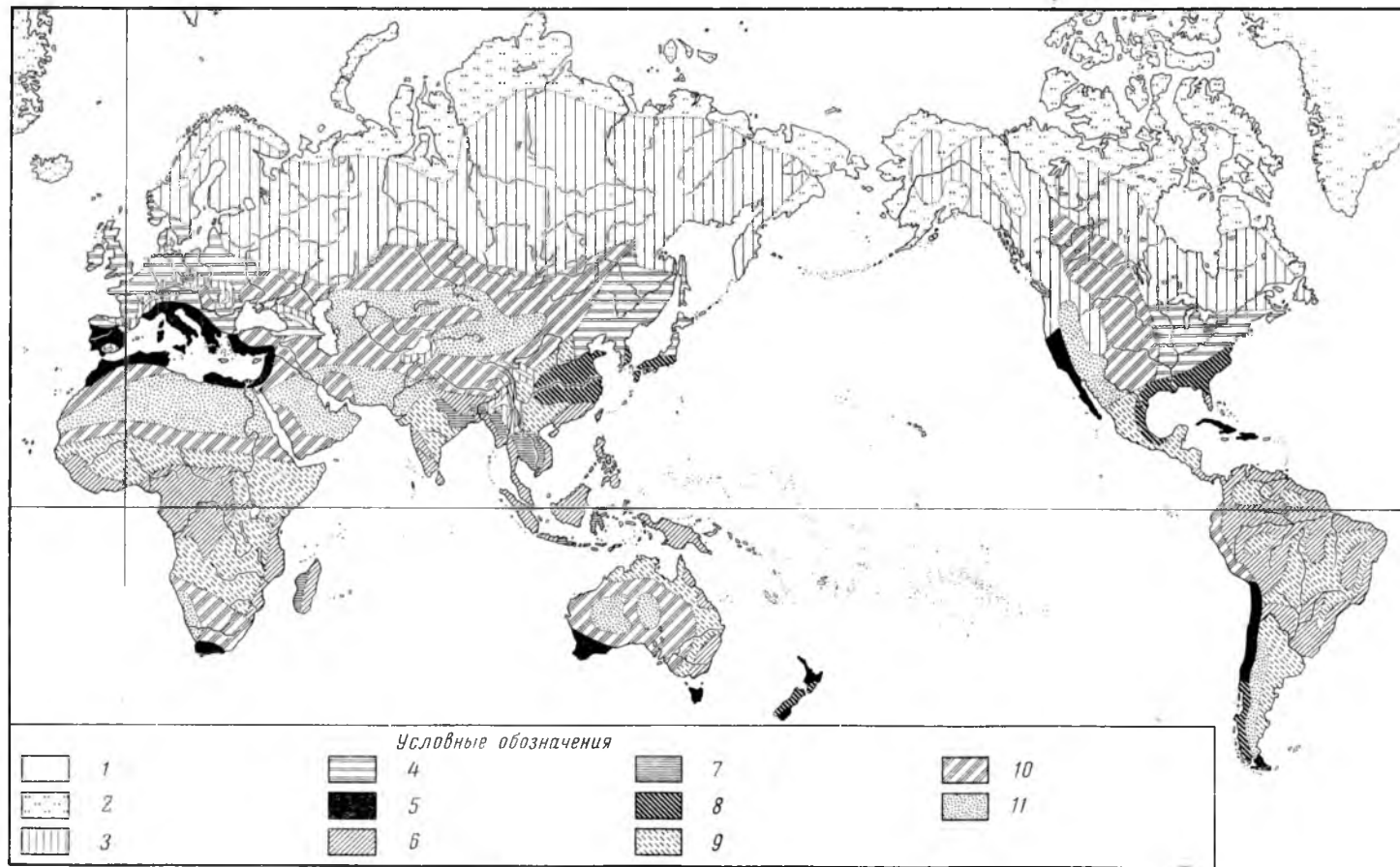


Рис. 19. Карта главнейших типов растительности земного шара по Шимперу-Фаберу и Денглеру:

1 — арктические пустыни; 2 — тундра; 3 — хвойные леса; 4 — лимногальные лиственные леса; 5 — леса средиземноморского типа — жестколистные и лавровые; 6 — тропические и субтропические дождевые леса; 7 — муссонные леса приэкваториальной и субтропической зон; 8 — леса влажных субтропиков; 9 — леса саванн и степей; 10 — степи и прерии; 11 — засушливые пустыни.



Рис. 20. Ландшафт высокогорных ельников-раменей в Карпатах на высотах 800—1200 м (ель, пихта).

Интересно распределение древесных видов таежной зоны между восточным и западным полушарием. Два-три вида евразийских елей и столько же видов пихты имеют до 20 видовых аналогов в западном полушарии. Особенно много видов на Западе имеет сосна, ее двух-, трех- и пятихвойные представители. Веймутова сосна (*Pinus strobus*), превосходная по скорости роста и качеству стволов смолистая сосна (*Pinus resinosa*) — основные лесообразователи на песчаных и каменистых почвах Восточной Канады и США. Давно разводимая в нашей стране сосна Банкса является у себя на родине пионером, заселяющим лесные пожарища. Особенно продуктивны темнохвойные леса Дальнего Запада, где распространена ситкинская ель и псевдотсуга Дугласа (дугласия), насаждения которой достигают средней высоты 90 м и возраста 500—700 лет. В более южных Кордильерах распространена гигантская секвойя, достигающая 7 м в диаметре, 125 м³ высоты и дающая до 8000 м древесины с 1 га.

Сомкнутые леса темнохвойной тайги относятся к самым тенистым лесам земного шара. Только многоярусные, перевитые лианами дождевые леса влажных тропиков конкурируют с ними в этом отношении. Исключением являются сосновые и особенно лиственничные леса, которые в старшем возрасте очень светлы и чисты. Господство лиственницы и кедровой сосны связано по преимуществу с крайними климатическими, очень холодными условиями, а сосны — с эдафическими. Сосняки распространены на песчаных и скалистых, вообще на бедных и маловлагодоемких (сухих) субстратах.

Южная подзона тайги богаче древесными породами, особенно на североамериканском материке, где появляются тсуга, дугласия, гигантская секвойя и, кроме того, сахарный клен, белый ильм, красный дуб и др. В южную подзону европейской тайги проникают европейские широколиственные — черешчатый дуб, мелколистная липа, остролистный клен и др.

Богатством видов лесов Северной Америки обязаны тому, что на этом материке ледниковые периоды (которые были одновременно в обоих



Рис. 21. Стелющиеся заросли горной сосны (*Pinus mughus*) на каменистых россыпях выше лесной опушки в Кариатах.

полунариях в четвертичном периоде) не нанесли таких сильных опустошений, как на материке Евразии. Меридионально расположенные горные цепи Кордильер, Скалистых гор и Аппалачей не мешали отступлению лесов на юг, их сохранению в южных широтах и возвращению на прежние места после материкового оледенения. Иные последствия имело оледенение на севере евразийского материка, где отступающие леса были прижаты к широтно простирающимся горным хребтам и пустынным ландшафтам равнинных частей материка (рис. 28). Именно этим и объясняется, что распространенные в лесах обоих полушарий с третичного времени тюльпанное дерево, болотный кипарис, тсуга, секвойя и другие полностью исчезли из наших лесов в начале квартала, в то время как на североамериканском материке они дожили до наших дней.

В хвойных лесах канадской тайги так много видов, что очень часто в составе I яруса древостоя принимают участие до десятка пород, каждая из которых заслуживает отнесения к главным. Например, в одном столетнем естественном насаждении в провинции Онтарио встречаются в I ярусе крупноплодный и красный дубы, крупнолиственный бук, канадская тсуга, белая ель, американская лиственница, американский ясень, желтая береза, а под их пологом — десятка два-три пород II яруса и подлеска. Вторая особенность лесов таежной зоны западного полушария — обилие морозостойких видов. Например, крупнолиственный бук (*Fagus macrophylla*), пригодный для интродукции в районах северных широт с относительно континентальным климатом. Крупноплодный дуб (*Quercus macrocarpa*) образует с осинкой (*Populus tremuloides*) дубравы в провинции Манитоба, где климат близок к западносибирскому степному. И. В. Мичурин для выведения морозостойких гибридов винограда, черешни и других пород пользовался их североамериканскими и дальневосточными дикими сородичами. Морозостойкость последних исторически объясняется медленным приспособлением к холоду в течение миграций на юг и возвращений назад при длительном пребывании в перигляциальной (внегледниковой) зоне. Постепенное похолодание климата, начавшееся в конце третичного периода, вызвало на Дальнем Востоке подобные же явления

приспособления к холоду местных растений и животных. В лесах Дальнего Востока сохранилось немало третичных реликтов, в том числе амурский бархат (*Phellodendron amurense*), аралия (*Aralia manschurica*) и лианы — китайский лимонник (шизандра) и актинидия — виды вполне зимостойкие.

Зимнеголые широколиственные леса умеренного пояса. Немного южнее 50° северной широты в Европе, Азии и Северной Америке распространены в виде трех обширных областей зимнеголые широколиственные леса, преимущественно из дуба, бука, граба, липы, клена, ореха, съедобного и конского каштанов и других пород. Эти области, несмотря на общие присущие им черты, отличаются по богатству и видовому составу древесной флоры. Так, леса Восточного Китая и Японии богаты оригинальными видами дуба, кленов, ясеня, орехов, кедровой сосны, в них встречается диморфант, корейский кедр и др. Широколиственные леса Северной Америки состоят из таких крупных древесных пород, как ликвидамбр, орех гикори, робиния, ряд дубов (белый, болотный и др.). К этой же зоне относятся широколиственные леса значительной части Европы, в том числе наша лесостепь, Полесье, нижние горные пояса Кавказа и Карпат, леса Центральной Европы. Господствующими породами в лесах этой зоны являются черешчатый дуб на Востоке, сидяцетветный (скальный) дуб и бук на Западе; они сопровождаются грабом, ильмовыми, кленом остролистным и полевым, кленом явором, черешней, берекой. В более южных зонах господствуют пушистый дуб, благородный каштан и др. В этих областях темнохвойные породы занимают верхние горные пояса, а сосны (обыкновенная, черная, таврическая и др.) распространены только на эдафически бедных местообитаниях.

Леса Средиземноморья и его климатических аналогов. Особая формация лесов средиземноморского климата, с солнечным и бездождным летом, влажной и мягкой зимой, носит название лавровых или жестколистных. Твердые, обычно толстые (кожистые) пластинки листьев, то покрытые густым войлоком волосков, то, наоборот, голые, имеющие зеркально-блестящую (отражательную) поверхность. Большинство растений этих лесов вечнозеленые, но есть и сбрасывающие на зиму мелкие, жестковатые, покрытые войлочным опушением листья, типичный представитель которых пушистый дуб. К этой группе экологически близки лох и лохолистная груша, многие виды шиповника, рябины и других кустарников и мелких деревьев. Основные породы лесов Средиземноморья вечнозеленые: лавр (*Laurus nobilis*), настоящая маслина (*Olea europaea*), земляничное дерево (*Arbutus andrachne*), кипарисы, настоящие кедр (род *Cedrus*), вечнозеленые дубы (каменный, пробковый и др.), мирт (*Mirtus communis*). В нашей стране рассматриваемая зона представлена Черноморским побережьем Крыма и Кавказа, Ленкоранским побережьем Каспия (в Азербайджане). В условиях последнего господствуют леса из зимнеголых пород: каштанолистного дуба, железного дерева, величественного клена, дзельквы, хурмы; вечнозеленые встречаются лишь в подлеске: даная, падуб и др.

Леса зоны лавра разнообразны. Они встречаются преимущественно на широтах 30—45°, чаще всего интразонально, в областях средиземноморского климата. Несмотря на принадлежность их к разным флористическим провинциям и районам, все же у них есть и общие флористические черты. Так, в Калифорнии леса этого типа состоят из земляничного дерева (*Arbutus menziesii* Pursh.), вечнозеленого мелколистного дуба (*Quercus agrifolia* L.), напоминающего пробковый дуб; в горных ущельях встречаются рощи секвойи. В Средиземноморье в соответствующих эдафических условиях господствуют многочисленные виды сосны; из европейских видов здесь встречаются приморская сосна (*Pinus pinaster* Ait.) и близкие к ней алеппская и пицундская; в Калифорнии *P. ponderosa* Law s. и целая группа сосен, являющихся аборигенами

Скалистых гор и Колорадского плато, особенно при переходе его к засушливым мексиканским пустыням.

Леса средиземноморского климата в большинстве случаев светлые, изреженные. Рост деревьев в них низкий, зачастую корявый. Многие древесные породы засухоустойчивы, светолюбивы и толстокоры. В этих лесах встречается также пробковый дуб. Его изреженные светлые леса распространены в Алжире, Марокко, Южной Испании, Португалии, Италии. В них обычны (если не уничтожен рубкой и пастьбой) подлесок из колючих кустарников с листьями нередко игловатой (эрикоидной) формы. Очень много эфиромасличных кустарников, таких, как мирт, розмарин и др. В травянистом покрове много злаков, лилейных и типичных представителей степной флоры.

Жестколистные леса средиземноморского типа в большинстве случаев сильно изменены человеком. Крымские «шибляки» из пушистого дуба, средиземноморские «маквисы» — заросли колючих кустарников, калифорнийские «чаппарали» — все это остатки светлых лесов, где главными породами были сосны и вечнозеленые дубы.

Летнеголые (муссонные) леса распространены в жарких областях с типично выраженным периодом острой летней засухи, на время которой деревья сбрасывают листья. Экологическое значение сбрасывания листьев в данных условиях состоит в защите от засухи. Когда муссонные ветры приносят в эти области влагу, леса одеваются листьями, откуда второе название этих лесов — муссонные. Но в их составе есть древесные породы, сохраняющие листву в жаркий сезон года (рис. 22).

К главным древесным породам муссонных лесов, распространенных в Индии и Индонезии, относится знаменитое тиковое дерево (*Tectona grandis*), быстрорастущее, с твердой древесиной и крупными листьями (30 × 50 см). Однако число деревьев на 1 га невелико — от 120 до 140. К 35 годам прирост заканчивается и лучшие насаждения достигают высоты 30—40 м. Из-за недостаточной полноты запасы древесины достигают не более 500 м³ на 1 га.



Рис. 22. Саванны в Республике Мали (Африка). На переднем плане два баобаба (*Adansonia digitata*) в возрасте 25—30 лет в безлиственном состоянии (период засухи). Вдали — вечнозеленые деревья манго.

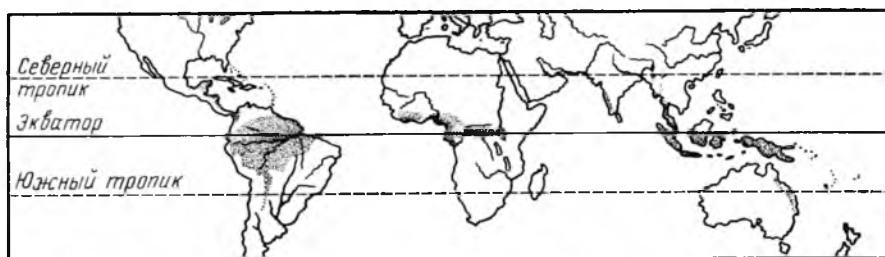


Рис. 23. Распространение тропических дождевых лесов.

В саваннах Центральной Африки распространены редкостойные леса, главным образом из летнеголых пород — зонтичных акаций и баобабов (рис. 22). Распространенные в Австралии эвкалиптовые леса с примесью настоящих акаций экологически близко стоят к лесам африканских саванн.

Леса влажных тропиков и субтропиков называют также «дождевыми лесами». Они распространены на прибрежных равнинах и не заходят далеко в сторону хинтерланда, ограничиваются районами, где годовая сумма осадков превышает 2000 мм и доходит до 5000—6000 мм. Только в Южной Америке, в бассейне Амазонки, влажный тропический лес простирается обширной полосой далеко в глубь континента.

Тропические леса — самые пышные из всех и самые сложные в биологическом отношении. Их промышленная ценность невысока, так как качество древесины многих тропических пород низкое, выход сортиментов из-за плохого формирования стволов незначителен. Деревья тропических лесов использовались в большей мере как источник побочных пользований: для получения каучука, разных масел, съедобных плодов, лекарственных веществ и т. д. В настоящее время на преобладающей площади тропические леса расстроены, крайне обеднены. Участки девственных пралесов встречаются лишь в немногочисленных заповедниках.

Тропический девственный лес многоярусный. Лишь на прогалинах, вследствие лучшей освещенности, появляются простые кустарниковые и травянистые ярусы. Многопородность его исключительно велика: на половине гектара можно насчитать несколько сотен видов! Отдельные гиганты высотой 50—70 м возвышаются над нижерасположенными ярусами, в которых теснятся породы более теневыносливые. Наиболее теневыносливые виды — некоторые пальмы и древовидные папоротники — распространены в самых нижних ярусах (рис. 24). Стволы деревьев подчиненных ярусов тонкие, не очень стройные, ветвление у них ничтожное, кроны небольшие, угнетенные и рыхлые. Но в оранжерейной влажности и духоте тропического леса, под нависающими со всех сторон листьями лиан и эпифитов не царит мрак. Тени в тропическом лесу не очень густые; скорее под пологом господствуют зеленые сумерки, чему в значительной мере способствует отражение света гладкой и блестящей поверхностью листьев.

Однородная и сочная зелень наших лесов не свойственна дождевому лесу тропиков. Окраска листьев здесь разнообразна, нередко преобладают желтоватые и коричневатые оттенки. Так же пестры видовые различия в форме и величине листьев. В одном и том же лесу встречаются виды как с простыми цельнокрайними, так и зубчатыми, лопастными и рассеченными листьями; как с продолговатыми и узкими, так и эллиптическими и круглыми формами листьев. Величина листьев нередко такая же, как и у наших лиственных пород, но у некоторых пород (например, у пальм и бананов) достигает нескольких метров в длину. У многих видов листья свисающие, вытянутые, с обращенными вниз «капающими» верхушками, ускоряющими сток дождевой влаги. Защитные чешуи на почках отсутствуют.

Ветроопыляемых цветков у пород дождевого леса нет, цветки приспособлены для опыления насекомыми, преимущественно бабочками. Цветки и плоды образуются



Рис. 24. Нижний ярус тропического дождевого леса. Преобладают древовидные папоротники, лианы и эпифиты. Остров Борнео (Индонезия).

зачастую непосредственно на стволе или на нижней поверхности ветвей (каулифлория). Некоторым породам свойственно вертикальное (в одной плоскости) разрастание корневых лап, превращающихся затем в дощатые выросты — контрфорсы (ср. рис. 22). Очень велико число эпифитов, среди которых встречаются не только мхи, папоротники и орхидеи, но и более крупные, даже кустарниковые растения. Эпифиты сплошь покрывают мелкие и крупные ветви, которые нередко, не выдерживая нагрузки, обламываются. Почти все эпифиты, а также цепляющиеся и лазящие растения не являются паразитами или полупаразитами, отнимающими у дерева-хозяина питание. Однако высокорастущие лианы вредны, так как, разрастаясь над кроной хозяина, они отнимают у него верхний свет, отгибают его верхушку в сторону или даже вниз, уродуют форму дерева, чем главным образом и объясняется плохое качество стволов тропического леса. Разрастаясь в стороны, цепляясь за ветви соседних деревьев, лианы образуют своеобразные висячие мосты, которыми пользуются для перехода через ручьи или каменные хаосы.

Бегатационный период в тропическом лесу длится непрерывно. Опадение листьев и появление новых побегов, цветение и плодоношение разных видов происходят равномерно на протяжении всего года, хотя имеется и некоторый ритм этих процессов — приуроченность цветения к определенным интервалам времени. В древесине или совсем не откладываются годичные кольца, или они еле заметны и отражают не столько календарные явления, сколько несовпадающую с ними внутреннюю ритмику развития дерева. В тропическом лесу встречается много твердых пород с объемным весом древесины свыше 1,0, но наряду с этим и породы с легкой древесиной и объемным весом 0,4—0,3 или даже 0,25 (южноамериканская бальза — *Lata balsa*).

Органический опад велик, но разлагается быстро и полностью благодаря высокоинтенсивным круглогодичным микробиологическим процессам, идущим в благоприятных условиях постоянного достатка тепла и влаги. Быстрое гниение и минерализация органических остатков сопровождаются распадом минералов и вымыванием

растворимых продуктов их гидролиза на недоступную для корней глубину. Такое почвообразование завершается олиготрофизацией почв (падением плодородия). Если все же влажные тропические леса высокопроизводительны, то лишь благодаря обилию тепла и влаги, дающих возможность растениям более интенсивно использовать наличные небольшие ресурсы минеральной пищи, находящиеся в круговороте. Почвы — красноземы, латериты и на кислых горных породах — желтоземы.

Естественное облесение вырубок происходит очень быстро, но при этом всегда наблюдается смена пород. Вторичные насаждения нередко могут быть более густыми по количеству стволов, но в них всегда намечается тенденция к однородности, переход к более простому составу.

Взаимоотношения между лесом, степью и пустыней. Границы между географическими зонами определяются особенными условиями, имеющими большой лесоводственный интерес. Например, между лесной и степной зоной размещается обширная переходная лесостепная зона, наличие которой как бы свидетельствует об отсутствии резких границ между лесными и степными типами растительности, о родстве и общности лесов и степей. В светлых сосновых лесах степной зоны господствует травянистый покров из овсяницы, тонконога, песчаного ковыля и других типичных степняков (рис. 25). В сухих пристепных дубравах подлесок формируется из терна, шиповника, боярышника, жостера и других колючих степных кустарников; в покрове этих лесов почти совсем отсутствуют лесные аборигены, преобладают представители более влажных степных или более сухих луговых ассоциаций. В молдавских лесах-гырнецах (дубравы V бонитета с преобладанием пушистого дуба в засушливой пристепной зоне) господствует степной покров и идет процесс черноземообразования (И. А. Крупеников, 1959).

Степная дернина — сильный конкурент леса, тем более что в борьбу с ней вступают слабые древесные всходы, а не крупные деревья. Главная подавляющая сила у степных растений — быстрый перехват влаги и иссушение верхнего почвенного слоя. Они не дают возможности древесным растениям укрепиться в первые годы жизни среди степного траво-



Рис. 25. Сочетание сосны и перистого ковыля в ленточных борах Казахстана. В покрове лесосек, горельников и изреженных сосняков преобладает степной травостой.

стоя. В прошлом большую опасность для леса представлял также и животный мир степей — землерои-грызуны и крупные травоядные — торпан (дикая лошадь), сайга, кулан, тур (дикий бык) и др.

Степь на ровных лёссовых плато появилась раньше леса (П. А. Костычев, 1885). Леса же этой зоны переживали неблагоприятные — холодные и сухие — климатические условия ледникового периода в отдельных рефугиумах (убежищах), чаще всего в глубоких балках — ущельях и вообще в местах, защищенных от ветра, засухи и зимнего охлаждения. Судя по сохранившемуся третичному реликту — карликовому бересклету (*Evonymus nana*), некоторые лесные рефугиумы в дубравах существуют с третичного периода, но чаще они относятся к Днепровско-Валдайскому (Рисс-Вюрмскому) межледниковью. Нередко реликтовые дубравы имеют в своем составе также примесь граба (Грабовая балка в Донбассе, лес Парасоцкое у Диканьки на Ворскле и др.).

Следовательно, главное преимущество степной растительности заключалось в том, что она удерживала за собой пространства к югу от зоны оледенения. Лес мог внедряться в степь лишь там, где, во-первых, поблизости находились лесные убежища, и, во-вторых, там, где сплошной фронт травянистой дернины был прорван глубинной эрозией — в поймах рек и в оврагах. На обнаженный эрозией свободный от травянистой дернины субстрат попадали заносимые птицами семена кустарников, приносимые ветром крылатки береста и летучие семена серебристого и черного тополя, в иных местах — семена березы и осины. Так возникали степные перелески. Следовательно, в стадии первичного поселения леса эрозия была его активным союзником — она устраняла его конкурентов.

После фазы зарастания оврагов и промоин древесными породами-пионерами среди них появлялся дуб, желуди которого приносила сойка из ближайших лесных участков. В дальнейшем лесная опушка, составленная из степных кустарников и береста, надвигалась на степь с помощью корнеотпрысковых побегов этих пород, появлявшихся среди степной дернины, выраставших над ней и, в конечном итоге, подавлявших травостой своей тенью. В данном случае преимущество деревьев обуславливалось т е л е т р о ф и е й — питанием корневых отпрысков за счет далеко расположенных материнских деревьев (Г. Н. Высоцкий). Однако наступление телетрофов на степь сдерживалось погравой их побегов дикими животными, весьма многочисленными в давние времена¹. Кроме того, вблизи опушек из-за уплотнения почвы крупными травоядными животными обострялась почвенная засуха, создавались особые трудности для проникновения древесных корней в пределы степной дернины. Именно поэтому границы лесных оазисов с окружающим их степным пространством характеризовались устойчивостью на протяжении длительного времени (Ф. Н. Мильков, 1948).

Каковы же причины безлесья степей? Наиболее распространенная гидроклиматическая и почвенная гипотеза не согласуется с многими фактами и опровергается итогами столетнего опыта степного лесоразведения. Во всех зонах степи, на всех типах черноземов удовлетворительно, а иногда и хорошо растут искусственно посаженные дубовые леса. В более засушливых степях, на каштановых почвах в неполивных условиях, устойчивы естественные куртинные заросли пушистого дуба, грабинника, груши лохолистной, фисташки, дикого лоха, держи-дерева, можжевельников, крымской и эльдарской сосны и других представителей аридных лесов.

¹ Зафиксирован случай, относящийся к лету 1772 г., когда из крепости Кодак (вблизи современного Днепропетровска) в Петербург было послано спешное донесение о том, что из Крыма выступила многочисленная татарская конница. Вскоре выяснилось, что тревога была необоснованной: мимо крепости проходили на север большие стада торпанов. Их нападения была вызвана сезонным явлением — засухой и выгоранием травостоя в степных и полупустынных степях (Шиллингер, 1931).

Несостоятельность гидроклиматической гипотезы безлесья степей ярко обнаруживается при сопоставлении водных балансов степных и лесных ценозов. Водный бюджет (приходная часть для почвы) на степной целине в северной лесостепи составляет около 400—450 мм (А. Я. Большаков, 1961), а бюджет лесных зарослей в зоне полупустыни — около 150—200 мм в год. На мощных черноземах лесостепи, на месте распаханых некогда целинных степей, посадки дубравного типа достигают I—II бонитета и в старшем возрасте самовозобновляются. На южных черноземах и темно-каштановых почвах есть немало устойчивых дубовых посадок. Хотя они низкого бонитета (IV—V) и рано стареют (в 40—60 лет), но способны к самовозобновлению семенами и порослью. Как видим, лес может расти при количестве влаги, даже меньшем, чем то, которое получает степная целина в более северных степных подзонах.

Не входя в рассмотрение других многочисленных гипотез безлесья степей, подчеркнем, что граница между степным и лесным ландшафтами тесно связана с историей нашей равнины в четвертичном периоде. Леса заходят на водоразделы даже в самых южных степях. Например, фисташковые и арчевые (можжевеловые) леса Крымской горной зоны граничат с полупустынным ландшафтом прибрежной равнины Судакского района. Условия первичного поселения леса благоприятны на склонах и неблагоприятны на равнине. Склонам свойствен поверхностный сток, вызывающий эрозию, на них возможен прорыв травянистой дернины в виде хотя бы неглубоких рытвин, в которых легко поселяются древесные породы. Следовательно, соседство ксерофильного леса с пустынями и полупустынями в принципе не только возможно, но и имеет место в природе там, где существует эрозия и где недалеко располагаются лесные убежища — источники древесных и кустарниковых семян. Безлесье степей — результат первичного поселения степной растительности, устойчивости степной дернины по отношению ко всем посторонним ингрессиентам в условиях недостаточного увлажнения. Следовательно, причина безлесья степей — *ценогенетическая*, обусловленная первичностью степей и лишь в малой степени недостаточным увлажнением, которое является одним из условий, но не причиной безлесья. Даже в пустыне встречаются леса и близкие к ним типы растительности — саксауловые рощи и заросли безлистных кустарников на песках.

Граница леса с тундрой определяется недостатком тепла, получаемого растениями в течение короткого вегетационного периода, зимними ветрами, вызывающими обезвоживание побегов, близостью горизонта вечной мерзлоты. Этим причинам обязана приземистость деревьев и кустарников, произрастающих на границе леса с тундрой.

Горная поясность лесов как бы повторяет их горизонтальную зональность. Подробнее мы остановимся на ней при рассмотрении влияния на лес теплового климатического фактора (гл. 8). Экологическое происхождение верхней горной (альпийской) лесной опушки зависит от тех же условий, что и границы леса с тундрой: от недостатка тепла и от сильных ветров. Однако радиация в горах южных широт более интенсивна, чем на северных равнинах. Верхняя линия распространения древесных пород в горах южных широт определяется чаще всего сильными ветрами и навалом снега, весьма обильного в этих условиях и устраняющего возможность нормального роста леса (рис. 26). На альпийскую опушку выходят чаще всего хвойные (ель, пихта, сосна, лиственница, кедр), а из лиственных главным образом береза, на Кавказе — высокогорный клен и бук. Изгибание стволов вниз по направлению склона — характерный отпечаток снежных завалов. Впереди лесной опушки и выше ее зачастую простираются заросли рододендрона (Кавказ, рис. 27), горной сосны и зеленой ольхи (Карпаты, рис. 21). Низкорослые и густые заросли горной сосны в Карпатах, как показал О. В. Чубатый (1959), имеют большое водоохранное значение.



Рис. 26. Заросли бука у верхней границы леса на высотах 1100—1200 м (Крым).

Верхняя лесная опушка Крымской горной зоны, состоящая главным образом из обыкновенной сосны, частично из крымской (*Pinus taurica*) и гибридов между ними, снижена в результате хозяйственной деятельности человека. Прекращение пастбы скота способствует естественному заселению безлесных вершин Крымских яйл сосной (см. рис. 3). Господствующие здесь сильные северные ветры вызывают частый бурелом. Но при будущей облесенности яйл ветер не сможет развить такую разрушительную силу, какая свойственна ландшафту единичных, искусственно созданных сосняков.

Дочетвертичные леса. Жизненная форма древесных растений — фанерофиты — была первичной в процессе эволюции по отношению к травянистым растениям (М. Г. Попов, 1946). Появляясь во влажных и теплых зонах, древесные растения расселялись за их пределы и попадали в засушливые и холодные области. Теряя при этом свои типичные признаки, одна часть их уменьшала размеры, сокращала продолжительность жизни, эволюционировала в травянистые растения. Другая часть древесных, приспосабливаясь к новым суровым условиям, сохраняла свой исходный жизненный тип.

Первые хвойные породы появляются еще в палеозое, около 250 млн. лет назад, примитивное хвойное *Walchia* — в нижнем карбоне. Конец палеозоя (пермский период) явился началом расцвета хвойных и временем появления первого лиственного дерева из голосемянных — гинкго. В начале и середине мезозоя, в триасе и юре, голосемянные и особенно хвойные растения уже преобладали, достигая пышного расцвета. В лесах мелового периода изобилуют сосна, ель, лиственница; сосна же впервые появилась, может быть, еще в триасе и является самой древней из упомянутых хвойных. В меловой период возникли настоящие цветковые растения, прежде других — ивы, тополя, березы, ольхи, дубы, и несколько позже первые травянистые цветковые растения.

В третичном периоде, начавшемся около 130 млн. лет назад, хвойные и лиственные породы господствовали в лесах. Это были виды, которые



Рис. 27. Заросли кавказского рододендрона впереди горнолесной опушки из березы на высоте 2000 м. Северный Кавказ.

в значительном числе дошли до наших дней неизменными или изменившимися лишь в малой степени. Секвойя, тюльпанное дерево, болотный кипарис были широко распространены по всему северному полушарию. Платаны, айлант, эвкалипты, появившиеся в меловом периоде, росли в Европе, Азии и Америке. Преобладавший в наших широтах в течение третичного периода влажный субтропический климат способствовал развитию густых лесов из секвойи, болотного кипариса, коричневого и камфарного лавров, магнолий, пальм, съедобного каштана, вечнозеленых дубов, железного дерева (*Parrotia*).

К концу третичного периода климат северного полушария становится суровее и суше, формируются леса с преобладанием зимнеголых дубов, граба, липы, лещины и других пород, виды которых или тождественны современным, или близки к ним. Реликтами третичных лесов, то есть растениями, сохранившимися в почти неизменной форме с третичного периода, являются многие виды кавказских и крымских растений, а отдельные типы лесов Колхиды (юго-западной части Черноморского побережья Кавказа) следует считать реликтовыми, в частности каштанники, дубовые и буковые леса, рощи пицундской сосны на скалистых обнажениях и др.

Большая часть наших обычных хвойных пород существует неизменной с среднего и верхнетретичного времени, в частности *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Larix decidua*, *Taxus baccata* и др. В тех случаях, когда говорят о третичной и четвертичной сосне (А. А. Крюденер, 1928), речь обычно идет о разных формах и разновидностях обыкновенной сосны. При этом более древние из них встречаются на выходах третичных геологических пород, более молодые — на четвертичных — ледниковых и речных отложениях позднейшего времени. Предполагается, что сосна существует на этих субстратах с момента их выхода на сушу из-под воды или ледового покрова.

Леса в четвертичном периоде (квартере). В начале четвертичного периода, около 1 млн. лет назад, на европейской равнине установились

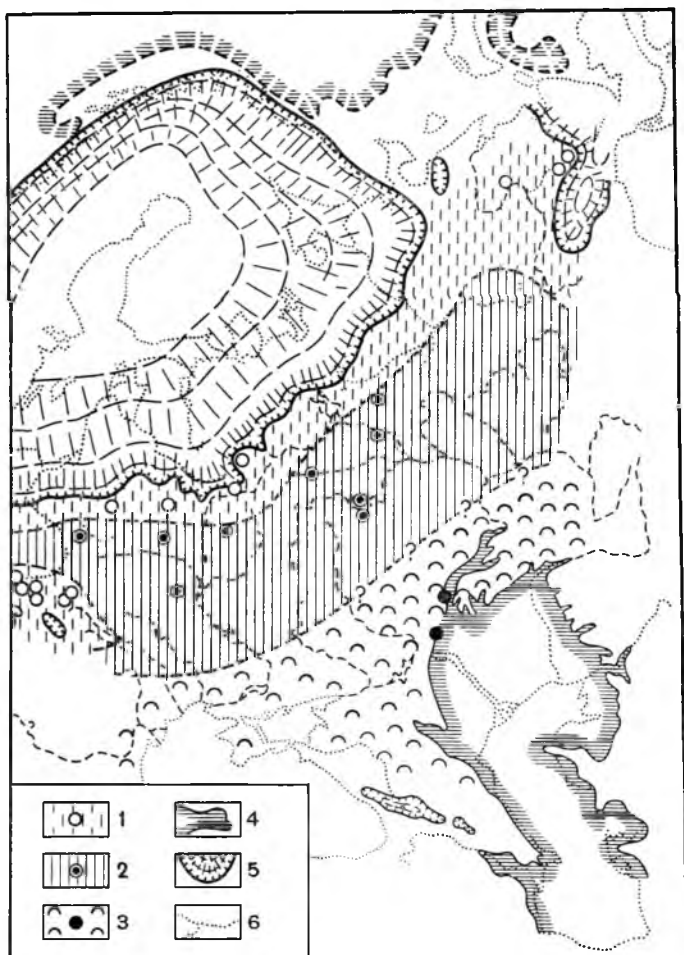


Рис. 28. Растительность Русской равнины в эпоху валдайского (вюрмского) оледенения (максимальная фаза).

1 — безлесная растительность или березовое редколесье с участием тундровых и степных элементов; 2 — березовая лесостепь со значительным участием ксерофитных травянистых группировок; 3 — ксерофильная растительность степного облика (с лесами из бореальных видов); 4 — ледниковые покровы; 5 — морские бассейны; 6 — современные берега морей и гидрографическая сеть (по В. П. Гречуку, 1964).

климатические условия, близкие к современным. Однако распределение географических зон нарушалось материковым оледенением, то простиравшимся на юг и доходившим до широт Кременчуга в бассейне Днепра и до Павловска в бассейне Дона, то отступавшим на север, в пределы Валдайской возвышенности или даже Скандинавского полуострова. При этом в перигляциальной (внешнеледниковой) зоне устанавливались климатические ступени — от арктического климата тундры в ближайшей к леднику зоне до холодного и засушливого степного климата в подзоне, отдаленной от края ледника (рис. 28). Здесь происходило отложение песчаных и глинистых водно-ледниковых насосов, а на водораздельных плато — лесового наноса среди степного травостоя, создававшего ветровую тень — важнейшую предпосылку для осаждения атмосферной пыли. Главный источник ее — развевание вышедших из-под воды ледниковых и водно-ледниковых осадков в самой первой афитной (лишенной растительности) фазе развития послеледникового ландшафта. Как показывает состав ископаемой пыли растений, степная растительность сопровождала лессы в течение всего четвертичного периода,

постоянно участвуя в скреплении свежееотложенных эоловых наносов (рис. 29).

Лесная растительность могла существовать лишь в перигляциальной зоне, образуя здесь узкую подзону широтно простирающейся лесотундры с обедненным видовым составом (сосна, ель, береза, ива и некоторые другие виды). В межледниковые эпохи леса формировались на всем освобождавшемся от льдов пространстве в результате расселения видов, сохранившихся в лесотундре и в лесных рефугиумах среди лессового ландшафта. В основном же в межледниковьях повторялась современная климатическая зональность растительности и почв. Однако в Рисс-Вюрмское (Днепровско-Валдайское) межледниковье относительно теплолюбивые породы, в частности граб и бук, расселяясь из западных рефугий, доходили на юге до низовий Днепра, а на юго-востоке до Нижней Волги (В. П. Гречук, 1950).

Леса в голоцене и в историческое время. В современную (последнюю) эпоху, носящую название голоцена и длящуюся около 10 тыс. лет, на севере (в Скандинавии) сменился ряд климатических периодов. Из них первый — раннее послеледниковье — характеризовался обилием березы, появлением сосны, а впоследствии и ели. Затем наступил период вытеснения березы и сосны широколиственными породами, в том числе дубом, липой, лещиной. Этот период считается самым теплым, способствующим образованию хорошо разложившегося торфа в болотах верхового типа — так называемого пограничного горизонта. Затем следует современный период, характеризующийся уменьшением широколиственных пород и преобладанием сосны и березы (рис. 30).

Упомянутая схема (Блитта — Сернандера) не является в своем существе только климатической. Первые два периода, включая преобладание лещины, — фаза иммиграции широколиственных с запада и юга, а также становления почв в лесах. Почвообразование на свежееотложенных ледниковых наносах под влиянием растительности увеличивало плодородие этих наносов и создавало возможность поселения на них более требовательных к почве пород — дуба и его широколиственных спутников. Современная (третья) фаза — возвращение к господству березы и осины — является антропогенной, соответствующей эпохе бронзы и железа, когда во много раз увеличилась населенность лесов человеком. В это время участились смены пород после пожаров, переход сосняков и ельников в березняки и осинники, а также превращение более плодородных земель, занятых широколиственными породами, в пашни и пастбищные луга — так называемое **л е с о п о л ь е**.

В южной части перигляциальной зоны, в лессовых оврагах и на песчаных речных террасах, только что вышедших из затопления, были возможны упомянутые выше **а ф и т н ы е** (лишенные растительности) фазы, когда степные растения не успевали овладевать свежими наносами. В этом случае склоны подвергались размыву, на них образовывались

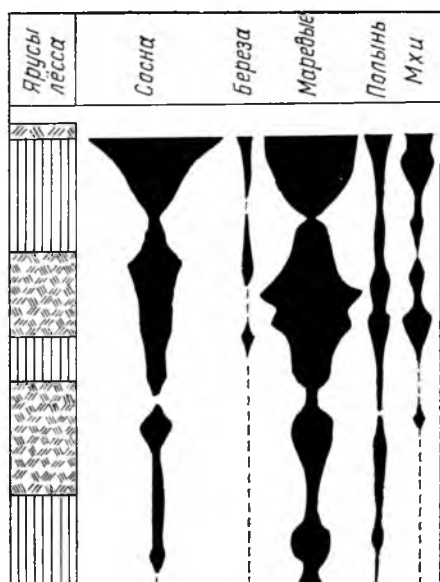


Рис. 29. Пыльцевая диаграмма трехъярусной толщи леса у Берислава Херсонской области. Расширение пыльцевых фигур соответствует улучшению климата в межледниковья; им же соответствуют ископаемые почвенные горизонты (по Е. Т. Ломаевой, 1957).

овраги, а пески под влиянием развевания приобретали золовый (дюнный) рельеф. Места размыва и развевания благоприятны для естественного облесения, так как овраги и пески в этом случае были свободны от самого серьезного конкурента леса — степной дернины. Выше упоминалось, что источниками древесных семян являлись в этих случаях реликтовые лесные заросли доледникового возраста (рефугии), сохранившиеся в древних балках, на крутосклонах коренных берегов речных долин.

До наших дней сохраняются следы исторической незаконченности расселения лесов и древесных пород в виде, например, спорадического состава степных байрачных перелесков или плакорных (на возвышенных местах) дубрав в южной подзоне лесостепи. В них всегда господствует дуб, но могут без ясных причин то присутствовать, то отсутствовать ясень, липа, остролистный клен, граб, черноплодный боярышник и другие древесные породы. При этом двум соседним перелескам может быть свойствен разный состав пород, не оправдываемый разницей в условиях местобитания. Например, в соседнем с Черным лесом (Кировоградская область) крупном дубравном массиве Нерубай нет ясеня. В подобных случаях самыми древними перелесками или лесными массивами являются те, которые имеют наиболее полный набор местных древесных пород и кустарников. Следовательно, Черный лес древнее Нерубая. В них же находятся и наиболее древние лесные почвы — первично-подзолистые, лишенные кротовин и других следов степной фауны и степного ландшафта.

Леса Грабовой балки и Маяцкого лесничества в Донбассе, Грабовой балки в Тростянецком лесхозе Сумской области, грабовых насаждений Диканьского лесничества близ Полтавы являются реликтами Рисс-Вюрмского межледникового, когда ареал граба простирался гораздо дальше на восток, чем современный. Это было около 70—100 тыс. лет назад.

Чем ближе события к нашему времени, тем яснее их детали и более обстоятельны наши о них сведения. В современном (последледниковом) периоде истории Земли, в голоцене, насчитывающем около 10 тыс. лет,

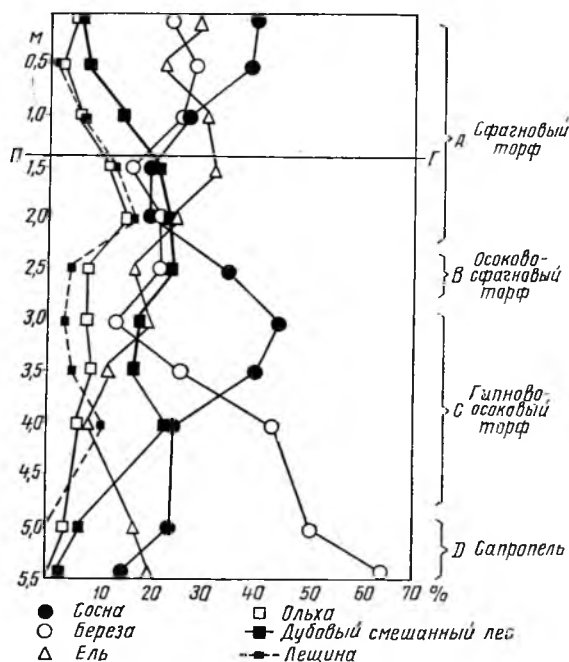


Рис. 30. Пыльцевая диаграмма торфяника «Галицкий мох» по Д. Г. Герасимову. Линия ПГ — пограничный горизонт с пнями и деревьями и сильнее разложившим торфом.

устанавливаются, с некоторыми колебаниями, современные климатические зоны, а также соответствующая им растительность и животный мир. История голоцена датируется с помощью споро-пыльцевого анализа, радиоуглеродного метода (анализ примеси радиоуглерода C^{14} в ископаемых органических остатках растений и животных) и самым точным дендрохронологическим методом, состоящим в измерении толщины годовых слоев на срезах древесных стволов. Подобную ценность для геохронологии имеют лишь годовичные слои в озерных осадках (ленточные глины, озерные лессы и др.).

С помощью дендрохронологии устанавливаются периоды климатических колебаний, связанные

с изменением радиационной активности Солнца. Эти периоды закономерно повторяются, и на их основании различают 11-летний и 33-летний (Брикнеровский) периоды. Практически периодичность измеряется как промежутки времени между двумя ближайшими максимальными по толщине годичными кольцами прироста. Есть 80—90-летние периоды солнечной активности и еще более длительные.

Согласно исследованиям А. Э. Дугласа, прирост деревьев калифорнийской секвойи больше в периоды высокой активности Солнца. Именно так и складываются колебания прироста в условиях мягкого океанического климата Калифорнии. По исследованиям С. И. Костина (1965) и В. Е. Рудакова (1961), в сухом и континентальном климате Таллермановской рощи и Бузулукского бора наибольший прирост соответствует минимальной активности Солнца, чего можно ожидать уже априори. При усилении активности Солнца повышается температура и уменьшается количество осадков.

Последний длительный период усиления солнечной активности начался в 1910 г. и достиг в 1957—1958 гг. очень высокого подъема. С ним связано потепление в Арктике, уменьшение водоносности рек, понижение уровня Каспийского моря. Он отражен также и в ходе прироста деревьев по диаметру. С большой определенностью в Брянских лесах 11-летние климатические периоды установил А. В. Тюрин (1926). Он опирался на анализы роста стволов, следы лесных пожаров и следующие за ними вспышки возобновления сосны, сопровождающие периоды с более влажным климатом и уменьшенной активностью Солнца. Исследования М. П. Скрябина по истории лесов Воронежской области и их прироста дали важный материал, освещающий причины разнообразных явлений из жизни леса, в частности смен пород и колебания прироста в разные годы и многолетние периоды.

В голоцене еще продолжается естественное расселение древесных пород, не закончившееся в послеледниковое время. Так, заселение карпатских лесов буком произошло в относительно недавнее время — 3—5 тыс. лет назад (Д. К. Зеров, 1952). Ограниченность ареала гребенчатой ели (*Abies pectinata*) в Центральной Европе и Пиренеях также говорит об исторически незавершенном ее распространении (А. Денглер, 1944). Следует полагать, что на послеледниковое расселение лесов уже влиял человек, приостанавливая естественные процессы или, по меньшей мере, замедляя их.

Человек каменного века, владевший огнем, оказывал большое влияние на хвойные леса, подвергая их намеренному «палу» (выжиганию) для освобождения земли под примитивное земледелие — лесополье. Неудобряемые почвы быстро, в течение нескольких лет, истощались и, будучи заброшенными, подвергались вторичному естественному облесению, а затем снова выжиганию и т. д.

В эпоху бронзы и железа человек, имевший металлические орудия для разработки леса, становится мощным истребителем и лиственных лесов, включая дубравы. Была вещественно доказана историческая правдивость свидетельств Геродота и других античных ученых о существовании крупных массивов лесов на современных Олешских песках, вблизи устья Днепра¹. Эти леса площадью около 150 тыс. га были уничтожены в основном скифами, предпочитавшими селиться в лесу, а не в окружающей лес открытой степи. Доказательством правдивости рассказа Геродота о Гилее (древнем Олешье — Полесье) был древесный уголь, найденный у стоянок, возраст которых датировался археологически. В стоянках эпохи неолита был найден уголь сосны, березы, осины; в стоянках ранней бронзы — уголь тех же пород и, кроме них, дуба; в наиболее поздних

¹ П. С. Погребняк. К палеогеографии Нижнеднепровья в голоцене. Труды Укр. географич. о-ва, вып. 3, Киев, 1962.

стоянках преобладал уголь из древесины кустарников. Все это отражает историю развития лесоэксплуатационной техники и последовательного обеднения лесов под влиянием земледельческо-животноводческого скифского, а позднее русского и татарского населения Олешья.

Следовательно, уже первобытный человек был преобразователем природы. Его охотничьему умению и отсутствию экономических соображений обязано полное истребление самых крупных травоядных животных северных широт и ценных охотничьих объектов — мамонта и шерстистого носорога. Это было еще в неолите, около 4—5 тыс. лет назад. В дальнейшем полностью истреблены тур, европейская дикая лошадь торпан, ряд других травоядных животных и даже некоторые более крупные птицы, по крайней мере численность многих из них сократилась во много раз, например степной дрофы. Однако хищники, в частности волк, изобиловали и дожили до наших дней.

Красочную и правдивую летопись истребления лесов в феодальную и капиталистическую эпоху создал писатель Леонид Леонов в своем замечательном романе «Русский лес». Превосходная по оригинальности, глубине научного содержания и художественному блеску лекция профессора лесоводства Вихрова — один из центральных пунктов «Русского леса» и лучшее из всего, что написано в художественной литературе по этой жизненно важной национальной проблеме. В исторической литературе судьбы лесов отражены в «Русской истории» В. О. Ключевского, крупнейшего исследователя этих времен.

Эпоха социализма и строительства коммунизма пришла на смену старой системе хищнического использования природных ресурсов. Сохранение леса, повышение его производительности и устойчивости, максимальное обеспечение общества продуктами лесного хозяйства — почетная задача советских лесоводов. Она решается на основе расширенного социалистического воспроизводства и бережного отношения к материнским силам живой природы.

ГЛАВА

4

РАСТЕНИЯ — КОМПОНЕНТЫ ЛЕСА

В настоящей главе рассматриваются биологические и лесоводственные свойства древесных пород.

В понятие «лесоводственные свойства» издавна включалось представление о биологии пород. Так, Г. Ф. Морозов применял эти два понятия как синонимы: «лесоводственные или биологические свойства пород». Следует отметить, что лесоводственные свойства рассматриваются с двух сторон: 1) собственно биологические, или «внутренние»; к ним относятся наследственные свойства — морфология, анатомия, быстрота роста, особенности цветения и плодоношения, фазы роста и развития, разновидности и формы пород; 2) экологические, относящиеся к внешней среде: потребность в свете, тепле, влаге, минеральной пище, реагирование на внешние условия, влияние древесных пород на климат под их кронами, на почву и т. д. Такое деление в значительной мере условное, так как нетрудно видеть, что собственно биологические свойства пород неотделимы от экологических и способны изменяться в зависимости от внешних условий. Равным образом и экологические свойства пород определяются не только внешними условиями, но наследственными особенностями организмов.

Выше было отмечено, что каждый вид-порода представляет собой популяцию, состоящую из многих разновидностей и форм, с трудом под-

дающихся полной инвентаризации. Нередко отдельные формы приобретают самостоятельное хозяйственное значение и могут быть возведены в ранг породы. Это можно иллюстрировать на примере тополевых гибридов-клонов, зеленокорой и гигантской осины, ели с гребенчатым типом ветвления, краснокорой узкокромной сосны, раннего и позднего дуба, многих других крупных и мелких разновидностей, форм и экотипов.

Пестрота популяции имеет положительное значение для повышения устойчивости породы в разных условиях. Было отмечено, что наиболее распространенные породы наших лесов — сосна, ель, береза, осина и дуб — отличаются наиболее пестрым составом разновидностей, форм, экотипов. Это позволяет упомянутым породам поселиться и расти в разнообразных климатических и почвенных местообитаниях, так как для каждого из них порода располагает набором форм, подходящим к нему по своим признакам. Естественный отбор и среда вносят в состав популяций свое дополнительное влияние. Они способствуют, во-первых, удалению неподходящих форм и экотипов и, во-вторых, появлению новых, приспособленных к данному биоценозу и его местообитанию.

Сосна — одна из наиболее распространенных древесных пород, образующих чистые и смешанные древостой на обширных пространствах северного полушария. Наиболее распространенным отечественным видом этого рода является двухвойная обыкновенная сосна (*Pinus silvestris*). К ней близко примыкает двухвойная краснокорая, или смолистая, сосна (*Pinus resinosa*) западного полушария, отличающаяся более стройным ростом, более быстрым, чем у обыкновенной сосны при равных условиях местообитания.

Обыкновенная сосна — долговечная порода, доживающая до 300—400 лет. Благодаря разветвленной корневой системе и многочисленным якорным корням, расположенным в стороне от проекции ствола, она очень ветроустойчива. Обилие тонких якорных корней, отходящих от крупных горизонтальных корней вертикально вниз (рис. 95, стр. 233), дало основание Г. Н. Высоцкому считать сосну по своему происхождению породой горной, приспособленной «заякориваться» корнями в трещинах скал.

Сосна светолюбива. Об этом свидетельствует, по Г. Ф. Морозову, малая густота кроны, периферическое (на концах ветвей и вдоль поверхности кроны) расположение хвои, покрывающей только побеги последних 2—3 лет. Стволы сосны быстро очищаются от сучьев. Однако сосновые молодняки густые и тенистые, под ними создается даже мертвый покров. Это дает основание считать, что в молодом возрасте светолюбие сосны не так велико, как в старом. Об этом же свидетельствует удовлетворительное выживание соснового подроста в окнах полога старого материнского насаждения.

Обыкновенная сосна — малотребовательная к теплу древесная порода. Это подтверждается ее распространением далеко на север, до границ тундры и в горы до альпийской опушки. Кроме того, сосна — порода неустойчивого, континентального климата, о чем свидетельствует ее произрастание в географических районах с широкой амплитудой температур, с суровой зимой и жарким летом. Лишь молодые всходы и однолетние сеянцы сосны страдают от солнечных ожогов.

Сосна засухоустойчива. О том, что она является ксерофитом, свидетельствует ограниченная поверхность ее листьев — хвоинок, их толстые покровные ткани, смолистость, погруженность устьиц, а также разветвленность корневой системы сосны, дающая ей возможность извлекать влагу из большого объема почвы. Сосна, по Г. Ф. Морозову, двойной ксерофит: и мало потребляющая влагу порода, и умеющая находить влагу в условиях почвенной засухи с помощью широко разрастающейся корневой системы.



Рис. 31. Культуры обыкновенной сосны из семян местного происхождения (лебединская сосна) в возрасте 65 лет. Свежая суборь (BC₂). Тростянецкое лесничество Сумской области.

Сосна — малотребовательная к почве порода, олиготроф. На это свойство указывают следующие признаки: 1) удовлетворительный рост на самых бедных песчаных почвах, способность заселять скалистые субстраты и даже сыпучие пески, лишенные нормальной почвы; 2) бедность хвои и древесины зольными элементами; 3) небольшое количество хвои в кроне; 4) широкая разветвленность корневой системы.

Сосна — порода быстрорастущая. Прирост в высоту кульминирует в возрасте 15—25 лет, в южных районах — еще раньше. Всходы и молодые деревца нечувствительны к заморозкам. Плодоношение наступает рано: на просторе — в возрасте 15—20 лет, в насаждениях — в 50—60 лет.

Сосна — ветроопыляемая порода. Семена ее крылатые, высыпаются из шишек зимой. Они могут быть перенесены ветром на большие расстояния, по снежному насту — на 10—20 км. В семенной год дерево из верхнего полога дает свыше 100 шишек с 4500—5000 семян, а насаждение на 1 га — свыше миллиона семян.



Рис. 32. Культура обыкновенной сосны 65 лет из привозных семян, закупленных у семенной фирмы в Дармштадте (ФРГ), с наследственной кривоствольностью. Местонахождение и условия те же, что и на рисунке 31.

Роль обыкновенной сосны в лесу двойная. Это порода-пионер, она может заселять открытые пространства. Вместе с тем она и основной лесообразователь, способный создавать свои коренные, устойчивые и долговечные насаждения. Ее светолюбие обуславливает возможность образования смешанных насаждений, поскольку под ажурным пологом старого соснового древостоя могут поселиться другие, более теневыносливые породы. Со временем они могут войти в состав I яруса, занять в нем положение наравне с сосной или даже вытеснить ее более или менее полностью. Однако вытеснение происходит лишь на богатых и влажных почвах, где конкуренты сосны (ель, пихта, бук, дуб и многие лиственные) способны развить высокую производительность. Сосна занимает бедные или средние по богатству почвы. На них она остается господствующей породой I яруса, а ее более требовательные к почве конкуренты достигают меньших размеров и могут образовать лишь подчиненные ярусы.

Так происходит в типах леса суборах, судубравах, сураменях. Что же касается боров (сосняков на бедных песчаных или каменистых почвах), то здесь сосна господствует безраздельно, и лишь на более влажных почвах к ней примешивается береза. В коренных древостоях боров береза встречается в виде небольшой примеси и может стать господствующей лишь после сплошных рубок и пожаров, уничтожающих сосну и ее подрост.

Приведем характеристику значения обыкновенной сосны в истории страны и для народа, данную Г. Ф. Морозовым (1907). «Произрастая на бедных и сухих песчаных почвах большими массивами и образуя в этих условиях насаждения немалой производительности, сосна благодаря этому имеет громадное народнохозяйственное значение. Она не только делает такие пространства производительными, но и препятствует им стать бедствием для народа, так как при неосторожных вырубках или пожарах такие песчаные пространства легко становятся добычей ветра, подвергаясь в нашем континентальном климате процессам развевания, образования сыпучих песков».

Обыкновенная сосна имеет значительное количество географических, климатических и эдафических форм. Л. Ф. Правдин (1965) различает пять видов ее: типичная, крючковатая, лапландская, сибирская, кулундинская. Известна южная форма с длинной и жесткой сизой хвоей, характерная для сухих боров, и форма с короткой, мягкой и густой хвоей зеленого цвета, господствующая во влажных и сырых борах Украинского Полесья. А. А. Крюденер (1928) описал в качестве «третичной формы» стройную, полндревесную и тонкосучковую сосну из боров Самарской луки. Пилоочные крайки этой сосны, по его данным, экономически были выгодны даже для перевозки в Австралию. Ромедер (1962) указывает на принципиальную разницу ширококронных форм равнинных сосен и узкокронных горных. Меловая сосна (*P. cretacea*, *P. s. f. cretacea*) — короткохвойная, темно-зеленая, встречается на меловых склонах речных долин Дона, Донца и их притоков. Плакучие («юбочные») и другие плагиотропные формы сизохвойного варианта сосны типичны для южных сухих боров¹. Следует полагать, что они возникают под влиянием широко распространённых в этих условиях побеговыюнов (*Evetria* и др.), поражающих главным образом верхушечные почки сосны. Сосна, выращенная в Ленинграде из семян, собранных в южных борах (например, в Черкасском бору), погибает от зимних морозов (В. Д. Огиевский, 1912), а карельская и архангельская сосны растут медленнее других на юге. Лучше всего в любых условиях растут сосны из семян туземного происхождения. Это доказано многочисленными географическими культурами обыкновенной сосны, заложенными в Собичском бору (1899) на Тростянецкой лесной опытной станции (1928—1930) и в других местах.

На рисунках 31 и 32 показаны насаждения одинакового возраста, но из семян разного происхождения. Они свидетельствуют о необходимости строго относиться к происхождению семян, беречь ценные местные формы сосны и других древесных пород, создавать заповедники для их сохранения в качестве семеноводческого фонда, закладывать семенные плантации.

Из других видов сосен следует упомянуть кедровую п я т и х в о й н у ю с о с н у (*Pinus sembra*) — одного из лесообразователей сибирской тайги. Кедровые леса дают высокосортную древесину, а кедровые орехи — ценный продукт питания. Кедр теневынослив, средней требовательности к почве и увлажнению. Образует леса с примесью сибирской пихты, ели, лиственницы, сосны. Принимает участие в составе горных лесов, выходящих к альпийской опушке. Очень морозостоек.

¹ Плагиотропные — не обладающие вертикальным ростом, растущие под углом к вертикали, зачастую — непостоянным.

Пятихвойная веймутова сосна родом из Северной Америки, разводится у нас как быстрорастущая порода. Достигает больших размеров — высоты до 40 м при диаметре 60—70 см в возрасте 100 лет, но только на лучших почвах (супесчаных и суглинистых). Она теневынослива, более требовательна к почве и влаге, чем сосна обыкновенная.

Близкородственные двухвойные сосны — черная (австрийская, *P. nigra* L.) и крымская (*P. taurica* Ehrh.) — высокосмолисты, более жаро- и засухоустойчивы, примерно в той же степени олиготрофны, но более теневыносливы, чем обыкновенная сосна. В первые годы жизни они растут медленнее, максимум роста наступает у них позже, чем у обыкновенной сосны. Черная и крымская сосны более смолисты и устойчивее против вредителей; их следует предпочитать в тех местах, где насекомые особенно опасны для обыкновенной сосны. Обе они теплолюбивы и чувствительны к сильным морозам: при температуре $-35-40^{\circ}$ вымерзают.

Двухвойные приморские сосны (*P. pinaster*, *P. halepensis* и др.), а также пиния (*P. pinea*) — высокосмолистые и быстрорастущие породы. Они очень теплолюбивы, вымерзают при морозах $20-25^{\circ}$, пригодны для разведения лишь на Черноморском побережье Кавказа и Крыма. В нашем умеренном климате средних широт недревесневшие сеянцы побиваются осенними заморозками.

Сосна Банкса широко применяется в лесокультурном деле на юге. Порода третьей величины, относительно светолюбивая, к почве менее требовательная, чем обыкновенная сосна. На родине, в Восточной Канаде, образует пионерные насаждения на гарях.

Подрост, шишки и семена основных пород — смолистой и веймутовой сосны — повреждаются высокими температурами, а семена сосны Банкса сохраняют всхожесть. К возрасту 60—80 лет под пологом сосны Банкса появляется подрост коренных сосен из семян, принесенных ветром со стороны, происходит восстановление коренного насаждения из смолистой и веймутовой сосен. В наших условиях культуры сосны Банкса претерпевают расстройство еще раньше, в 20—30 лет (Д. Д. Лавриненко, 1960).

Сосна крючковатая (*Pinus Sosnowskii*) — типичная горная древесная порода, близкая к обыкновенной сосне, считается ее разновидностью. У нее узкая крона, эластичные побеги и мягкая хвоя, короткие канделяб्रोобразные ветви, хорошо приспособленные к быстрой снегоразгрузке. Распространена в высокогорных условиях с их обильными снегопадами, главным образом на Кавказе.

Сосна горная «косое дерево» (*Pinus mughus*) распространена в Карпатах выше лесной опушки. Деревцо высотой 2—5 м с лежаще-приподнимающимися ветвями. Ее заросли играют большую почвозащитную и водоохранную роль в полосе каменистых россыпей, выше лесной опушки (О. В. Чубатый, 1958).

Ель и пихта. К роду *ели* (*Picea*) принадлежит несколько видов, из которых наибольшее значение имеет обыкновенная ель (*P. excelsa* Link.). Она — основной лесообразователь. Чистые ельники или смешанные елово-пихтовые древостой на севере и в верхних горных зонах, елово-буково-пихтовые леса на западе являются коренными типами древостоев.

Ель — теневыносливая порода. Об этом свидетельствует густота ее охвоения, расположение хвой не только на периферии, но и внутри кроны, поскольку хвоинки живут на дереве 5—6 лет. Очищение от сучьев идет медленно. Внутри леса под пологом сомкнутых ельников в солнечный день царят сумерки — сквозь полог проходит 8—12% полного освещения. Подрост переносит значительное затенение, растет медленно, но может приспособиться к полному освещению при постепенном выставлении на свет.

В связи с плоской, поверхностной корневой системой и значительной транспирирующей поверхностью ель — незасухоустойчивая порода, хотя в строении хвой и побегов у нее заложены черты ксероморфности. Высо-



Рис. 33. Крупная ель в пралесе на склонах горы Говерлы (Карпаты) во влажной буковой рамени (D₃). Высота 1100 м над уровнем моря. Возраст около 350 лет, диаметр 152 см, высота 45 м. Белотисянское лесничество Закарпатской области.

кую производительность ель развивает лишь при обеспечении влагой на протяжении всего вегетационного периода. Влаголюбие ели усилено еще и тем, что густая ее крона задерживает много осадков и значительная часть их (от 40 до 70 %) не попадает в почву, испаряясь в атмосферу. Такую породу могут обеспечивать влагой лишь большое количество осадков или постоянно влажные почвы. Оптимум увлажнения для ели находится во влажных и сырых местообитаниях при уровне грунтовых вод на глубине 1—2 м, содержащих значительное количество питательных веществ.

Ель — среднетребовательная к почве древесная порода — мезотроф. Хотя процент золы в хвое и древесине ели не намного больше, чем у сосны, обильное количество хвои, поверхностная и слаборазветвленная корневая система повышают ее требовательность к почве. Ель хорошо растет лишь на почвах супесчано-суглинистых, богатых питательными веществами в самом верхнем горизонте. На маловлагоемких кварцевых песках, где

сосна способна достигать II бонитета, ель плохо растет, достигает всего IV—V бонитета. Ее бонитет падает сильнее также и на бедных малоплодородных торфянистых почвах сфагнового ряда.

Ель нетребовательна к теплу и поэтому является породой таежной зоны, северных широт и высокогорного лесного пояса. В связи с тем что она заходит далеко в холодно-континентальные области, ее следует считать устойчивой к низким температурам. Но ель неустойчива к летней жаре и засухе. Ее всходы и молодой подрост в условиях лесных полян со свойственным им почным выхолаживанием страдают от поздних заморозков. Будучи основным лесообразователем, ель способна овладевать открытыми местами главным образом во второй фазе их облесения — после того, как на них сначала поселятся породы — пионеры леса — береза, осина, сосна. Обладая значительной легкостью и парусностью, семена ели, подобно семенам сосны, могут зимой при значительном ветре перемещаться на десятки километров по снежному насту. Однако перспективные всходы и подрост ель способна давать лишь под пологом пионеров леса. Ее единственное сходство с последними — легкость семян и дальность их полета — все же не может перевести ее в разряд пионеров леса.

Ель очень типична как основной лесообразователь. Отбрасывая густую тень, она успешно вытесняет светолюбивых конкурентов, имеет тенденцию к образованию чистых древостоев — ельников с единичной примесью сосны, березы, лиственницы и других светолюбивых пород, нередко без них. Более теневыносливые породы — бук и особенно пихта — успешно сопротивляются ели. Но очень часто там, где распространены все эти три породы (ель, бук и пихта), они встречаются в виде смешанных трехпородных насаждений. Подобных лесов немало в Карпатах, на Кавказе, в горных лесах Центральной Европы.

Ель считают ветровальной породой, но по отношению к равнинным ельникам это справедливо несколько больше, чем к сосне и другим породам. Все породы, за исключением черной ольхи, ветровальны на влажных и сырых почвах, где близки грунтовые воды и корневые системы находятся в верхнем слое почвы. На свежих глубоких почвах, особенно на горных склонах, ель вполне ветроустойчива, за исключением ветроударных местоположений на мелких (скелетных) почвах. Ветроустойчивость ельников повышается, если в насаждении имеется примесь пихты и лиственных пород — березы, осины и особенно бука и дуба.

Большая густота ельников ограничивает доступ тепла и влаги к почве. Опад ели разлагается медленно также и в связи со специфическим химизмом хвойных пород. Накопление опада ведет к образованию торфянистой лесной подстилки, грубого гумуса, имеющего кислую реакцию. Под такой подстилкой развивается типичная подзолистая почва.

С и б и р с к а я е л ь (*P. obovata*) отличается от обыкновенной ели пониженной теневыносливостью, меньшей требовательностью к почве, большей морозостойкостью. Тянь-шаньская ель (*Picea schrenkiana*), распространенная в Киргизии, — ксерофит, однако в сухом климате она встречается только на северных склонах.

К а в к а з с к а я е л ь (*P. orientalis*) отличается большей теневыносливостью, меньшей морозостойкостью, неустойчивостью к температурным крайностям, но зато более продолжительным периодом роста в высоту и способностью достигать высоты 45—50 м.

С е р б с к а я е л ь (*P. omorica*) встречается только в Югославии вместе с обыкновенной елью. Устойчивее этой последней к засухе, повреждению насекомыми, навалу снега и ожеледи.

У ели много вредителей из мира насекомых и немало грибных болезней. Значительные опустошения в ельниках производят гусеница шелкопряда-монашенки и короед-типограф. Существенный вред ельникам приносят корневая губка и опенок. При значительном изреживании взрос-

лые ельники или их стены, внезапно выставленные на простор, теряют сопротивляемость и подвергаются нападению насекомых.

Ситкинская ель (*P. sitkensis*) — одна из очень продуктивных и ценных по качеству древесины североамериканских пород, представляющая интерес для лесоразведения в условиях южной тайги.

Пихта (*Abies*) — более требовательна к почве, чем ель, но не выносит той степени заболоченности почвы, которую может выносить ель. Пихта в насаждении начинает плодоносить позже ели — после 30 лет, но зато плодоносит чаще. Ее крупные крылатки не разлетаются так далеко, как семена сосны и ели. Корневая система у пихты средней мощности и более глубокая, чем у ели.

Встречающиеся у нас три вида пихты значительно отличаются друг от друга экологически. **Сибирская пихта** устойчива к континентальному климату, переносит сильные морозы наравне с кедровой сосной, устойчива к резким суточным колебаниям температур, к непродолжительной жаре и засухе. Два других вида пихты — **гребенчатая** (*A. pectinata*) и **кавказская** (*A. Nordmanniana*) — неустойчивы: первая к жаре и засухам, вторая, кроме того, к морозам ниже 30°. Обе они очень теневыносливы, обладают продолжительным периодом роста и достигают больших размеров (кавказская пихта высоты 60 м).

Все виды пихты, будучи более теневыносливыми, чем ель и бук, отличаются длительным периодом «сидения», то есть медленного роста в первые годы жизни. Ель сидит 3—4 года, пихта — 8—12 лет. При еще более высокой чувствительности к заморозкам и солнцепеку, чем у ели, пихта неспособна возобновляться на открытых местах — на полянах и сплошных лесосеках. Только при медленном изреживании полога возможно ее успешное возобновление.

Дугласия (*Pseudotsuga Douglasii*) — быстрорастущая хвойная порода из Северной Америки; ее деревья достигают высоты 90 м при 4—5 м в диаметре. Теневынослива, среднего влаголюбия, требовательна к почве. Порода мягкого и влажного умеренно теплого климата, хорошо акклиматизировалась в Западной Европе. В наших условиях лучшую продуктивность развивает сизая разновидность дугласии, более засухоустойчивая и выносливая к континентальному климату.

Лиственница сибирская и европейская (*Larix sibirica* Ldb. и *L. decidua* Mill. = *L. europaea* D. C.) — деревья первой величины, способные достигать в благоприятных условиях высоты 50 м при диаметре 2 м. Долговечны, живут до 500 лет. У лиственницы сибирской стволы прямые, начиная снизу; для европейской лиственницы характерны саблеобразные изгибы в нижней части ствола (рис. 35). Крона у сибирской лиственницы более компактна.

Корневая система у лиственницы мощная, со стержневым корнем и многими горизонтальными и косо-вертикальными разветвлениями. Это одна из немногих пород с глубокой корневой системой, похожей в этом отношении на дуб и липу.

Лиственница очень светолюбивая и быстрорастущая порода. Кроны ее ажурны, кора в старом возрасте толстая, трещиноватая. Затенения не выносит, никогда не встречается в подчиненных ярусах древостоя. Благодаря относительно мелким крылатым семенам (около 150 тыс. в 1 кг) лиственница способна обсеменять значительные пространства и заселять открытые места, не боясь солнцепека и заморозков. Иными словами, она имеет характерные черты породы — пионера леса.

Долговечность лиственницы способствует образованию коренных древостоев с ее значительным участием. В крайних условиях — в очень холодном климате с вечной почвенной мерзлотой, вблизи полюса холода северного полушария (Якутия) и у верхней границы леса — она образует чистые насаждения коренного типа. Лиственница растет по границе с тундрой и в альпийских опушках средневропейских горных систем.

Однако в более теплом климате с недружной и затяжной весной, с возвратом поздних заморозков она страдает из-за раннего распускания побегов, побиваемых заморозками.

Лиственница — мезофит, поэтому находит для себя оптимальные условия в свежем гигротопе (грунтовые воды не ближе 3 м от поверхности почвы). В пределах своего обширного ареала она произрастает также на влажных и сырых почвах, а даурская лиственница — и на сфагновых торфяниках. Продуктивность лиственницы на заболоченных почвах невысокая, корневая система становится поверхностной, ее старые насаждения страдают от ветровала.

Лиственница среднетребовательна к почве. Растет она и на бедных песчаных и на щебенистых почвах, но ее производительность в этом случае ниже, чем у сосны. Отмечена приуроченность лиственницы к известнякам, а также относительное обилие в составе ее хвои фосфора и калия. Удобряющие почву и нейтрализующие ее реакцию отложения вулканического пепла на Камчатке при повторяющихся извержениях способствуют смене ельников на лиственничники. При произрастании в качестве примеси к ясеню она повышает его продуктивность. Это объясняется удобряющим влиянием ее подстилки, ажурностью полога, пропускающего много тепла и влаги в верхний слой почвы, глубокой корневой системой, позволяющей лиственнице питаться за счет нижних слоев почвы. Важным свойством лиственницы, определяющим во многих случаях ее благоприятное влияние на почву, является накопление мягкой лесной подстилки, превосходно защищающей почву от испарения и зарастания травами, удобряющей почву при разложении.

Лиственница имеет много видов и разновидностей с разной производительностью и устойчивостью к болезням (польская, судетская, альпийская и др.). Она высоко ценится как быстрорастущая порода.

Культуры лиственницы на Украине, насчитывающие более чем 100-летнюю историю, показали высокую их продуктивность на богатых дубравных и среднебогатых суборевах почвах (рис. 35). На первых они достигают в возрасте 60—70 лет прироста 10—15 м³ в год на 1 га, на вторых — 7—8 м³. Наибольшей продуктивности достигает польская лиственница, несколько меньшей — европейская, наименьшей — сибирская, но и эта последняя все же дает продуктивное насаждение (К. Е. Никитин, 1966). И только на самых бедных борových почвах лиственница не имеет никаких преимуществ перед сосной.

Дуб — одна из самых долговечных пород, доживает до 1000 лет. По качеству древесины одна из самых ценных древесных пород земного шара. Дубовые леса распространены в засушливых зонах и являются источниками семян для степного лесоразведения.

На Восточно-Европейской равнине распространены два дуба. Один из них — с и д я ч е ц в е т н ы й, или с к а л ь н ы й (*Quercus petraea* L. f.), является породой мягкого морского климата; граница его ареала проходит чуть далее на восток от границы бука. Наш обычный черешчатый дуб (*Quercus robur* L.) — представитель континентального климата с теплым или жарким летом, но холодной зимой. Он доходит до Урала, где выносит без биологических повреждений морозы до 40°. Г. Н. Высоцкий называл сидячецветный дуб г о р н ы м, а черешчатый — д о л и н н ы м, и это как нельзя более удачно отражает распространение первого по выпуклым, а второго по вогнутым и ровным элементам рельефа. Горные долины, особенно их тальвеги, собирают холодные массы воздуха в ночное время, но днем нагреваются сильнее, чем соседние склоны и плато. Поэтому к ним приурочен долинный (черешчатый) дуб.

Ч е р е ш ч а т ы й д у б — светлюбивая порода. Подчиненные ярусы он образует лишь под сосной, реже под березой и осинкой и никогда не растет под такими затенителями, как липа, граб, бук и ель. В молодости дуб растет медленно, развивая в благоприятных условиях в первые

2—3 года жизни глубокий стержневой корень. В этот период он «сидит». О светолюбии черешчатого дуба говорит относительно негустая крона, где листья расположены «пачками», «кустообразно». Этот признак служит для отличия от горного дуба, у которого, как у более теневыносливой породы, листья расположены равномерно мозаично. Кора у горного в 2 раза тоньше, мелкотрещиноватая.

Не вынося верхнего отенения, дуб, как и многие древесные породы, положительно отзывается на боковое отенение, усиливающее его рост в высоту. Как светолюбивая порода, он формирует по преимуществу смешанные насаждения. Способен расти совместно с сосной на относительно бедных песчаных и супесчаных почвах, где образует II ярус, или подлесок. Более подходящим в качестве спутника сосны является менее требовательный к почве и более теневыносливый горный дуб (*Q. petraea*). На богатых суглинистых почвах в более теплом климате черешчатый дуб растет с другими широколиственными породами — ясенем, липой, ильмовыми, кленами, лещиной и др. При этом формируются дубравы — типы леса, в большинстве случаев пестрые, сложные, с трех-четырёхъярусными древостоями, во многих случаях высокопродуктивные. Чистых естественных насаждений, за исключением редких случаев, дуб не образует.

По отношению к тепловым условиям черешчатый дуб требователен. Он не заходит далеко на север и на восток. Однако есть виды дуба, менее требовательные к теплу, чем черешчатый, например с е в е р о а м е р и к а н с к и й к р у п н о п л о д н ы й (*Quercus macrocarpa* M i s h x.), образующий дубравы в провинции Манитоба (Канада), где климатические условия близки к степям Западной Сибири.

Молодой дуб очень чувствителен к поздним весенним заморозкам и терпит от них большой урон. Однако даже многократное побивание заморозком побегов и листьев и поедание их скотом он переносит, всякий раз образуя дополнительные побеги из спящих почек. Побивание цветков дуба поздними заморозками снижает или губит урожай желудей.

Корневая система у дуба глубокая, стержневой корень достигает значительной глубины. Рядом с ним от корневой шейки отходят косо-вертикальные корни, также уходящие в нижние горизонты почвы. Корни второго типа способны давать тонкие ответвления вверх, к поверхности почвы (рис. 95, стр. 233). Черешчатый дуб считается породой, нетребовательной к влаге, засухоустойчивой. На этом основании он был взят в качестве главной породы для степного лесоразведения, по крайней мере в пределах черноземной зоны и подзоны темно-каштановых почв. Однако свой оптимум увлажнения дуб находит во влажных местообитаниях, где достигает (влажные дубравы) I^a бонитета. При нарастании сухости (в очень сухих местообитаниях), а также при увеличении заболачивания его продуктивность падает до V бонитета. Черешчатый дуб переносит затопление водой до 4—5 недель и поэтому неплохо растет на заливаемых полыми водами участках, образуя пойменные дубравы. Этой способностью не обладают горный, пушистый и красный дубы. В сырых типах леса дуб имеет поверхностную корневую систему и является ветровальным.

По отношению к почве дуб — мезотроф. Как и ель, он заходит на супесчаные почвы, но бонитет его в этих условиях снижается.

Дуб обладает мощной порослевой способностью, сохраняющейся у него на богатых почвах до 100—120 лет. Большое количество спящих и образование адвентивных почек способствуют появлению обильной поросли. При выставлении на простор деревьев, выросших в лесу, их стволы покрываются водяными побегами, возникающими из спящих почек. Перехватывая влагу и минеральные питательные вещества, они могут вызывать суховершинность. В свою очередь, ослабление и отмирание вершины может быть причиной появления водяных побегов на стволе.

Возмужалость у дуба наступает на просторе в 15—20 лет, в насаждении много позже — в 60—80 лет (у порослевых древостоев 30—50 лет).

Семенные годы у дуба повторяются спорадически, в среднем на западе один раз в 5—6 лет, на востоке один раз в 7—8 лет.

Черешчатый дуб имеет две резко различающиеся физиологические расы-разновидности — раннюю и позднюю. Горный дуб представлен только одной ранней расой. Ранняя раса черешчатого дуба распускается недели на 3—4 раньше, чем поздняя. В лесостепных условиях рано распускающийся дуб занимает возвышенные места, где поздние заморозки не так опасны; поздняя раса занимает тальвеги и нижние части склонов балок, то есть места, куда стекает холодный воздух и где поздневесенние заморозки наиболее опасны.

Однако упомянутым отношением к заморозкам не ограничивается экологическое значение раннего и позднего распускания. Ранний дуб засухоустойчив уже благодаря тому, что наибольший запас влаги — весенний — он использует полно. Поздний дуб влаголюбив, так как только в более влажных местообитаниях он может удовлетворить свои потребности во влаге. Поселяясь же в более сухих местообитаниях, он теряет из-за позднего распускания возможность удовлетворять свою потребность во влаге, так как еще до развития листвы влагу используют ранне распустившиеся соседи.

Далее других видов дуба на север и восток заходит черешчатый ранний дуб. Ареал позднего дуба ограничивается центральной лесостепью РСФСР, Украиной и Белоруссией. Это говорит о меньшей требовательности раннего дуба к теплу, что согласуется со сроком его распускания.

Пушистый дуб (*Quercus lanuginosa* Ehrh.) — дерево второй величины, один из самых засухоустойчивых видов дуба, светолюбивее и значительно теплолюбивее черешчатого дуба; не выносит морозов ниже 30°. Обладает превосходной порослевой возобновляемостью, естественно размножается отводками. Распространен в Крыму, в Причерноморской зоне Северного Кавказа, в Молдавии, Одесской области и изредка в Украинских Карпатах.

Красный дуб (*Quercus borealis* Michx.) — североамериканская порода, интродуцированная у нас около 100 лет назад. Отличается теневыносливостью, нетребовательностью к теплу, меньшей требовательностью к почве, но большим влаголюбием по сравнению с черешчатым дубом. На бедных суборековых почвах растет значительно быстрее, почему и может быть рекомендован в спутники сосны в большей мере, чем черешчатый дуб. Значительно беднее дубильными веществами, древесина легче.

Бук (*Fagus*) — одна из основных лесообразующих пород в мягком и влажном морском и океаническом климате. Произрастает в обоих земных полушариях, западном и восточном. Его прародич *Nothofagus* распространен в океаническом климате самой южной оконечности Южноамериканского континента и на Огненной земле, где, по словам Ч. Дарвина, «круглый год царит осень». Климатолог В. Кеппен считал восточную границу ареала бука границей морского климата Западной Европы и континентального — Восточно-Европейской равнины.

В нашей стране на равнинах бук отсутствует, но имеет широкое распространение в горных районах Кавказа, Крыма и Карпат. Отдельные его островки разбросаны среди дубравных массивов юго-западной лесостепи. Но они также определяются горной поясностью (вертикальной зональностью): «лесостепные бучины» занимают вершины куполо- и грядобразных возвышенностей среди равнины. На своей восточной границе бук не спускается ниже 250 м над уровнем моря. В данном случае выступает та же климато-экологическая черта бука — его приуроченность к мягкому морскому и горному климату. Всюду отрицательную роль для этой породы, ограничивающую его ареал, играют температурные колебания, особенно зимние минимумы температуры, в меньшей мере пониженная влажность воздуха, значение которой преувеличивалось. Морозная катастрофа в буковых лесах Средней Европы в суровую зиму 1928/29 г.

явилась доказательством важнейшего значения зимних минимумов как факторов, ограничивающих распространение бука на востоке Европы. О том же свидетельствуют: 1) приуроченность буковых лесов в нижних горных зонах к тенивым склонам, на которых ход температур типичен для морского климата, 2) отсутствие его в горных долинах и котловинах, которым свойственны широкие температурные амплитуды и, в частности, глубокие зимние минимумы.

Распространенное утверждение о теплолюбии бука необоснованно. Оно возникло в результате ошибочного смешивания мягкости климата и его теплоты. Бук нельзя отнести к теплолюбивым породам, так как он широко распространен в средних и верхних горных поясах, выходит на верхнюю границу леса на Кавказе, в Крыму (рис. 26, стр. 56) и на Карпатах. Его распространение в Южной Скандинавии также опровергает теплолюбие. Во всяком случае, бук не теплолюбивее черешчатого дуба, липы и клена остролистного, так как он поднимается в горы выше этих пород.

На открытых местах, в замкнутых котловинах, на полях и южных склонах бук страдает от солнцепека и заморозков. Деревья любого возраста и размера, внезапно оказавшиеся на просторе, получают солнечный ожог камбия у основания ствола и отмирают. Бук — очень теневыносливая порода, создающая сомкнутые тенистые древостои, изреживающиеся в возрасте более 150 лет. Под пологом сомкнутых древостоев бука из-за недостатка света и обилия опада покров мертвый. Как теневыносливая порода образует чаще всего чистые одноярусные насаждения. Под его пологом не могут расти ни дуб, ни граб, ни подлесок (рис. 36). Только при переходе с северных склонов на южные и к речным долинам в буковых лесах появляются другие лиственные породы — дуб, ясень, ильм, граб; на южных склонах бук совсем отсутствует, уступая место дубу. При переходе в более высокие горные пояса бук делит свое господство с елью и пихтой, образуя смешанные насаждения, отличающиеся также одноярусностью и сильным затенением почвы. Только разновозрастность может вносить в буковые леса разнообразие и живописность.

Бук относится к породам среднего влаголюбия, произрастает при узкой амплитуде влажности почвы. Его оптимум — свежие местообитания, где он более всего устойчив и достигает I—I^a бонитета. Заходит на сухие почвы верхних частей северных склонов, где бонитет его падает до III—IV из-за сухости и недостатка питательных веществ. Во влажных местообитаниях он достигает II—III бонитета, а в сырых не может расти из-за высокой требовательности к аэрации почвы.

По отношению к почве бук средней требовательности, близок в этом отношении к дубу и ели. Лучше растет на почвах и горных породах, богатых известью. В сосновых лесах на песчаных почвах может встречаться в качестве подлеска, причем оказывает благотворное влияние на состояние лесной подстилки и ее микрофлору, способствуя повышению прироста сосны (Э. Раманн, 1908). Однако за буком не всегда признают почвоулучшающую роль, так как на кислых материнских горных породах и при недостатке тепла (например, на северных склонах верхней горной зоны) из его опада может формироваться подстилка типа грубого гумуса и образовываться моховой покров, в некоторых отношениях типичный для ельников. В теплом и мягком климате Закарпатья бук является полезной для дуба почвоулучшающей примесью (С. М. Стойко, 1960).

Бук дает поросль от пня только из адвентивных почек, слабую и недолговечную. Корневая система его средней глубины; от неглубокого стержневого корня отходят боковые — якорные, углубляющиеся в почву.

Семенные годы повторяются чаще, чем у дуба, — через 3—4 года. В условиях постепенно изреживающегося полога бук дает очень густой подрост. Считается правильным воспитывать бук с молодого возраста в густой чаще, так как только при этом условии можно получить, не при-

меняя трудоемкого индивидуального ухода, нормальное очищение стволов от нижних сучьев.

В нашей стране произрастают три вида бука: восточный (*F. orientalis*), крымский (*F. taurica*) и западный (*F. silvatica*), которые экологически мало отличаются один от другого. Полагают, что восточный бук, произрастающий в нижних и средних горных зонах, более теплолюбив, чем западный. Крымский вид считают промежуточным между первыми двумя. Семена, собранные в островных местонахождениях к востоку от сплошного ареала (Львовская, Тернопольская и Хмельницкая области), дают устойчивое поколение к летней жаре и зимним морозам в восточных областях Украины, но при условии введения в лесные массивы. Это свидетельствует об относительной устойчивости к континентальному климату тех популяций бука, которые сформировались у восточной границы его ареала.

Граб (*Carpinus betulus*) — дерево второй величины, достигающее в лучших условиях 25-метровой высоты. Граб, как и бук, порода мягкого климата, чувствительная к колебаниям температуры. Восточная граница его ареала проходит по линии Минск — Гомель — Новгород-Северский — Полтава. Далее к востоку граб встречается в ряде мест, благоприятных для него в микроклиматическом отношении, — на склонах балок с малой площадью водосбора, не являющихся морозобойными; им заняты здесь по преимуществу северо-западные склоны.

Граб относится к очень теневыносливым породам. Под его сомкнутым пологом не растет ни дуб, ни спутники дуба, полностью отсутствует подлесок. Подрост граба хорошо выносит затенение всех дубравных пород, в том числе и липы, но не выносит затенения густого елового и букового полога; это показывает, что теневыносливость граба больше, чем липы, но меньше, чем ели и бука. Граб — лучший спутник дуба, помогающий дубу очищаться от сучьев в большей степени, чем другие его спутники. Однако в смешанных молодняках граб, как и лещина, — опасный сосед для медленнорастущих молодых дубков. Чтобы дубки могли в таких насаждениях расти, их много раз осветляют, для чего граб и лещину вырубают (сажают на пень).

Граб следует считать несколько более теплолюбивым, чем бук, но менее чувствительным к континентальности климата, чем последний. Сеянцы и молодые деревца граба не столь чувствительны к поздним заморозкам, как бук и дуб.

По требовательности к влаге граб также похож на бук. Оптимум граба находится в свежих местообитаниях, где он достигает высшего для него II бонитета. Кроме того, граб заходит на сухие местообитания, где образует устойчивый II ярус или чистые вторичные насаждения — грабняки III—IV бонитета. Растет граб во влажных и сырых местообитаниях, в последних продуктивность его падает до тех же примерно бонитетов, что и в сухих типах. Вопреки распространенному мнению граб не выдерживает затопления даже в течение короткого времени, поэтому в поймах рек он отсутствует.

Граб — порода средней требовательности к почве; лучше всего растет на богатых дубравных почвах и является характерным спутником дуба в пределах своего ареала. Для граба свойственна микориза, он специфически требователен к фосфору и калию в почве. Собственное влияние граба на почву подзолообразующее, зависящее в основном от высокой кислотности его свежего опада (рН 4,0—4,5), поверхностного распространения корневой системы и склонности образовывать довольно плотный второй ярус в дубравах и сложных суборах или чистые древостои после сплошных рубок. В смешанных древостоях грабовых дубрав подзолообразование выражено в меньшей степени, чем в чистых грабняках.

Граб обильно и часто плодоносит. Его орешки требуют обязательного прохождения яровизации под воздействием зимних температур. Иногда

после очень теплых зим они не прорастают в следующую весну и только после второй нормальной зимы трогаются в рост. Количество подроста граба в возрасте 1—3 лет на свежих лесосеках доходит до 1—2 млн. штук на 1 га. По порослевой способности граб может быть поставлен на первое место среди наших аборигенных пород, так как до 60—70 лет дает обильную, мощную и живучую поросль. Легко переносит обрезку.

Несмотря на то что граб очень теневыносливая порода, он в обычных лесных условиях не имеет сколько-нибудь продолжительного периода «сидения». Поэтому для молодого дуба опасен в качестве соседа в первые годы жизни не только порослевой, но и семенной граб.

Лесообразующая роль граба своеобразна. Как порода второй величины он не может образовать коренных древостоев со своим господством, хотя его теневыносливость, казалось, может этому способствовать. Только под влиянием сплошных рубок в дубравах семенной и особенно порослевой граб может быстро перегнать соседей и завоевать господство над дубом, ясенем, кленом и другими породами первой величины. Что касается смены сложных насаждений дубрав на граб, то она происходит только под влиянием хозяйственной деятельности человека. Граб недолговечен, предельный возраст его насаждений в лучших условиях 120 лет. Поэтому в естественных условиях он никогда не вытесняет главных лесных пород, так как они долговечнее его.

Грабинник (*Carpinus orientalis* L.) — распространенный на Кавказе, в Крыму и Молдавии мелколистный вид граба, представляющий собой дерево третьей величины, теневыносливое, медленно растущее и очень засухоустойчивое. Грабинник — спутник приморской и крымской сосны, пушистого дуба, фисташки и других представителей средиземноморской флоры, растущих на Черноморском побережье Крыма и Кавказа. Он теплолюбив, но может переносить морозы до 25°. В Крыму образует III ярус в коренных насаждениях крымской сосны (во II ярусе — пушистый дуб). В горы не поднимается выше 300 м над уровнем моря, но на южных склонах достигает высоты 500 м.

Ясень (*Fraxinus excelsior*) — спутник дуба и одна из главных пород дубрав, широко распространенная в теплоумеренной и теплой зоне северного полушария, относится к коренным лесообразователям. Ясень светолюбив и лишь в молодом возрасте (в виде подроста) и в лучших почвенных условиях переносит затенение. Он высокотребователен к почве, ее физическим свойствам и особенно плодородию. Требователен к извести, азоту, фосфору и калию; встречается и хорошо растет на богатых и структурных глинистых почвах — черноземах и особенно лесостепных суглинках. Потребность его к увлажнению почвы высокая, очень продуктивен на плодородных низинных торфяниках, где растет совместно с черной ольхой. В этих условиях распространен его болотный экотип, морфологически мало отличающийся от менее влаголюбивого сухолюбивого.

На большую потребность ясеня к плодородию почвы указывает высокая зольность его листьев и древесины. Эту его особенность усиливает поверхностная корневая система, свидетельствующая о болотном происхождении ясеня и указывающая на необходимость для продуктивного роста ясеня наличия высокого плодородия в верхнем почвенном горизонте.

С этими особенностями ясеня тесно связаны его ценологические свойства. Никакая древесная порода не имеет такой потребности в сообществе с другими, как ясень. Чистые его древостои неустойчивы. Рекордной продуктивности он достигает только в смеси с дубом, буком, грабом, кленами, ильмовыми, ольхой и лиственницами. В этом отношении, кроме ажурности кроны, пропускающих много света и влаги к почве и ведущих к задержанию почвы под пологом чистых ясеневых древостоев, играет еще более важную роль требование к плодородию верхнего слоя почвы. Оно может быть обеспечено в результате интенсивного переноса питатель-

ных элементов из нижних горизонтов почвы и подпочвы в верхние, то есть в процессе биологического круговорота. Породы, способные удовлетворить этим потребностям ясеня, — дуб, клены, ильмовые и дубравный подлесок, обладающие продуктивностью опада, его высокой зольностью и относительно быстрой минерализацией. Компоненты ясеня в дубравах обеспечивают ему, кроме того, затенение почвы и относительно лучшее увлажнение ее верхнего горизонта. Оптимальное количество деревьев ясеня в смешанных древостоях составляет 10—15 и не более 25% общего количества деревьев всех пород.

Ясень теплолюбив. По северному и восточному краю ареала подвержен морозобою, страдает от весенних заморозков.

Другие аборигенные виды ясеня относятся к средиземноморской флоре, в частности манький ясень (*F. ornus*), растущий в Крыму и на Черноморском побережье Кавказа. Эти виды более теплолюбивы и не морозостойки. Американские виды ясеня, широко распространенные в степном лесоразведении (пенсильванский, зеленый, пушистый и др.), несколько более морозостойки и ксерофильны, чем наш обыкновенный ясень, не отличающийся этими свойствами.

Клен. Наиболее распространенные виды клена в наших лесах: остролистный (*Acer platanoides*), явор (*A. pseudoplatanus*), полевой (*A. campestre*), татарский (*A. tataricum*) и интродуцированный — американский (*A. negundo*). Из них остролистный клен и явор — породы первой величины, полевой — второй-третьей величины, а татарский — очень распространенный подлесочный кустарник, реже (на более влажных и плодородных почвах) дерево третьей величины.

Все клены, за исключением американского, теневыносливы и относятся к группе коренных лесообразователей. Они невысокого теплолюбия, заходят далеко на север и на восток, то есть выносят холодный и континентальный климат. Исключением в последнем отношении является явор — порода более мягкого климата. Явор и близкий к нему кавказский высокогорный клен (*A. trautvetteri*) распространены в средних и верхних горных зонах, входят в состав альпийской лесной опушки. Наши отечественные клены — остролистный, полевой и татарский — породы нижних ярусов широколиственных лесов, особенно дубрав. В свежих и влажных дубравах остролистный клен и явор способны участвовать также и в первом ярусе, наравне с дубом и ясенем. Остролистный клен и явор долговечны, достигают 300-летнего возраста.

Клены в некоторой степени засухоустойчивы, за исключением явора. Французский клен (*A. monspessulanum*) вполне засухоустойчив, пригоден для лесоразведения в более теплом степном климате.

Быстрорастущий ясенелистный клен выносит широкую амплитуду увлажнения; у себя на родине, в Северной Америке, он типичный представитель древесной растительности речных пойм. Клены — средней требовательности к почве, мезотрофы, чувствительны к недостатку фосфора и калия, а полевой и татарский клены — также к недостатку азота. Все они плохо выносят избыточное увлажнение и засоленность почв, за исключением полевого и татарского клена. Клены образуют до 4 т опада на 1 га и являются деятельными участниками биологического круговорота в лесу. В молодости отличаются быстрым ростом, но не угнетают дуб так сильно, как другие его спутники. Относительно устойчивы к весенним заморозкам, но вдоль восточной границы ареала страдают от морозобоя.

Ильмовые — берест (*Ulmus foliacea* = *U. campestris*), ильм (*U. scaberrima* = *U. montana*) и вяз (*U. pedunculata* = *U. effusa*) — обычные спутники дуба, как ясень и клены. По отношению к свету они составляют следующий ряд нарастающего светолюбия: вяз < ильм < берест, причем вяз теневынослив, а берест светолюбив. Они коренные лесообразователи, но берест имеет черты пионера леса в степи, а вяз — пионера леса в реч-

ных поймах. Этому способствует ежегодное и обильное плодоношение, легкость и летучесть семян, снабженных парусным приспособлением для перенесения ветром. У береста, кроме того, пионерная роль усиливается обильной корнеотпрысковой способностью, позволяющей закрепляться в новых поселениях, а у вяза — способностью переносить значительные колебания увлажнения, от продолжительной засухи до затопления на месяц. Лишь один ильм — типичный коренной лесообразователь, лишен черт породы-пионера.

По отношению к тепловым условиям климата ильмовые также разнообразны. Берест — теплолюбивая южная порода, хорошо выносящая более жаркий и сухой континентальный климат. У него есть разные экотипы — более засухоустойчивый, с пробковыми наростами на ветвях, и более влаголюбивый, с опушенными листьями, распространенный на влажных и сырых почвах. Вяз холодостоек и приспособлен к более холодному и континентальному климату. Ильм, называемый часто горным ильмом, распространен в дубравах лесостепной зоны, в Карпатах и на Кавказе, то есть в более мягких температурных условиях. Эллиптический ильм (*U. elliptica*) представляет собой разновидность, малоотличающуюся от обычного ильма (*U. montana*). Экологически они тождественны.

По отношению к почве берест — мегатроф, кальциефил и нитрофил; вяз, растущий на супесчаных почвах среднего плодородия, — мезотроф. Ильм занимает промежуточное место между ними, ближе к бересту; высокая зольность листьев, большое количество в них азота, кальция и других элементов, быстрое разложение опада характеризуют ильмовые как почвоудобрители.

Ильмовые, особенно берест, — опасные соседи для дуба в молодом его возрасте. Обладая более быстрым смолоду ростом, они перегоняют молодой дуб, «накрывают» его своими односторонними (наклоненными в одну сторону) кронами. Один из видов ильмовых — мелколистный вяз (берест — *Ulmus pennato-ramosa*) — быстрорастущая, солевыносливая и засухоустойчивая порода, имеющая важное значение для создания лесных полезащитных полос в южных засушливых степях.

С двадцатых годов нынешнего столетия ильмовые подверглись опасному грибному заболеванию — графioзу (*Ophiostoma ceratostomella*, *Graphium*), уничтожившему их на 80—90%. Споры возбудителя графioза переносят насекомое — заболонник-разрушитель (*Eccoptogaster scolytus*). Задача селекционеров — отбор и выведение устойчивых рас каждой из ильмовых пород, отличающихся разносторонней ценностью.

Липа мелколистная (*Tilia cordata* — *T. parvifolia*) — очень распространенная порода европейских широколиственных лесов, спутник сосны и ели в южнотаежной зоне европейской части СССР, дерево первой величины. Холодостойкая, почти не страдающая от заморозков теневыносливая порода. Дает обильную поросль от корневой шейки ствола. В наших климатических условиях отдельные деревья доживают до 500—600 лет. Глубокая корневая система, обильное количество высокозольного, богатого азотом и другими питательными элементами легкоминерализующегося опада делают липу очень полезным почвоулучшателем. К влаге она средне требовательна, относительно легко переносит засуху.

Ценологическое ее значение состоит преимущественно в образовании подчиненных ярусов — второго, третьего и подлеска под пологом суборевых сосняков и дубрав; в ельниках на богатых почвах встречается как примесь в первом ярусе.

Не будучи столь теневыносливой и плотной по густоте кроны, как граб, ель, бук и другие породы, липа дает возможность существовать под своим пологом упомянутым породам и кустарниковому подлеску. В континентальном климате, на восток от ареала граба, липа принимает на себя роль этой породы в дубравах и сложных суборах, способствуя

отенению почвы и подгону главных пород дубрав — дуба, ясеня и других его спутников.

Крупнолистная липа (*T. platyphyllos* = *T. grandifolia*) сопровождает леса более мягкого (букового) климата — Кавказ, Крым, Карпаты. **Серебристая липа** (*T. hungarica* = *T. argentea*) — ксерофильный вид, спутник горного (скального) дуба в юго-западной Украине и в Молдавии.

Береза. Наиболее распространенные у нас березы — бородавчатая (*Betula verrucosa*) и пушистая (*Betula pubescens*) — деревья первой величины, быстрорастущие, особенно бородавчатая береза. Эта береза светолюбива, между тем как пушистая теневынослива. Бородавчатая береза имеет плакучие ветви, которые охлаждают соседние деревья при сильном ветре, отчего страдают хвойные, особенно ель, у которой береза обивает почки и хвою на молодых побегах. Это свойство бородавчатой березы, так же как и быстрота ее роста в молодости, помогает ей сохранять за собой место в ельниках таежной зоны, где она всегда встречается в небольшом количестве.

Полог чистых березовых насаждений ажурный, под ним разрастается травянистая растительность, вследствие чего нарушается нормальная лесная обстановка. Под пологом березы легко поселяются ель и другие основные лесообразующие породы, сменяющие недолговечную березу, предельный возраст которой на лучших почвах 100—120 лет.

Береза — наиболее морозоустойчивая порода из лиственных. Смолистость почек, белая кора, отражающая тепловые лучи, накопление значительного количества углеводов в запасных тканях, сахаров в клеточном соке дают возможность березе переносить морозы до 60°.

По отношению к влаге береза — мезофит. На сухие местообитания она не заходит; оптимальны для бородавчатой березы свежие, а для пушистой — влажные местообитания. Бородавчатая береза неплохо растет во влажных и сырых местообитаниях, заходя на три категории болот: сфагновые, где она встречается в качестве примеси к сосне, переходные и низинные, где она произрастает в соседстве с черной ольхой. На заболоченных местообитаниях береза формирует поверхностную корневую систему и подвержена ветровалу.

К почве бородавчатая береза неприхотлива. Как и сосну, ее следует отнести к олиготрофам. Однако в молодости она все же более требовательна, чем сосна, особенно к содержанию азота в почве. В золе березы много калия, поэтому ее считают калиефилом. Пушистая береза более требовательна к почве, чем бородавчатая.

От заморозков и солнцепека страдают лишь нежные однолетние всходы березы; двухлетки вполне устойчивы. Семенные годы у березы наступают рано, в 10—15 лет, и повторяются почти ежегодно. Количество семян доходит до 50 млн. штук на 1 га, хотя всхожесть невелика (около 15%) и сохраняется недолго. Легкие семена разносятся ветром на большие расстояния. Береза способна поселяться во влажных местообитаниях, даже среди злаковой дернины; вырастая над ней, она может ее подавлять. Береза — типичный пионер леса. Она никогда не образует коренных древостоев из-за сквозистости полога и недолговечности, которые и определяют смену ее основными лесообразующими породами — елью, дубом или сосной — в соответствующих условиях климата и почв. Лишь в степях Западной Сибири существуют коренные березняки в виде так называемых колков (перелесков) во влажных понижениях и по берегам пресноводных озерков.

Чистые березняки, появляющиеся от налета семян или из поросли от пня, которую береза дает лишь в более молодом возрасте (не старше 50 лет), образуются на месте сплошных рубок хвойных лесов или (реже) дубрав. На севере береза совместно с осинкой заселяет с помощью семян гари, сплошные концентрированные лесосеки, образовавшиеся на месте

ельников и сосняков, заброшенные пашни, пастбища и луга. Смена сосняков, ельников, а частично также «листвягов» (лиственничников), кедровников и пихтарников на березу и осину, последующее восстановление коренных древесных пород, поселяющихся под пологом пионеров, — обычное явление в лесах таежной зоны.

Ольха представлена во флоре европейской части СССР тремя видами: черной (*Alnus glutinosa*), серой (*A. incana*) и зеленой (*A. viridis*). Распространенная на Кавказе, *A. barbata* ничтожно мало отличается от черной ольхи морфологически и совсем не отличается по экологии. Абсолютно тождественные черты с нашей имеет черная ольха также и в лесах Канады.

Черная ольха — болотное растение, гигрофит. Она способна расти не только на болотах, но и на влажном суходоле, однако продуктивность ее в последнем случае понижается. Кроме того, черная ольха растет на низинных болотах со свойственным им притоком грунтовых вод с высоких мест, то есть вод, богатых минеральными веществами, в частности известью, магнием, железом и другими элементами, типичными для жестких вод. Корни ее заходят в горизонт грунтовых вод, но не страдают от недостатка кислорода. Аэрация корней осуществляется у черной ольхи через многочисленные крупные чечевички на ее коре, связанные с воздухоносной паренхимой и межклетниками, проходящими вдоль ствола и корней к корневым окончаниям. На корнях ольхи, в клубеньках, которые с возрастом превращаются в крупные желваки, в симбиозе с ольхой живет азотфиксирующий микроб из актиномицетов. Эта особенность, свойственная всем трем видам ольхи, делает их продуктивными азотонакопителями и полезными соседями для пород, нуждающихся в больших количествах связанного азота в почве, для так называемых нитрофилов. В результате биологического круговорота с участием ольхи торф низинных болот становится по внешности и химическому составу подобным черноземной почве: черный, хорошо разложившийся, структурный, реакция его нейтральная, в нем до 5% азота, и он часто вскипает от кислоты вследствие обильного количества карбоната кальция.

Черная ольха — дерево первой величины, главная порода в лесах низинных торфяников. Она очень светолюбива, кроны ее сквозисты, ажурные; одна из быстрорастущих древесных пород.

Серая ольха — порода второй величины, распространена главным образом в таежной зоне, сопровождает ельники, а в более изреженных ельниках и сосняках образует подлесок или даже II ярус. Следовательно, серая ольха в противоположность черной теневынослива, на что указывают ее более густая крона и тонкая кора.

Зеленая ольха — порода низких лесных зарослей в пределах альпийской горной зоны, выше лесной опушки в Карпатах. Это дерево третьей величины или кустарник высотой 2—3 м. Зеленая ольха теневынослива, холодостойка, выдерживает навал снега, продуктивный азотонакопитель. Ее следует шире вводить в посадки других пород на почвах, бедных азотом.

Все породы ольхи размножаются семенами и обильной порослью от пней. Серая и зеленая ольха обладают обильной корнеотпрысковой способностью.

Тополь (*Populus*) — наиболее быстрорастущая порода умеренных широт. Все виды тополей — крайне светолюбивые породы, за исключением осины и серого тополя, являющегося гибридом серебристого тополя с осинкой. Только эти два тополя являются лесными породами, способными создавать сомкнутые древостои с высокой полнотой 0,8—0,9, так как светолюбие их умеренное.

Осина, как и береза, типичная порода-пионер, распространяющаяся семенами и корневыми отпрысками. Она часто сменяет на сплошных лесосеках и гарях хвойные леса, после чего под ее пологом появляются из налета семян основные лесообразователи — ель, пихта,

сосна и др. Корнеотпрысковая и семенная осина устойчивы к сердцевинной гнили и дают здоровую и ценную древесину. Гетерозисная (триплоидная) гигантская осина, найденная в наших лесах акад. А. С. Яблоковым, представляет большую ценность для разведения. Распространенное ранее и нередко встречающееся, к сожалению, и в наше время пренебрежительное отношение к осине и другим тополям как «сорным породам», якобы всегда страдающим от сердцевинной гнили, — предрассудок.

Осина характеризуется внутривидовым разнообразием. Из ее разновидностей (бело-, серо- и зеленокорой) наиболее продуктивной и здоровой является зеленокорая осина. Высокие технические качества древесины, способность образовывать сомкнутые насаждения — значительное преимущество осины над большинством тополей.

Все остальные тополя являются пионерами растительности на свежесотложном (грубозернистом) речном аллювии. Они заселяют те места в поймах, где геологическая деятельность реки не дает возможности формироваться сомкнутым лесным древостоям. Обильное ежегодное плодonoшение тополей, способность их семян преодолевать значительные пространства по воздуху и воде, прорасти на песчаных отмелях, а также быстрый рост тополей в первые годы жизни — все это обеспечивает им возможность поселиться на свежем аллювии и закреплять его за собой. К этим же характерным чертам пойменных аборигенов относится способность тополей переносить долговременное (свыше двух месяцев) затопление, частичное занесение песком, а также многообразие способов вегетативного возобновления корневыми отпрысками, отводками и, наконец, черенками в виде отломленных в половодье и занесенных песком веточек.

Основные представители пойменных тополей Европы — осокорь (*Populus nigra* L.), серебристый тополь (*P. alba* L.) и серый тополь (*P. canescens* L.). Из них черенками разводится только осокорь, и все они, особенно серебристый и серый тополя, размножаются, хотя и слабо, корневыми отпрысками. В связи с этим серый и серебристый тополя также предпочитают разводить семенами. Серебристый тополь, впрочем, иногда можно размножать стеблевыми черенками, нарезанными с одно-двулетних растений.

Часто упоминаемый интродуцированный «канадский тополь» не существует как вид. К нему ошибочно относят пеструю группу резко различных по экологии, скорости роста, качеству древесины и другим свойствам сорта европейско-американских гибридов. Эта группа частично возникла естественно, из семян по соседству растущих европейских и американских тополей, но многие получены искусственным скрещиванием и последующим размножением черенками. Поскольку со стороны европейских видов родительским видом чаще всего был осокорь, многие гибриды имеют сходство с ним, но некоторые приближаются к американскому тополю (*Populus deltoides*). Часть этих гибридных сортов состоит только из мужских или только из женских клонов.

Большинство европейско-американских гибридов очень светолюбивы и неспособны образовывать густые насаждения. Густые самосевы и посадки их быстро изреживаются или испытывают то более раннюю, то более позднюю задержку в росте, в зависимости от климатических и почвенных условий. Густые посадки черенками, принадлежащими одному клону, отстают в росте из-за слабой дифференциации стволов. Некоторым из гибридов свойственно умеренное светолюбие и способность образовывать более или менее сомкнутые древостои, даже с полнотой 0,6—0,7. Это гибриды от скрещивания осины, серого бальзамического и некоторых других тополей.

На обширной группе европейско-американских гибридов необходимо остановиться подробнее, так как они имеют широкое распространение в садах, парках, аллеях посадках нашей страны. Эти гибриды



Рис. 37. Тополевое насаждение 60-летнего возраста на влажной и богатой почве (D₃). Слева — европейско-американский гибрид *robusta* высотой 31 м, диаметром 100 см. Справа и слева от него — деревья бальзамического тополя. Колятинское лесничество Нежинского, лесхоза Черниговской области.

под обезличивающим и ошибочным названием «канадский тополь» широко внедряются в лесное хозяйство как быстрорастущие.

В Югославии и странах Центральной Европы, в Италии и Испании широко распространено плантационное разведение гибридных сортов тополей при низком 20—25-летнем обороте рубки. Известный немецкий лесовод-селекционер Ромедер не без основания устанавливает, что тополь первым из лесных пород прошел весь путь от дикого до культурного растения. Следует, однако, предостеречь лесоводов от увлечения семенным разведением гибридных тополей, склонность к которому пытаются обосновать сердцевинной гнилью, якобы обязательно появлявшейся при посадке сортовыми черенками. Серцевинная гниль у тополей возникает в кроне, в местах отмирающих сучьев, и распространяется, как правило, не снизу вверх, а сверху вниз по стволу (Г. И. Редько, 1957). Это свидетельствует об отсутствии опасности занесения сердцевинной гнили при

размножении тополей черенками. С другой стороны, разведение черенками — единственный способ, гарантирующий сохранение у гибридных сортов высоких сортовых качеств, проверенных многолетней практикой. Основные сорта этих тополей мы указываем ниже.

В качестве обязательной предпосылки для успешного создания быстрорастущих тополевых плантаций следует учитывать следующие требования европейско-американских и других селекционных сортов тополей.

1. Развитие с первых лет жизни и до возраста спелости мощной кроны. Не следует загущать тополевые насаждения для очистки от сучьев, так как процесс естественной очистки в чистых тополельниках идет неудовлетворительно. Загущение для подгона тополей в росте также не нужно. Необходима лишь обрезка сучьев в условиях стерильности.

2. Все тополя влаголюбивы, однако они не выносят заболачивания и плохой аэрации почвы. Оптимальная глубина нахождения грунтовых вод для тополей 2—3 м.

3. Тополя требовательны к почвенному питанию, они — нитрофилы, то есть высокотребовательны к азоту. Для наивысшей продуктивности им необходимо, кроме азота, значительное количество других элементов питания — фосфорной кислоты, калия, магния и пр., а на почвах, бедных известью, и кальция. Кислой реакции почвы они (за исключением осины) не выносят.

4. Самым дешевым способом получения высокой продуктивности тополельников на почвах средней продуктивности является подмешивание в состав их плантаций черной или серой ольхи, которая также относится к быстрорастущим породам. Ольха полностью обеспечивает тополь азотом, усваиваемым ею с помощью живущего на ее корнях симбионта (Г. И. Редько, 1958).

Наиболее светолюбивы тополя из европейско-американских гибридов — *P. robusta* (рис. 37), *P. vernirubens*, *P. Bachelieri*. Их следует разводить в аллеях и небольших группах, так как в насаждениях они подвержены заболеваниям. На сырых заболоченных полевых почвах лучше других растет *P. regenerata*. *P. gelrica* требует почв свежих, богатых, хорошо аэрируемых. Лишь ширококронные, склонные к суковатости и менее светолюбивые тополя — *P. moniliera*, *P. marilandica*, *P. serotina* — следует выращивать в насаждениях. Это необходимо для получения более длинного и ровного первого бревна.

Европейско-американские гибриды можно расположить в следующий ряд по степени нарастания их требовательности к влаге: *P. robusta*, *P. serotina*, *P. regenerata*, *P. marilandica*, *P. gelrica*. По требованию к аэрации почв в нарастающих степенях их можно расположить в следующий ряд: *P. serotina*, *regenerata*, *marilandica*, *gelrica*, *robusta*.

Тополя плохо растут на малоплодородных почвах, даже с близкими грунтовыми водами, если они бедны питательными минеральными солями. Не выносят они также и застойных грунтовых вод.

Роль животных в жизни леса. Лесной биоценоз состоит из двух основных элементов: 1) живых организмов — растений и животных и 2) среды — атмосферы и почвы. Наиболее специфическую часть леса как биоценоза составляют растения — лесные деревья, кустарники, лианы, травянистые и другие растения. Однако и представители животного мира, весьма

разнообразного в условиях леса, играют важную роль в его жизни. Нередко они выступают в качестве решающих факторов в выработке его продуктивности и устойчивости, в географическом распространении леса и смене его поколений. Кроме того, многие представители лесной фауны имеют самостоятельное экономическое значение в качестве объектов охотничьего хозяйства.

В лесу живет множество видов животных, от простейших и беспозвоночных до высокоорганизованных позвоночных, таких, как пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Животный мир леса разделяют на два яруса жизни: зооэдафон (виды, живущие в почве) и наземные животные. Это разделение не абсолютное, так как наряду с видами, весь жизненный цикл которых приурочен только к одной подземной или только к наземной среде (например, дождевые черви, большинство лесных беспозвоночных и кроты живут в почве; птицы — почти исключительно в наземной среде), имеется много таких, которые живут в обеих частях лесной среды повседневно (например, млекопитающие — лиса, барсук, волк) или же проходят разные стадии развития попеременно то в одной, то в другой среде (многие насекомые).

Животные тесно связаны с составом леса. Рябчик и тетерев — аборигены хвойных лесов с примесью березы и осины, обилием ягодных полукустарников в напочвенном покрове. Дикий кабан, белка, бурундук, мыши, сойка обильно заселяют леса с господством орехоносов — дуба, бука, съедобного каштана, лещины, грецкого ореха, кедровой сосны. Лоси, олени и косули предпочитают лиственные леса с богатым травянистым и древесным листовым кормом, доступным для них. Темные буковые леса, густая чаща молодых ельников и пихтарников — лучшее убежище для красной дичи. Однако в качестве пастбища красная дичь избирает светлые леса с господством дуба и молодняки. Бобры живут в прибрежных лесах с господством осины, ольхи и березы, являющихся для них источником питания и строительного материала. Плотины, сооружаемые этими животными, вызывают значительные изменения водного режима местности. Дикие свиньи предпочитают поймы рек, заросли тростников, густые древесные или кустарниковые чащи молодняка. К категории неразборчивых по отношению к местообитаниям лесных животных относятся волк, заяц, лиса, барсук, а из птиц — серая ворона, сорока, синица и др.

Большинству животных свойственны сезонные миграции на обширных пространствах. Многие лесные птицы являются перелетными, улетающими из данной местности на лето (на север) или на зиму (на юг). Но зимует у нас также значительное число птиц (совы, синицы, дятлы и др.). Сезонные миграции в пределах более ограниченной местности свойственны аборигенным (неперелетным) птицам. Например, дятлы выводят птенцов в пойменных лесах и ольшаниках, где они находят наибольшее количество насекомых для выкормки своих прожорливых птенцов. В сухие периоды года и зимой дятлы живут в сосновых борах, питаются в основном семенами сосны и частично насекомыми. Свои «кузницы» дятел закладывает в дуплах, в трещинах коры и древесины, в развилках ветвей, где он защемляет сосновые шишки, чтобы потом, раздалбливая их клювом, добывать семена. Дятлы типичны для взрослых, обильно плодоносящих сосняков, но встречаются виды дятлов, аборигенные для лиственных лесов.

В доисторические времена, когда лесные массивы не были так разобцены между собой, обширные сезонные миграции были присущи многим млекопитающим — лосям, оленям, диким лошадям и другим животным. При этом северные животные в летнее время переходили из тундры и лесной зоны далеко на юг, в лесостепную зону, а южные степные животные заходили летом в лесную зону, достигая нередко лесотундры. Многочисленные степные копытные — дикая лошадь, сайга, кулан, тур (дикий

бык) — в сезоны недостатка кормов в степной зоне (летние засухи и снежные зимы) перемещались в лесостепную зону и здесь сильно объедали опушки лесных массивов и байрачных перелесков. То обстоятельство, что опушки пристепных лесов формируются из колючих кустарников (терн, боярышник, шиповник, жостер и др.), является результатом отбора по признаку «арматности», вооруженности колючками против сгрызания побегов крупными травоядными животными.

Среди животных, населяющих леса или появляющихся в них время от времени, существуют как полезные для леса виды, так и опасные для него. Так, большинство представителей зооэдафона, занятых размельчением и превращением растительного опада в гумус, очень полезные для леса животные.

Указание на значение полезных животных в лесу было бы неполным, если не упомянуть о них как о факторах географического распространения лесных пород. Исключительную роль в распространении тяжело-семянных пород играют птицы, в частности сойка распространяет желуди, орехи съедобного каштана и бука. Захватывая в зоб избыток крупных плодов, сойка теряет часть их во время полета и таким образом рассеивает крупные семена. Семена сочных плодов черешни, дикой вишни, черемухи, терна, шиповника и других пород распространяются главным образом птицами.

Почвенные животные. О. В. Чекановская (1960) приводит следующие сведения о численности беспозвоночных в 1 дм³ почвы:

простейшие и бактерии	10 ⁹
нематоды	3 · 10 ⁴
клещи	2 · 10 ³
низшие насекомые	10 ³
прочие членистоногие	10 ²
коловратки	10 ²
энхитреиды	50
люмбрициды (дождевые черви)	2

Как видим, в наибольшем количестве встречаются мелкие организмы. По весу они составляют 50—72% всех почвенных организмов. Максимальная численность почвенного зооэдафона наблюдается в черноземах и лесных суглинках. Микробная масса воспроизводится в течение года 5—20 раз, поэтому суммарная продукция живого вещества в почве достигает нескольких десятков тонн на 1 га.

Нематоды, клещи и низшие насекомые являются хищниками. Они питаются бактериями и грибами, играют большую роль в измельчении растительного опада в лесу (Борнебуш, 1932). В тех почвах, где много беспозвоночных, происходит быстрое измельчение опада и смешивание его с почвой. По данным М. С. Гилярова (1956), в орехово-плодовых лесах Южной Киргизии почвенные животные — сапрофаги — перерабатывают около 25% ежегодного опада. В лесных почвах Средней Европы почвенные беспозвоночные перерабатывают около 40% опада, в абсолютных цифрах — около 2,4 т на 1 га. Распад подстилки дубового леса при участии беспозвоночных происходит в 5—6 раз быстрее, чем при их отсутствии; в последнем случае он осуществляется только благодаря деятельности грибов и бактерий.

Как показали работы Ч. Дарвина и Г. Н. Высоцкого, особое место среди почвенных беспозвоночных занимают дождевые черви. Видовой состав и численность дождевых червей сильно изменяются в зависимости от климата, почвенных условий и состава растительности. Встречаются они во всех климатических зонах — от тундры до тропиков. На 1 м² почвы в степи приходится 20—60 червей, на лугах — 80—463, в хвойных лесах — 16—75, в лиственных — от 100 до 500, на полях — от 50 до 150, на огородных землях — до 600, в парниковой земле — до 700 червей. Не всегда

на окультуренных землях их больше, но на почвах, регулярно удобряемых навозом, дождевые черви многочисленны.

Деятельность дождевых червей заключается прежде всего в том, что они, питаясь по преимуществу мертвыми органическими остатками, пропускают через свой пищеварительный тракт значительное количество почвы. При численности 500 червей на 1 м² они перерабатывают за сутки на 1 га 2,5 т почвы. При деятельности в течение 200 дней в году они перерабатывают около 500 т почвы, что равняется 5-сантиметровому ее слою. Следовательно, за 10-летний период при большом количестве дождевых червей через их пищеварительный тракт может пройти полуметровый слой почвы. При этом органические частицы свежего опада перемешиваются с минеральными частицами почвы, образуются так называемые копролиты — экскременты дождевых червей, имеющие характер почвенных структурных отдельностей. Копролиты образуются внутри почвы, но в случае уплотнения ее верхнего слоя (на дорогах и тропинках) дождевые черви в процессе переработки субстрата выносят копролиты на поверхность, полностью разрыхляют и оструктурируют уплотненный слой.

Для питания дождевые черви в дождливые дни выползают на поверхность почвы, когда органический опад увлажнен и эластичен, поэтому доступен для заглатывания. В ночное время черви ищут корм и могут переползать на расстояние 2—3 м от места выхода. На зиму они уходят в непромерзаемые горизонты почвы, где до весны находятся в состоянии анабиоза.

Подсчитано с помощью точных приборов, что механическая деятельность среднего количества дождевых червей за год на 1 га леса равняется двум лошадиным силам. Следовательно, дождевой червь — незаметный, но неутомимый «пахарь» лесной почвы.

Дождевой червь — не только мощный оструктурирователь почвы, он деятельный химический агент гумусообразования и нейтрализации кислотности. Питаясь лесным опадом, главным образом мертвыми листьями древесных пород, червь предпочитает широколиственные породы и избегает грубую, недоступную ему сосновую хвою. На важную роль этих животных для почвообразования и плодородия почв указывают современные зоологи (рис. 38). Сотрудник Института леса Академии наук Украинской ССР проф. А. И. Зражевский экспериментальным путем показал, что излюбленной пищей дождевых червей является опад всех видов кленов, граба, березы, лиственницы и большинства кустарников.

Менее благоприятны для червей не только хвоя сосны и ели, но и листья некоторых лиственных пород из-за особенностей их структуры и химического состава. Листья дуба и тополей жесткие и богаты дубильными веществами. Больше всего дождевых червей А. И. Зражевским было найдено в кленовых и ильмовых насаждениях с участием кустарников. Сгребание и вывоз из леса опада и подстилки наносят большой ущерб дождевым червям, так как лишает их пищи. Известкование почвы, перемешивание подстилки с минеральным слоем способствуют жизнедеятельности червей.



Рис. 38. Вазоны с саженцами ясеня. левый с дождевыми червями; правый — без червей, при прочих равных условиях (по А. И. Зражевскому, 1957).

На зиму дождевые черви уходят в подпочву, особенно глубоко более крупные из них: *Dendrobaena*, *Allolobophora*. Наряду с дождевыми червями активно измельчают и разлагают лесной опад также и другие беспозвоночные: энхитреиды, мухи-комарики, кивсяки.

Вредные и полезные насекомые, насекомоядные птицы. Огромный ущерб лесу наносят вредные насекомые, специализированные по отдельным древесным породам. У главных лесных пород — сосны, ели, лиственницы, дуба, бука, ильмовых, ясеня, тополей и ив — множество вредителей, питающихся листвой, корой, лубом, древесиной ветвей, стволов, корней. Особенно большой ущерб причиняют лесу первичные вредители. В благоприятные для них годы они сильно размножаются и нападают не только на ослабленные, но и на здоровые растения. К ним относятся: сосновый пилильщик, сосновая совка, монашенка, непарный шелкопряд, боярышница, кольчатый шелкопряд и многие другие. Листогрызущие насекомые уничтожают живую листву или хвою деревьев, в результате чего ослабляется их жизнедеятельность. Вслед за первичными появляются вторичные вредители, в частности короеды и лубоеды. Они поселяются на ослабленных деревьях и приводят их к полному отмиранию.

В борьбе с вредителями леса большую пользу приносят насекомоядные птицы: скворец, иволга, синица, поползень, пищуха, кукушка, славка, соловей, козодой, ласточка, угод, дятел и многие другие. Очень полезны мелкие певчие птицы, выющие гнезда в подлеске или на земле. Кормят своих птенцов насекомыми также галка, овсянка, снегирь и многие дуплогнездики.

По данным, полученным в украинских лесах (Н. И. Черкащенко, 1948), в пище лесополевых птиц, в частности дуплогнездинов, насекомые представлены на 81—84% вредными видами, а в растительной пище у них 39—42% занимают семена сорняков. Анализ содержания желудков дятлов, синиц и поползней показал, что эти птицы уничтожают насекомых, их личинки и куколки круглый год и, следовательно, относятся к наиболее полезным насекомоядным птицам.

Большую пользу приносят хищные насекомые, уничтожающие насекомых-вредителей. Среди хищников особой активностью отличается рыжий муравей (*Formica rufa rufa*). Он способен быстро размножаться и активно поедать гусениц. Во время охоты на них муравей взбирается высоко на деревья. Рыжего муравья нетрудно развести путем отселения части его колоний на еще не занятые муравьями гнилые пни.

Деревья в нормально сформированном лесу обладают физиологической устойчивостью и сопротивляемостью по отношению к вредным насекомым. Кроме того, в нормальном лесном биоценозе имеется достаточное количество насекомоядных птиц и насекомых-хищников, способных уничтожать вредителей, приостанавливать или по крайней мере сдерживать их размножение. Такое состояние полезной фауны леса возможно лишь при благоприятных условиях, наличии подходящих для птиц гнездовий — подлеска, дуплистых деревьев и т. п. Если дуплистые деревья систематически удаляют из леса в порядке рубок ухода за ним, лесничий должен позаботиться о предоставлении живущим в дуплах птицам искусственных гнездовий, скворечников и синичников, развешиваемых в тех местах, где птицы особенно необходимы. Следует всячески оберегать подлесок, способствовать его появлению и повышению его густоты, оберегать зону птичьих гнездовий от хищников и всякого беспокойства.

В качестве типичного примера укажем на тесную связь такой распространенной насекомоядной птицы, как соловей, с колючим подлеском из шиповника, терна, ожины и других кустарников. Дело в том, что соловей вьет гнезда на земле и только густой и колючий подлесок создает ему безопасность от нападения хищников. В Курском степном

заповеднике распространенные здесь естественные дубянки лишены подлеска и страдают от частых инвазий листогрызущих насекомых. В лесном урочище Соловьятник того же заповедника подлесок не уничтожен, и здесь нет листогрызущих насекомых. Соловьятник не случайно носит свое название.

Следует позаботиться об охране сов и филина — истребителей лесных и полевых мышей; надо оберегать летучих мышей, уничтожающих огромное количество насекомых. Крот, еж, дикий кабан, куница, барсук интенсивно поедают личинок хрущей. Некоторые представители охотничьей фауны, особенно фазаны, истребляют вредных насекомых. Лиса полезна в борьбе с мышевидными грызунами.

Известный энтомолог И. Я. Шевырев (1893) указывал на то, что в искусственном Велико-Анадольском степном лесу в годы массового размножения насекомых на 1 га насчитывалось около 3 млн. гусениц златогузки и $\frac{3}{4}$ их было уничтожено большой синицей. С тех пор как в Велико-Анадольском лесу сформировался нормальный лесной ценоз (это произошло не сразу, а спустя несколько десятилетий после заложения массива В. Е. Граффов), массовые инвазии насекомых перестали быть грозным явлением. Состав птиц Велико-Анадольского леса в настоящее время разнообразнее и богаче, чем в более северных естественных лесных массивах. Немалую положительную роль при этом играет густой подлесок, значение которого некоторые лесоводы склонны недооценивать.

В степных местностях, где лес создается впервые в виде массивов или лесных полос, он чаще других может стать объектом нападения со стороны вредных насекомых. Для его защиты следует привлекать птиц лесных насекомоядных видов. Но, как показал опыт, организация искусственных гнездовий недостаточна, птицы заселяют новые леса в степи в течение десятилетий. Советские орнитологи применили новый способ решения этой задачи — подкладку яиц полезных лесных видов в гнезда местных птиц. Этот способ оказался эффективным. В течение 2—3 лет молодые полевые защитные лесные полосы в степи заселяются синицами, пищухой, поползнем и другими насекомоядными птицами.

Согласно исследованиям А. С. Мальчевского (1948), птицы в полевых защитных полосах гнездятся по ярусам в таком порядке:

в е р х н и й ярус (вершины деревьев): коршун, грач, ворона, сойка, кобчик, пустельга;

с р е д н и й ярус (нижние части крон главных пород, кроны II яруса и высоких кустарников): иволга, чернолобый сорокопут, сорока, дрозд-рябинник, зяблик, щегол, малиновка, вяхирь горлица, кобчики, пустельга;

н и ж н и й ярус (подлесок): серая славка, садовая славка, славка-завирушка, ястребинная славка, бормотушка, болотная камышевка, жулан;

г н е з д я щ и е с я н а з е м л е: овсянки садовая и обыкновенная, соловей.

Следует отметить важное значение подлеска для гнездования очень активных насекомоядных птиц.

Особой охране в условиях леса подлежат совы, кроты, ежи, барсуки, куницы. Этих животных иногда истребляют не только из-за корысти или своеобразного дикарского любопытства, но и по незнанию их полезной роли. Не следует рубить дуплистые деревья, если они заселены полезными животными — совой, летучей мышью, белкой, дятлом и др.

Особенно тщательно лесовод обязан следить за воспроизводством полезных животных. Необходимо как можно меньше проводить рубки в весеннее время, сокращать количество проезжих дорог в лесу, локализовать и строго регламентировать места массового посещения леса, пикников и так называемого громкого отдыха. Следует практиковать в качестве

важнейшего лесохозяйственного мероприятия зимнюю подкормку насекомоядных птиц — синиц, снегирей, дятлов и др. В периоды мокрых снегопадов и ожеледи они испытывают голодовку и, если такая погода длится 2—3 недели, погибают в большом количестве (синицы в отдельные годы до 90%). При наступлении голодных периодов следует раскладывать корма, заготовленные заблаговременно и в достаточном количестве.

Корма для насекомоядных птиц должны состоять из масличных семян — конопли, подсолнечника, дыни, мака, а также проса с примесью пшеницы, овса, гречихи, ягод можжевельника и рябины. Масличные семена особенно любят синица и поползни. Применяются специальные кормушки, из которых корм не может быть выбран мышами и белками. Подкармливать следует в течение всей зимы, начиная от первого мороза и снега и кончая полным сходом снежного покрова (Генце, 1963). Летом надо устраивать искусственные поилки, которые особенно необходимы в засушливое время в местах, отдаленных от водных источников и водоемов.

Для гнездования мелких насекомоядных птиц следует создавать густые заросли из можжевельника и туи, сажать густокронные виды этих пород в виде одиночных деревьев (солитеров), закладывать групповые заросли колючих кустарников — шиповника, боярышника, терна, недоступные для хищных млекопитающих. Кроме того, в лесу необходимо уничтожать бродячих кошек и других хищников, опасных для низко гнездящихся птиц.

Следует иметь в виду, что с течением времени количество насекомоядных, и в частности певчих птиц, уменьшается из-за увеличивающегося влияния человека на природу. По подсчету, проведенному в ФРГ, количество насекомоядных птиц в Рейнской области уменьшилось с начала нынешнего века в 10 раз. Не говоря о потерях в эстетическом отношении (сильно уменьшилась численность соловьев, иволг, славок-черноголовок и других певчих птиц, придающих весеннему лесу особую прелесть), следует подчеркнуть тяжелые последствия этого явления для устойчивости лесов против вредных насекомых. Химические средства (дусты ГХЦГ, ДДТ и др.) уничтожают не только врагов, но и союзников леса — полезных насекомых-хищников, а также насекомых — опылителей цветков. Опыт показывает, что частое применение химических препаратов ведет к потере лесом его естественной сопротивляемости, к возрастанию частоты инвазий вредных насекомых, особенно из числа тех, которые ранее не выступали в качестве массовых вредителей. Следовательно, *биологические методы борьбы с вредителями леса должны быть основными в лесном хозяйстве*, в частности те из них, которые основываются на покровительстве насекомоядным птицам и насекомым-хищникам, на введении этих животных в те леса, где их мало или они отсутствуют.

Млекопитающие. В настоящее время в результате интенсивного изменения природы лесов человеком основное влияние на формирование насаждений из представителей фауны млекопитающих оказывают мышевидные грызуны, зайцы, лисы и в меньшей степени косули, олени, лоси, кабаны и медведи.

Желуди и каштаны разносятся также мышами и белками. Грызуны заготавливают семена дуба, бука, каштана, кедра, граба на зиму в запас, создают свои кладовые в дуплах древесных пней и в корневых ходах под старыми пнями. Этим пользуются сборщики лесных семян, обнаруживая кладовые, содержащие по 10—20 кг (а иногда и больше) желудей, буковых орешков или грабовых семян. Вообще главными распространителями пород с тяжелыми семенами являются млекопитающие. Они влияют положительно на естественное возобновление леса. Разрыхляя и разгребая моховой ковер, подстилку и верхний слой почвы, они создают очаги для появления самосева. Важное значение для создания очагов обсеменения многих пород имеют лежки косуль, оленей, лосей, медведей. В естественном лесу их роль была очень важной для смены поколений леса.

В данном отношении дикий кабан занимает первое место, по своей активности являясь подобием «лесного плуга».

Ряд промысловых зверей полезны для леса. Среди них на первом месте стоит дикий кабан. Кажущаяся шуточной лесоводственная поговорка «свинья — друг леса» — серьезный и мудрый афоризм. Кабан кормится преимущественно корневищами трав и вообще подземными частями травянистых растений, плодами диких плодовых растений, желудями, буковыми орешками, плодами каштана и грецкого ореха, личинками хрущей. Осенью кабаны питаются главным образом желудями и орехами и, если позволяет снежный покров, едят их всю зиму. Корни деревьев и кустарников составляют незначительную и случайную долю их пищи. Уничтожая большое количество личинок хрущей и травянистых корневищ, рыхляя почву, кабан создает так называемые п о р о и — своеобразный черный пар на лесных прогалинах и полянах, являющийся хорошим фоном для естественного осеменения почвы главными породами. Питаясь корневищами трав, личинками хрущей, желудями, буковыми орешками, каштанами и другими лесными семенами, кабаны перерывают почву и создают самые лучшие условия для приживания и роста той, быть может, небольшой доли семян, которая остается ими несъеденной. Между тем без рыхления лесной подстилки и почвы, без удаления трав возобновление во многих случаях не может осуществиться даже при обильном урожае семян.

Одно и то же животное в разных случаях может быть то полезным, то вредным. Оценка роли таких животных не может быть одинакова для всех случаев. Это касается ряда распространенных в лесу птиц и особенно млекопитающих. Так, вредная в ряде случаев лисица очень полезна в борьбе с мышевидными грызунами. Вред от млекопитающих достигает иногда значительных размеров. Обгрызают кору и луб древесных стволов мыши, водяные крысы, зайцы, кролики, бобры, красная дичь — лоси, олени,



Рис. 39. Повреждение основной коры лесом. Воронежский заповедник.

косули. Поедают листья деревьев и кустарников в большом количестве оленя, лоси и домашние животные, из последних особенно козы.

Большинство лиственных пород — питательный корм для травоядных млекопитающих. Лоси и олени особенно охотно поедают осину и тополь (рис. 39). В тополевом хозяйстве они могут сделаться настоящим бичом. Эти животные сгрызают кору со стволов в молодняках и жердняках, часто окольцовывая их. Менее съедобны для них хвойные породы, несъедобны некоторые другие лиственные, обладающие неприятным для животных вкусом или запахом, иногда ядовитостью. Впрочем, в некоторых местностях, где на бедных почвах растет из древесных пород только сосна, ее молодые побеги становятся излюбленным кормом для оленей, домашних коз, коров и даже лошадей. Это происходит только в ранневесеннее время, пока хвоя и побеги не огрубеют и не появятся в изобилии травянистый корм. Поедание побегов сосны красной дичью и скотом отмечено в вересковых пустошах Южной Англии и в ряде мест Полесья с песчаными почвами, в местах, где мало выпасов. В степных искусственных посадках олени и косули с особой охотой обгрызают кору редко здесь встречающейся сосны, делая невозможным ее разведение.

Олени и лоси повреждают кору елей и сосен. Прямой вред заключается в потере прироста, уродовании стволиков, а иногда и в уничтожении деревца. Косвенный вред заключается в том, что нанесенные животными раны становятся очагом поселения грибов, развития гнилей, в том числе красной гнили на ели. В степных насаждениях, где преобладает дуб и другие лиственные, небольшая примесь хвойных становится излюбленным кормом для красной дичи, которая обгрызает хвою и кору деревьев.

Во многих случаях степень вреда, причиняемого крупными травоядными в лесу, зависит от количества особей этих животных. Дикие травоядные животные — лось, олень, косуля, зайцы — при очень большом количестве наносят заметный ущерб лесу, его качеству и здоровью, уничтожают подлесок и подрост, когда он еще не вырос «из-под морды скота». Лесоводы придерживаются «хозяйственно допустимых» количеств красной дичи на площади лесничества, которые меняются в зависимости от породы и возраста насаждений, кормовой базы и других условий.

Для защиты от диких травоядных вокруг молодняков ставят временные ограды или применяют отпугивающие химикаты типа корнитоля, рассыпаемого полоской вдоль границы молодняка, а также фекама, продукта переработки нефти, опрыскивание которым верхушек хвойных саженцев гарантирует от погрыза красной дичью.

Однако отпугивание, огораживание и другие приемы защиты насаждений лишь затрудняют доступ животным к кормовым объектам и не являются во всех случаях эффективными. Они должны рассматриваться как вспомогательные приемы защиты от домашнего скота и диких копытных в лесу. В интересах лесного и охотничьего хозяйства следует создавать кормовые поля, внедрять специально заготовленные корма, в том числе и силосные по способу Ю. Купчинского (1960). Только такие приемы способны поддерживать хозяйственно допустимую численность животных и снизить размер вреда, наносимого ими лесу. Вместе с тем и этот лучший способ не снимает необходимости регулировать количество копытных перегоняя их в другие хозяйства или отстрелом (Л. Г. Динесман, 1961).

Пастьба скота почти всегда вредна для леса, а иногда и губительна для него, например пастьба в невысоких молодняках, не выросших «из-под морды скота». В лиственных молодняках, не достигших указанного уровня, пастьбу запрещают полностью. Домашние козы — опаснейшие враги леса. Они очень неприхотливы к пище, обгрызают листья, побеги и кору на молодых стволах и ветвях, им справедливо приписывается обезлесение многих горных стран на Балканах и в Средиземье. Пастьба овец и других животных на обезлесенных песках ведет к потере ими связности и превращению песков в летучие.



Рис. 40. Старый естественный дубовый древостой, лишенный второго яруса и подлеска. Травянистый покров задернелый в результате пастьбы скота.

В 1925—1927 гг. Тростянецкая лесная опытная станция исследовала по инициативе и под руководством акад. Г. Н. Высоцкого влияние пастьбы скота на рост леса в старых дубравных насаждениях. Было выяснено, что и в этих лесах пастьба приносит большой ущерб: уничтожается подлесок — место для гнездования многих насекомоядных птиц; при пастьбе происходит задернение и уплотнение суглинистой почвы, резко уменьшается ее водопроницаемость и аэрация; влага не проникает в уплотненную почву, испаряется в воздух или стекает, почва становится сухой. В связи с этими процессами снижается прирост дубрав, а при продолжающейся пастьбе деревья суховершиняют и отмирают. Пастьба скота на склонах вызывает эрозию почвы даже и в условиях леса.

В лесоводственной литературе упоминаются отдельные случаи, когда пастьба скота была полезной. В сосняках и ельниках на песчаных почвах с грубым гумусом пастьба скота способствует перемешиванию почвы копытами, смешиванию грубого гумуса с почвой. Призывалась полезной даже поправа лиственных пород — береста, осины и даже дуба на песчаных почвах в случаях, когда эти породы конкурируют с молодым самосевом сосны (Г. Н. Высоцкий, 1918). Однако при всех условиях пастьба недопустима на почвах мелкоземистых, глинистых и суглинистых, подверженных сильному уплотнению под тяжестью крупных животных. Особенно вредна пастьба в те сезоны года, когда почва сильно увлажнена. Уплотнение ее при прогоне животных бывает максимальным весной, в период летних дождей, когда почва обладает наибольшей пластичностью.

Следует также учитывать, что даже и недолго длившаяся пастьба, кроме уплотнения почвы, ведет к неблагоприятной смене травянистого покрова. При этом лесные травы-аборигены — сменяются дернинными злаками: мятликом, пыреем, овсяницей, щучкой, белоусом и другими, происходит задернение почвы со всеми его отрицательными последствиями для роста леса (рис. 40).

2 *часть*

ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

Лес — единство организмов и среды. Лес — характерный элемент географического ландшафта. Он является очень сложным комплексом географической среды, важнейший отличительный признак которого — господство древесных растений фанерофитов. В качестве элемента географического ландшафта лес может быть отнесен в разных случаях к различным ландшафтным таксономическим единицам — урочищам, фациям, типам земель. Важнейший же структурно-географический его признак — комплексное строение, в который входят все элементы географической среды — растения, почва, атмосфера. Представление о лесе как о комплексе лесной растительности и соответствующей ей географической среды называется у лесоводов и экологов **единством организмов и среды**, у ботаников и зоологов — **экосистемой** или **биогеоценозом**.

Основоположниками представлений о лесе как о единстве организмов и среды являются выдающиеся отечественные лесоводы Г. Ф. Морозов (1867—1920) и Г. Н. Высоцкий (1865—1940). Оба они были учениками и сотрудниками В. В. Докучаева, последовательными сторонниками признания среды важнейшим фактором роста и развития леса. Рассмотрение растений в отрыве от среды Г. Н. Высоцкий называл беспредметным и бесплодным для познания леса. Г. Ф. Морозов указывал на среду как на важнейшую составную часть леса, как на фактор основной и первичный, от которого зависят все остальные, функциональные.

Г. Н. Высоцкий разделял среду на две крупные категории: 1) среду **внутреннюю**, в пределах строми- и ризосферы, то есть между вершинами деревьев (вверху) и последними корневыми окончаниями (внизу); 2) среду **внешнюю**, запредельную, окружающую лесной массив со всех сторон. Если границы внутренней среды можно провести точно, то границы внешней среды неопределенные. Интерес к этим последним возникает при исследовании влияния леса на климат и почвенно-гидрологический режим окружающего лес пространства.

Если первоначальная почвенно-климатическая среда, существовавшая до поселения растительности, представляла собой внешний фактор по отношению к последней, то в дальнейшем она осваивается растительностью и становится в пределах того, что называют местообитанием или условиями существования, фактором, в большей мере внутренним, чем внешним. Поэтому понятие о лесе как о группировке растений, противопоставляемой прочим экологическим факторам (внешним — экзогенным и внутренним — эндогенным), является понятием абстрактным. Таковы, например, понятия о фитоценозе и растительной ассоциации как о самостоятельных единицах. *Лес есть взаимопроникающее единство, взаимодействующий комплекс лесных растений, животных и занятой ими среды (почвы и атмосферы)*. Название «биоценоз» как нельзя лучше отвечает представлению о лесе как о единстве организмов и среды.

При рассмотрении смены растительных сообществ, формаций и географических ландшафтов, при анализе каждого конкретного факта, относящегося к этой области, крайне важно оценивать роль организмов и среды, их взаимоотношений на основе положений материалистической диалектики. Среда является основным, первичным условием жизни организмов. Организмы и их закономерные группировки — растительные сообщества — вторичны по отношению к среде. Это верно по отношению не



Георгий Федорович Морозов
(19/I 1867—9/V 1920).

только к моменту первичного зарождения организмов из неорганической среды, но и вообще к каждому моменту всей последующей истории развития организмов, в частности растительных сообществ.

Почва, влага, воздух и другие элементы среды являются постоянным источником питания растительных организмов. Обмен веществ между организмами и средой—важнейший жизненный процесс, определяющий единство организмов и среды. Поэтому всякие изменения в составе и строении среды вызывают соответствующие изменения в составе, строении и функциях организмов, в составе, строении и производительности растительных сообществ.

Единство организмов и среды представляет прежде всего их взаимное соответствие. В естественном лесу несоответствия между условиями среды и требованиями организмов выступают в качестве наиболее

распространенных причин изменения древостоев, их состава, строения и производительности. Но изменения среды очень часто возникают в результате деятельности самих организмов, особенно вследствие смены состава растительных сообществ, появления новых видов растений, а также продолжительного существования растительных сообществ, приводящего к изменению климатических, почвенных и других условий. Следовательно, изменения среды, вызванные жизнедеятельностью самих растительных сообществ, сказываются на составе, строении, производительности, жизнестойкости и других свойствах сообществ.

Отмеченные факты изменения организмами своей среды не опровергают первичности среды как основы, они лишь подтверждают эти законы. Изменения среды, вызываемые растительными сообществами, так же как и изменения, происходящие в среде по иным причинам, лишь заменяют прежнее единство организмов и среды новым их единством. При этом между особенностями новой измененной среды, с одной стороны, и новым составом и строением организмов и растительных сообществ — с другой, всякий раз устанавливается соответствие — адекватность.

Следовательно, единство организмов и среды включает в себя также и момент противоречия между средой и организмами. Оно лишь не допускает разрыва связей между организмами и средой. Единство организмов и среды исключает представление о независимом от среды развитии организмов и их сообществ.

«В лесу внутренние взаимоотношения элементов друг к другу подчинены внешним условиям почвы и климата, а потому лес представляет собой сложный организм, все внутренние части которого и все стороны жизни известным образом соответствуют друг другу: нарушение такой цельной связи в каком-либо месте ведет через некоторое время к восстановлению прежнего порядка, преимущественно так, как это бывает в организме»¹.

¹ Г. Ф. Морозов. «О лесоводственных устоях. Лес, его изучение и использование». Первый лесной сборник, 1922.

Изложенные положения являются как будто само собой разумеющимися. Однако в истории лесоводства, а также геоботаники и фитоценологии они вызвали наибольшее количество споров и дискуссий, начиная с конца прошлого века и вплоть до наших дней. Так, ряд ботаников и лесоводов отстаивали точку зрения, согласно которой развитие растительных сообществ, их смены могут идти независимо от характера среды и происходящих в ней изменений, что развитие идет вследствие изменений, вызванных борьбой за существование между растениями как главным двигателем эволюции сообществ. Согласно этим взглядам, борьба за существование является основным противоречием, первичным фактором развития, определяющим состав и структуру растительных сообществ, а среда лишь вносит коррективы в процесс, но не определяет его наиболее существенных результатов. Эту точку зрения критиковали Г. Ф. Морозов и ботаник-географ Г. И. Танфильев, называвший представление о борьбе за существование растений как о ведущем факторе развития сообществ «борьбой в безвоздушном пространстве» (Г. Ф. Морозов. «Учение о лесе», 1926, стр. 281).

Зарождение сравнительной экологии в лесоводстве. Г. Ф. Морозов (1911) указывал, что лесовод К. Гребе высказался за создание «сравнительного лесоводства» по аналогии с зарождавшимися тогда дисциплинами: сравнительной морфологией и анатомией животных, сравнительным языковедением. Г. Ф. Морозов считал этот факт важным в истории лесоводства. По убеждениям Гребе, «принцип сравнения» устраняет замкнутость местного провинциального лесоводства, выясняет закономерности, управляющие взаимоотношениями между насаждениями и местопроизрастанием, а также лесохозяйственные их особенности.

Советский ботаник акад. Б. А. Келлер (1922) выдвинул метод экологических рядов, заключающийся в том, что растительные группировки, расположенные по соседству, строятся в ряды и сравниваются затем по признакам их местообитания — по почвам, увлажнению, засоленности и т. д. Далее будет сказано о методе Г. Н. Высоцкого, изучавшего растительные сообщества по «изотопам», то есть при равных условиях рельефа, гидрологического режима и почвообразующих пород. Идеи К. Гребе, Г. Ф. Морозова, Г. Н. Высоцкого и Б. А. Келлера были первыми шагами сравнительной экологии растений. Впрочем, методами сравнительной экологии пользовались в лесоводственной науке и практике еще раньше. Лесоводы составляли и с успехом использовали в самых разнообразных отраслях лесоводства шкалы светолюбия и теплолюбия древесных пород, а также их требовательности к почве и влаге. Принцип составления лесоводственных шкал основывается на отвлечении (абстрагировании) одного из существенных экологических свойств древесных пород — светолюбия, теплолюбия, влаголюбия, трофности и др. — от всех остальных, на обобщении многочисленных фактов отношения древесных пород к данному элементу среды в один экологический ряд нарастающей или убывающей требовательности пород к количественной напряженности данного фактора.

Г. Ф. Морозов писал: «Гюнтер в историческом обзоре науки географии говорит, что многообещающая ветвь ботанической географии — экология растений, двинутая вперед трудами Рейтера и Варминга, в существе дела представляет собой расширенные проблемы, на которые обратила наше внимание, трактуя их только в более узких границах, лесная наука через посредство своей ветви — *Standortslehre*. Ботаники Лёв, Шрётер и Кирхнер в своей частной экологии цветковых растений при характеристике хвойных пород обращают внимание на то, что главным материалом им послужили лесоводственные работы» («Учение о типах насаждений», 1930, стр. 15). Этими словами Г. Ф. Морозов характеризует научную ценность лесоводственных исследований для развития экологии растений.

Г. Ф. Морозов показал, как путем сравнения и установления относительных истин лесоводственная практика накапливала знания о лесе. «В первых руководствах по лесоводству стремление научно обосновать нормы,

имеющие в виду преобразовать действительность, неразрывно связывалось с изложением технических приемов в лесу вообще, в лесах из различных пород в частности; лишь постепенно, по мере накопления опыта... являлась возможность выносить известную сумму знаний за скобки. Например, теневыносливость определяет успех возобновления, она может явиться в числе руководящих моментов при определении порядка смещения пород и т. д., тогда можно теневыносливость пород вынести в особую главу или, как я выразился, вынести за скобки. Отсюда возникает учение об отношении пород к свету... Последовательным вынесением за скобки различных лесоводственных пород и насаждений и составилось *современное* учение о лесе» (Г. Ф. Морозов. «Учение о типах насаждений», 1930, стр. 29).

«Сумма знаний, выносимая за скобки» в процессе анализа и обобщения опытных данных, — это и есть превращение «вещей в себе» в «вещи для нас», неизвестного — в познанное. Метод сравнительного изучения в лесоводстве был всегда главным и плодотворным, а лесоводственный опыт — наиболее богатым источником теории лесоводства, учения о лесе в морозовском смысле.

Экологические факторы. Выше упоминалось о том, что наиболее специфическими элементами, составляющими лес, являются деревья, в меньшей степени — кустарники и другие растения со сравнительно коротким сроком жизни. Продолжительный срок жизни деревьев, измеряемый зачастую столетиями, их мощное развитие в надземной и «подземной» (почвенной) среде — главные особенности леса. Лес — могучая растительная группировка, накладывающая отпечаток на занимаемую территорию, на ее климат и почву. Между лесной растительностью и средой наблюдаются двусторонние связи: с одной стороны, растительность является отражением и продуктом среды; с другой — она изменяет окружающую ее среду.

Под средой разумеют в первую очередь почвенно-климатические условия. Состав естественных лесов, их строение, производительность, рост искусственных насаждений являются всесторонним отражением почв и климата. Но во взаимоотношение со средой вступает прежде всего не лес как биоценоз, а отдельные составляющие лес организмы — деревья.

Лес иногда называют организмом. Это следует считать преувеличением. Лес представляет собой довольно рыхлое соединение составляющих его частей, в первую очередь деревьев. Связи между ними, хотя и очень сложны, тесны и необходимы для существования леса в его типичном виде, тем не менее они имеют не так уж много общего с теми связями, которые существуют внутри организма, между его составными частями — органами.

Не следует также проводить резких границ между растениями и средой. Для каждого растения средой являются не только почва и атмосфера, но и его с о с е д и, ибо влияние всех остальных растений на данное растение принципиально не отличается от влияния климата и почв.

Точно так же нельзя провести резкой границы между отдельным растением и всей его остальной средой, потому что в процессе жизни растений и смены их поколений среда переходит (превращается) в растения, а эти последние — в среду, причем все это может происходить медленно и подчас незаметно. Например, не всегда легко ответить на такой вопрос: когда, с какого момента углекислоту воздуха и почвенную влагу вместе с растворенным в ней веществами, поглощаемыми растением, можно перестать считать элементом среды и начать считать составной частью организма? Листья и хвоя обычно отмирают еще на дереве. Следовательно, еще до того, как упасть на землю и войти в состав лесной подстилки, они становятся элементом среды. В классификацию экологических факторов помещаются не только факторы климата, почвы, фауны и т. д., но и сами растения, тем более что они могут существенно изменять занятую ими среду.

Классификация факторов среды. Факторы среды делятся на три крупные группы: абиотические, биотические и антропогенные. К послед-

ним относятся, как показывает само название (антропос по-гречески человек), факторы человеческой культуры.

Абиотические факторы, или факторы неорганической природы, подразделяются по крайней мере на три категории: климатические, эдафические и геологические.

Климатические факторы (точнее — атмосферные, или факторы надземной среды): свет, тепло, осадки (прямые и конденсационные), влажность воздуха, ветер, испарение; углекислый газ и другие составные части воздуха, атмосферное электрическое поле (например, молния, вызываемые ею лесные пожары), а также режимы климатических факторов, определяющих прохождение стадий роста и развития организмов.

Эдафические факторы (факторы «подземной» среды, или почвенного плодородия): влага в почве и растворенные в ней или вообще доступные корням питательные вещества; концентрация почвенного раствора, его кислотность и степень окисленности, ядовитые вещества почвы; комплекс физических свойств почвы — механический состав, скважность, аэрация, водные и тепловые свойства; объем (мощность) корнедоступной толщи почвы — ризосферы; лесная подстилка и другие.

Геологические факторы: горные породы, входящие в состав ризосферы; поверхностный сток, сопровождаемый эрозией склонов; половодья, аллювиальные процессы в поймах рек, землетрясения, морские приливы и отливы, вулканическая деятельность и др.

К группе биотических факторов относятся растения и животные. К категории *растительных* факторов следует относить не только влияние на лес травянистой, моховой, лишайниковой, грибной, бактериальной флоры и т. д., но также и древесной флоры, то есть упомянутое выше влияние деревьев (или вообще растений) друг на друга — **ценотический фактор**.

В категорию *зоологических* факторов входят многообразные живущие в лесу (или проникающие в лес) представители животного мира.

Различают *биоценологические* (проще — *ценотические*) факторы, представляющие ту категорию биотических факторов, которая определяется взаимоотношениями между организмами. Ценотические факторы полностью не укладываются в ранее перечисленные категории, хотя в основе своей от них принципиально не отличаются. Например, деревья, растущие в лесу, отличаются от деревьев, растущих на просторе, биоценологически. Теневыносливые древесные породы — наследственно закрепленный продукт естественного отбора в биоценозах, то есть результат влияния биоценологического фактора и т. п.

К факторам **человеческой культуры** (антропогенным) относятся: рубка леса, лесные палы, корчевка, полевые культуры на вырубках, сенокосение и другие многообразные виды сельскохозяйственного использования леса и лесных территорий. Они вносят в коренную (первобытную) природу леса существенные изменения, преобразуют ее. Отсюда названия насаждений *коренные* и *производные*. Первые соответствуют первобытной природе, вторые — измененной человеком.

Специфичность (качественность) экологических факторов. Изложенная классификация не отличается ни детализацией, ни строгостью разделения. В подавляющем большинстве случаев между отдельными факторами и их группами нельзя установить резких границ. Тем не менее она составлена на следующем существенном основании: каждый из упомянутых факторов может проявить свои **специфические**, только ему присущие особенности влияния на состав насаждений, на их строение и производительность, на анатомическое строение и химический состав древесины, на травяной покров и на другие многообразные стороны жизни леса и отдельных его компонентов.

Несмотря на то, что факторы роста не могут проявлять себя иначе, как во взаимодействии и в непрерывных изменениях своей интенсивности,

каждый из них все же сохраняет некоторую долю самостоятельности в своем влиянии на растительность. Иными словами, взаимодействие экологических факторов не обезличивает их качественных особенностей; оно не является простым их суммированием или умножением. Сочетаясь между собой, экологические факторы продолжают влиять на растение каждый по-своему.

Достоверность сказанного можно подтвердить на экологических особенностях отдельных растений. Например, каждой древесной породе свойственны присущие ей черты светолюбия, влаголюбия, отношения к почвенному плодородию и т. д., и ее можно охарактеризовать с каждой этой стороны особо. Сосна светолюбива, засухоустойчива и малотребовательна к почве. Черная ольха светолюбива и влаголюбива, то есть у этой породы наблюдается иная, чем у сосны, комбинация признаков; светолюбие, сочетавшееся у сосны с сухолюбием, у ольхи сочетается с влаголюбием и, таким образом, сохраняет свою относительную самостоятельность (специфичность) в иных условиях.

Специфическое влияние выделенной нами группы геологических факторов легко проследить на примере пойменных лесов. Леса здесь создаются и растут под влиянием тех же климатических и эдафических факторов, как и во всех иных условиях, но состав пойменных лесов своеобразный — преобладают тополя и ивы. Это породы быстрорастущие, имеющие наиболее многообразные формы семенного и вегетативного возобновления, интенсивную транспирацию и другие особенности. То обстоятельство, что пойменный лес состоит именно из таких пород, отражает прежде всего неспоконную обстановку роста, чередование весенних паводков с летним пересыханием, смылов и намывов почвы. Это экологические факторы особого геологического типа, своеобразно влияющие на лес, по-своему отражающиеся в его составе, продуктивности, возобновляемости и других свойствах леса.

Наличие или отсутствие в составе леса растений с определенной требовательностью к минеральному питанию (кислотолюбов, кальцефилов, азотолубов и др.) является отражением специфичности почвенных условий, кислотности почвы, ее азотного режима и т. д. В условиях, где меняется лишь количественная сторона одного какого-либо фактора роста, также наблюдается относительно самостоятельное его влияние на растительность, которое обнаруживается обычно в изменениях производительности насаждений (бонитета). Однако количественные изменения напряженности факторов среды могут при определенных условиях вызвать качественные изменения леса: меняется состав пород, строение насаждений и т. д.

Недостаток или избыток в почве подвижных соединений извести, азота, фосфора и калия отражается на форме и окраске листьев, причем по-особому для каждого из этих элементов. По измененной форме и окраске листьев можно судить о недостатке в почве таких элементов, как азот, фосфор, калий и др.; пользуясь этими признаками, изменяют количества вносимых удобрений. Специфичность факторов среды и их влияние на лес называют «равнозначностью и незаменимостью факторов жизни растений» (В. Р. Вильямс).

Факторы жизни растений делятся на две категории: земные и космические. Земные факторы в лесоводстве называют почвенными или (чаще) эдафическими, космические факторы — атмосферными или климатическими. «В эти две категории, — писал В. Р. Вильямс, — укладываются четыре группы факторов жизни или условий жизни зеленых культурных растений: это свет и тепло — два космических фактора, вода и элементы пищи — две группы земных факторов». Равнозначность этих групп факторов заключается в том, что между ними «нет ни более, ни менее важных, независимо от количественной потребности в них растений. Растение может требовать ничтожные следы вещества, как это имеет место в отношении к железу, но, если этих ничтожных следов нет в наличии, жизнь растений прекра-

щается совершенно так же, как и в том случае, когда отсутствует наличие фактора, потребляемого растением в неизмеримо большем количестве, например воды, света, углекислоты, кислорода». «Количественные взаимодействия между организмом и факторами его жизни также быстро приводят к глубоким качественным различиям в условиях среды его развития. Количественные изменения одного фактора неизбежно влекут за собой не только количественные изменения всех других факторов, но и изменения отношения к ним организмов»¹.

Для лесоводов представляет большой интерес форма качественно-количественных изменений в биоценозе как в системе организмов и среды. Окажется, что зачастую количественные изменения среды вызывают качественные изменения организмов и, наоборот, качественные изменения организмов способны вызывать количественные изменения среды, не говоря уже о наличии качественно-количественных изменений в составе и продуктивности леса, обусловливаемых взаимодействием факторов абиотической среды между собой. Ниже будет приведен анализ экологических рядов лесных биоценозов для иллюстрации качественно-количественных переходов в системе организмов и среды. Изучение этих переходов помогает глубже постигнуть причины, вызывающие разный состав леса и его различную производительность, ход возобновления, роста и развития биоценоза.

Еще недавно господствовало представление о прямых и косвенных факторах среды, ставившее перед собой задачу объяснить важнейшие явления из жизни биоценозов, особенно взаимоотношения организмов со средой. Согласно этому представлению рельеф, почва, климат — только косвенно действующие факторы среды, а вода, питательные вещества почвы, температура — только прямо действующие. Все косвенно действующие факторы якобы составляют единое целое — энтопию, а прямо действующие — среду в узком смысле. Эти ошибочные представления сыграли отрицательную роль также и в лесоводстве. Кроме того, они уводили в сторону от правильных представлений о формах взаимоотношения между растениями и средой.

Рельеф и возраст как формы взаимодействия экологических факторов. Экологическими факторами принято считать также рельеф (орографические факторы) и возраст, под которым разумеют исторический ход развития флоры, растительности и среды.

Рельеф — это категория пространства. Рельеф перераспределяет в пространстве свет, тепло, влагу и минеральное богатство почвы. Чтобы убедиться в активности рельефа как экологического фактора, стоит вспомнить световой и тепловой режимы южных и северных склонов, гидрологический режим верхних и нижних частей склонов, развитие эрозии на склонах, имеющей особенно большое значение для поселения растительности и ее дальнейшего роста.

«Рельеф увеличивает земную поверхность, на которой может развиваться жизнь. Рельеф вносит разнообразие в те условия, которые определяют жизнь на данной поверхности..., направление и силу ветра, воздушный и водный дренаж, перераспределяет солнечную энергию, влияет на осадки, испарение, сток, на распределение и таяние снега, смыв и эрозионные процессы, мощность почв и т. п.»².

Когда исследуют влияние рельефа на рост леса в конкретных случаях, рельеф мыслят конкретно — как содержательную форму: горы, равнины, речные долины, склоны и т. д., то есть как пространственно разнообразные комплексы почв, горных пород, климатических факторов, увлажнения и т. д. Когда отмечают, что черная ольха приурочена к пониженному рельефу, этим самым указывают на пониженный рельеф как на фактор,

¹ В. Р. Вильямс. Собрание сочинений, т. 6, стр. 31.

² Г. Ф. Морозов. «Учение о лесе», 1912.

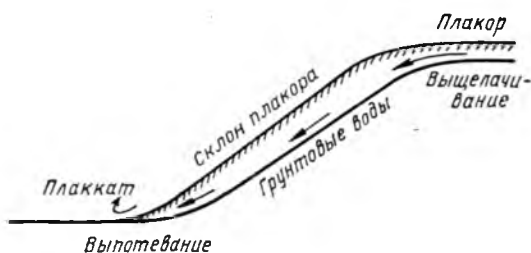


Рис. 41. Схема-профиль гидрологического режима в условиях мезорельефа (по Г. Н. Высоцкому, 1929).

Равным образом и экологический «фактор времени», или возраст, нельзя представлять себе иначе, как процесс взаимодействия растений и среды, происходящий в связи с их сезонными и другими возрастными изменениями. Появление самосева и подроста, образование чащи из молодняка, дальнейший переход молодняка в жердняк, затем в средневозрастное, приспевающее и спелое насаждение — все это примеры действия фактора времени.

Рельеф как распределитель увлажнения. Г. Н. Высоцкий, развивая учение В. В. Докучаева о географических зонах природы, сделал ряд важных обобщений, относящихся к связям между зональными растительными формациями, климатом, рельефом, гидрологическими и почвенно-грунтовыми условиями. Особый интерес представляют обобщения Г. Н. Высоцкого, касающиеся связей между рельефом и гидрологическими условиями суши (1926). Они относятся к мезорельефу, то есть к тем элементам земной поверхности, которые характеризуются средней расчлененностью, измеряемой метрами или в крайнем случае не более чем несколькими десятками метров вертикальной амплитуды. Это ложбины, овраги, балки и речные долины в равнинной местности, неглубокие долины в горном ландшафте, исключая сколько-нибудь значительные проявления вертикальной (термической) зональности.

Согласно Г. Н. Высоцкому, всякая местность суши в гидрологическом отношении может быть расчленена на два основных типа рельефа: 1) **п л а к о р** — возвышенное место, конкретно — горный хребет, холм, плоское водораздельное плато и т. п.; 2) **п л а к к а т** — понижение, конкретно — пойменная терраса, ложбина стока, тальвег балки, днище котловины. Между ними находится третий элемент рельефа — **с к л о н п л а к о р а** (абрупт). На рисунке 41 представлена схема Г. Н. Высоцкого, иллюстрирующая типы рельефа и взаимоотношения между ними и режимом грунтовых вод. На плакоре может преобладать промывной (пермацидный) режим увлажнения. Благодаря ему на некоторой глубине образуются грунтовые воды, стекающие вниз к плаккату. На плаккате режим грунтовых вод иной — выпотный, в условиях которого вода поднимается по капиллярам к дневной поверхности, испаряется и накапливает соли, приносимые ею из-под плакора.

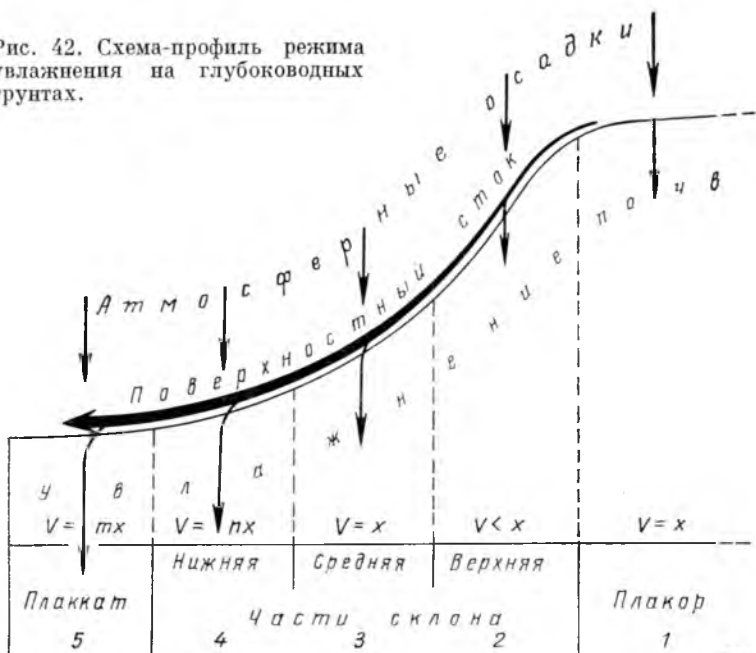
Упомянутые взаимосвязи типов рельефа и грунтовых вод определяют общую тенденцию: плакоры теряют влагу и растворенные вещества, вследствие чего становятся суше и беднее питательными веществами; плаккаты, воспринимая воды внутреннего и поверхностного стока, а также приносимый ими растворимый и мелкоземистый материал, становятся влажнее и богаче питательными веществами.

Рассмотрим условия увлажнения на мезорельефном склоне глубоководного местоположения¹ при отсутствующем в пределах ризосферы гори-

¹ Далеководные, или глубоководные местоположения такие, где грунтовые воды залегают глубоко: на песках ниже 2,5 м, на супесях ниже 4 м, на суглинках и гли-

создающий благоприятные условия для роста черной ольхи, прежде всего — обильное увлажнение, приток в эти пониженные места с грунтовой водой питательных веществ и т. д. Следовательно, понятие «пониженный рельеф» состоит из представления о высокой степени увлажнения и об особом режиме минеральных питательных веществ данного местообитания.

Рис. 42. Схема-профиль режима увлажнения на глубоководных грунтах.



зонте грунтовых вод (рис. 42). Вода с высоких мест в низкие стекает в этом случае только по поверхности почвы. Увлажнение склона может быть одинаковым во всех его точках лишь тогда, когда через субстрат, слагающий склон, вода не проникает. Это наблюдается при монолитном скалистом склоне, не задерживающем влагу; увлажнение здесь всюду равняется нулю. Но если на склоне имеются почвы или рыхлые горные породы с присущей им более или менее значительной шероховатостью и водопроницаемостью, то поверхность склона способна замедлять скорость стока и поглощать стекающую влагу. При этом разные по высоте части склона увлажняются различно.

Увлажнение склона (см. рис. 42) определяется: 1) количеством атмосферных осадков (X), 2) поверхностным стоком и притоком воды (U), 3) расходом влаги на увлажнение почвы (V). Условно примем осадки, а также испарение в рассматриваемом рельефном ряду одинаковыми во всех его точках. За единицу сравнения возьмем плато.

Как показано на схеме, в условиях бессточного плато (1) увлажнение равно количеству осадков ($V = X$). В верхней части склона (2), где сток значительный, а притока нет, увлажнение меньше количества осадков ($V < X$). В средней части склона (3) увлажнение повторяет условия плато ($V = X$), так как здесь сток воды вниз возмещается притоком ее сверху. В нижней части склона (4) вследствие преобладающего притока воды по поверхности склона создается избыток влаги, увлажняющий почву больше, чем на плато ($V > X$). На плато (5), где происходит снижение скорости и разлив поверхностного стока, возникает еще больший избыток влаги, и увлажнение почвы максимально.

Согласно Гайгеру (1931), на открытой (подветренной) верхней части склона скорость ветра наибольшая, а количество осадков наименьшее. Здесь же наблюдается и самое интенсивное испарение. Отсюда следует, что климатические факторы усиливают упомянутый почвенно-гидрологический эффект засухливости в верхней части склона.

нах ниже 6 м. Принято считать, что при уровне ниже этих глубин грунтовые воды недоступны для леса (залегают вне ризосферы), что и соответствует большинству случаев.

Таким образом, общий закон увлажнения мезорельефного и еще более малого склона формулируется так: увлажнение нарастает от вершины к подножию склона, от плакора к плакату, минимальное же увлажнение свойственно верхней части склона. Если рельеф и гидрогеологические условия способствуют выходу грунтовых вод в нижней части склона или у его подножия, то рассматриваемая закономерность проявляется еще контрастнее.

В первом приближении можно принять, что на участки возвышенных и бессточных мест на плакоре осадки поступают без потерь на поверхностный сток. Приход атмосферной влаги в почву этих мест равняется количеству осадков. В почву склонов, как мы уже упоминали, влага поступает в следующем количестве: X (осадки) минус поверхностный сток (Y_1) и плюс его приток (Y_2). На пониженные места у подножий склонов (плакаты) вода поступает в таком размере: X (осадки) плюс приток поверхностного стока со склонов (Y_3) и плюс внутренний сток (Y_4).

На ровных плакорах в зависимости от климатических условий приход влаги может соответствовать то средним, то нижним частям склонов. Склоны, в свою очередь, в зависимости от климатических условий, также разнообразны по увлажнению: наиболее сухие короткие и крутые склоны солнечных экспозиций, а их верхние части — предельно сухие для всего ландшафта.

Типичные короткие мезорельефные склоны свойственны балочным системам лесового ландшафта. Для дубрав лесостепной зоны типичен следующий экологический ряд естественных (коренных) древостоев вдоль аналогичного профиля: 1) плакор — снытевая дубрава I — II бонитета; 2) верхняя часть склона — осоковая дубрава III бонитета; 3) средняя часть склона — снытевая дубрава I — II бонитета; 4) нижняя часть склона — папоротниковая дубрава I бонитета; 5) плакат (тальвег балки) — таволговая (сырая) дубрава II бонитета.

Упоминаемый ряд дубрав от сухой (верхняя часть склона) через свежую и влажную до сырой (плакат) иллюстрирует экологическую цепь увлажнения каждого элемента рельефа в рассмотренном выше ряду.

Боровой экологический ряд. Выше была отмечена относительная самостоятельность экологических факторов, проявляющаяся в процессе их взаимодействия и отражающаяся на растительности. Это свойство может колебаться в широких пределах в зависимости от количественной напряженности факторов, их взаимного влияния друг на друга. Каждый из них в определенных условиях места и времени может стать ведущим, то есть определяющим все разнообразие растительности в данном пространственном (по рельефу) или возрастном (эволюционном) ряду.

В качестве примера рассмотрим боровой ряд лесных сообществ, наиболее простой и наглядный для оценки влияния на растительность в л а ж н о с т и местообитаний. Он представляет собой экологический ряд самых бедных лесных почв и соответствующих им основных насаждений, простых по составу и взаимоотношениям. На рисунке 43 схематически показан характерный для южной подзоны хвойных лесов (в частности, для Полесья) ряд боров-сосняков. Он расположен вдоль склона песчаного бугра древнеэолового происхождения в задровом ландшафте.

В боровом ряду насаждения состоят только из двух наименее требовательных к почве древесных пород — сосны и березы, соответствующих бедным песчаным почвам. Вершину бугра занимает с у х о й (лишайниковый) бор из чистой сосны III — IV бонитета (A_1), переходящий вниз по склону в с в е ж и й бор (зеленомошник-брусничник) I — II бонитета (A_2). Свежий сменяется в л а ж н ы м бором (зеленомошником-черничником) III бонитета (A_3), который переходит в с ы р о й бор (долгомошник) IV бонитета с кукушкиным льном, черникой, голубикой, багульниковым и сфагнумом (A_4). Ряд заканчивается расположенной у подножия склона м о к р ы м бором V бонитета (A_5). В этом последнем звене преобладают сфаг-

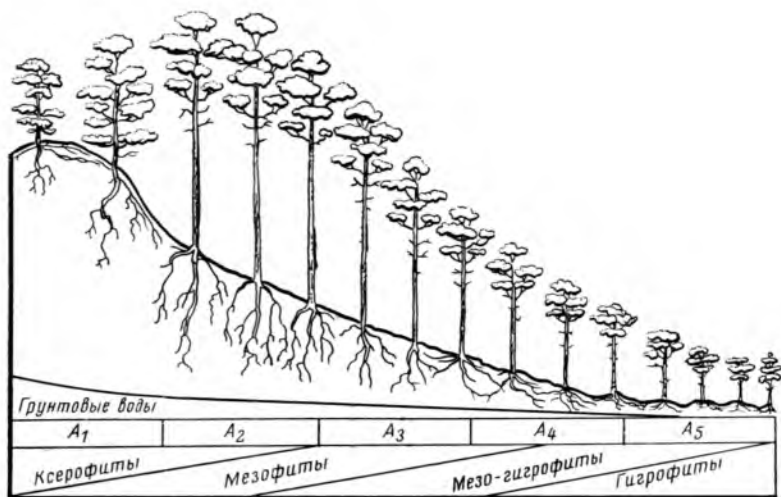


Рис. 43. Схема борового ряда A_1 — сухой, A_2 — свежий, A_3 — влажный, A_4 — сырой, A_5 — мокрый заболоченный бор.

нум, пушица, клюква и другие крайне влаголюбивые представители напочвенного покрова. Береза встречается как примесь к сосне всюду, кроме сухого бора.

В боровом ряду почвы песчаные, по генетическим типам они сменяются последовательно от мелкодерновых в сухом и свежем бору через подзолистые почвы во влажном и глее-подзолистые в сыром бору до торфянистых почв мокрого бора на сфагновом болоте. Во влажном бору имеется типично развитый слой грубого перегноя. В сыром бору он принимает торфянистый характер и увеличивается до 30 см. Далее, разрастаясь, он превращается в мощный торфяной слой сфагнового болота. Все эти изменения вызваны приближением грунтовых вод к поверхности почвы.

Особенности борового ряда ярко отражены в сезонной динамике увлажнения отдельных его звеньев. Ранней весной почвы сухого и свежего бора достаточно увлажнены, но запасы почвенной влаги невелики из-за низкой влагоемкости песка; они быстро расходуются, и сосна страдает от засух. Прирост древесины в этих борах, особенно в сухом, зависит от летних осадков: они выше в годы с обильными летними осадками. Влажный, сырой и заболоченный боры используют близкие грунтовые воды и поэтому не зависят от летних осадков, реже страдают от засух. Более того прирост насаждений влажного и сырого боров в средние по увлажнению годы выше, чем в годы с обильными осадками. Во второй половине вегетационного периода вследствие снижения уровня грунтовых вод во влажных и сырых борах улучшается аэрация, усиливается разложение органического вещества, создаются оптимальные условия почвенного питания. Период сезонного роста у этих боров начинается позже, но зато растягивается за счет позднего лета и теплой осени.

Лишь в очень засушливые многолетние периоды, когда уровень грунтовых вод значительно понижается, сосна во влажных (A_3), сырых (A_4) и заболоченных (A_5) борах угнетается даже больше, чем в свежих (A_2) и сухих (A_1) звеньях. Мелкая корневая система у сосен ряда A_{4-5} , потеряв связь с грунтовыми водами, прекращает подачу влаги, а насаждения, теряя тургор, подвергаются нападению вредных насекомых. Между тем разветвленная корневая система сосен ряда A_{1-2} продолжает, хотя и меньше, снабжать влагой ствол и крону, используя воду глубинных горизонтов песка. Эти явления подробнее изучил П. В. Литвак (1965).

В ходе роста сосны свежего и особенно сухого боров обращает на себя внимание ранняя кульминация прироста; во влажном и сыром борах кривые хода роста плавные. Более долговечны насаждения свежего бора, их естественная спелость наступает после 200 лет. Недолговечны влажный и сырой боры, где деревья вследствие поверхностного характера корневых систем заканчивают жизнь ветровалом в 100—120 лет.

С отмеченными биологическими особенностями насаждений связана различная эффективность рубок ухода. Более значительные степени изреживания эффективны в сухих и свежих борах. В этих условиях расширение площади питания — лучший способ обеспечения деревьев влагой и повышения их прироста. Влажные и сырые боры после сильных изреживаний уменьшают свой прирост, так как при этом уменьшается расход влаги лесом, повышается уровень грунтовых вод и почва переходит в следующую стадию увлажнения — заболачивания.

Смолопроизводительность у сосны самая высокая в свежем и сухом борах; влажный и сырой боры менее эффективны для подсосочки. Наивысшие показатели механических свойств древесины сосны присущи свежему бору, в обе стороны от которого качество древесины ухудшается (А. Б. Жуков, 1934).

По-разному идет естественное возобновление в борах, и оно также определяет ведущей ролью увлажнения. Сосна и береза превосходно возобновляются во влажном и сыром борах, очень слабо в сухом бору из-за губительного влияния засухи на сосновые всходы. Наибольшее распространение первичных вредителей-насекомых свойственно сухому бору; в сухих и свежих борах приобретает остроту задача борьбы с хрущами. Во влажном и сыром борах иной состав вредной фауны и грибных паразитов, чем в сухом и свежем, а в случае общих вредителей — иной ход заболевания и дигрессии насаждений.

Боровой ряд как результат разных степеней увлажнения. Приведенные выше факты иллюстрируют ведущее значение в л а ж н о с т и в выработке экологических и лесохозяйственных особенностей разных звеньев борового ряда, разных сосновых боров. Однако при подробном рассмотрении борового ряда нередко делают вывод, что существенной причиной его разнообразия является не только меняющееся увлажнение, но и некоторые другие условия, например рельеф, световой и тепловой режимы, почвенная аэрация и т. д., которые имеют при этом не меньшее значение, чем влага.

Действительно, боровой ряд является отражением рельефа. Рельеф перераспределил увлажнение, сделал грунтовые воды под вершиной бугра недоступными для сосны (сухой бор), на склоне бугра — слабодоступными (свежий бор) и вполне доступными во всех остальных местоположениях. Кроме того, на отрезке ряда, начиная с влажного бора и кончая «сосной по болоту», существенное влияние оказывает избыток влаги, вызывающий ухудшение почвенной аэрации, в результате чего корни задыхаются. Ухудшение аэрации, в свою очередь, вызывает снижение темпа роста сосны на отрезке $A_3 - A_5$ от II до V бонитета. Существенна также разница в световых условиях роста под пологом леса и тепловом режиме почвы разных звеньев борового ряда. Наибольшее количество света и тепла получают кроны и стволы деревьев, а также напочвенный покров в редкостойных насаждениях сухого бора и «сосны по болоту».

Почвы сухого бора — самые бедные органическим веществом и наиболее сухие, поэтому они самые теплые. Далее по мере нарастания влажности и накопления на поверхности органического вещества почвы становятся холоднее. Торфяно-глеевые почвы типа «сосна по болоту» — холодные.

Процессы накопления и разложения лесной подстилки в разных звеньях борового ряда различны. В сухом и свежем борах формируется лесная подстилка переходного типа, а в звене влажном — типичный грубый перегной, который далее переходит в торф.

Существенна разница в количестве и составе почвенных микробов, надземной и особенно почвенной фауны и других элементов среды различных типов бора. Кроме того, сами по себе градации увлажнения также испытывают неодинаковые количественные сдвиги под влиянием расхода влаги насаждениями. И это изменяет первичное (исходное) состояние увлажнения в отдельных звеньях борового ряда.

Но было бы ошибкой даже после установления многообразия причин забыть о *ведущей экологической роли увлажнения* или хотя бы свести ее к неопределенному киреобладающему влиянию». Ближайшее рассмотрение показывает, что по отношению к влажности все прочие факторы, выступающие в боровом ряду, имеют подчиненное значение. Рассмотрим подробнее эти связи.

Выше было отмечено, что влияние рельефа нужно рассматривать как перераспределение экологических факторов в пространстве. В данном случае рельеф перераспределил уровни грунтовых вод. Следовательно, рельеф как бы первый указывает, что ведущим экологическим фактором, разнообразящим боровой профиль, являются разные степени увлажнения.

В рассматриваемом случае влажность выступает в качестве ведущей причины также и по отношению к почвенной аэрации. Сначала на отрезке профиля от сухого бора до влажного $A_1 - A_2$ вследствие приближения уровня грунтовых вод к корням сосны продуктивность насаждений возрастает. На этом отрезке действует закономерность: чем ближе уровень грунтовых вод к поверхности почвы, тем большее количество корней его достигает, тем полнее обеспечивается водоснабжение сосен, особенно ценное во время засухи, и тем выше бонитет древостоя.

Однако, начиная с влажного бора, уровень грунтовых вод настолько высок, что в весенний (по крайней мере) период грунтовые воды, поднимаясь по капиллярам, достигают поверхности почвы и корни испытывают угнетение от недостатка воздуха. В этом случае увлажнение и аэрация вступают в антагонистические взаимоотношения между собой, а влага становится косвенным (через ухудшение аэрации) ограничителем производительности леса. Конечно, при этом она сохраняет свое прямое влияние на лес, снабжая корешки влагой.

Следовательно, при избыточном увлажнении не происходит, как это иногда полагают, «замены влияния влаги на влияние аэрации», в данном случае недостаточной. Наоборот, влияние нарастающего количества влаги становится подавляющим: оно вызывает качественные изменения в составе биоценоза — появление березы, черники, кукушкина льна, сфагнума и других растений. Вместо увеличения производительности, происходившего на отрезке сухого и свежего бора ($A_1 - A_2$), в дальнейшем на отрезке $A_3 - A_5$ она падает. Следовательно, новое качество внесло также и иной ход количественных изменений.

Некоторые лесоводы склонны игнорировать специфическое влияние избыточного увлажнения, относить его к «косвенно действующим факторам» и противопоставлять ему «прямо действующий фактор — аэрацию» (для данного случая лучше бы сказать анаэробизис). Уже было отмечено, что почвенная влага влияет на растения и прямо и косвенно. То же самое следует сказать и о почвенной аэрации (анаэробизисе). Недостаток воздуха в почве влияет на рост леса в значительной степени (может быть, даже в большей мере) косвенным путем. При этом сокращается ризосфера, корневые системы развиваются исключительно в поверхностных слоях почвы, то есть там, где аэрация удовлетворительна и анаэробизис устанавливается на относительно короткие периоды.

Следовательно, ближайшей причиной падения бонитета и других изменений в ряду $A_2 - A_5$ выступает нарастающий почвенный анаэробизис. Он влияет на растения прямо и косвенно и целиком подчиняется фактору увлажнения.

Изотрофность ¹ борового ряда. Экологический ряд боров разнообразен по увлажнению, но однороден по почвенному плодородию — по количеству пищи растений, или, как иногда говорят, по химическим условиям плодородия ². Доказательством однородности является общность для всего борового ряда таких существенных показателей (индикаторов) бедных почв, как сосна и береза. Последняя отсутствует в сухом бору по другой причине — из-за недостатка влаги. Существенными индикаторами предельно низкого плодородия во всем профиле являются невысокие или даже низкие бонитеты, что становится ясным, когда сравниваются боры с субориями эквивалентного увлажнения. Общим индикатором низкого почвенного плодородия для всех звеньев профиля является также отсутствие в нем растений средней или высокой требовательности к плодородию почвы — ели, дуба, липы, орешника и др.

Но если пренебречь растительными индикаторами и оценивать условия местообитания только по почвам, то изотрофность борового ряда не представится очевидной. Несмотря на однородность материнской почвенной породы — кварцевого песка, на нем образуются различные типы почв: мелкодерновая почва в сухом бору, дерново-подзолистая — в свежем, подзолистая — во влажном, торфяно-глееподзолистая — в сыром и болотная торфяно-глеевая — в мокром бору.

В таблице 9 приведены данные анализов почв борового ряда. Мы ограничились показателями верхнего горизонта (0—20 см), в котором сосредоточен основной запас органических и наиболее подвижных минеральных веществ песчаных почв.

Таблица 9

Данные анализа верхних (0—20 см) почвенных горизонтов борового ряда
(Межигорское лесничество Первомайского лесхоза Киевской области)

Звено комплекса (эдатоп)	Тип леса	Глубина ризосферы (посредних корневых окончаний) (м)	Количество органического вещества (потеря от прокаливания) (%)	Емкость катионного поглощения		Сумма поглощенных оснований	Насыщенность основаниями (%)	рН (актуальная кислотность)	Гидролизуемый азот (по Тюрину)		
				мг-экв. на 100 г почвы					мг на 100 г почвы		
A ₁	Сухой бор (лишайниковый)	1,5	1,85	5,4	3,7	69	5,11	0,08	1,8	4,4	
A ₂	Свежий бор (брусничный)	2,0	2,51	7,6	4,0	53	5,37	0,13	2,3	7,3	
A ₃	Влажный бор (черничный)	1,0	13,17	29,1	7,9	27	4,47	0,27	3,7	5,1	
A ₄	Сырой бор (долгомошник-черничник) . . .	0,5	21,81	49,2	9,6	19	4,12	0,34	8,1	8,2	
A ₅	Мокрый бор (сфагновый)	0,2	95,3	187,3	17,1	9	3,67	0,23	7,9	13,9	

¹ Изотрофность — равноценность почв по количеству питательных веществ, по химическим условиям плодородия.

² Термин «химические условия плодородия» часто заменяют более кратким — «химическое плодородие». Еще более краткий термин, применявшийся Г. Н. Высоцким для обозначения того же понятия, «трофность» (от греческого «трофос» — пища). Этим последним термином, как наиболее кратким, пользуются чаще всего. Он удобен и в том отношении, что применяется как по отношению к почве, так и к растению. Трофность почвы — количество пищи растений в почве («химическое плодородие»); трофность растения — его требовательность к почве, количеству почвенной пищи, химическому плодородию почвы.

Из таблицы 9 видно, что более влажные и заболоченные почвы богаче органическим веществом и при большей емкости поглощения абсолютно богаче и основаниями, чем свежие и сухие.

При переходе от сухого бора к болоту увеличиваются актуальная кислотность и ненасыщенность почв основаниями вследствие усиления подзолистого процесса и замедления разложения органического опада. В том же направлении увеличивается количество гумуса, гидролизуемого азота, а также подвижных соединений фосфорной кислоты и калия. Но, видимо, в результате того, что ризосфера при этом значительно сокращается, плодородие почв всех звеньев ряда приводится к некоторому общему уровню, к уровню борового ряда, беднее которого в наших лесах ничего не встречается.

Во всех боровых почвах очень мало бактерий, а в почвах сухого бора — также и микроскопических грибов. Они сосредоточены в лесной подстилке и в самых верхних горизонтах торфа более увлажненных звеньев ряда (З. М. Корецкая, 1962). Но и здесь, особенно в отрезке A_3 — A_5 , деятельность микрофлоры подавлена недостатком кислорода (анаэробизисом), кислой реакцией и малым количеством электролитов в почвенных растворах. Иными словами, низкое плодородие борового ряда тесно связано также с малым количеством и слабой активностью микрофлоры. Только после заселения боровых почв березой повышается микробиологическая активность почв, усиливается разложение органического вещества, вследствие чего в отдельных случаях боровые участки переходят в разряд субборовых.

Следовательно, почва является сложным комплексом среды, и наиболее полное (синтетическое, итоговое) суждение о почвенном плодородии можно составить лишь в результате изучения урожая, собранного на такой почве. Рассмотрение же этого последнего в приведенном примере убеждает нас в отсутствии существенной разницы в почвенном плодородии (трофности) между отдельными звеньями борового ряда.

Данные почвенных анализов, приведенные в таблице 9, ценны в том отношении, что разъясняют обстоятельства, способствующие возникновению указанной однородности. Следовательно, звенья борового ряда трофэквивалентны, то есть равноценны по плодородию, а различия в составе и продуктивности между отдельными типами боров вызваны разными степенями их увлажнения.

Трофогенный экологический ряд. Рассмотрим еще один пример пространственных связей между лесом и средой, в которой влага не является ведущим фактором. На рисунке 44 изображена схема зависимости состава и производительности естественных лесов от механического состава почв. Монолитные экологические ряды этого типа в природе встречаются редко. Относящиеся сюда закономерности обычно осложняются рельефом, увлажнением, неоднородностью в свойствах геологических пород, мешающей осуществить сравнение по «чистому» признаку одного механического состава.

В ряду, изображенном на рисунке 44, при равных условиях рельефа механический состав почв изменяется в следующем порядке (слева направо): кварцевые пески постепенно переходят в глинистые пески, последние — в супеси, а супеси — в суглинки и глины. В климатических условиях лесостепи и южного Полесья (за пределами ареала ели) такой ряд почв вызывает последовательную смену естественных (коренных) насаждений: на песках — одноярусные сосновые с примесью березы насаждения средних или низких бонитетов (А — боры); на глинистых песках — двухъярусные сосново-дубово-березовые насаждения, сосна высокого бонитета (В — субори), на супесях — трех-четырёхъярусные насаждения из сосны еще более высоких бонитетов (до I^a и I^b), березы — в I ярусе, дуба, липы, клена, граба и кустарников — в подчиненных ярусах на супесях (С — сложные субори, сугрудки, судубравы); на суглинистых и глинистых почвах — дубравы (груды) (D).

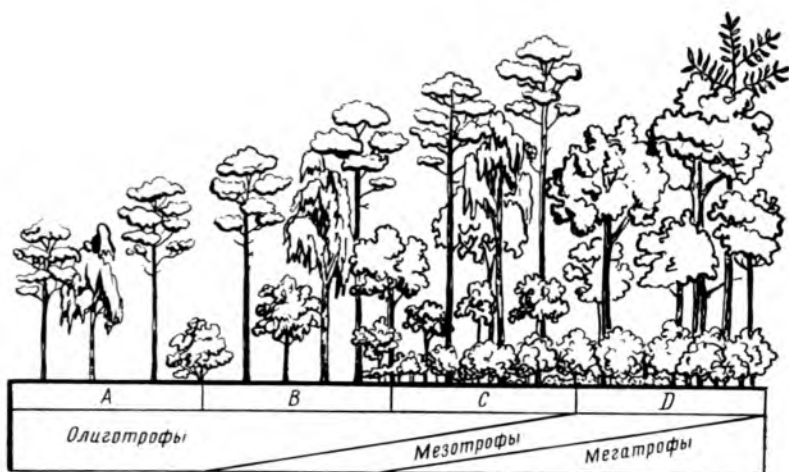


Рис. 44. Схема зависимости состава и производительности коренных насаждений от механического состава почвы в лесостепной зоне европейской части СССР (трофогенный ряд). Слева направо нарастает глинистость почв:

А — боры, В — простые субори, С — сложные субори (судубравы), D — дубравы.

В почвенном покрове звеньев В и С наряду с олиготрофами встречаются мезотрофы, а в звеньях С наряду с мезотрофами произрастают мегатрофы — представители дубрав¹.

Назовем важнейшие индикаторы трофности, характерные для указанного ряда.

Олиготрофы: сосна, береза, зеленые мхи, брусника, черника, вереск, зонтичная грушанка, лекарственная вероника, рабитник и др.

Мезотрофы: дуб, липа, ель, осина, рябина, папоротник орляк, узколистная медуница, лекарственная купена, буквица, дрок, майник, однобокая грушанка и др.

Мегатрофы: ясень, ильмовые, клены, бук, граб, пихта, лещина и многие кустарники; копытень, ясменник, широколистная медуница, сныть, звездчатка, многоцветковая купена, кислица (*Oxalis acetosella*) и др.

В рассматриваемом ряду растения последовательно появляются и исчезают, и это придает ему характер закономерного ряда трофогенного замещения. Представители крайних звеньев ряда — бора и дубравы — встречаются друг с другом в средних (переходных) суборевых звеньях. При таких встречах ярко обнаруживаются как черты экологического сходства, так и различия между растениями — компонентами этого ряда.

Методика сравнительной экологии, частично рассмотренная на примере борового ряда, основывается на анализе фактов наличия или отсутствия растений в отдельных звеньях экологического ряда. Сравнивая экологические ряды и распространение в них отдельных индикаторов, находят специфическое отражение тех или иных факторов среды, устанавливают экологическое сходство и различие между местообитаниями. Например, представленный на рисунке 44 экологический ряд от бора до дубравы, будучи разнородным по почвенному плодородию, может быть пред-

¹ Олиготрофы — растения, наименее требовательные к почве, мезотрофы — средней требовательности, мегатрофы — высокотребовательные (от греческих слов «олиго» — мало, «мезо» — среднее, «мега» — много, «трофос» — пища). В буквальном переводе на русский язык названные термины звучат так: «малоеды», «среднееды» и «многоеды». Греческие термины более удобны, поскольку они лишены (мешающего в данном случае) бытового звучания.

ставлен равноценными по увлажнению местообитаниями. Это имеет место в таком случае, когда ряд составлен из следующих звеньев:

1. Бор-зеленомошник с брусникой (A_2).
2. Суборь зеленомошная с орляком и брусникой (B_2).
3. Сложная суборь с орляком, брусникой, снытью и ясенником (C_2).
4. Дубрава со снытью, ясенником и другими мегатрофами при наличии мезогрофов в I ярусе древостоя (например, дуба) и полном отсутствии их во всех подчиненных ярусах (D_2).

Значок «2» в данном случае означает некоторую среднюю категорию увлажнения, называемую в лесоводстве «свежая». Следовательно, в рассматриваемом ряду существенная разница в трофности сопровождается однородностью требований к влаге. В насаждениях профиля отсутствуют как облигатные ксерофиты, так и облигатные гигрофиты¹, бонитеты соответствуют ряду оптимального для сосны увлажнения, которое она получает на «свежих» (мезофильных) местообитаниях.

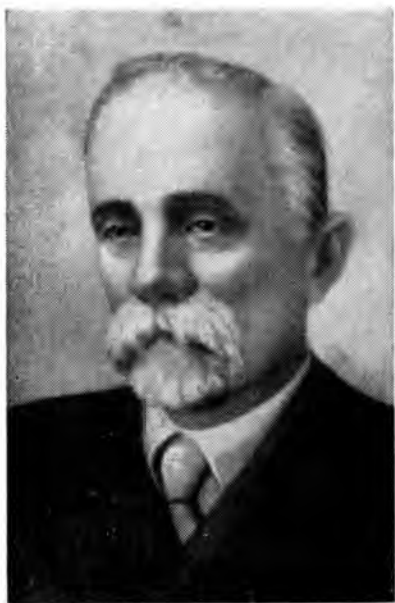
Если же оценивать увлажнение только со стороны почвенно-гидрологических условий, не учитывая растительности и ее индикаторов, то трудно представить равноценность местообитаний по увлажнению. Например, уровень грунтовых вод в направлении от свежего бора к свежей дубраве сильно понижается. Этот факт может говорить о том, что равенство экологического увлажнения осуществляется за счет неравенства почвенно-гидрологических условий. В данном случае равенство экологического увлажнения песка и суглинка осуществляется в природе при условии более высокого стояния уровня грунтовых вод в песках, то есть в почвах менее влагоемких и неспособных подавать воду к корням растений при глубоком ее залегании².

Итак, в рассматриваемом экологическом ряду (рис. 44) в качестве главного фактора выступает механический состав почвы, обуславливающий ее плодородие (трофность) и лесоводственные особенности насаждений. Соотношение песка и глины — важный показатель почвенного плодородия: чем больше глины, включающей коллоидные частицы почвы — основных носителей плодородия, тем плодороднее почва. Камни, хрящ и песок с экологической точки зрения следует рассматривать как фактор, влияющий на почвенное плодородие отрицательно, притом косвенно и пассивно, путем процентного уменьшения («разжижения») глинистой части почвы, ее мелкозема. Своей большой внутренней поверхностью мелкозем обуславливает наиболее полное соприкосновение и взаимодействие всасывающих корешков с входящими в состав почвы минералами, коллоидами, молекулярно дисперсными веществами и ионами.

Отнесение глины к «косвенно действующим факторам» (как это иногда делают) является ошибкой, так как глина не только косвенный источник питательных веществ (которые, прежде чем стать достоянием корешков, сначала должны перейти в почвенный раствор), но и прямой. Корешки способны усваивать питательные вещества твердой фазы при непосредственном соприкосновении с почвенными частицами, как это показано почвоведом и физиологами (А. А. Роде, 1948; Д. А. Сабинин, 1949; Иенни и Оверстрит, 1950).

¹ К облигатным (обязательным) ксерофитам (растениям, приспособившимся к жизни в засушливых местообитаниях) относятся бессмертник, богородская трава, очиток и др.; к облигатным гигрофитам (растениям, приспособившимся к жизни в избыточно увлажненных местообитаниях) — ольха, черника, молиния, кукушкин лен (*Polytrichum commune*), женский папоротник и др.

² В приведенных примерах были рассмотрены простые экологические ряды, где изменения в составе растительности происходят вследствие количественного изменения одного ведущего фактора. Такой выбор рядов сделан для того, чтобы проще и нагляднее иллюстрировать методику сравнительной экологии, а также вышуклее показать специфические черты отдельных факторов среды, их влияния друг на друга и на растительность.



Георгий Николаевич Высоцкий
(19/II 1865—6/IV 1940).

дородия), определившего в конечном счете все черты различия между его звеньями. Кроме того, этот профиль представляет собой экологический ряд последовательно трофогенного замещения в его самом типичном и чистом виде.

«Изотопы» Г. Н. Высоцкого. Г. Н. Высоцкий выдвинул в 1915 г. новый метод изучения влияния климата на состав растительности, основанный на так называемых изотопах. Изотопами Г. Н. Высоцкий называл участки земной поверхности, одинаковые по типам рельефа и материнским горным породам почв. Так, подбирая в каждой климатической зоне высокие, ровные участки плакоров с глинистыми или суглинистыми горными породами и сравнивая их естественную растительность, Г. Н. Высоцкий считал, что наблюдаемая при этом разница в составе и производительности естественных растительных сообществ получается вследствие влияния климатических условий. Ельники — рамени Севера, расположенные на глинисто-подзолистых почвах, при соответствующих им изотопе южной части лесной зоны сменяются елово-широколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах. В лесостепной зоне при том же изотопе находим снытевые дубравы на лесных суглинках, в северной степи — разнотравные степные ассоциации на мощных черноземах, в южной степи — типче-ковыльники на южных черноземах и т. д. (рис. 45).

Оценку климата с помощью изотопов Г. Н. Высоцкого можно провести, беря за основу другие элементы рельефа и горные породы. Метод изотопов можно использовать для изучения влияния эдафических факторов, если уравниваемым (изотопным) сделать климатический фактор. Иными словами, с помощью метода изотопов Г. Н. Высоцкого можно изучать влияние разных местообитаний на состав растительности в одних и тех же климатических условиях.

Идея «изотопов» Г. Н. Высоцкого — один из зачатков сравнительной экологии растений. В принципе они соответствуют современным эдатомам с той разницей, что изотопы Г. Н. Высоцкого имели одну цель — оценить влияние климата и для этого уравнивать, исключить в процессе сравнения влияние эдафических условий. Современная сравнительная экология развивает дальше понятие об изотопах Г. Н. Высоцкого. Эдафические усло-

Одновременно с глинистостью в рассматриваемом ряду (рис. 44) существенное влияние на растительность оказывают также физические свойства почв (связность, структура, водные, воздушные, тепловые и другие свойства), которые разнообразны вследствие различий в механическом составе. Воздействие на почву самого леса также неодинаково вдоль ряда. От бора к дубраве вследствие последовательного нарастания примеси лиственных пород и увеличения их органического опада происходит дополнительное нарастание плодородия почвы.

Ради краткости можно не указывать прочих многочисленных факторов, разнообразящих местообитания в трофогенном ряду. Каждый из них при взаимоотношениях с другими испытывает изменения. Однако, как теперь это ясно, разнообразие данного ряда объяснено как в целом, так и в каждом из его сторон ведущей роли фактора трофности (почвенного пло-

вия, которые Г. Н. Высоцкий уравнивал и исключал, получают оценку своих разных сторон — увлажнения и плодородия — по их количественно-качественным градиациям.

Понятие изотопов Г. Н. Высоцкого близко понятию биологически равноценных местообитаний А. К. Каяндера. Однако Г. Н. Высоцкий не ограничивался простой констатацией равноценности, а шел дальше, используя равноценность (сходство) для объяснения различия типов растительности, в частности типов леса. Кроме того, избирая в качестве изотопов ряд местообитаний самого высокого плодородия (глины и суглинки в условиях среднего для данной климатической зоны увлажнения), Г. Н. Высоцкий тем самым раскрывал влияние климатического фактора на самой богатой эдафической основе. Если бы для сравнений он взял ряд более бедных местообитаний, например песчаных субстратов, то получил бы менее выразительные закономерности. Известно, что во всех климатических зонах (кроме пустыни) пески представлены сосняками, относительно мало разнящимися между собой по составу растительности.

Уравнивая по эдафическим условиям рассматриваемый им климатический ряд, Г. Н. Высоцкий имел в виду равенство материнских пород, но не типов почв. Он поступал так потому, что разнообразие типов почв, как и соответствующих им типов растительности, является продуктом меняющихся в упомянутом ряду климатических условий.

Развитие лесов и местообитаний. Можно было бы продолжить рассмотрение пространственных связей между лесом и условиями его местопроизрастания и на примере пойменных лесов показать ведущую роль геологических факторов, вносящих специфические черты в лесорастительный эффект. Однако, чтобы избежать повторений, сошлемся на третью часть книги, где изложено большое количество относящихся сюда примеров (гл. 20).

Еще более многосторонними представляются формы взаимодействия леса и его среды, если рассматривать их в историческом разрезе. Они обна-

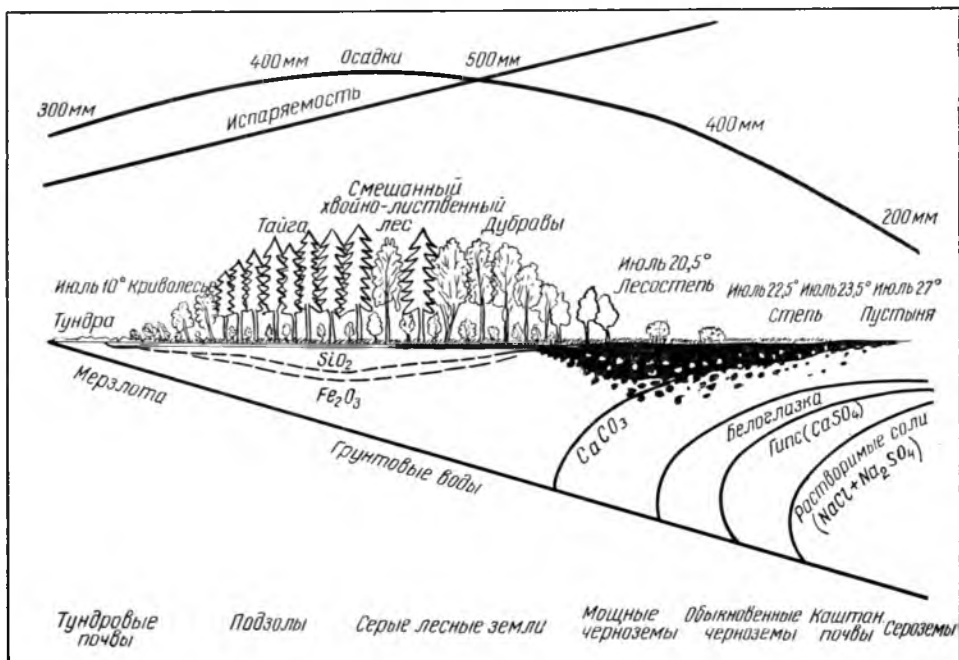


Рис. 45. Схематический зонально-географический профоиль через европейскую часть СССР с северо-запада на юго-восток по изотопам (Г. Н. Высоцкий). Каждый элемент профиля представляет плакорные условия и почвообразование на суглинистых породах.

руживают такие стороны, которые при плоском пространственном (логическом) рассмотрении трудно выявить и объяснить.

В течение геологических эпох менялись гидротермические условия, определявшие разнообразие состава и производительности лесов. В позднейшее время особенно важное значение приобретают биотические факторы и деятельность человека. В процессе исторических смен состава лесов на отдельных этапах в качестве ведущего фактора может выступать каждый из перечисленных выше экологических факторов, давая представление о его влиянии на лесорастительный эффект. Сюда относятся смены состава леса под влиянием климатических и почвенных изменений, колебаний уровня грунтовых вод, пожаров, рубок, пастбы скота, массового размножения вредных насекомых и болезней, а также изменений, происходящих в процессе борьбы за существование между составляющими лес древесными породами и их воздействия на климат и почву.

Пространственно-географические ряды типов леса и местообитаний (гигрогенные, трофогенные, климатогенные и др.) исторически повторяют те этапы развития лесов, которые были пройдены ими в историческом развитии. Так, грабовые дубравы Полесья, прежде чем превратиться в дубравы, в своем развитии проходили последовательно стадии бора, простой, а затем сложной суборы.

На отложенной ледником валунной глине (морене) почва отсутствовала, и плодородие субстрата в исходный момент было ничтожным, близким к плодородию кварцевых песков. Только с течением времени под влиянием первоначально сформировавшихся боровых (березовых и сосновых) насаждений развивались почвы и нарастало их плодородие. Появлялись лиственные породы — дуб, клены, липа, граб, ясень, лещина и другие, которые вытесняли сосну и березу. Этот же процесс происходит местами и в настоящее время на склонах, где после уничтожения леса эрозией обнажены лессы, валунные глины и другие геологические породы.

Проф. Е. В. Алексеев («Временно-случайные формы типов насаждений», 1916) описал многочисленные случаи смены пород, наблюдавшиеся им в Волынской и Киевской губерниях, когда после рубки грабовых дубрав на обнаженных эрозией глинистых материнских породах первоначально поселялись сосна и береза (сосна, если близко находились сосновые насаждения) и почвенный покров образовался из боровых видов. По его наблюдениям, для восстановления ранее существовавших стадий почвенного плодородия в этих условиях требуется 100—200 лет.

Следовательно, экологический ряд трофогенного замещения (рис. 44) является иллюстрацией как пространственных взаимоотношений, так и стадий развития леса и почвенного плодородия (трофности) в их тесной связи и исторической последовательности. Этот же вывод можно отнести и к гигрогенному боровому ряду (см. рис. 43), который также отражает исторические стадии перехода сухих ксерофильных боров в свежие, что происходит благодаря накоплению в песке органического вещества, образованию тонких железистых прослоек, задерживающих нисходящий ток почвенной влаги (И. В. Тюрин, 1922). Процессы смены типов леса при заболачивании объясняются в значительной степени развитием торфянистой лесной подстилки и ростом поселяющихся на ней кукушкина льна и сфагнома.

История смены ландшафтов европейской части СССР в ледниковый и послеледниковый периоды показывает, что и пространственный ряд климатогенного замещения является рядом исторических стадий развития, сменявших друг друга в процессе взаимодействия климата и растительности. При этом противоречие между растительностью и средой выступало в качестве наиболее общего внутреннего противоречия, непрерывно выводило систему растительности и среды из равновесия, заставляя ее в благоприятных почвенно-климатических условиях переходить от простых форм к формам более сложным и совершенным.

Эдафическая сетка. Как показал Е. В. Алексеев (1925), в основу классификации лесов должны быть положены эдафические факторы, обуславливающие местное разнообразие лесов. И это тем более необходимо, что эдафически однородные местообитания имеют в соседних климатических областях близкий лесорастительный эффект. О большом влиянии климатических факторов на состав и производительность лесов можно судить лишь при рассмотрении их в широких географических масштабах. Кроме того, специфическое влияние климата становится понятным в результате сложных отвлечений от эдафических черт в лесорастительном эффекте, как это показал Г. Н. Высоцкий в его идее «изотопов».

Для выяснения связей между признаками лесов и древостоев, с одной стороны, и почвенными условиями — с другой, лесоводы применяют так называемую эдафическую сетку. Ее строят с целью выяснить, 1) какие изменения в составе и продуктивности леса вызваны увлажнением, а какие плодородием почвы и 2) сколь велико в количественном отношении влияние каждого из этих факторов.

Выше было отмечено, что ряд участков леса, расположенных по количественным степеням трофности, называется трофогенным, то есть порожденным различиями в количестве питательных веществ почвы. Отдельные члены этого ряда (А, В, С, D) называются трофотопами. Трофотопы — участки леса, местообитания которых имеют одинаковое или неразлично близкое в своих пределах почвенное плодородие, отличающееся от соседних на одну градацию. Соответственно этому ряды участков леса, расположенные по количественным степеням увлажнения, называются гигрогенными. Отдельные члены гигрогенного ряда — 0, 1, 2, 3, 4, 5 — называются гигротопами. Гигротопы — участки леса, местообитания которых характеризуются увлажнением, одинаковым в своих пределах и отличающимся от соседних на одну градацию.

Классификация предполагает, что каждый участок леса является одновременно и трофо- и гигротопом. По существу эти две классификационные единицы — две стороны одного и того же местообитания — эдатопа, под которым разумеют лесные участки одинаковых эдафических (почвенно-грунтовых) условий. Следовательно, представленная на рисунке 46 двумерная классификационная система является «эдафической сеткой», или «сеткой эдатов». Отдельная классификационная единица — эдатоц, например В₂, представляет собой единство трофотоп «В» и гигротоп «2». Классификация дает масштаб для оценки почвенного (эдафического) плодородия местообитаний по составу биоценоза, по его растительным индикаторам. Главный критерий для отнесения данного участка леса к тому или иному эдатоцу — растительность.

Ряды увлажнения и трофности были рассмотрены выше. Если на эдафическую сетку нанести боровой ряд, он займет ее первый вертикальный столбец «А». Приведенный ряд трофогенного замещения свежих по увлажнению местообитаний расположится в горизонтальном ряду эдафической сетки под цифрой «2». Все остальные ее места могут быть заполнены на основе фактического материала с помощью интер- и экстраполяции.

В основе эдафической сетки лежат закономерные явления перехода количественных изменений в качественные и порождение новыми качествами новых количественных изменений. Эти переходы были показаны на примере борового ряда и ряда трофогенного замещения. Закон единства организмов и среды дает право и требует рассматривать растительные сообщества и их местообитания неразрывно, как одно целостное явление. Нарастание количества минеральной пищи в трофогенных рядах и влаги в гигрогенных рядах вызывает многочисленные качественные переходы — появление и исчезновение видов растений в древесном и кустарниковом

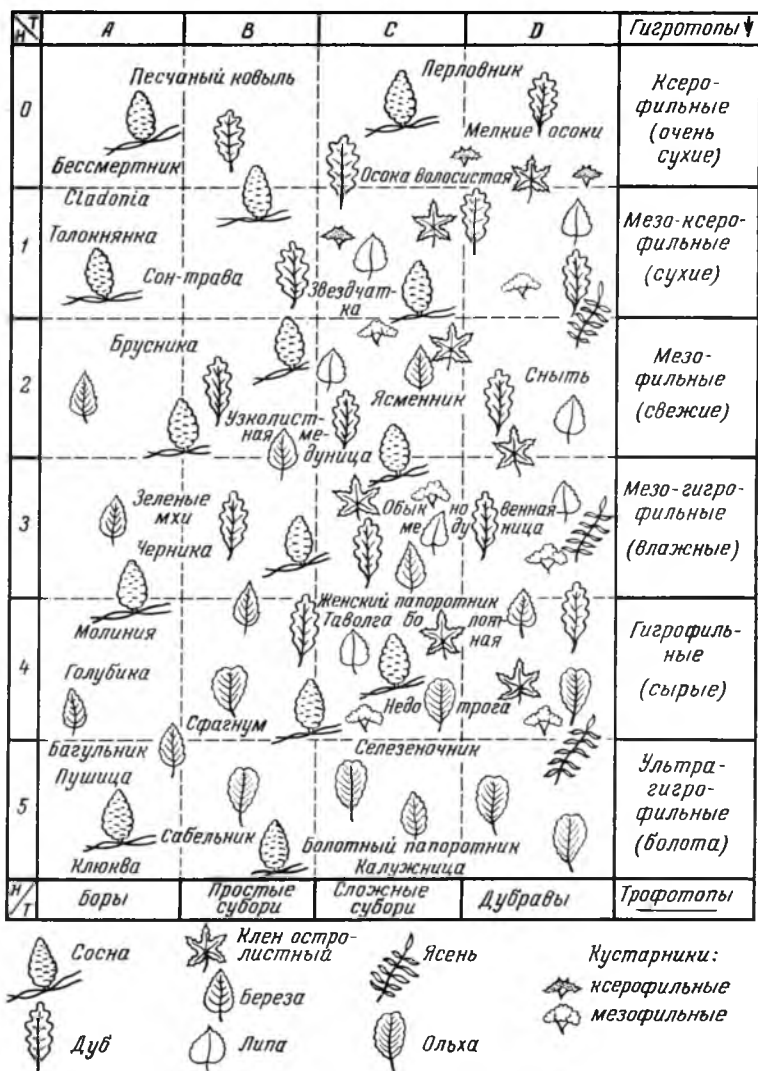


Рис. 46. Эдафическая сетка (классификационная схема) почвенных местообитаний. Нанесены условные знаки древесных пород и названия более распространенных представителей напочвенного покрова в соответствии с грациями плодородия и увлажнения почв. Географические районы, представленные сеткой, — лесостепная зона европейской части СССР, украинско-белорусское и другие полесья.

ярусах, в травяном, моховом и лишайниковом покрове. Кроме того, переходы количества в качество свойственны структуре и продуктивности древостоев.

Мы уже отмечали, что эдафическая сетка как координатная система служит для иллюстрации влияния на растительность количественных граций двух основных качеств эдафической среды — воды и минеральной пищи. На эдафическую сетку могут быть нанесены показатели, отражающие качественные особенности состава растительности (рис. 47) и количественные ее особенности — растительная продукция, бонитеты древесных пород и т. п. (рис. 49 и 50). Такой прием помогает установить связи между функционально изменяющимися элементами растительности и среды, объяснить их причины.

Растения — экологические индикаторы. Иногда считают, что самым лучшим индикатором местообитания является биоценоз как целое и что

отдельные признаки ценоза, отдельные растения уступают в этом отношении целому, то есть ценозу. Но на самом деле все обстоит иначе: наиболее глубокую и разностороннюю оценку местообитания получают тогда, когда исходят из отдельных признаков ценоза, расчлениают ценоз на части и рассматривают каждую часть в отдельности. Насаждение как целое сплошь и рядом затушевывает для исследователя многие существенные стороны среды — местообитания. Зачастую оно стирает внешние проявления важных сторон местообитания, и оценка их становится сложной и трудной.

Так, под сомкнутыми пихтовыми, буковыми и еловыми насаждениями вследствие недостатка освещения живой напочвенный покров очень часто исчезает. В таких случаях перед нами «мертвопокровные» ценозы, которые носят в случае бучин латинское название *Fagetum nudum*, что означает «голый бучинник»¹. В грабниках на суборевых почвах исчезают орляк, ракатник, дрок и другие светолюбивые спутники сосны — великолепные индикаторы этих почв. В одних случаях насаждение (ценоз) устраняет ценные признаки местообитания, в других, наоборот, может способствовать появлению таких признаков, по которым без глубокого понимания причин, обуславливающих их появление, нетрудно впасть в ошибку, составить ошибочное представление о существенных особенностях местообитания. Например, на богатых почвах лесостепных дубрав под сомкнутым пологом сосновых и еловых посадок появляются спут-

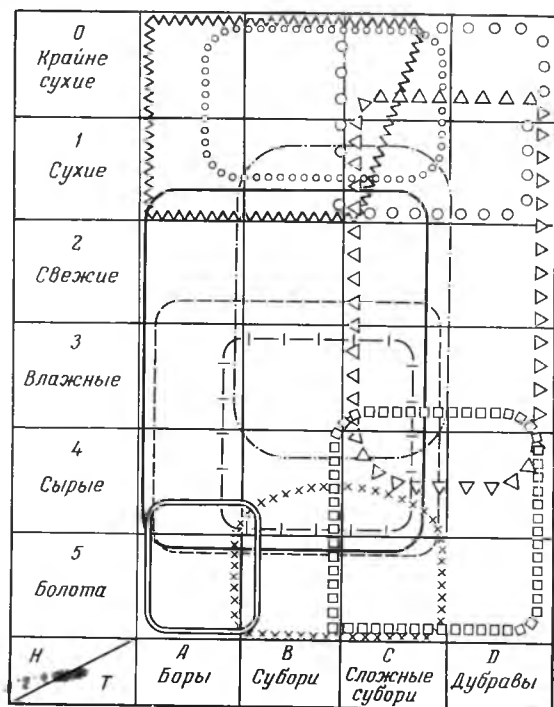


Рис. 47. Экологические фигуры важнейших индикаторов из травяного, мохового и лишайникового покрова.

- ~~~~~ Олиготрофные ксерофиты: *Cladonia*, *Cetraria*, *Thymus serpyllum*, *Helichrysum arenarium*, *Sedum acre*, *Polytrichum piliferum*, *Arctostaphylos uva ursi*.
- Олиготрофные мезофиты: *Vaccinium vitis idaea*, *Polytrichum juniperinum*, *Pleurozium Schreberi*, *Dicranum undulatum*.
- - - - - Олиготрофные мезо-гигрофиты: *Vaccinium Myrtillus*, *Molinia coerulea*, *Polytrichum commune*, *Nardus stricta*.
- ===== Олиготрофные гигрофиты: *Oxycoccus palustris*, *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre*, *Andromeda polifolia*, виды *Eriophorum*, *Carex lasiocarpa* (на фоне сфагнома).
- ○ ○ ○ ○ Мезотрофные ксерофиты: *Koeleria glauca*, *Stipa Johannis*, *Kochia arenaria*, *Potentilla arenaria*, *Festuca sulcata*, *Sedum maximum*.
- . - . - . Мезотрофные мезофиты: *Pteridium aquilinum*, *Genista tinctoria*, *Pirola secunda*, *P. rotundifolia*, *Campanula persicifolia*, *Majanthemum bifolium*.
- | - | - | Мезотрофные мезо-гигрофиты: *Lysimachia vulgaris*, *Potentilla tormentilla*, *Dryopteris euspinnulosa*.
- × × × × × Мезотрофные гигрофиты: *Calla palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Peucedanum palustre*, *Comarum palustre*, *Calamagrostis lanceolata*, *Dryopteris thelypteris*.
- ○ ○ ○ ○ Мезотрофные ксерофиты: *Carex michelli*, *C. pediformis*, *Melica picta*, *Viola hirta*, *Galium rubioides*, *Lythospermum purpureo-coeruleum*.
- △ △ △ △ △ Мезотрофные мезофиты: *Asarum europaeum*, *Sanicula europaea*, *Stellaria holostea*, *Asperula odorata*, *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria officinalis*, *Dryopteris filix mas*.
- □ □ □ □ Мезотрофные гигрофиты: *Athyrium Filix femina*, *Ranunculus repens*, *Filipendula ulmaria*, *Impatiens noli tangere*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Caltha palustris*.

¹ Иногда бучинник называют «букняком» — термин исключительной сырости, в котором звук к перед н, принадлежащий суффиксу, вопреки законам языка, еще не перешел в ч.

ники сосны — зеленые мхи и грушанки, но это свидетельствует лишь о качестве подстилки, но не о плодородии почвы.

Чтобы пользоваться индикаторами, необходимо знать их экологию. Каждый растительный вид и экотип представляет собой сложное единство, реагирующее на все стороны местообитания. Индикаторная ценность одного и того же вида растения может меняться как объективно, то есть в зависимости от его поведения, так и субъективно, в зависимости от того, чем в данный момент интересуются.

Самыми важными лесными индикаторами, по которым можно наиболее обобщенно, синтетически судить о климате, плодородии и увлажнении почв, являются древесные породы. Сосна сопутствует бедным, ясень — богатым почвам; кедр и лиственница свидетельствуют о холодном климате, черная ольха — о влажных и заболоченных почвах и т. д.

Однако древесные индикаторы не очень чувствительны по отношению ко многим особенностям среды и особенно к их малым градиентам. Наиболее чувствительны представители живого напочвенного покрова. В некоторых случаях они дают весьма ценные указания, стоящие на более высоком уровне, чем даже индикаторная ценность древесных пород. Так, при смене бука и граба светолюбивыми породами (например, березой и осинкой) в покрове появляется большое количество травянистых видов и, следовательно, увеличивается возможность точнее оценивать экологические особенности местообитания. Если же растения напочвенного покрова реагируют на несущественные изменения местообитания коренными изменениями в своем составе, ценность их снижается. В последнем случае эти растения можно использовать лишь для оценки менее существенных изменений, зачастую вполне наглядных и очевидных. Например, появление светолюбивых видов напочвенного покрова при изреживании насаждения указывает на увеличение освещенности почвы, но степень освещенности может быть установлена и без использования индикаторов.

Индикаторами в фитоэкологии называют не только растительные виды (древесные породы всех ярусов насаждения, кустарники, травянистые, моховые и лишайниковые представители живого напочвенного покрова), но и характерные в экологическом отношении их свойства: наличие или отсутствие их в составе ценоза и его ярусов, обилие, встречаемость, производительность, степень развития, жизненность, возобновляемость, ход сукцессий и т. д. Например, отсутствие сосны в естественных коренных насаждениях является одним из ценных индикаторов дубрав, подобно тому как и отсутствие дуба считается хорошим индикатором боров. Появление белоуса на вырубках — характерный признак влажных и сырых типов леса борового и суборового рядов, появление овсяницы (типчака) — свежего ряда тех же типов и т. д. И все же древесные породы, их

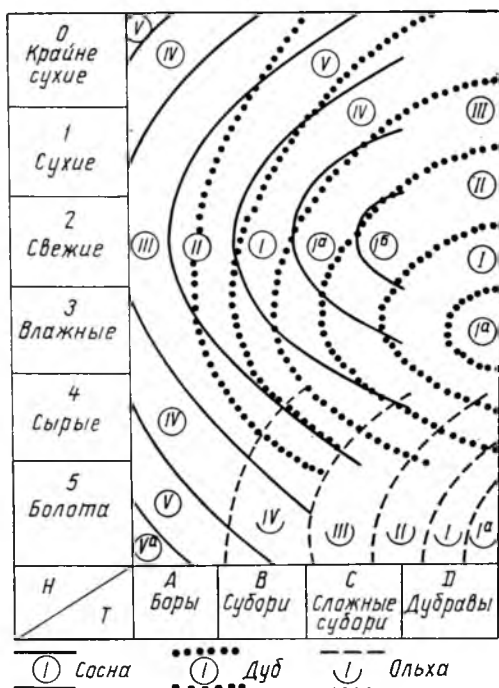


Рис. 49. Изобонитеты взрослых (стоletних) насаждений сосны, дуба и ольхи в Полесье и лесостепи. Кривые соответствуют границам между классами бонитетов. Составлено на основе лесоустроительных материалов.

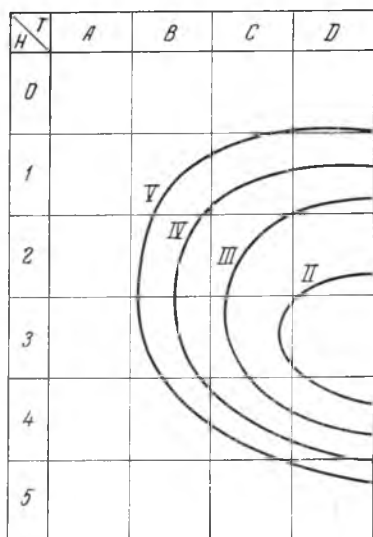
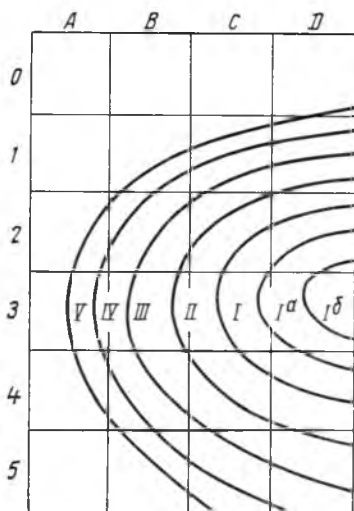


Рис. 50. Слева — изобонитеты ельников в центральной полосе лесной зоны европейской части СССР, по данным Д. В. Воробьева, П. П. Коженикова и др. (линии в пределах сухого ряда (I) и эдапов D₂ и D₃ нанесены путем экстраполяции). Справа — изобонитеты кедровников Дальнего Востока, по Е. Д. Солодухину (1965).

наличие или отсутствие, бонитет, возобновляемость, различные особенности биологии и экологии являются самыми разносторонними и точными измерителями среды.

Техническая сторона методики сравнительной экологии заключается в составлении экологических рядов, представляющих собой ряды древостоев-ценозов, расположенные по признакам нарастания или убывания показателей какого-либо одного ведущего экологического фактора. Основанием для построения экологических рядов является профиль через лесной массив. Вдоль профиля производят съемку рельефа и подробное таксационное описание насаждений. Затем профиль обобщают таким образом, чтобы каждый тип ценоза был представлен только один раз и занимал свое место по количеству главного ведущего фактора среды в этом профиле. Внешние признаки местообитания (рельеф, гидрография и т. д.) в данном случае могут служить лишь корректирующей поддержкой. В результате получают экологический ряд, в котором могут быть поставлены по соседству типы леса, территориально отдаленные, имеющие местообитания, но сходные по внешним признакам, но близкие по экологии их растительности. Примеры экологических рядов показаны на рисунках 43, 44, 45.

Следующим техническим приемом сравнительной экологии является составление индикаторных спектров, представляющих собой перечень растений с характеристикой их обилия, а при необходимости — мощности развития, жизненности и других особенностей. Для древесных пород указывают долю их участия в составе насаждения, бонитет и по мере надобности другие лесоводственные и биологические признаки. Индикаторные спектры составляют для каждого экологического ряда по каждому ведущему фактору в отдельности: по трофности, увлажнению, тепловым условиям, освещению, степени влияния пастбы скота и т. д. (табл. 10).

В качестве основы для составления экологического ряда типологического профиля иногда используют внешние признаки местообитания. При этом насаждениям отводят лишь корректирующую, сопутствующую роль. Сюда относятся, например, геоморфологический профиль через речную

**Сравнительноэкологический (индикаторный) спектр плодородия
местообитаний Пенязевичского лесничества Киевской области**

Экологическая группа	№ п/п	Растение	Звено экологического ряда		
			1	2	3
Олиготрофы	1	<i>Calluna vulgaris</i> Salisb.	1	—	—
	2	<i>Pleurozium Schreberi</i> Willd.	5	2	—
	3	<i>Dicranum undulatum</i> Ehrh.	4	0	—
	4	<i>Chimaphila umbellata</i> L. Nutt.	0	—	—
	5	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	0	2	—
	6	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	3	2	0
	7	<i>V. myrtillus</i> L.	(0)	(0)	1
	8	<i>Peucedanum oreoselinum</i> Moench.	2	1	0
	9	<i>Anemone patens</i> L.	2	—	—
	10	<i>Cytisus nigricans</i> L.	1	1	—
	11	<i>Fragaria vesca</i> L.	0	—	0
	12	<i>Pirola secunda</i> L.	0	—	0
	13	<i>Calamagrostis epigeios</i> Roth.	0	1	0
	14	<i>Pinus silvestris</i> L.	II	I	I
	15	<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	II	II	I
Мезотрофы	16	<i>Genista tinctoria</i> L.	0	I	0
	17	<i>Luzula pallescens</i> Willd.	0	2	—
	18	<i>Solidago virga aurea</i> L.	0	1	0
	19	<i>Polygonatum officinale</i> All.	—	2	—
	20	<i>Rubus saxatilis</i> L.	—	1	—
	21	<i>Potentilla alba</i> L.	—	1	—
	22	<i>Geranium sanguineum</i> L.	—	0	—
	23	<i>Anthericum ramosum</i> L.	—	1	—
	24	<i>Convallaria majalis</i> L.	—	2	0
	25	<i>Pteridium aquilinum</i> Gleditsch.	—	2	1
	26	<i>Betonica officinalis</i> L.	—	1	0
	27	<i>Trifolium alpestre</i> L.	—	1	—
	28	<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.	—	0	—
	29	<i>Luzula pilosa</i> Willd.	—	0	1
	30	<i>Carex digitata</i> L.	—	0	1
	31	<i>Ajuga reptans</i> L.	—	0	0
	32	<i>Majanthemum bifolium</i> D.C.	—	0	2
	33	<i>Populus tremula</i> L.	—	II	II
	34	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	—	II	II
	35	<i>Quercus robur</i> (pedunculata) L.	—	IV—III	II
Мегатрофы	36	<i>Corylus avellana</i> L.	—	0	3
	37	<i>Tilia cordata</i> Mill.	—	—	IV
	38	<i>Acer platanoides</i> L.	—	—	IV
	39	<i>Carpinus betulus</i> L.	—	—	IV
	40	<i>Stellaria holostea</i> L.	—	—	4
	41	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	—	—	1
	42	<i>Asarum europaeum</i> L.	—	—	0
	43	<i>Viola mirabilis</i> L.	—	—	0
	44	<i>Carex pilosa</i> Scop.	—	—	n
	45	<i>C. silvatica</i> Huds.	—	—	n
		Диагноз трофотопов	A	B	C

Примечание. В скобки взяты показатели тех видов, которые встречаются на микрорельефных элементах, отклоняющихся от средних условий. Обилие указано по шкале Г. Н. Высоцкого; римские цифры характеризуют бонитет.

долину лесостепной зоны, служивший Г. Ф. Морозову основой для классификации лесов этой зоны (рис. 167, стр. 411). Составление индикаторных спектров представляет собой способ дальнейшего углубления в причины, вызвавшие возникновение лесов того или иного состава и продуктивности, оценку плодородия их местообитаний.

При исследовании экологического разнообразия лесов в лесном массиве подыскивают короткий профиль (ряд, комплекс), составленный из всех или большинства встречающихся здесь типов леса. Конкретные профили, более или менее полно совпадающие с экологическими рядами, являются как бы живыми диаграммами. Они дают возможность не только сравнивать отдельные их звенья — типы леса, но и изучать переходы между ними. Эти переходы очень важны, так как по ним удается установить экологическое родство и различие между изучаемыми насаждениями и местообитаниями.

Пример экологического ряда и индикаторных спектров. В качестве примера, иллюстрирующего методику сравнительноэкологического анализа лесных ценозов, рассмотрим экологический ряд Пенязевичского лесничества Малинского лесхоза Киевской области.

Для этого лесничества типичны сосновые и сосново-дубовые насаждения на песчаных почвах. Опуская детальное описание профилей и составляющих их элементов (рельефа, почв, геологических пород и насаждений), отметим лишь, что экологический ряд здесь трехчленный: 1) высокие места с глубокими песчаными почвами заняты чистыми сосняками зеленомошниками-брусничниками II бонитета; 2) на средних частях склонов валунный суглинок, залегающий на глубине 2—3 м; они покрыты сосново-дубовыми насаждениями; 3) наиболее пониженные места, где валунный суглинок залегает на глубине около 1 м, заняты сосново-дубовыми насаждениями, в подчиненных ярусах которых встречаются граб, клен, липа и лещина. Экологические особенности насаждений показаны в приведенных (таблицах 10 и 11) списках растений, составленных как индикаторные спектры: растения расположены по нарастающей требовательности, в первом из них (табл. 10) — к почве, во втором (табл. 11) — к увлажнению.

Выводы о трофности местообитания основываются на том, что в первом участке господствуют олиготрофные растения, во втором — смесь олиготрофов и мезотрофов, в третьем — кроме предшествующих групп, также и мегатрофы. Следовательно (на основе сказанного выше — стр. 114 и 121), первый участок относится к борам (А), второй — к простым суборям (В), а третий — к сложным суборям (С). Нарастание трофности местообитания вызвано в данном случае приближением более плодородного субстрата валунного суглинка к поверхности почвы. Об этом же свидетельствует увеличение в том же направлении бонитетов древесных пород и примеси широколиственных — дуба, липы, клена, граба, лещины.

Рассмотрим на примере таблицы 11 индикаторный спектр увлажнения (гигротопов), где растения того же состава расположены в порядке нарастающего влаголюбия. Чтобы ярче осветить эту сторону, затемненную в известной мере тем, что растения в рассматриваемом экологическом ряду крайне разнообразны по трофности (от вереска до копытня), спектр увлажнения составлен лишь из наиболее многочисленных, встречающихся во всех трех участках представителей олиготрофной и частично мезотрофной групп, опуская растения, менее определенные по отношению к влаге.

Спектр влажности показывает, что данный экологический ряд является также рядом нарастающего увлажнения. В первых двух его звеньях преобладают мезофиты (№ 6—10), а во втором, кроме того, встречаются и мезогигрофиты; следовательно, это брусничные (свежие) сосняки — свежий бор (А₂) и свежая суборь (В₂). В третьем звене встречаются мезогигрофиты (11—15), господствует черника, ввиду чего данный участок следует отнести к влажному гигротопу. Последний вывод подтверждается еще

**Сравнительноэкологический (индикаторный) спектр увлажнения местообитаний
Пенязевичского лесничества Киевской области**

Экологическая группа	№ п/п	Растения	Звено экологического ряда		
			1	2	3
Ксеромезофиты	1	<i>Verbascum lychnitis</i> L.	0	2	—
	2	<i>Polygonatum officinale</i> All.	—	2	—
	3	<i>Luzula pallescens</i> Willd.	0	2	—
	4	<i>Anemone patens</i> L.	1	—	—
	5	<i>Fragaria vesca</i> L.	0	1	—
Мезофиты	6	<i>Calamagrostis epigeios</i> Roth.	0	1	0
	7	<i>Pleurozium Schreberi</i> Willd.	5	2	—
	8	<i>Dicranum undulatum</i> Ehrh.	4	0	—
	9	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	3	2	0
	10	<i>Peucedanum oreoselinum</i> Moench.	2	1	0
Мезогигрофиты	11	<i>Carex digitata</i> Willd.	—	0	1
	12	<i>Luzula pilosa</i> Willd.	—	0	1
	13	<i>Ajuga reptans</i> L.	—	0	1
	14	<i>Majanthemum bifolium</i> D. C.	—	0	2
	15	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	(0)	(0)	2
		Диагноз гигротопов	2(1)	2	3(2)
		» эдатонов	A ₂	B ₂	C ₃

и тем, что третьему участку свойственна весенняя верховодка, образующаяся над мореной (валунной глиной).

Бонитет дуба на третьем участке повышается как вследствие добавочного плодородия почвы, так и дополнительного увлажнения.

Эдафическая сетка как метод изучения экологии древесных пород. Позволяя выяснять и уточнять многие малоизученные стороны леса и его местообитаний, эдафическая классификация может быть использована для изучения экологии древесных пород. Экологические фигуры древесных пород, построенные на эдафической сетке (рис. 47, 49 и 50), дают возможность измерить амплитуду условий роста пород, указать оптимальные для каждой из них условия местопроизрастания. На основе составления экологических фигур установлено, что у многих пород (как, например, у граба, ильма, явора и др.) оптимум роста находится в свежих (мезофильных) местообитаниях, между тем как другие породы, а среди них даже более засухоустойчивые, например дуб, имеют оптимум во влажных местообитаниях. Экологическая фигура ясеня обнаруживает два оптимума — в свежей дубраве (D₂) и в ольсе-логе (D₃). Это указывает на наличие двух экотипов ясеня: суходольного и болотного.

На рисунке 49 представлена диаграмма изобонитетов (линий одинаковой производительности) сосны и дуба в климатических условиях центральной (бассейн Дона) и западной (бассейн Днепра) лесостепи и Украинского и Белорусского Полесья. Изобонитеты помогают выяснить причины и существенные закономерности падения производительности в разные стороны от оптимальных условий роста — оптимум сосны в С₂, оптимум дуба и ели в D₃, черной ольхи в D₅. При этом ясно обнаруживаются и ведущие причины этих изменений.

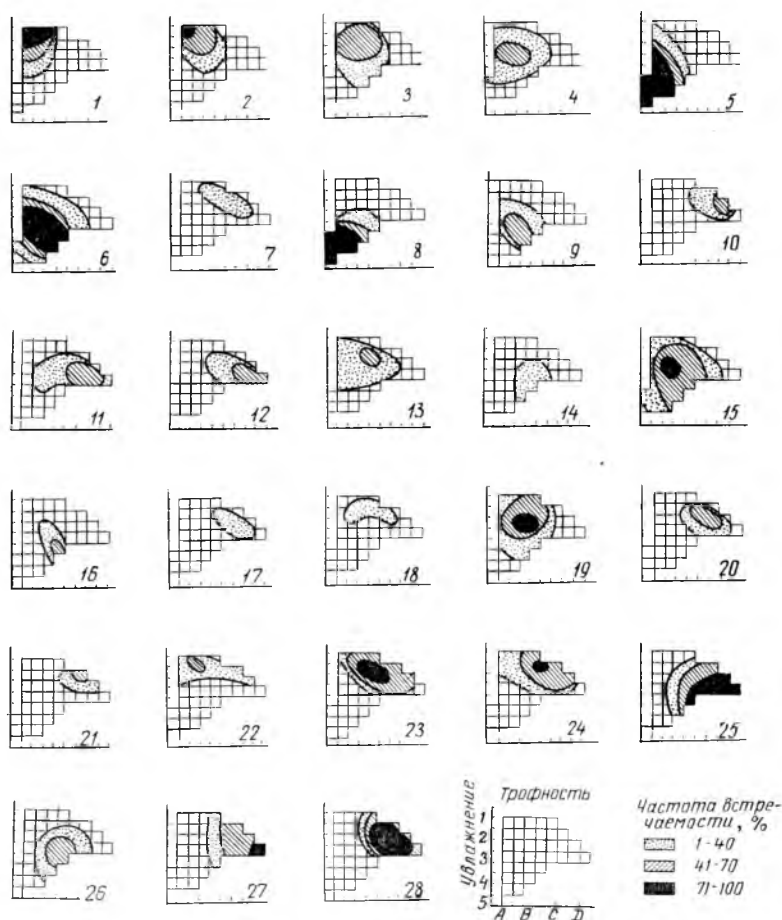


Рис. 51. Сравнительноэкологическая характеристика североамериканских лесных пород на основе эдафической сетки (по И. В. Бекюзису и Г. Л. Гансену, 1960).

1 — *Pinus Banksiana*; 2 — *Pinus resinosa*; 3 — *Pinus strobus*; 4 — *Picea glauca*; 5 — *Picea mariana*; 6 — *Abies balsamea*; 7 — *Juniperus virginiana*; 8 — *Larix laricina*; 9 — *Thuja occidentalis*; 10 — *Celtis occidentalis*; 11 — *Acer saccharum*; 12 — *Acer negundo*; 13 — *Acer rubrum*; 14 — *Betula alleghaniensis*; 15 — *Betula papyrifera*; 16 — *Populus balsamifera*; 17 — *Populus deltoides*; 18 — *Populus grandidentata*; 19 — *Populus tremuloides*; 20 — *Ostrya virginiana*; 21 — *Quercus alba*; 22 — *Quercus ellipsoidalis*; 23 — *Quercus macrocarpa*; 24 — *Quercus rubra*; 25 — *Ulmus americana*; 26 — *Fraxinus nigra*; 27 — *Fraxinus pensylvanica*; 28 — *Tilia americana*.

Так, изменение условий роста в пределах болотного ряда — от сфагно-вых болот к ольховым — идет не вследствие улучшения аэрации почвы, происходящего якобы в результате увеличения проточности грунтовых вод, как это иногда представляют. Оно идет за счет ведущего фактора трофности (количества минеральной пищи), нарастающего в этом направлении от A_5 к D_5 . Доказательством плохой аэрации и низины болот является резкое падение бонитетов у дуба и большинства его спутников в сторону ольховых болот (D_5 и C_5).

Следовательно, сравнением производительности (бонитетов) местобитаний и других его индикаторов на эдафической сетке находят экологическую меру изменений почвенной аэрации, выясняют ее роль в формировании состава и производительности насаждений.

Построением экологических фигур на эдафической сетке выясняют и те стороны происхождения лесов, которые обусловлены ценотическими причинами. Например, там, где бонитеты какой-либо породы резко обрываются, не доходя до нижних пределов бонитировочной шкалы (до IV —

V бонитета), причины этого явления следует видеть в борьбе за существование между породами, а также в тех изменениях в биологии пород, которые резко ослабляют их устойчивость в борьбе с конкурентами у данной границы.

Так, в сторону дубрав резко обрывается эдафическая граница сосны. Это объясняется светолюбием сосны, меньшей ее долговечностью по сравнению с дубом, трудными условиями возобновления сосны при обилии лиственных древесных и травянистых конкурентов на более плодородных дубравных почвах. Немалое значение в данном случае имеет также нарушение обмена веществ у сосны, в результате которого на богатых почвах понижается ее смолопроизводительность. Это уменьшает устойчивость сосны против насекомых-вредителей и грибов. На том же принципе эдафической сетки построена и типологическая классификация земель Л. Г. Раменского, разносторонне разработанная в трудах его учеников геоботаников и луговедов (И. А. Цаценкин, Л. Н. Соболев и др.).

Американские экологи, используя методы эдафической сетки, наносят экологические фигуры на основе частоты встречаемости (фреквенции) изучаемых пород или видов растений. Хотя этот способ менее совершенный, чем нанесение изобонитетов, все же результаты работ на его основе имеют как научный, так и практический интерес. Речь идет об уточнении экологии североамериканских древесных пород, широко интродуцируемых в наших условиях, но во многих случаях нам малоизвестных.

На рисунке 51 приведены экологические фигуры 28 распространенных лесных пород Северной Америки. Они подтверждают установленную в наших условиях олиготрофную и ксерофильную природу банковской и смолистой сосны, большую по сравнению с ними требовательность к почве и влаге у веймутовой сосны, меньшую требовательность к почве американских осин по сравнению с тополями (что вполне отвечает экологическим соотношениям между осинами и тополями нашего полушария). Они указывают на высокую требовательность к почве американского ильма, ясеня и липы, равную требовательности аналогичных пород наших лесов. Большой интерес представляет характеристика бумажной березы как полного аналога нашей бородавчатой березы. Но в то же время экологические фигуры других американских древесных пород свидетельствуют о значительных отклонениях от их евразийских аналогов. Так, белая ель (*Picea glauca*) является мезофитом, а черная (*Picea mariana*) — гигрофитом; к гигрофитам относятся американская лиственница (*Larix laricina*) и западная туя. Крупноплодный и красный дубы ксерофильные мезотрофы. На основе эдафической сетки уточнена также экология многочисленных кустарников североамериканских лесов (И. В. Бэкюзис и Г. Л. Гансен, 1962).

ГЛАВА

7

СВЕТ (географическое распределение освещения и его влияние на формирование лесной растительности)

Прямая и рассеянная радиация. Свет имеет важнейшее значение для фотосинтеза — процесса образования растением сложных органических соединений из двуокси углерода и воды. К. А. Тимирязев установил, что в фотосинтезе решающую роль играют тепловые лучи — красные, оранжевые и желтые, в меньшей степени — зеленые. Лучи правой части спектра — фиолетовые, синие и голубые — играют роль в процессах роста. Солнечный свет влияет на транспирацию и ряд других физиологических процессов.

Полог леса в полуденные часы летом в средних широтах получает радиацию около 1—0,9 килокалории на 1 см² в минуту. Из этого количества

расходуется на транспирацию и испарение около 0,5—0,7 калории, 0,2—0,3 калории уходит на турбулентный теплообмен в атмосфере, 0,02—0,04 калории — на теплообмен в почве и всего 0,01—0,02 калории (то есть 1—2% всей поступающей энергии солнца) на фотосинтез (Ю. Л. Раунер, 1962).

Фактор освещения тесно связан с фактором тепла, поэтому он может измеряться не только в люксах, но и в калориях. Однако тесная связь между ними не исключает возможности оценить лесообразующую роль каждого из них в отдельности.

Различают прямое солнечное освещение (прямую радиацию), исходящее непосредственно от солнца, и рассеянное (диффузное), поступающее на землю от небосвода. Растительный мир хорошо приспособлен к рассеянному освещению. Что же касается прямой радиации, то по отношению к ней растения вырабатывают разные защитные приспособления, умеряющие ее влияние: изменение наклона плоскости листьев по отношению к прямым солнечным лучам, волосистой покров, взаимное затенение листьев на прямом свету, усиление транспирации для снижения температуры листьев и т. д.

При небольшой облачности летом в полуденные часы в средних широтах на открытых местах радиация составляет 100—150 тыс. люксов. Однако максимальная продуктивность фотосинтеза у аборигенных древесных пород в этих условиях соответствует напряжению 40—50 тыс. люксов (С. Ш. Читашвили, 1966). Под густым пологом дубравы напряжение падает в солнечный полдень до 1000—2000 люксов, а на уровне травяного покрова под густым подлеском — еще ниже. При изреживании лесного полога освещенность возрастает: в окнах полога до 1500 люксов, на прогалинах до 3000, на полянах до тех же величин, что и в поле.

Рассеянная радиация в ясные дни составляет от $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{8}$ суммарной радиации; в дни сплошной облачности она равняется суммарной радиации. В ясные дни наибольшее количество рассеянных лучей приходит из зенита; если принять это последнее за 100, приход рассеянного света с востока составит 37%, с юга — 40%, с запада — 36%, с севера — 15%. В пасмурные дни в среднем со всех сторон горизонта приходит около 38% рассеянной радиации из зенита.

При некоторой средней высоте стояния солнца над горизонтом часть суммарной радиации теряется в результате рассеивания в атмосфере: на высоких горах — около $\frac{1}{5}$, на равнине — около $\frac{1}{2}$. При более низком стоянии солнца, значительной облачности, влажном и запыленном воздухе потеря на рассеивание в атмосфере значительно возрастает. Ниже 1000 м высоты над уровнем моря запыленность атмосферы имеет немалое значение в формировании значительной разницы между климатом гор и равнин.

Интенсивность прямой радиации зависит от высоты солнца над горизонтом. По измерениям Э. Рюбеля и И. Визнера, интенсивность радиации на высоте 2300 м над уровнем моря при высоте солнца 16° была такой же, как и на высоте 200 м при высоте солнца 57° . На равнине при высоте солнца 18° интенсивность прямой радиации равняется нулю.

Значительные различия в световом климате свойственны широтным зонам. Поскольку при увеличении географической широты местности высота солнца над горизонтом снижается, одновременно падает прямая и нарастает рассеянная радиация. Увеличение длины дня к северу в известной мере компенсирует недостаток в освещении, возникающий от низкого стояния солнца. Поэтому нельзя считать северные широты бедными суммарной радиацией. Исследования фотосинтеза показали, что вплоть до 80° северной широты освещения достаточно для накопления примерно такого же количества органических веществ, как и в средних широтах. На Крайнем Севере недостает тепла, вегетационный период продолжается всего $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ месяца, поэтому и продуктивность растений там незначительная.

Для характеристики климата с точки зрения лесной экологии имеет значение годовое количество часов солнечного сияния, колеблющееся в пре-

делах нашей страны от 1500 в лесной зоне до 3000 в Средней Азии. С поднятием в горы в летнее время уменьшается число солнечных дней. В зимний же период в горных условиях, особенно над обширными горными котловинами и плато, число солнечных дней возрастает.

Рельеф и освещенность. Освещенность претерпевает значительные изменения от типа рельефа. Вообще экспозиция склона оказывает большое влияние на суммарное освещение и на режим в течение дня и сезонов года. В умеренных широтах на склоны северной экспозиции в течение всего года солнечной радиации приходится меньше, чем на горизонтальную поверхность, а на южные — больше, причем зимой разница между ними больше, чем летом. Дело в том, что зимой, когда солнце стоит низко над горизонтом, на крутые южные склоны радиации приходится в несколько раз больше, чем на пологие, а на крутых северных склонах радиация отсутствует. Летом, напротив, величина радиации на крутых южных склонах уменьшается, так как в полуденное время солнечные лучи падают на их поверхность под острым углом. На широте 50° на южные склоны крутизной 45° прямой солнечной радиации в летнее время приходится вдвое меньше, чем на горизонтальную площадь.

Летом северные склоны освещаются солнцем продолжительнее. До крутизны 40° они освещены так же долго, как и горизонтальная плоскость. Кроме того, и северо-восточные склоны до крутизны 20° летом освещены солнцем длительнее, чем южные склоны (Г. Юнгганс, 1966).

Старое представление о том, что лучшие условия для фотосинтеза создаются в наиболее освещенной части кроны, подвергается пересмотру. Г. Нойвирт (1967) показал, что интенсивность фотосинтеза (его продукция на единицу веса листьев) нарастает от 1-го до 5-го класса по Крафту. Если господствующие деревья дают большую продукцию фотосинтеза, то лишь за счет их большой листовой массы. Нойвирт объясняет это тем, что для незатененных листьев древесных пород наших лесов 20—35 тыс. люксов — оптимальное количество света, а в пределах между 7 и 15 тыс. достигается $\frac{3}{4}$ максимальной продукции фотосинтеза. Кроме того, он указывает, что вершина кроны, подверженная прямому облучению и действию ветра, чаще испытывает дефицит влаги, и это также снижает ее ассимиляционную активность. В лучших условиях с этой стороны находятся кроны деревьев 2-го и 3-го классов роста, и их продукция на единицу занимаемой ими площади максимальная.

Классификация типов освещения и использование света деревьями. Лесовод-ботаник И. Визнер (1907) создал классификацию типов освещения в условиях лесного биоценоза. Он различал следующие виды освещения:

- 1) **в е р х н е е** — падающее сверху на кроны и листья растений;
- 2) **б о к о в о е** — падающее косо или горизонтально на вертикальную площадь, например на опушечные деревья, на их кроны и стволы. Источником бокового освещения могут быть солнце, небо или свет, отраженный от соседних деревьев, от стен домов и скал; вследствие одностороннего (бокового) освещения деревья на опушках и на крутых горных склонах имеют одностороннюю крону;
- 3) **с к в о з н о е** — представляющее собой лучи, проникающие внутрь леса сверху через кроны, листья и просветы между ними (верхнее сквозное) или от лесной опушки, или от узкой, сквозистой «кулисы», состоящей из старых деревьев (сквозное — боковое). Сквозное освещение является профильтрованным через промежутки между листьями, ветвями и стволами древостоя, но его бывает достаточно для подраста теневыносливых пород;
- 4) **н и ж н е е** — отраженное от поверхности почвы или воды.

Нами было определено количество света селеновым фотометром в ясные солнечные дни середины июля 1938 г. в 60-летних сосняках Боярского лесничества и в 100-летних дубравах Черного леса разной полноты (табл. 12).

Освещение в сосновом и дубовом лесу (в % полного освещения в поле)

Тип освещения	Сосновый лес			Дубовый лес		
	10 часов	13 часов	16 часов	10 часов	13 часов	16 часов
Верхнее (поле)	100	100	100	100	100	100
Боковое (стены леса, обращенные на восток)	52	65	45	38	28	17
Сквозное (кулиса)	34	39	25	22	30	18
Нижнее	4	8	3	2	5	2

Измерения фитоактинометром Л. А. Иванова, дающим цифры, более близкие к тем, которые характерны для поглощения света листьями, показали, что на открытом месте из поступающей рассеянной радиации на долю «физиологических лучей» приходится около $\frac{1}{2}$, в сосновом лесу — около $\frac{1}{3}$, в дубовом — около $\frac{1}{10}$ общей радиации.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что самое сильное освещение — верхнее. Оно, а также и боковое освещение более всего зависит от высоты стояния солнца. Для бокового освещения имеет значение также сторона горизонта, причем интенсивность его на стороне, обращенной к солнцу, в 5—8 раз выше, чем на затененной. Однако в пасмурные дни разница становится незначительной.

Соотношение между боковым и верхним освещением меняется в зависимости от географической широты: на севере оно составляет 1 : 2, в средних широтах — 1 : 4. Исследования Л. Бюлера (1898) показали, что деревья, растущие на просторе, получают все виды освещения. Дерево под пологом леса лишено верхнего освещения, что сильно снижает его рост. Среднее по освещению место занимает дерево, растущее в сомкнутом древостое среди плотного окружения соседей. Оно пользуется верхним освещением, частично нижним и почти не имеет бокового. Лучшее боковое освещение — восточное и южное, наименее интенсивное боковое освещение — северное.

Рассмотренные типы освещения практически важны для лесовода в процессе осуществления мероприятий по естественному возобновлению. Так, большинство теневыносливых пород — ель, бук, пихта и др. — превосходно возобновляется при наличии бокового или сквозного освещения; для большинства же светолюбивых пород необходимо верхнее освещение или сочетание его с боковым и сквозным. Верхнее освещение способствует образованию густой листвы и ветвей, направленных вертикально или косо-вертикально. В верхней части кроны, где господствует этот вид освещения, формируются наиболее продуктивные световые листья, богатые хлорофиллом, более толстые (кожистые), способные использовать прямую радиацию и выдерживать значительный перегрев. Остальные виды освещения способствуют: 1) более редкому облиствению, 2) горизонтальному росту ветвей, 3) особому мозаичному, «экономному» в отношении использования освещения взаиморасположению листьев в одной плоскости, без наложения их друг на друга, 4) образованию теневых листьев, тонких и нежных. Сильно затененный подрост под влиянием преобладающего бокового освещения приобретает зонтикообразную форму, так как развивает главным образом боковые побеги.

Спектральный состав радиации и его изменение под пологом разных насаждений изучены недостаточно; имеющиеся данные противоречивы. Известно, что в горах больше прямой ультрафиолетовой радиации, чем на равнине.

Г. Лյондегорд (1949) показал, что коэффициент соотношения между красно-желтой и сине-фиолетовой частью спектра изменяется следующим образом: при ясной погоде в поле он колеблется между 0,74 и 1,0, в лесу нарастает до 2,0 и даже 3,0. Г. Кнухель (1914) нашел, что верхний рассеянный свет, прошедший через кроны деревьев, обогащается желтыми и зелеными лучами, в то время как в окнах полога увеличивается количество голубых лучей. Состав света в хвойных насаждениях (сосна, ель, пихта) тот же, что и в поле, то есть хвойные породы не имеют селективных свойств по отношению к спектру.

И. Элькерс (1918), изучавший еловые и буковые древостой, установил, что они ослабляют желтую и зеленую часть и увеличивают на 20% голубую, почти не изменяя красную часть спектра. Он объясняет эти результаты тем, что голубые лучи проходят внутрь насаждения через малые просветы в кронах и между кронами, в то время как красные и желтые могут пройти лишь через большие просветы в пологе древостоя.

Деревья не могут полностью использовать свет, падающий на их кроны, потому что листья и ветви затеняют друг друга. По измерениям П. Б. Раскатова (1954), поверхность листьев 25-летнего дубняка более чем в 7 раз превышает площадь, занятую насаждением, а осинник, по данным М. П. Скрябина, в 2—3 раза. В молодом сосняке поверхность хвои в 4 раза, а в средневозрастном — в $2\frac{1}{2}$ раза больше площади насаждения. Эту особенность можно рассматривать как приспособление для сокращения прямой радиации, уменьшающее количество поглощаемого света путем взаимного затенения листьев.

Еще в большей степени взаимное затенение свойственно деревьям-соседям, оказывающим друг на друга не только боковое, но нередко и верхнее затенение. Уже отмечалось, что под влиянием бокового затенения происходит очистка стволов от сучьев, заключающаяся в том, что нижние ветви отмирают из-за недостатка света, то есть из-за светового голодания. Расход органических веществ на дыхание у них превышает количество веществ, накопленных в процессе фотосинтеза.

Признаки светолюбия и теневыносливости древесных пород и методы их определения. Сравнивая отношение к световому режиму со стороны разных древесных пород, лесоводы давно пришли к выводу о наличии пород разных степеней теневыносливости. Под светолюбием в лесоводстве подразумевают не столько светолюбие как таковое, сколько отрицательную реакцию на затенение.

Под теневыносливостью понимают способность сохранять относительно высокую активность фотосинтеза при затенении и находиться долгое время в затенении. На этом основании еще в начале прошлого столетия составлялись экологические шкалы отношения древесных пород к свету. Например, лесоводы считали лиственницу, березу, осину, сосну обыкновенную светолюбивыми, а пихту, ель, бук и граб — теневыносливыми на основании того, что первые плохо растут и даже погибают в затенении, вторые же могут переносить его без столь значительного ущерба. Следовательно, речь идет лишь о разных степенях теневыносливости, причем малотеневыносливые породы называются светолюбивыми.

М. К. Турский на материале изучения лесов России дал следующую классификацию-шкалу древесных пород по степеням нарастающей теневыносливости: лиственница, береза, сосна обыкновенная, осина, ивы, дуб, ясень, клен, ольха черная, ильмовые, сосна крымская, ольха белая, липа, граб, ель, бук, пихта.

У лесоводов основанием для составления шкал теневыносливости служит комплекс приведенных ниже признаков.

1. **Густота облиствения.** Чем гуще кроны у данной породы, тем теневыносливость ее больше, так как листья способны выносить сильное взаимное затенение лишь у густокронных теневыносливых пород. Сквозные, ажурные кроны свойственны светолюбивым породам (рис. 52 и 53).



Рис. 52. Сфотографированный снизу полог насаждения осины с примесью дуба и остролистного клена во II ярусе. Кроны осины сквозистые, ажурные; кроны дуба и особенно остролистного клена тенистые, малопроницаемые для света. Воронежский госзаповедник. Общее покрытие (сомкнутость) = 0,7.

Измеряя фотометром освещение тех мест в кроне, где листья начинают отмирать вследствие затенения, и относя эту величину к полному освещению, И. Визнер построил следующую шкалу теневыносливости:

Порода	Степень освещенности в кроне
Липовенница	$\frac{1}{5}$
Ясень	$\frac{1}{6}$
Береза	$\frac{1}{9}$
Сосна черная	$\frac{1}{11}$
Дуб черешчатый	$\frac{1}{26}$
Клен остролистный	$\frac{1}{55}$
Граб	$\frac{1}{56}$
Бук	$\frac{1}{60} - \frac{1}{85}$
Самшит	$\frac{1}{108}$



Рис. 53. То же, что и на рисунке 52, но больше дуба и сплошной II ярус из клена остролистного. Общее покрытие (сомкнутость полога) = 1,0.

На основе того же метода, применяя более совершенную технику определения степени освещенности люксметром, П. Г. Калгин (1960) составил следующую шкалу теневыносливости древесных пород северо-западного Кавказа:

Порода	Коэффициент освещения	Порода	Коэффициент освещения
Тополь белый	1/2	Дуб скальный	1/15
Ольха черная	1/2	Каштан съедобный	1/18
Тополь черный (осокорь)	1/3	Груша лесная	1/20
Осина	1/3	Липа мелколистная	1/24
Белая акация (робиния)	1/4	» крупнолистная	1/24
Ясень обыкновенный	1/4	» кавказская	1/24
Айлант	1/4	Ильм	1/30
Сосна обыкновенная	1/7	Клен высокогорный	1/31
Береза	1/8	Граб	1/32
Гледичия	1/10	Бук восточный	1/43
Каштан конский	1/11		

2. Степень освещенности почвы под пологом древостоя. Она больше у светолюбивых и меньше у теневыносливых пород. Разница в степени освещенности может достигать 80—90% при одинаковом количестве деревьев на площади. В густых ельниках в солнечный полдень господствуют сумерки и отсутствует зеленый травянистый покров, а в лиственничниках почва обильно освещается, что способствует развитию густого напочвенного покрова из травянистых растений.

3. Очищение стволов от нижних сучьев начинается раньше и происходит интенсивнее у светолюбивых пород, нижние ветви и листья которых, будучи затенены верхними ветвями и листьями, быстро отмирают. Что же касается теневыносливых пород, то их нижние ветви способны находиться в затенении длительное время. Так, в 20-летних чистых полных сосняках ветви отмирают полностью на нижних трех четвертях ствола, в ельниках того же возраста они сохраняются почти до земли.

Таблица 13

Площадь питания деревьев и густота древостоя в возрасте 45 лет

Порода	Площадь питания		Количество деревьев на 1 га (%)
	м ²	%	
Сосна	7,3	100	1370
Ель	6,4	87	1563
Бук	5,8	79	1724
Пихта	4,6	63	2174

4. Степень угнетенности подроста под пологом густого древостоя. Подрост светолюбивых пород быстро погибает в затенении, подрост теневыносливых существует длительное время, хотя и в угнетенном состоянии.

5. Быстрота самоизреживания древостоев. Если исходные условия климата и почв одинаковые и количество саженцев,

из которых образовались посадки разных пород, также было одинаковым, то в возрасте, когда древостой уже пережили период интенсивного самоизреживания, количество деревьев отражает светолюбие пород. Показатель его можно рассчитать по площади питания одного дерева и по количеству деревьев на 1 га (табл. 13).

Следовательно, теневыносливые породы довольствуются меньшей площадью светового питания, чем светолюбивые, у которых изреживание происходит наиболее интенсивно.

6. Ряд косвенных признаков, среди которых упомянем лишь некоторые:

а) *толщина коры и степень ее трещиноватости*. Как уже отмечалось, при росте на просторе диаметр и кора дерева бывают толще, поэтому кора растрескивается глубокими бороздами-трещинами. При росте в густом насаждении диаметр и кора дерева значительно тоньше, поверхность ее глаже, трещины не столь глубоки. Связь между толщиной коры и степенью теневыносливости, порожденная условиями среды, закрепляется наследственно. Поэтому светолюбивые породы в зрелом возрасте обладают трещиноватой и чаще всего толстой корой, например древовидная ива, лиственница, береза, тополь и др. Теневыносливые породы имеют гладкую или слаботрещиноватую, как правило, тонкую кору, например ель, бук, пихта, тисс, самшит;

б) *относительная высота деревьев* — отношение высоты дерева к его диаметру на высоте груди (H/d). Этот показатель был предложен лесоводом-ботаником Я. С. Медведевым и с успехом использован им для характеристики кавказских древесных пород.

При обосновании своего метода Я. С. Медведев исходил из того, что на свободе дерево растет преимущественно в толщину, а среди густого насаждения главным образом в высоту. Относительная высота у первых должна быть меньше, чем у вторых. Следовательно, этот признак, наследственно закрепленный отбором, может служить для характеристики сте-

пени теневыносливости древесных пород. Я. С. Медведев нашел следующие крайние величины H/d для деревьев, растущих в противоположных условиях освещения:

	Сосна	Ель	Бук
У свободно растущих деревьев	24,9	39,8	38,4
У угнетенных деревьев из густого насаждения	126,0	130,0	157,5

В качестве показателей теневыносливости были взяты относительные высоты средних деревьев полных насаждений столетнего возраста. На основе метода Я. С. Медведева обычные породы располагаются в следующем порядке по степени нарастающей теневыносливости (показатель березы принят за единицу):

береза	1,000	граб	1,889
сосна	1,333	ель	2,000
ясень	1,400	бук	2,058
осина	1,598	пихта	2,250
дуб	1,615	тисс	5,795
липа	1,747	самшит	7,150

в) *соотношение толщины палисадной (столбчатой) и губчатой тканей листа*. С увеличением освещенности лист утолщается главным образом вследствие увеличения толщины палисадной ткани (рис. 54): паренхима теневых листьев иногда состоит сплошь из одной губчатой ткани. Отсюда следует, что у светолюбивых пород числовой показатель соотношения толщины палисадной ткани к толщине губчатой выше, чем у теневыносливых. Проф. Н. И. Сурож использовал эту закономерность для составления шкалы светолюбия;

г) *количество хлорофилла и размеры хлорофилловых зерен*. У светолюбивых пород хлорофилловые зерна мельче, у теневыносливых — крупнее (рис. 55).

Список косвенных показателей светолюбия можно продолжить, но и приведенных достаточно для того, чтобы судить о их разнообразии и о возможности оценивать теневыносливость древесных пород с большой точностью на основании перекрещивающихся и взаимно контролируемых признаков.

Кроме перечисленных выше способов наблюдения и измерения, есть также и экспериментальные способы изучения светолюбия. К ним относится *этиолирование деревьев* путем покрытия их экранами-светофильтрами различной проницаемости. Проф. М. К. Турский совместно с В. И. Никольским (1882) изучали влияние отенения на рост однолетней сосны и ели. Семена были высеяны в грядах, затененных дражными щитами, у которых просветы между дражками были разной величины. С помощью регулирования величины просветов освещение дозировалось в количестве от $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{3}$ полного освещения (полное освещение было представлено грядкой без покрытия). По окончании опыта определили длину и вес сухого вещества надземных и подземных частей изучаемых пород. Оказалось, что при затенении подземная часть растений уменьшается у сосны в 7,5 раза, у ели почти в 2 раза. Что касается надземной части, то она под влиянием этиолирования увеличилась. Но средний вес сухого вещества на полном свете оказался у сосны в 5 раз, у ели почти в 3 раза больше, чем в затенении. Следовательно, обе древесные породы (светолюбивая сосна и теневыносливая ель) от затенения теряли в росте и только ель испытывала при одинаковом затенении меньшую потерю, что и свидетельствует о ее большей теневыносливости.

Увеличение прироста молодого дуба при небольшом и равномерном его затенении наблюдала Н. Е. Иванова (1940). Следует полагать, что оно является результатом усиления гидролиза первичных продуктов органического синтеза и образования веществ, необходимых для роста.

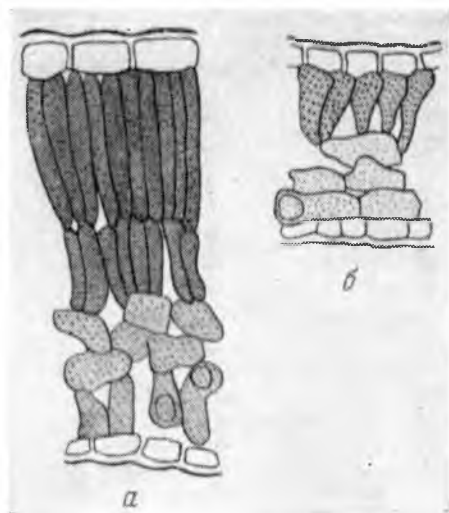


Рис. 54. Поперечные анатомические разрезы выросшего при полном освещении (а) и в затенении (б) листьев бука. У первого лист толще в 2—3 раза. У первого лист (столбчатой) паренхимы; у затененного только один ряд палисадной паренхимы (по Шрамму, 1928).

Опыты М. К. Турского и В. И. Никольского были повторены австрийским лесоводом Цизляром (1909) над большим числом пород. Было применено семь степеней затемнения. Результаты опытов (рис. 56) показали, что уменьшение освещения на $\frac{1}{4}$ благоприятно отражалось на ели, не повредило черной сосне, но снизило рост сосны обыкновенной и лиственницы. Данные Цизляра свидетельствуют о том, что наиболее светолюбивой из этих четырех пород является лиственница, а самой теневыносливой — ель и что черная сосна значительно теневыносливее обыкновенной сосны.

Ряд экспериментальных методов разработали физиологи растений. В. Н. Любименко использовал для оценки светолюбия чувствительность хлорофиллоносного аппарата. Он нашел, что фотосинтез у листовых органов разных древесных пород начинается при различной интенсивности освещения и что теневыносливые породы начинают фотосинтез при малом количестве света, а светолюбивые — при большом. В этом случае, так же как и во всех ранее упомянутых, внешний фактор отбора — степень освещения — вырабатывает у рас-



Рис. 55. Хлоропласты из листьев древесных пород:

а — лиственницы; б — белой акации; в — бука; г — тисса (по В. Н. Любименко).

тений в течение длительного времени внутреннюю предпосылку то более, то менее острого восприятия освещения. Ясно, что теневыносливые породы, сформировавшиеся под пологом леса, то есть в условиях недостаточного освещения, наследственно закрепили признак большей чувствительности ассимиляционного аппарата к свету, позволяющий им осуществлять фотосинтез при малых дозах освещения, не ощутимых для других пород.

Дозируя свет в темной камере, где находились пробирки с живыми листьями и воздухом, обогащенным углекислотой, В. Н. Любименко выставлял их на освещение одинаковой длительности, но разной интенсивности. Последняя регулировалась величиной круглого отверстия в темной камере, куда помещали пробирки с листьями. Из всех исследованных пород раньше других начали ассимилировать бук (величина отверстия 4 см²), затем тисс и липа (9 см²), сосна (49 см²), береза (64 см²), лиственница и белая акация (100 см²). Следовательно, у теневыносливого бука фотосинтетический аппарат в 25 раз чувствительнее, чем у светолюбивых лиственницы и белой акации. На основе этого признака также может быть составлена шкала светолюбия — теневыносливости древесных пород.

Экспериментальный метод для оценки светолюбия разработали Л. А. Иванов и Н. Л. Коссович (1932) на основе определения такой интенсивности света, при которой в листьях уравниваются фотосинтез и дыхание. При более интенсивном освещении преобладает фотосинтез, при меньшем — дыхание. Точка равновесия расположена более высоко у светолюбивых пород. По уменьшающимся ее величинам исследованные древесные породы располагаются в таком порядке: ива, лиственница, сосна обыкновенная, дуб, береза пушистая, вяз, ильм, пихта, клен, липа.

Шкала теневыносливости. Заканчивая рассмотрение разных способов оценки светолюбия и теневыносливости древесных пород, следует подчеркнуть, что каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Последние происходят от односторонности методов. Например, методы, которые основываются только на фотосинтезе, не учитывают расхода света-тепла на транспирацию, а между тем эти затраты велики. Из-за односторонности методов в отдельных случаях бывают значительные отклонения от истины. Например, в шкале Сурожа среднетеневыносливый сибирский кедр занимает место, близкое к очень светолюбивой лиственнице, и ему приписывается даже большее светолюбие, чем светолюбивой осине. По шкале относительных высот Я. С. Медведева также получаются противоречия и отклонения от истинного положения. Однако они единичны, и в большинстве случаев последовательность пород в шкале Медведева сохраняется в основном такой, как и в шкалах, полученных другими методами исследования светолюбия.

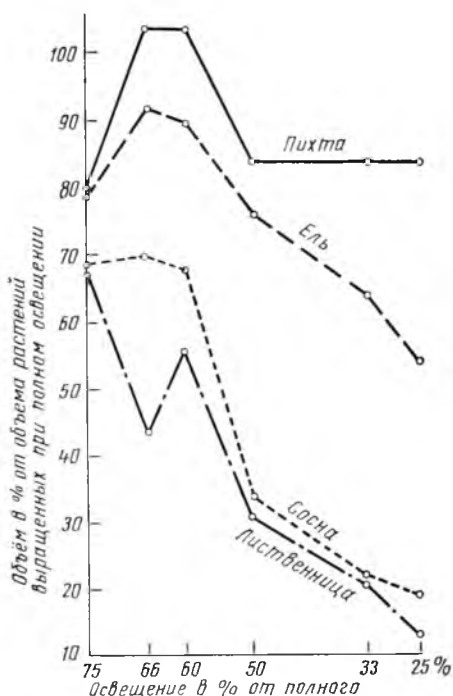


Рис. 56. Размеры однолетних сеянцев при различных степенях освещения (по Цизляру).

Утверждают, что о светолюбии по признакам растений судить нельзя, так как каждый из этих признаков зависит не только от освещения, но и от всего комплекса экологической среды (М. Е. Ткаченко, 1939). Я. С. Медведев, например, якобы полагал, что относительная высота ствола зависит только от освещения и светолюбия. Подобное суждение неприемлемо, так как устанавливает невозможность научного анализа светолюбия. Логика же анализа состоит в том, что признаки светолюбия абстрагируют от всех остальных признаков и сравнивают между собой. Отрасль науки, занимающаяся этими вопросами, называется с р а в н и т е л ь н о й э к о л о г и е й, и ее методы освещены в главе 6.

Деление способов определения светолюбия на субъективные и объективные необоснованно. Каждый из способов является объективным, поскольку соответствующий ему показатель светолюбия (густота кроны, быстрота изреживания полога и очищения от сучьев, отмирание подроста, толщина коры, анатомические и физиологические признаки и т. д.) может быть объективно и точно учтен, а затем сопоставлен с другими показателями.

Иногда считают, что лесоводственные способы определения светолюбия страдают относительностью и попадают в замкнутый круг: в одном случае лесовод устанавливает, что порода светолюбива, ибо она имеет ажурную крону, в другом случае он, констатируя ажурность кроны, приходит к выводу, что перед ним светолюбивая порода. Однако и это возражение необоснованно. Причины и следствия взаимообусловлены. Ажурность кроны не только показатель (следствие) светолюбия, но и его причина, так как при уменьшенном количестве листьев для выработки одного и того же количества продуктов фотосинтеза требуется большее освещение. Другими словами, ажурность кроны действительно является признаком светолюбия, и положение «светолюбивые породы имеют ажурные кроны» вытекает из него логически. Оба они тождественны в своем содержании, так как устанавливают один и тот же факт — закономерную и прямо пропорциональную связь светолюбия и ажурности кроны. То же самое можно сказать и о методах, основанных на анатомических и физиологических признаках, — о методах Шталя — Сурожа, В. Н. Любименко, Л. А. Иванова и др. С таким же сомнительным основанием можно бросить упрек в «замкнутом круге» также и этим методам. Менее всего заслуживают подобный упрек лесоводственные способы составления шкал светолюбия, так как они основаны на многочисленных и разнообразных взаимно контролирующих наблюдениях и экспериментах.

Приведем современную детальную шкалу-классификацию древесных пород и кустарников по степеням теневыносливости. Она составлена в результате уточнения и переработки старых лесоводственных шкал на основе сравнительноэкологической методики. В ней приняты во внимание новейшие данные по вопросу о месте той или иной породы в шкалах.

Все породы делятся на семь групп по нарастающей теневыносливости. В пределах каждой соблюдается та же последовательность расположения, от светолюбивых к теневыносливым, но с меньшей степенью точности.

Шкала теневыносливости древесных пород и кустарников

1. Г р у п п а с а к с а у л а: Саксаул. Настоящие акации. Тамарикс. Эвкалипты. Белая и ломкая ивы. Серебристый тополь и осокорь. Пробковый дуб. Пушистый дуб.
2. Г р у п п а л и с т в е н н и ц ы: Лиственница. Белая акация. Бородавчатая береза. Айлант. Обыкновенная сосна. Серый тополь. Осина.
3. Г р у п п а г р е ц к о г о о р е х а: Грецкий орех. Амурский бархат. Ясень. Берест. Черешчатый дуб ранний. Черная ольха.
4. Г р у п п а ч е р н о й с о с н ы. Черная сосна. Черешчатый дуб поздний. Козья ива. Съедобный каштан. Пушистая береза. Горный (сидячецветный, скальный) дуб. Опушечные кустарники: терн, вишняк, шиповник, лох, облепиха, дереза и др.
5. Г р у п п а к л е н о в: Клены остролистный, полевой, татарский и явор. Красный дуб. Ильм. Чинар. Каталпа. Черешня. Рябина. Груша. Яблоня. Берека.

6. Г р у п п а л и п ы: Вяз. Дугласия. Дзельква. Секвойя. Кедровая и веймутова сосны. Липа. Серая ольха. Конский каштан. Подлесные кустарники — лещина, свидина, бересклеты, татарская жимолость, чубушник, гордовина, красная и черная бузина, боярышник.
7. Г р у п п а г р а б а: Лианы — ломонос, павой, плющ и др. Граб. Ель. Пихта. Тисс. Самшит.

Г. Майр (1909) предполагал, что улучшение климатических и почвенных условий повышает теневыносливость породы и, наоборот, ухудшение этих условий повышает светолюбие. Этот вывод он основывал главным образом на фактах изреживания насаждений при переходе в высокие широты и на других подобных явлениях, не имеющих обязательной причинной связи с освещением и светолюбием. Конечно, в лучших температурных и почвенных условиях растения полнее используют освещение, но это справедливо и для теневыносливых пород. Поэтому вывод Майра ошибочный.

А. Ф. Рудский и М. К. Турский установили, что молодые деревья более теневыносливы, чем старые. Наблюдения А. Бюлера над подростом показали, что светолюбивый ясень в молодости более теневынослив, чем даже клен явор, липа и ель; молодой дуб в этом отношении близок к ели. В этих правильных выводах не было сделано поправки на повышенное количество углекислого газа в зоне, где растет молодой подрост. Быть может, это чисто внешнее обстоятельство позволяет растению выносить большую степень затенения, чем допускают его породные (наследственные) свойства.

Следует также принять во внимание, что молодой подрост вегетативного происхождения, образовавшийся из поросли на пне и особенно из корневых отпрысков, не теряет, как правило, связи с материнским растением и пользуется его запасами пластических веществ. Именно поэтому корнеотпрысковый подрост осины, белой акации, айланта, береста, сливы, вишни, черешни, терна и других пород выносит затенение древесным пологом в таких степенях, при которых подрост семенного происхождения отмирает. Через корни корневые отпрыски получают от материнских деревьев питательные вещества, в том числе и пластические, — те, которые он сам из-за сильного затенения не может синтезировать в необходимом ему количестве. Такой подрост, как было упомянуто, называется т е л е т р о ф н ы м, то есть кормящимся за счет находящегося на расстоянии материнского дерева.

Дубовый подрост под материнским пологом может прозябать короткое время (до 3—5 лет) в виде «торчка» — слаборазвитого сеянца, потерявшего способность расти вверх. Торчки дают ежегодно из одной-двух верхинно-боковых почек укороченные побеги с двумя-тремя уменьшенными и нередко этиолированными листьями на каждом. Такое явление не может указывать на теневыносливость черешчатого дуба.

Баланс продуктивности леса и его регулирование в зависимости от освещения. Максимальная продуктивность фотосинтеза, свойственная зимнегодным лиственным породам, находится между 5 и 10 мг CO_2 в час на 1 дм^2 удвоенной площади листа и до 15 мг у некоторых гибридных евроамериканских тополей. У вечнозеленых тропических и субтропических деревьев максимальная интенсивность фотосинтеза достигает 4—9 мг, у хвойных — 2—4 мг. В среднем же в лесах умеренного пояса фотосинтез при лучших условиях погоды составляет не более половины упомянутых показателей (В. Лярхер, 1963).

Свет — фактор, наиболее поддающийся регулированию со стороны лесовода. Можно изреживать густой лес для увеличения прироста в толщину отдельных деревьев или для появления подроста под пологом старого леса; создавать окна в пологе леса, чтобы получать групповой подрост разного породного состава; рубить спелый лес сплошными лесосеками и использовать полную радиацию для улучшения роста самосева, появ-

ляющегося из семян, налетевших от стен леса, от семенников; создавать лесные культуры, густые или редкие, по-разному использующие освещение сплошной лесосеки.

Л. А. Иванов указывал на то, что прирост древесины и урожай плодов в насаждении определяются следующими факторами-множителями: 1) интенсивностью фотосинтеза, 2) рабочей поверхностью листвы и 3) продолжительностью фотосинтеза. Для получения показателя прироста леса необходимо из произведения этих множителей вычесть расходы вещества на дыхание и на отмирание отдельных частей растений (листьев, веточек, коры, мелких корешков и т. д.). Исследования Л. И. Иванова и Н. Л. Косович (1935) показали, что у ели интенсивность фотосинтеза (поглощения углекислого газа на единицу веса хвои) в 5 раз меньше, чем у березы. Однако обе эти породы дают одинаковый прирост сухого вещества, равный 5—6 т на 1 га в год. Ель выравнивает прирост с помощью большой ассимилирующей поверхности своей листвы, живущей 5—7 лет, более продолжительной вегетации и большей густоты древостоя.

Температурный оптимум фотосинтеза находится для сосны кедровой и ели у верхней границы леса около 10—15°, для ели и бука в горных долинах 13—20°, для лавра и дуба пушистого 16—26°.

По Л. А. Иванову, количество физиологически активного света, затрачиваемого на производство 1 м³ древесины, у сосны равно примерно 223 тыс., у дуба — 431 тыс. килокалорий. Для образования мягкой древесины быстрорастущих пород требуются меньшие затраты освещения на единицу ее объема, принятую в качестве основного показателя продуктивности в практике лесного хозяйства и лесной промышленности. Однако для получения максимальной продуктивности необходимо считаться с размещением деревьев на площади и с густотой их стояния.

Ряд исследований показывает, что продуктивность фотосинтеза у одной и той же породы бывает разной при одинаковом количестве листовой массы. При этом находили, что продуктивность выше там, где в составе листвы больше азота и фосфора (Меллерс, Гатт). Достаточное снабжение леса влагой и минеральными элементами питания, получаемыми через корневую систему из почвы, — важная предпосылка для повышения продуктивности фотосинтеза.

Как уже отмечалось (гл. 2), при значительной густоте древостоя размеры крон уменьшаются, преобладают деревья той или иной степени угнетенности. Начиная с некоторой высокой степени густоты древостоя, его общая производительность падает. Поэтому полезно повторными равномерными рубками части деревьев поддерживать полную насаждений на оптимальном уровне, соответствующем наивысшей интенсивности фотосинтеза. Этот уровень соответствует сомкнутости крон 0,7—0,8 и лучше всего достигается при ступенчатом строении древесного полога.

Имеет значение последствие светового режима, которому подвергалось молодое деревцо. Так, еще А. Энглер (1911) показал, что сеянцы бука, подвергавшиеся затенению под пологом материнского насаждения, будучи пересажены затем в условия оптимального освещения, долгое время отставали в росте и сохраняли свою теневую форму: боковые ветви у них росли сильнее, чем верхушка, а последняя сохраняла косо-вертикальный (полубоковой) рост (рис. 57). Такого рода последствие характерно также для лиственницы. Затенение в молодом возрасте отклоняет направление ее роста от вертикали, вызывает саблеобразные изгибы в нижней части ствола.

Световой прирост. При более сильных степенях изреживания древостоя, например до полноты 0,5 и ниже, наблюдается резкий эффект светового прироста: годовичные кольца древесины после изреживания древостоя увеличивают свой размер в 5—10 раз.

Иногда термин «световой прирост» считают ошибочным на том основании, что прирост в данном случае увеличивается в результате улучшения



Рис. 57. Последствие различной освещенности сеянцев бука:

слева — испытывавшие недостаток освещения, *справа* — выросшие при нормальном освещении с первого года жизни. Даже спустя 7 лет после пересадки на полное освещение сохраняются разница в росте, габитусе и сроке распускания деревьев (по А. Энглеру).

не только световых, но и других условий роста деревьев. Действительно, при равномерном изреживании полога каждое дерево расширяет свою площадь питания не только в надземной сфере, но и в почве и, следовательно, получает больше не только света, но и влаги, а также минеральных питательных веществ. Это мнение имеет свое основание. Однако, ставя вопрос о сложной природе светового прироста, оно не дает на него сколько-нибудь точного ответа. Лесовода же вправе интересоваться, какова относительная роль светового фактора в формировании большого прироста древесины после разрежения полога — велика она или мала?

Для ответа на поставленный вопрос наиболее подходит случай, когда изреживание полога, увеличивая дополнительное освещение, оставляет почвенное (водное и минеральное) питание на прежнем уровне. Такой случай возможен при сильном изреживании лиственного леса. При этом удаление значительного количества (например, 90%) стволов не меняет существенно режима почвенного питания для оставшихся деревьев, так как корни срубленных продолжают жить и с той же примерно интенсивностью поглощать влагу и питательные вещества для снабжения своей быстрорастущей поросли, образовавшейся на пнях после рубки. При таком условии вспышка прироста у оставшихся деревьев после выставления их на простор явится если не исключительным, то по крайней мере преобладающим следствием дополнительного освещения.

Приведем данные из нашего исследования (1931), относящегося именно к такому случаю, когда можно определить значение освещения. На графике (рис. 58) показан ход роста 156-летнего дубового маяка¹ в сухой дубраве (D₁). 50 лет назад, когда ему было 106 лет, его оставили на сплошной вырубке. Вокруг него на пнях срубленных дубов образовался порослевый древостой, достигший к моменту исследования (в 1928 г.) возраста 50 лет и почти такой же высоты, что и старый 156-летний маяк (высота маяка 17,5 м, порослевых дубов 15 м). Значит, порослевые дубы росли с рекордной для данных условий быстротой и поэтому, унаследовав мощную корневую систему срубленных деревьев, не могли дать окруженному

¹ Маяком лесоводы называют дерево, оставленное среди лесосеки сплошной рубки на следующий оборот хозяйства.

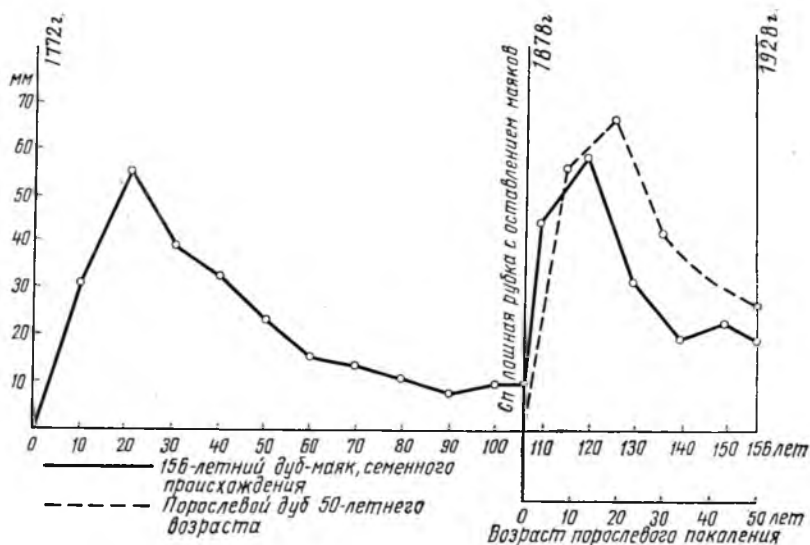


Рис. 58. Прирост по диаметру на высоте груди 156-летнего дуба-маяка семенного происхождения. В 1878 году, за 50 лет перед годом исследования (1928), вокруг него были срублены соседние деревья и на их пнях образовался порослевой древостой, прирост которого показан пунктирной линией.

ими старому дубу-маяку возможность сколько-нибудь значительно использовать влагу и минеральную пищу за их счет. Следовательно, дуб-маяк после 106 лет располагал примерно тем же годичным количеством влаги и минеральной пищи, что и до этого возраста. Отсюда видно, что световой фактор принимает в «световом приросте» г л а в н о е у ч а с т и е, что именно ему обязана высокая вспышка прироста.

Теневая угнетенность подроста под пологом леса и выставление на простор. При вырубке деревьев верхнего полога древостоя деревья, выросшие под пологом леса, внезапно выставляются на простор. Подрост, выросший при значительном затенении и сформировавший свои листья, кору и побеги в этих условиях, после рубки отеняющего их полога первое время страдает от солнцепека, ветра и сильного испарения. Листья и особенно хвоя очень угнетенных экземпляров болеют и нередко отмирают, ветви усыхают, подрост гибнет. Особенно чувствительны к внезапному выставлению на простор подрост пихты, ели, кедровой сосны и других теневыносливых хвойных пород. Освободить подрост от затенения надо постепенно и с таким расчетом, чтобы он привык к новым условиям, изменил свою теневую анатомическую структуру на световую. В главах 17, 18, посвященных рубкам леса, будут указаны специальные лесоводственные приемы для сохранения подроста.

Особенно остро описанное выше явление складывается в более южных зонах, где даже сосновый и лиственный подрост болезненно переносит внезапное выставление на простор. Между тем в лесной зоне, особенно в более северных широтах и темнохвойном поясе горных систем, в более влажных условиях местообитания (эдатопах) такая перемена проходит мягче. Во влажном и прохладном климате, во влажных эдатопах даже у сильно угнетенного елового подроста в первый год после выставления на простор устанавливается нормальная фотосинтетическая активность хвои разных возрастов; оптимум фотосинтеза поднимается до 40 тыс. люксов (Н. В. Катрушенко, 1965). Однако перестройка сосудистой системы происходит медленно, и можно полагать, что именно особенности водного баланса подроста как раз и составляют главную причину его заболеваний и гибели при внезапном выставлении на простор в засушливых условиях. От

весенних заморозков страдают главным образом те же хвойные и угнетенный буковый подрост.

Световые и теневые листья, как уже упоминалось, имеют разный баланс фотосинтеза и дыхания. Для теневых листьев характерен отрицательный баланс продукции органических веществ, поскольку они затрачивают больше органических веществ на дыхание, чем их продуцируют. По исследованиям Л. А. Иванова (1916) это явление в более резкой степени выражено у затененных листьев светолюбивых пород. Световой прирост поддерживается в годы, следующие за выставлением крон на простор, благодаря переформированию нижних ветвей и листьев кроны из теневых в световые и общему значительному увеличению количества последних. Обрезка нижних затененных ветвей способна вызвать прибавку прироста, поскольку в этом случае уменьшается расход органических веществ на дыхание. Практически же в лесоводстве состав листовой регуляют главным образом с помощью изреживания древостоя в порядке так называемых рубок ухода. Постепенная подготовка деревьев к свободному стоянию в более зрелом возрасте позволяет увеличить доступ света к их кронам, получить световой прирост. При этом снижается возраст технической спелости деревьев на 10—20 лет, то есть требуемые сортименты древесины получают значительно раньше запланированного срока рубки. Этот же прием интенсивного изреживания древостоя подготавливает деревья к усиленному цветению и плодоношению в заключительный период их роста, накануне рубки, когда потребность в семенах становится очень существенной.

Немецкий лесовод К. Фрикэ (1904) назвал представления о светолубии и теневыносливости «научно необоснованной догмой». Он выдвинул в качестве главной причины отсутствия подроста под равномерно густым пологом старого леса «конкуренцию корней материнского насаждения с корнями подроста».

Следует напомнить, что лесоводство XVIII и XIX столетий держалось принципа, согласно которому важнейшим фактором жизни леса является освещение. Для этого существовала объективная предпосылка: лесоводственной технике с самого начала ее зарождения было наиболее доступно регулирование освещенности в лесу изреживанием древесного полога. Причиной появления группового подроста в окнах полога и на свежих прогалинах считали только увеличение доступа света к почве. Отсутствие подроста под пологом выставленных на простор деревьев семенников сосны, граба, ели и некоторых других пород объясняли неблагоприятным влиянием лучей, отраженных от стволов этих пород.

Эксперименты К. Фрикэ были простыми и убедительными: под пологом густых чистых насаждений окапывали площадки разных размеров и по их периферии перерезали корни старых деревьев. Спустя 2—3 года площадки покрывались густым подростом господствующей древесной породы — ели, сосны, березы, лиственницы, бука. Вокруг окопанной площадки оставалось то же лишенное подроста и травостоя пространство. В опытах Фрикэ при окапывании устраняется только один фактор — корневые системы материнского полога; освещение, тепло, осадки, органический опад и другие условия оставались неизменными. Становилось ясным, что появление подроста под пологом густого леса и его успешный рост в о з м о ж н ы, но при устранении из почвы живых корней деревьев верхнего полога, отнимающих у подроста влагу и питательные вещества.

Следовательно, опыты К. Фрикэ опровергли прежнюю концепцию об исключительной роли освещения под пологом леса. Тем не менее вывод Фрикэ о несущественности влияния освещения на возобновление под пологом был ошибочным. Достаточно указать на факты продолжительного существования угнетенного подроста ели и быструю гибель подроста осины, березы и сосны под сомкнутым пологом материнских насаждений, чтобы убедиться в существенном значении теневыносливости для подроста.

Под сомкнутым пологом почти все условия жизни подроста находятся в минимуме. Даже подрост на окопанных площадках имеет признаки угнетения от недостатка света. Удаление древесных стволов и освещение почвы предоставляет ему гораздо лучшие условия роста по сравнению с окапыванием площадок под пологом леса.

Появление самосева определяется также и местопроизрастанием. В засушливых климатических и почвенных условиях самосев вырастает на местах с умеренной радиацией и лучшим увлажнением — на теневых склонах, в тени материнского дерева, в понижениях микрорельефа и т. п. Наоборот, в холодных и сырых местообитаниях подрост и самосев поселяются на южных склонах, на лучше освещенных частях прогалин, на возвышениях микрорельефа, на гниющих пнях и валежнике, которые не перенасыщаются влагой.

Взаиморасположение деревьев и освещенность. Еще В. В. Матренинский (1928) установил, что взаиморасположение деревьев в культуре, в частности меридиональное (с севера на юг) или широтное (с запада на восток) простираение их рядов, значительно меняет световые условия и даже определяет судьбу целых рядов¹.

Изучая культуры лиственницы в Лисинском лесхозе (Ленинградская область), В. В. Матренинский обнаружил, что при широтном расположении рядов осуществляется периодичность (ступенчатость) высот, а именно, после первого ряда лиственницы, расположенного на южной границе контура посадки, второй и все последующие четные ряды имеют пониженный рост и признаки угнетенности. Причина заключается в том, что низкое положение солнца на небосводе в северных широтах намного увеличивает продолжительность и густоту затенения от деревьев, расположенных с юга. Ослабить это влияние можно с помощью редкой посадки или размещая деревья в широтных рядах против пустых мест соседнего ряда, то есть в шахматном порядке, или, наконец, применяя только меридиональные ряды. Таким образом, для северных широт выгодно меридиональное (с севера на юг) размещение рядов. Оно, в частности, способствует лучшему прогреванию почв в междурядьях.

Низкое положение солнца в северных широтах, усиливая неблагоприятное влияние бокового отенения деревьев, ведет к уменьшению полноты естественных лесов. Редкостойность древесных зарослей лесотундры объясняется упоминаемым явлением не в меньшей мере, чем близким нахождением горизонта вечной мерзлоты в почве.

В. П. Тимофеев (1960) показал, что в Московской области при направлении рядов посадки и коридоров с севера на юг высота 7-летней лиственницы превышала на 29% высоту посадок той же породы, расположенных с востока на запад. Там же, в Московской области, Н. М. Колпикова (1959)² выяснила, что 15-летние культуры сосны при направлении рядов с севера на юг продуцируют на 15% интенсивнее, чем расположенные с востока на запад. В последнем варианте световой хвои у сосны было меньше и вес ее был пониженный, что указывало на большую затененность деревьев в рядах широтного простираения (с запада на восток).

В южных областях широтное направление рядов может иметь положительное значение для лучшей взаимной защиты деревьев от чрезмерной радиации и перегрева.

Изложенные закономерности важны при густых рядах и более или менее широких междурядьях. Если же расстояния между сеянцами в ря-

¹ В. В. Матренинский: Современное и прошлое состояние старых лиственничных и пихтовых посадок в Лисинском учебно-опытном лесничестве. Сб. статей «Природа и хозяйство учебно-опытных лесничеств Ленинградского лесного института», под ред. Л. А. Иванова и др. Изд. «Новая деревня», М., 1928.

² Н. М. Колпикова. Особенности микроклимата в культурах сосны с различным направлением рядов посадки. Труды Всесоюзного заочного лесотехнического института, 1959.

дах близки к ширине междурядий, упомянутое отличие световых режимов в рядах разного направления (с севера на юг и с востока на запад) менее значительно. Выгодным в этом случае для северных широт является диагональное размещение рядов с северо-востока на юго-запад, создающее по отношению к полуденному солнцу такое освещение, которое подобно освещению при шахматной системе посадки. Самое эффективное освещение для культур дуба под пологом изреженных сосняков или сосны под пологом изреженных дубняков на широте Киева — СВ — ЮЗ. Оно повышает освещение на 10—20% по сравнению с меридиональным и широтным направлением, увеличивает прирост молодой культуры по сравнению с направлением СЮ на 25—57% (Н. И. Оныськив, 1966).

На ориентировку рядов следует обращать внимание также и при создании смешанных культур из разных по светолюбию и скорости роста древесных пород. Для них трудно дать рекомендации, так как они очень разнообразны и представляют благодарный материал для будущих исследований.

ГЛАВА

8

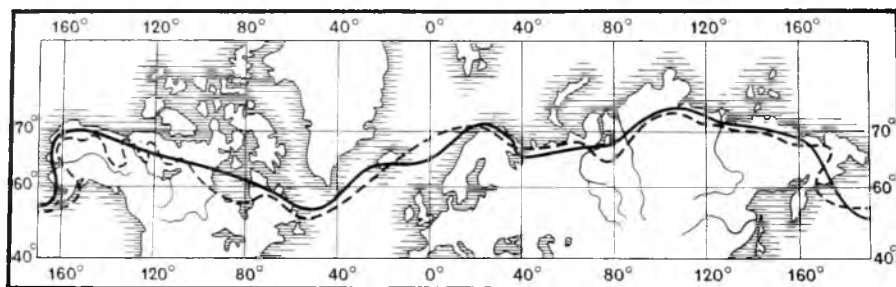
ТЕПЛО

Древесные породы различно относятся к теплу: существуют, с одной стороны, теплолюбивые, а с другой — нетребовательные к теплу породы. Большинство пород умеренного пояса после зимнего покоя начинает жизнедеятельность при переходе температуры через 0° . Рост корней и движение пасоки начинаются при температуре чуть выше 0° . Внешний признак начала вегетации — раскрытие почек — проявляется лишь после перехода температуры через 10° и продолжительного обогрева дерева. Фотосинтез происходит при температуре от 0 до $40-50^{\circ}$ при оптимуме около $20-30^{\circ}$. Его оптимум колеблется в зависимости от экологии древесных пород. У кедровой сосны и ели, растущих вблизи альпийской опушки леса, он находится в пределах $10-15^{\circ}$, у ели и бука в горных долинах — $13-18^{\circ}$, для маслины и пушистого дуба в средиземноморской зоне — $20-26^{\circ}$ (В. Лярхер, 1963).

Универсальный источник тепла для растений — солнечная радиация. Поэтому наиболее ярким показателем связи между древесными породами, с одной стороны, и тепловыми условиями на земной поверхности — с другой, являются географические закономерности распределения лесов и древесных пород. Особенности географического распространения пород — один из важнейших показателей их теплолюбия и морозостойкости еще и потому, что растения не имеют ярких и специфических внешних признаков теплолюбия, подобных тем, которые характеризуют их теневыносливость. Однако степень повреждения растений низкими температурами — наглядный признак морозостойкости. Кроме того, имеется простой, доступный и существенный признак для оценки теплолюбия: сроки начала и окончания вегетации. Чем теплолюбивее порода, тем позже трогаются в рост ее почки и побеги, тем позднее появляются и достигают нормальных размеров листья.

Для активизации биохимических процессов в почках и других органах растения, в их живых тканях после продолжительного зимнего покоя теплолюбивым породам необходим более продолжительный обогрев, чем породам, нетребовательным к теплу, рано трогающимся в рост.

Для Киева характерен следующий фенологический ряд зимнеголых древесных пород, начиная с рано распускающихся: шелюга и другие ивы, лиственница, береза, черемуха, осина, липа, черная ольха, бук, конский каштан, клен остролистный, явор, ранний дуб, граб, ильмовые, ясень,



Условные обозначения

----- Граница леса

————— Изотерма июля +10°

Рис. 59. Минимальная лесная термохора соответствует 10° средней температуры июля. Об этом свидетельствует близкое прохождение северной границы леса и июльской изотермы 10° (из А. Денглера).

дуб поздний, съедобный каштан, катальпа, гледичия, белая акация, айлант, японская софора. Это и есть ряд нарастающего теплолюбия, подтверждаемый отношением упомянутых пород к морозам.

Горизонтальная зональность лесов. Рассмотрим схему географической зональности важнейших древесных пород, господствующих в пределах зон или характерных для них. Основа этой схемы позаимствована из классификации лесовода-географа Г. Майра (1907).

I. Свыше 70° северной широты. Тундра, где древесная растительность представлена карликовыми, приземистыми видами берез и ив, вереском, толокнянкой и др. Vegetационный период длится $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ месяца, средняя температура его 5—6°, средняя температура июля 8—10°.

II. 65—70° северной широты. Лесотундра. Леса представлены непродуктивными и редкостойными насаждениями сосны, ели, лиственницы, кедра сибирского, березы. Vegetационный период 2—3 месяца, средняя температура его 8—12°, средняя температура июля 10—12°.

III. 50—65° северной широты. Тайга, зона хвойных лесов, где преобладают ель, обыкновенная и кедровая сосны, лиственница, пихта, береза, осина, серая и черная ольха. Vegetационный период 3—5 месяцев, средняя температура его 12—16°, средняя температура июля 14—18°. На юге зоны в области продуктивных хвойно-широколиственных лесов вегетационный период длится 5—6 месяцев, средняя температура июля 16—18°. Тайга распространена в виде широкой зоны в Евразии и Северной Америке. Ее делят на три подзоны широтного простираия: северную, среднюю и южную. Северная представлена малопродуктивными лесами III—IV бонитета.

IV. 40—50° северной широты. Зона широколиственных и зимнезеленых лесов бука, дуба с их спутниками: ясенем, кленами, липой, ильмовыми и др. Vegetационный период длится 5—7 месяцев, средняя температура его 14—18°, средняя температура июля 18—21°. Южная подзона представлена лесами тех же в основном пород, но с участием, кроме того, благородного каштана, грецкого ореха, дуба пушистого, а в соответствующей зоне Северной Америки лесами из красного дуба, черного ореха, пекана, тюльпанного дерева, зимнеголой магнолии и др. Леса этого типа распространены также в Восточном Китае.

V. 30—40° северной и южной широты. Зона жестколистных средиземноморских лесов с участием лавра, маслины, вечнозеленых дубов, земляничного дерева, фишашки, кедра, кипарисов, древовидных можжевельников, средиземноморских сосен и других пород. Vegetационный период 7—9 месяцев, средняя температура его 18—21°, средняя температура июля 22—25°. Эти леса распространены в Средиземье,

Калифорнии, на Канской земле, в Юго-Восточной и Юго-Западной Австралии.

VI. 15—30° северной и южной широты. Зона субтропических лесов разнообразного видового состава с преобладанием вечно-зеленых; эпифитов здесь мало, почки деревьев защищены от засухи чешуями. Вегетационный период 9—10 месяцев, средняя температура его 21—24°, средняя температура июля 25—28°.

Одинакова с этой зоной по сумме тепла зона саванновых (муссонных) лесов с деревьями, сбрасывающими листья на время засухи (баобаб, тик, настоящие акации и др.). К этой категории относятся леса Южного Китая, Японии, Португалии, Канарских островов, Мадейры, Флориды, Северного Чили, Патагонии, южного склона Гималаев, Центральной Африки.

VII. 0—15° северной и южной широт. Зона тропических вечнозеленых («дождевых») и летнеголых муссонных лесов с разнообразным видовым составом, обилием пальм и лиан. В дождевых лесах много эпифитов, преобладают деревья с блестящими и «капающими» листьями, с доскообразными корнями и незащищенными почками. Вегетационный период круглогодичный (12 месяцев) с средней температурой 25—28°, почти не делится на сезоны. Одинакова с ней по сумме тепла муссонная засушливая область летнеголых лесов с тиковым деревом. Леса эти встречаются на Цейлоне, Индонезийских островах, в Южной Индии, Новой Гвинее, Южной Мексике, Центральной Америке в бассейне Амазонки и в тропической Западной Африке (бассейн реки Конго).

Изложенная схема имеет только принципиальное значение. Она обобщает разнообразные леса и не отвечает требованиям детализации. Схема предназначена для того, чтобы показать, как меняется состав лесов на больших географических пространствах в связи с общей суммой тепла, получаемой от солнца. Она свидетельствует о том, что существенные особенности лесов определяются прежде всего продолжительностью и температурой вегетационного периода.

Чтобы приведенная классификация не была абстрактной, ее приходится сопровождать указаниями на неоднородность лесов в пределах широтных зон при движении в широтном направлении. В природе эти изменения очень существенны. В пределах Европы (рис. 63, стр. 155) вдоль зоны широколиственных лесов по направлению с запада на восток выпадают такие породы: сначала бук, затем граб, несколько дальше, не доходя Волги, ясень и, наконец, дуб, не переходящий на восточный склон Урала. Ближайшие причины этих явлений — нарастание отрицательных зимних температур при тех же или даже более высоких летних температурах. Мы уже упоминали о том, что еще В. Кеппен проводил границу между мягким (морским) климатом Западной и континентальным климатом Восточной Европы по границе ареала бука, идущей от Калининграда на Белосток — Львов — Каменец-Подольский — Кишинев. С тех пор климат Центральной и Западной Европы называют также «буковым» (Buchenklima).

Картограмма (рис. 60) показывает, что на востоке от упоминаемой границы, в пределах СССР, климат не становится холоднее и для растений на тех же широтах тепла не меньше. В континентальном климате востока солнечной радиации даже больше, чем на западе в пределах тех же широт, но при этом увеличивается амплитуда годовых, месячных и суточных температур. Это и является причиной последовательного исчезновения бука, клена, явора, граба, черешни, затем ясеня и, наконец, дуба из лесов широколиственной зоны.

При движении на восток вдоль рассматриваемой широтной зоны, в пределах 45—50° северной широты, область сплошных широколиственных лесов с господством бука и горного (скального) дуба переходит в пре-

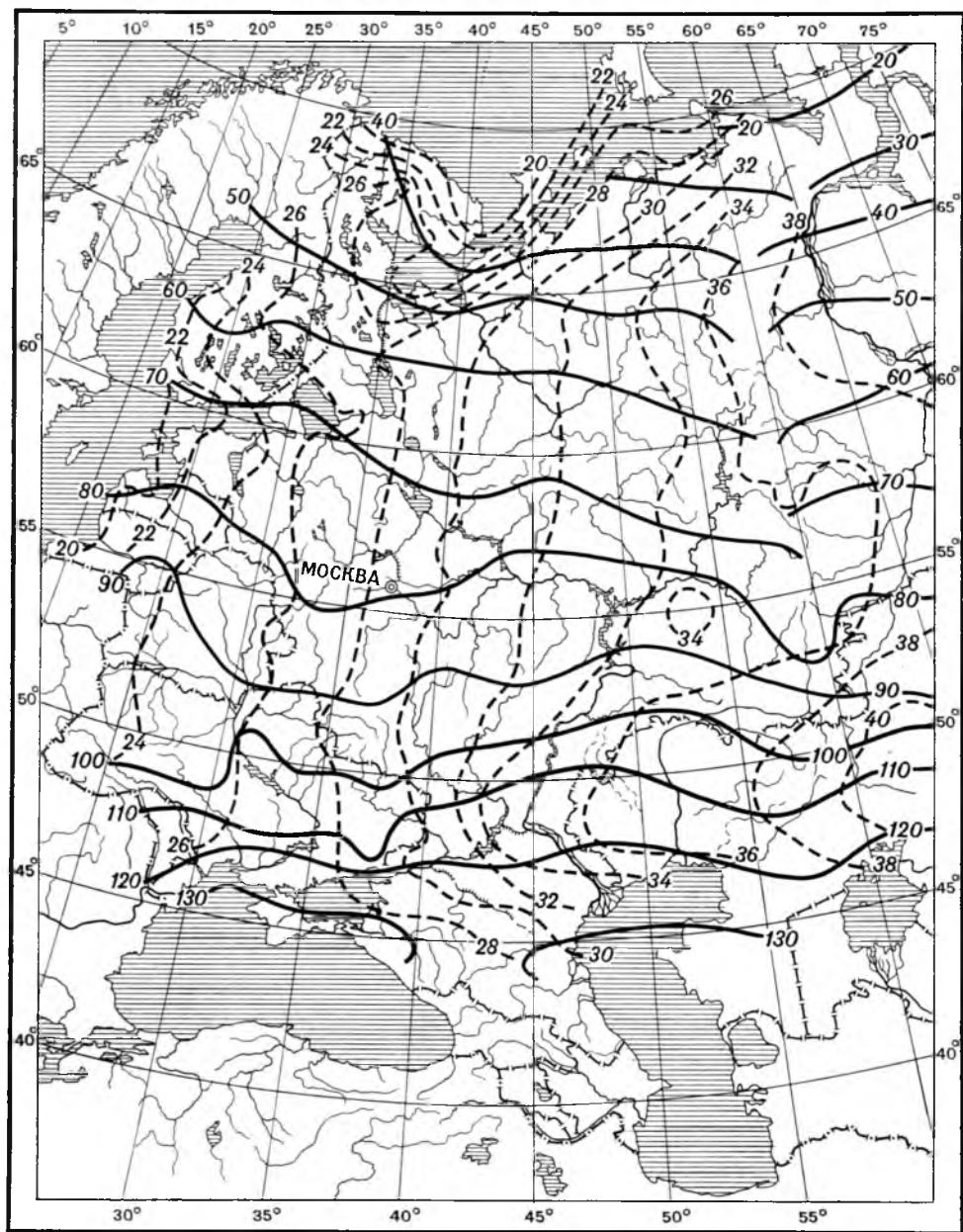


Рис. 60. Сумма положительных месячных температур вегетационного периода (непрерывные линии) и амплитуда средних температур января и июля (пунктирные линии) на территории Восточной Европы (по Д. В. Воробьеву).

делах Южной Волыни и Львовщины в лесостепную зону. Эта последняя делится меридиональными границами на следующие подзоны: 1) дубравную, простирающуюся до Урала; 2) березовую, располагающуюся в пределах Западной Сибири и Казахстана; далее она переходит в 3) лиственную в пределах Восточной Сибири. Смена бука на европейскую ель, а последней — на сибирскую ель, так же как и появление сибирского кедра, сибирской и даурской лиственниц, отражает нарастание континентальности климата с запада на восток. На полюсе холода северного полушария, лежащем в пределах хвойнотаежной зоны, в лесах господствует лиственница, которая представляет собой образец

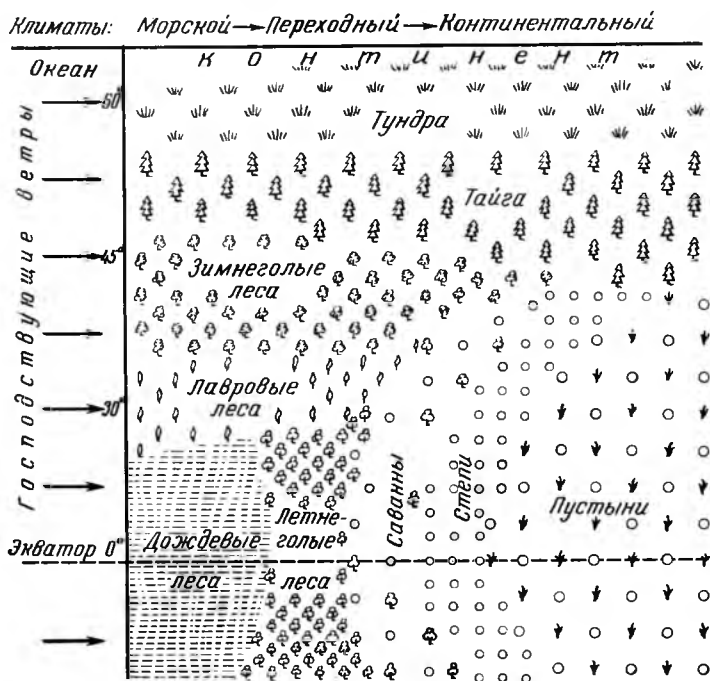


Рис. 61. Распределение первичной растительности на идеальном континенте в зависимости от гидротермических условий (по схеме Брокмана-Ероша).

зимостойкой породы. Она принадлежит к хвойным породам, имеющим таких крайне нетребовательных к теплу представителей, как ель, пихта, сосна кедровая, сосна обыкновенная. Но то обстоятельство, что лиственница сбрасывает хвою на зиму, дает ей еще одно преимущество зимней засухоустойчивости, которого нет у вечнозеленых хвойных.

На рисунке 61 показана схема распределения различных типов растительности в зависимости от широты местности и близости к океанам и морям. Схема изображает эти взаимоотношения на абстрагированном «идеальном континенте». Граница его с океаном проходит по меридиану через все широты, и благодаря этому обстоятельству имеется возможность изобразить чистую зависимость распространения растительности не только от общего количества тепла, но и от континентальности климата. На ней несколько подробнее показаны типы лесной растительности. Схема отражает также нарушение широтной зональности, происходящее из-за наличия двух приэкваторальных зон высокого атмосферного давления — северной и южной, проходящих на широте 35—50° (зоны Воейкова). Там, где они вклиниваются, вокруг них происходит деформация широтных зон и появляются континентальные типы растительности.

Зона тайги начинается на западе с еловых лесов, обогащается сначала кедровой сосной, потом лиственницей, которая господствует в лесах крайне континентального климата. Зона зимнеголых широколиственных начинается на западе с бука, переходит к господству дуба, и, наконец, к березе и лиственнице на полюсах континентальности. Южная часть этой зоны, представляющая нередко леса с господством орехоплодных — каштана, грецкого ореха и других широколиственных пород, переходит по мере продвижения на восток в степную и, наконец, в пустынную область, находящуюся в центральных частях Евразийского континента. Подобные же изменения претерпевает зона средиземноморских лесов, начинающаяся вблизи океана лавровыми лесами и переходящая затем в жестко-лиственные леса, саванны, степи и пустыни. Влажный

тропический лес при изменении климата в более континентальную и засушливую сторону превращается во все еще продуктивный летнеголый лес, далее — в саванны, в степи и пустыни.

Какие могли бы быть дальнейшие изменения растительности внутри более крупного континента под экватором, если бы имелся соответствующий прецедент в природе, сказать трудно. Широкая область лесов влажных тропиков тянется почти через весь материк Южной Америки в самом его широком месте, в бассейне Амазонки, примерно на 2000 км; подобная же широкая область дождевых лесов тянется в центральной части африканского континента, в бассейне Конго, на расстояние около 1500 км по экватору. Она прерывается далее к востоку горами в районе озера Виктория — Ньяса, то есть не по причинам широтно-зональным (см. рис. 23 на стр. 51).

Один из лучших показателей континентальности климата — годовая амплитуда температур, взятая как разность средних температур января и июля (если одна из этих величин отрицательная, она приплюсовывается к положительной). Так, годовая амплитуда среднемесячных температур января и июля в пределах ареала бука не превышает 23°, в пределах ареала граба 27°, дуба 35°, ели и березы 45°, лиственницы 60°. Для большинства ареалов древесных пород влажных тропиков годовая амплитуда не превышает 8°, для ареала южноамериканского бука (*Nothofagus*), растущего на широте 45° и южнее, то есть в теплоумеренном океаническом климате, она не превышает 12°.

Вертикальная поясность лесов. Подобно описанным выше существенным особенностям горизонтальной зональности, наблюдаемой на широких пространствах равнин, существует аналогичная вертикальная (горная) зональность — поясность, вызываемая разнообразием того же фактора — тепла. В горах разные тепловые условия создаются прежде всего вследствие закономерного понижения температур при поднятии в горы. В среднем градиент понижения температуры равняется 0,5—0,7° на 100 м вертикального расстояния. Если у подножия гор господствует климат со среднегодовой температурой 12°, то на высоте 1000 м над уровнем моря она равна 6°, а на 2000 м — 0°. Если высокая горная система расположена в экваториальной зоне, то на ней могут сформироваться все пояса растительности — от вечнозеленого дождевого леса внизу до альпийских лугов вверху. Для изучения именно такой полной гаммы горных поясов А. Гумбольдт в 1802 г. предпринял восхождение на пик Чимборасо в Андах высотой 6272 м над уровнем моря. Вершина Чимборасо, расположенного на экваторе, покрыта вечными снегами. А. Гумбольдт отметил впервые замечательное соответствие между изменениями зональности при восхождении в горы и теми, которые наблюдаются на равнине при передвижении от экватора к полюсу (табл. 14).

Поясность лесов горных систем Кавказа, Крыма, Карпат, Урала, Алтая, Саян и других горных стран повторяет указанные закономерности. Так, для Черноморского побережья Кавказа при господстве у подножия лесов колхидско-средиземноморского типа (группы жестколистных пород, приморской сосны, самшита, лавровишни, понтийского рододендрона и др.) с высоты 300 м над уровнем моря начинается пояс зимнеголых лесов с участием съедобного каштана, бука, скального и других зимнеголых дубов; с 1200 до 2000 м (Закавказье — 2500 м) простирается зона темнохвойных лесов, составленная преимущественно из кавказской пихты с примесью восточной ели и бука. Она заканчивается альпийской опушкой из низкорослого бука (*Fagus silvatica*), клена Траутветтера, березы и расположенными выше опушки зарослями кавказского рододендрона (*Rhododendron caucasicum*).

Заросли рододендрона соответствуют зоне стланиковых зарослей, распространенных выше альпийской опушки многих горных систем. Так, кедровые стланики, образованные стелющимся аналогом сибир-

Вертикальная зональность (поясность) горной системы, расположенной на экваторе (пик Чимборасо, по Гумбольдту)

Высота над уровнем моря (м)	Средние температуры вегетационного периода (°C)	Географические широты с близкой температурой на уровне моря	Растительность
4800	1,5	82—90	Криптогамные растения (вечные снега)
4400—4800	4,5	72—82	Альпийские травы
3700—4400	8,5	66—72	Заросли рододендрона
3100—3700	13,0	58—66	Хвойные леса
2500—3100	16,0	45—58	Зимнеголые лиственные
1900—2500	19,0	34—35	Вечнозеленые лиственные
1200—1900	21,0	23—34	Мирты и лавры
600—1200	24,0	15—23	Древесные папоротники, инжир
0—600	27,5	0—15	Пальмы и бананы

ского кедра, образуют заросли на горных системах Восточной Сибири. На Карпатах и в альпийской зоне среднеевропейских горных систем распространены заросли стланцеватых видов — горной сосны (*Pinus mug-hus*), зеленой ольхи (*Alnus viridis*) и некоторых можжевельников. Аналогичные заросли свойственны горным системам западного полушария, где, кроме упомянутых уже рододендроновых зарослей, в альпийской опушке и выше ее распространены низкорослые сосны.

Карпатская горная зона начинается обычно с относительно континентальных дубрав у подножия и переходит в дубово-буковый пояс на высоте 200—400 м над уровнем моря (скальный дуб, европейский бук). Зона хвойных лесов из преобладающей там европейской ели с небольшой примесью гребенчатой пихты, березы, бука, клена явора, местами серой ольхи и европейского кедра начинается на северном склоне Карпат с высоты 700—800 м над уровнем моря и поднимается до сниженной под влиянием человека лесной опушки на высоте 1400—1600 м (рис. 62). Выше ее располагается криволесье из горной сосны и зеленой ольхи. Характерно, что гребенчатая пихта в условиях более мягкого климата вытесняет свою спутницу — ель и даже бук; в более же континентальных условиях пихта появляется как примесь к буку в верхней части пояса зимнеголых лесов. На северном склоне Карпат пихта часто встречается в нижнем горном поясе совместно с буком, а в предгорье — в смеси с черешчатым дубом.

Многие явления распространения древесных пород на равнинах, особенно дуба и бука, определяются, как это ни странно на первый взгляд, законами вертикальной зональности. Например, далекое продвижение дуба на север по речным долинам свидетельствует о более теплом климате долин, объясняемом, впрочем, не только их пониженной высотой, но и обилием влаги, умеряющей крайние температуры. Последние дубравные массивы на юге расположены на плато с абсолютными отметками около 200 м, что также говорит о влиянии вертикальной зональности. В тексте, посвященном буку (в главе 3), мы отмечали, что все островные местонахождения бука в Молдавии (Кодры), Подолии, Покутье и Ростоцье (Западная Украина), в Толтрах расположены на относительно невысоких, до 400—500 м над уровнем моря возвышенностях среди лесостепной равнины, причем нигде бук не спускается с них ниже абсолютной отметки 250 м. Отражение вертикальной зональности в распределении лесов нетрудно найти в лесах Ставрополя, в Донбассе, в Шиповом лесу Воронежской области и во многих других лесах предгорий и расчлененных равнин.

Она обязана повышению количества осадков (50—75 мм на 100 м высоты) и сопровождается смягчением континентальности.

О лесных термохорах. Северная граница ареала древесной породы может носить название термохоры в случае, когда отсутствие породы явилось следствием особенностей теплового режима. При этом речь идет о минимальной термохоре, то есть о границе, за пределы которой порода не переходит из-за недостатка тепла. Что же касается максимальной термохоры, то она на земном шаре отсутствует, так как нет мест, где высокие температуры могли бы ограничивать существование леса.

Северная граница леса совпадает с июльской изотермой 10° (см. рис. 59). Она действительно является минимальной лесной термохорой. Одновременно с морозами здесь выступают и другие ограничивающие факторы: сильные зимние ветры, вызывающие потерю влаги растениями; неглубокие почвы, ограниченные вечной мерзлотой и др. Эти последние факторы способны в той или иной степени обусловить детали расположения границы леса, но главной причиной все же остается недостаток тепла — краткость вегетационного периода и его низкие температуры.

Граница леса в горах, проходящая между хвойной и альпийской зоной, относится к тому же экологическому явлению минимальной термохоры. Однако и здесь термохора осложнена рядом привходящих факторов — сильными зимними ветрами, навалом снега и ожеледью, приводящими к образованию особых форм роста стволов, косых и наклонных. Вперед лесных опушек распространены стелющиеся заросли горной сосны и рододендрона, способные выдерживать давление высокого (до 4—6 м) снежного покрова без поломок. Подобно тому, как равнинная термохора проходит севернее в областях с континентальным климатом и заходит далее к югу в областях с морским климатом (рис. 59), горная термохора поднимается выше на южном склоне и опускается ниже на северном. Иными словами, большее количество тепла, получаемое растениями в течение вегетационного периода в солнечном (континентальном) климате, передвигает естественную границу леса дальше на север и выше в горы.



Рис. 62. Ландшафт верхней горной зоны (темнохвойных лесов) в Карпатах.

Эколого - климатические ряды. Рассмотрим с помощью сравнительно-экологической методики влияние теплового фактора на состав и продуктивность естественных лесов. Относящиеся сюда закономерности ярче всего обнаруживаются при рассмотрении экологических рядов большого географического масштаба.

Ряд более или менее «чистого» эколого-климатического замещения может быть найден в трех, по крайней мере, наиболее общих формах:

1) ряд горизонтальной (равнинной) климатической зональности, простирающийся на сотни и тысячи километров;

2) ряд вертикальной (горной) климатической зональности (поясности), где аналогичное разнообразие обнаруживается на небольшом горизонтальном протяжении, измеряемом обычно сотнями метров или немногими километрами;

3) ряд микроклиматической зональности, обязанный изменениями, более мелким по топографическому масштабу, но существенным в экологическом отношении.

Каждый из трех рядов общего вида может иметь разные причины своего разнообразия. В одних случаях в качестве ведущей причины выступают изменения тепловых условий (термогенный ряд), в других случаях, при более или менее одинаковых тепловых условиях, растительные сообщества изменяются в связи с разнообразными условиями влажности климата (гигрогенный ряд). Но для лесных растительных сообществ влияние влажности климата почти целиком укладывается в рамки эдафического гигрогенного ряда и находит в нем свое полное отражение. Другими словами, при более или менее одинаковых световых и тепловых условиях леса могут быть различными из-за разного количества атмосферных осадков. Однако влияние этого фактора на растительность осуществляется главным образом эдафически, то есть через увлажнение почвы и через высоту стояния грунтовых вод.

При переходе из климатически сухого в соседний климатически влажный район зачастую меняются не типы лесов, а соотношения между количеством площади, занимаемой одними и теми же типами леса. Например, в засушливом районе преобладают ксерофильные типы леса (например, сухие боры), во влажном — гигрофильные (например, влажные боры).

О том, что эдафическое увлажнение более важно для растений по сравнению с климатическим, свидетельствует наличие ксерофильных лесов во влажном климате, например на крутых склонах с мелкими почвами или на глубоководных песках. Ксерофильные леса в теплом климате встречаются при годовом количестве осадков даже 1500 мм, однако в том случае, если они выпадают главным образом зимой или леса занимают крутые

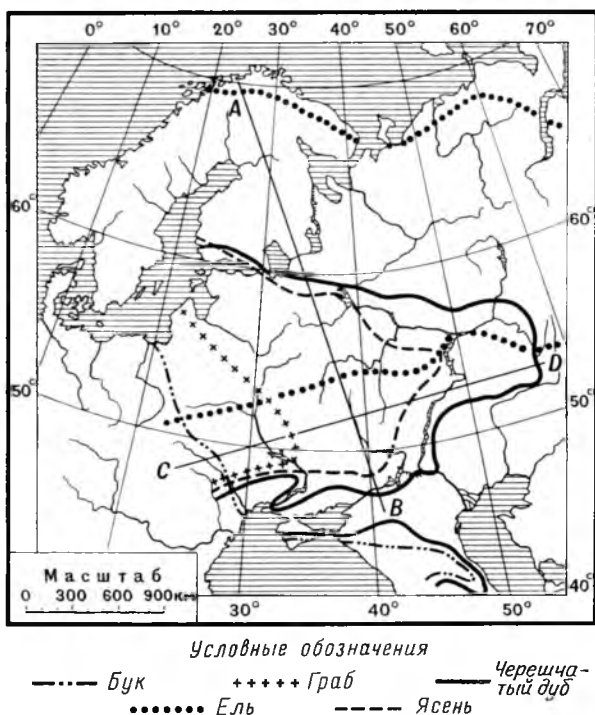


Рис. 63. Климатические профили *AB* и *CD*, ареалы древесных пород.

скалистые склоны, на которых имеет место непроизводительный расход большей части влаги на сток и испарение.

Гигрофильные леса распространены даже в пустынном климате, но только если они пользуются незасоленными грунтовыми водами, например тополевые леса Средней Азии, растущие на близководных низинах.

Чаще всего климатические профили бывают смешанными, термогигрогенными. Это объясняется тем, что тепловые изменения климата не могут не сопровождаться изменениями водного баланса, изменениями количества выпадающих осадков и испарения влаги и, наоборот, изменения влажности климата вызывают изменения тепловых условий. Важнейшая задача лесовода в данном случае заключается в том, чтобы правильно оценить признаки лесорастительного эффекта, вызванные фактором тепла, не смешивая их с теми, которые вызваны изменениями климатического или эдафического увлажнения.

Остановимся лишь на примерах профилей крупного климатического масштаба. На рисунке 63 представлены границы ареалов наиболее распространенных широколиственных пород и ели в пределах европейской части СССР. На этой схеме можно наметить по крайней мере два крупных экологических ряда-профиля.

1. *Профиль АВ*, пересекающий лесную, лесостепную и степную зоны с северо-запада на юго-восток. Он соответствует профилю изотопов Г. Н. Высоцкого. Здесь последовательно появляются и исчезают ель, ясень и дуб. Это смешанный ряд климатического замещения — термогигрогенный, так как в указанном направлении последовательно меняются как тепловые условия (длина вегетационного периода и его температура), так и влажность климата (осадки и испарение). Если для северной половины этого профиля, от тундры и примерно до широты 55°, более существенной выступала тепловая сторона изменений, то во второй, южной, части профиля более существенной становится влажность (соответственно сухость) климата. Внешне это очень ярко проявляется в исчезновении в конце профиля сначала ели, а затем ясеня и дуба, особенно последних, и переходом лесостепи в степную зону. Само собой разумеется, что в этом профиле отражено разнообразие светового и других режимов, меняющихся параллельно тепловому фактору.

2. *Профиль СД*, на протяжении которого с юго-запада на северо-восток последовательно исчезают бук, граб, ясень и, наконец, дуб. Это термогенный климатический ряд. Он может быть представлен и микроклиматическими вариантами, например в зоне бука, ближе к восточной его границе, северные склоны заняты буком, а южные склоны и климатические более континентальные понижения — грабом и дубом.

Изменения во втором ряду вызваны континентальностью климата, и ряд может быть назван контрастно-термогенным. Уменьшение периода, свободного от заморозков, сокращает срок вегетации растений и отражается на их продуктивности. Влияние нарастающей к востоку засухливости климата сказывается на долговечности насаждений, на ходе лесовозобновления. Однако важнейшим условием, изменяющим состав пород в лесах, выступает в этом случае контрастность тепловых условий и особенно зимние минимумы температур.

Шкалы отношения древесных пород к теплу. Помещенная ниже шкала требовательности древесных пород к теплу составлена с учетом их географического распространения, минимальных термохор на равнине и в горах, сроков начала и конца вегетации и других признаков. Названия четырех групп: «очень теплолюбивые», «теплолюбивые», «малотребовательные» и «нетребовательные к теплу» установлены применительно к условиям центральной лесостепи европейской части СССР.

Очень теплолюбивые. Эвкалипты. Криптомерия. Приморская сосна (*P. maritima*, *P. pithuusa*, *P. halepensis* и др.). Пробковый дуб. Кипарисы. Кедры. Секвойя. Саксаулы.

Теплолюбивые. Съедобный каштан. Апплант. Восточный платан. Пушистый дуб. Орех пекан. Грецкий орех. Белая акация. Гледичия. Берест. Серебристый тополь.

Среднетребовательные к теплу. Черешчатый поздний дуб. Граб. Клены. Ильм. Вяз. Ясень. Горный (скальный) дуб. Бук. Клен явор. Амурский бархат. Липа. Черешчатый ранний дуб. Черная ольха.

Малотребовательные к теплу. Осина. Бальзамический тополь. Серая ольха. Рябина. Береза. Гребенчатая пихта. Ель. Сибирская пихта. Обыкновенная сосна. Кедровая сосна. Лиственница. Кедровый стланник. Зеленая ольха.

Чувствительность к континентальности климата (колебаниям температур) по убывающим степеням

Породы мягкого климата. Кавказская пихта. Съедобный каштан. Бук. Зеленая дугласия. Горный (скальный) дуб. Платан. Граб.

Породы континентального климата с жарким летом и не очень холодной мягкой зимой. Саксаул. Средиземноморские сосны и можжевельники. Фисташка. Туранга. Пушистый и пробковый дуб. Апплант. Белая акация. Гледичия. Черешчатый дуб. Ясень. Ильмовые. Берест. Серебристый тополь. Грецкий орех.

Породы континентального климата с теплым летом и холодной зимой. Острolistный клен. Липа. Вяз. Серая ольха. Береза. Обыкновенная ель. Сибирская пихта. Кедровая сосна. Обыкновенная сосна. Лиственница.

В группу «очень теплолюбивых» пород включены главным образом представители более теплого климата зоны каштана и жестколистных лесов, для которых тепла в условиях центральной лесостепи не хватает. Они не входят в состав естественных лесов этой области, вымерзают в возрасте однолетних сеянцев. В группу «теплолюбивых» помещены породы с продолжительностью вегетационного периода, равной или несколько превышающей таковую в условиях лесостепи. Все эти породы позднораспускающиеся и могут быть выращены в более теплых подзонах или в лучших условиях микроклимата лесостепной зоны. В группу «малотребовательных» включены породы, встречающиеся в естественных и искусственных лесах лесостепи как устойчивые; они распространяются в горы и на север несколько выше и дальше лесостепной зоны. В категории «нетребовательных» помещены значительно дальше других идущие на север и в горы, рано заканчивающие вегетацию и ранораспускающиеся виды древесных пород. Их можно выращивать в самых худших микроклиматических условиях. Как в целом, так и в пределах каждой из четырех категорий породы распределены по убывающим степеням потребности в тепле.

Древесные породы в шкале чувствительности к континентальности климата делятся на три группы, в пределах которых последовательность распределения их такая же — по убывающим степеням. В первой группе приведены представители мягкого климата, в ареалах которых амплитуда средних температур января — июля не выходит из пределов 20° (секвойя) и 25° (граб). Вторая группа представляет собой породы, приспособленные к продолжительным жарким периодам, то есть устойчивые к континентальности климата, с уклоном в сторону жары («жаростойкие породы»). В этой категории преобладают деревья высокого светлюбия и засухоустойчивости. Последнее обстоятельство связано с главным источником высоких температур — солнечной радиацией, избыточной в остро́засушливом климате степей, пустынь, а также средиземноморья, с его жарким и бездождным летом. Однако среди близких к ним древесных пород летнего леса тропической и субтропической зоны, а также саванн много теневыносливых пород, например тиковое дерево (*Tectona grandis*).

Подобный смешанный характер — из светолюбивых и теневыносливых, засухоустойчивых и влаголюбивых пород — имеет третья группа пород континентального климата с теплым летом и холодной зимой. Здесь лиственница соседствует с елью, обыкновенная сосна — с серой ольхой и т. д. Это является одним из указаний на самостоятельность (хотя и не абсолютную) теплолюбия как одной из важных экологических особенностей растений. Теплолюбие нельзя свести к другим экологическим особенностям, например к светолюбию, влаголюбию, и между ними не обязательно корреляция.

Крайности температур, зимнее вымерзание и зимостойкость. Ткани растений до известного предела в состоянии переносить постепенно нарастающие высокие и низкие температуры. Однако для высоких температур есть предел — около $50-54^{\circ}$, когда свертываются коллоиды плазмы и клетка погибает. Макроскопически это напоминает ожог, на который указывает покраснение или побурение тканей. Нежные, слабо одревесневшие всходы и однолетние сеянцы, особенно хвойных, очень часто подвергаются ожогу корневой шейки, то есть той части молодого растения, которая соприкасается с поверхностью почвы, нагревающейся в жаркий день до $55-60^{\circ}$. Подобные ожоги, но только от непосредственного солнечного нагрева, бывают на поверхности внезапно освещенных с южной стороны гладких, тонкокорых и темноцветных (светопоглощающих) стволов пихты, ели, бука, граба, ясеня, клена явора и некоторых других пород. В результате происходящего при этом ожога камбия кора отмирает, шелушится, обнажая незащищенную древесину. Подобное явление чаще бывает при зимнем перегреве камбия солнцем у бука, внезапно оказавшегося на просторе после вырубki соседних деревьев, с южной стороны. В этом случае нагревание коры и камбия косыми зимними лучами хотя и невелико, но последующее ночное охлаждение этих частей дерева до $-15-20^{\circ}$ достаточно для того, чтобы вызвать повреждение коры и камбия, подобное ожогу.

В жаркие летние дни в средних и южных широтах получают ожоги листья кленов, конского и благородного каштана, хвоя ели, пихты и вообще теневыносливые породы. Способность к перенесению высоких температур без повреждений свойственна жаростойким растениям, в частности саксаулу и беслистным кустарникам пустыни. Жароустойчивые растения обладают лабильной ферментной системой. При повышении температуры до $30-40^{\circ}$ у них резко увеличивается дыхание, сопровождающееся нарастанием в клетках органических кислот. Последние нейтрализуют аммиак, образующийся при перегреве тканей в результате разложения белков (Петинов и др., 1961). Сильно страдают от летней жары пихта, бук, обыкновенная ель и другие северные породы.

Что касается глубоких минимумов температуры, то, по И. И. Туманову (1961), при очень медленном снижении температуры покоящегося в зимнем состоянии дерева и таком же повышении ее после опыта возможно достижение минимальной температуры, близкой к абсолютному нулю без ущерба для древесного растения (опыт с побегом ели и черной смородины). При медленном понижении температуры древесные растения проходят один из видов морозной закалки, во время которой вода успевает выйти из клеток и лед образуется только в межклетниках. Плазма клеток при этом сохраняется и способна при медленном оттаивании проявлять жизнедеятельность.

Закалка холодом происходит поздней осенью при низких положительных температурах, близких к 0° , длящихся $1\frac{1}{2}-2$ недели подряд. В это время крахмал в ветвях и почках гидролизруется, переходит в сахар, который повышает точку замерзания клеточного сока, и тем самым предохраняет протоплазму от быстрого вымораживания. Если вегетация осенью заканчивается своевременно, побеги нормально одревесневают, обезвоживаются, и это также предохраняет их от вымерзания.

У некоторых древесных пород вследствие превращения запасных веществ к осени увеличивается количество жиров, также играющих роль веществ, защищающих от вымерзания. После периода накопления сахаров и жиров в тканях нарастает количество гидрофильных коллоидов, увеличивается содержание связанной ими воды, уменьшается количество свободной воды, что повышает зимостойкость клеток и тканей.

Ровная и устойчивая зима благоприятна для деревьев, нормально прошедших осеннюю закалку. Оттепели уменьшают закалку, и при последующих морозах деревья могут вымерзнуть. Следовательно, неустойчивая зима с многочисленными оттепелями и возвратом морозов неблагоприятна для деревьев. Например, при отсутствии снежного покрова, стаявшего во время оттепели, сеянцы дуба гибнут от внезапного понижения температуры до -15° в течение суток. У них при этом вымерзают только корни, обладающие, как уже было упомянуто, меньшей морозостойкостью, чем стебли.

Зимний покой, присущий всем органам древесных растений наших широт, является приспособлением не только к низким зимним температурам, но и вообще ко всем неблагоприятным условиям зимы. В южных районах умеренной зоны у древесных пород (черешчатого дуба, кленов, ильмовых и др.) вырабатывается более продолжительный период покоя, позволяющий им выносить неустойчивость южных зим, прерываемых частыми оттепелями. В условиях устойчивых зим северных областей древесные породы (лиственница, осина, береза, черемуха, красная бузина и др.) не вырабатывают столь длительного периода покоя. Поздно распускающаяся форма дуба, трогающаяся в рост в конце мая — начале июня, имеет более южный ареал, чем ранняя его форма, которая чаще страдает от весенних заморозков на юге, но редко — на севере.

Следует отличать продолжительность зимнего покоя от его глубины. Первая определяет зимостойкость растения, вторая — морозостойкость¹. Южные зимнеголые древесные породы не менее зимостойки, чем северные. Например, дуб, ясень, клен, липа более зимостойки, чем даже сосна, ель, пихта и лиственница, зато последние морозоустойчивее.

Обычно прямое действие высоких и в меньшей степени низких температур смягчается влиянием лесного климата, сглаживающего температурные крайности. Влияние крайних температур чаще всего наблюдается в открытой местности, где древесным породам и кустарникам приходится поселяться сначала отдельными экземплярами и испытывать большую амплитуду температур, подчас от мороза до солнцепека в течение суток. Выросшие в лесу взрослые деревья испытывают то же самое, если внезапно оказываются на просторе. Мы уже отмечали, что особенно чувствительны к этому бук, пихта, граб и другие теневыносливые и тонкокорые преимущественно лиственные породы.

Однако существуют также и температурные крайности более общего порядка, не относящиеся к влиянию лесного полога и открытых местностей, но свойственные природе в значительных географических масштабах. Это так называемые морозные катастрофы, приносящие немалые опустошения лесам теплоумеренной зоны на $40-50^{\circ}$ северной широты.

В рассказе И. С. Тургенева «Смерть», написанном в 1848 г. и вошедшем в сборник «Записки охотника», художественно изложена картина массового усыхания дубово-ясеневых насаждений в центрально-черноземных областях. Оно явилось результатом суровой зимы 1840—1841 гг. Писатель, посетивший знакомые ему дубравы спустя несколько лет после морозной катастрофы, упоминает о разной степени повреждения старых дубов и ясеней: одни из них отмерли полностью, у других сохранились живые стволы и отдельные ветви, давшие негустые побеги.

¹ Я. С. Нестеров. Период покоя и зимостойкость у садовых культур. ДАН СССР, т. 117, 13.

Массовое вымерзание старых древостоев дуба в лесостепной зоне повторяется на больших площадях 1—2 раза в 100 лет, захватывая целые дубравные массивы. Так, в суровую зиму 1928/29 г., когда морозы в центральной лесостепи доходили до 40—42°, были повреждены старые древостои позднораспускающейся формы черешчатого дуба в Шиповом лесу и многих других лесных массивах. Суровые зимние условия вызвали ослабление деревьев, развитие ряда болезней (мучнистой росы и др.), массовое нападение вредных насекомых, приводившие старые насаждения к полной гибели.

Зимой 1928/29 г. в Западной Украине и Польше было повреждено морозом около 100 тыс. га старых буковых древостоев. Это произошло именно в тех местах, где температуры падали до —35—40°. Той же зимой в Италии наблюдались морозы до —20, —22°; от них подмерзали, а местами полностью вымерзли взрослые вечнозеленые дубы и лавры. Крайние температуры, при которых деревья начинают испытывать сильные повреждения морозами, специфичны для разных древесных пород. На основе наблюдений морозных катастроф можно указать примерные критические температуры начала вымерзания (ТНВ) у отдельных пород: черешчатый ранний дуб —45°, поздний дуб и ясеня —40°, клен явор, черешня и граб —38°, бук —35°, съедобный каштан и грецкий орех —32°. Согласно П. Г. Калгину (1960), северокавказский каштан выносит морозы до 34°, черноморский каштан — лишь до —25°, кипарис, кедр, пробковый дуб, саксаул —25°, лавр —20°, криптомерия, эвкалипты и приморская сосна —17°. Эти показатели относятся к диким аборигенным породам или тем, которые введены в культуру без акклиматизации.

В упомянутую выше катастрофическую зиму 1928/29 г., когда морозы в западных областях Украины и в Польше доходили местами до 45°, вымерзли не только старые буковые, но и грабовые насаждения. У бука наблюдалось повреждение древесины, значительно снижавшее ее качества, образовалось так называемое морозное ядро. У многих пород, в частности у дуба, грецкого ореха, ясеня, белой акации, вымерзли отдельные ветви, преимущественно в нижней части кроны. Были повреждены морозом даже хвойные породы: зеленая дугласия, гребенчатая пихта, тисс и местами ель. В дубравах Тростянецкого лесхоза Сумской области зимой 1928/29 г. ель вымерзла лишь в смешанных с лиственными породами посадках, где она имела обильное питание и была малосмолистой; в чистых культурах того же возраста ель перенесла зиму без повреждений. Граб вымерзал только в посадках из привозных семян, между тем как местный граб был поврежден мало. В данном случае сказался естественный отбор у местного граба по признаку морозостойкости, а также занимаемые им лучшие условия рельефа — микроклимата.

Суровые зимы 1939/40 и 1955/56 гг. характеризовались значительными повреждениями лесостепных дубрав. Пострадали граб, ясеня, дуб, лиственница, однако не столько из-за сильных морозов, сколько из-за предшествовавшего засушливого лета, усугубившего неблагоприятное влияние зимы (Д. Д. Лавриненко).

Морозобойны на стволах и другие виды зимних повреждений. Живые клетки камбия и луба у деревьев, особенно у светолюбивых пород, защищены толстой корой и отличаются высокой морозоустойчивостью. Однако в зимы с продолжительным периодом сильных морозов на стволах нередко появляются трещины, образующиеся вследствие замерзания воды и расширения ее в ядре и особенно в заболони ствола, имеющей у большинства пород более высокую влажность, чем ядро. Морозобойные трещины располагаются вертикально, проникают в заболонь всего на 3—5 см. В некоторых случаях у ясеня в связи с неравномерным расширением возникают глубокие морозобойные трещины и ствол раскалывается вдоль на две части. Неглубокие трещины могут зарости в течение нескольких лет. Но нередко последующие суровые зимы возобновляют их, и они

становятся местом поселения гнилей и насекомых-вредителей. Более других подвержены морозобоинам стволы дуба, береста, ильма, вяза, ясеня, остролистного клена, особенно в восточных районах их естественного распространения.

Во время заморозания тяжелых и очень влажных глинистых почв верхний слой почвы поднимается иногда на 5—10 см. При этом корни древесных сеянцев поднимаются вверх, растягиваются и могут быть разорваны на части. При последующем таянии и оседании влажной почвы они остаются над ее поверхностью. Это явление называется м о р о з н ы м в ы ж и м а н и е м сеянцев. У маленьких сеянцев оно может происходить даже в результате заморозков.

Укрытие сеянцев толстым слоем листвы и снега предохраняет их от действия морозов. При этом почва не промерзает. Однако для древесных сеянцев, особенно вечнозеленых, в частности хвойных пород, эти условия могут быть неблагоприятны. При температуре выше 0° у них не прекращается дыхание, расходуются запасы накопленных углеводов и белков, сеянцы ослабевают, становятся хилыми, подверженными заболеваниями и непригодными для пересадки. Поэтому излишняя толщина слоя листьев в питомниках может принести вред. Лучших результатов достигают при воспитании сеянцев в обычных природных условиях, без изнеживания.

Влияние рельефа на тепловой режим. На формирование климата большое влияние оказывает высота над уровнем моря. С поднятием в горы вегетационный период укорачивается, и это отражается на наследственных особенностях древесных пород. Деревья, выросшие на равнине из семян, собранных в высокогорном поясе, рано заканчивают вегетацию.

С подъемом в горы весна запаздывает на 2—2½ дня на каждые 100 м, осень наступает на 1—1½ дня раньше. Есть, однако, исключение: в предгорьях, до высоты 200—250 м над уровнем моря, весна наступает раньше, чем на равнинах. Это отклонение объясняется более ранним прогреванием кроны деревьев косыми весенними солнечными лучами, падающими на склон более перпендикулярно, чем на равнину.

Рельеф — важный экологический фактор, распределяющий радиацию и тепло. Приводим средние данные дневных сумм тепла для сезона с апреля по август включительно, выраженных в грамм-калориях на 1 см² в день (табл. 15).

Таблица 15

Влияние рельефа на приход тепла (по Гейгеру, 1927, 1929)

Типы рельефа и освещение	День	
	ясный	пасмурный
Полное освещение	869	415
Южный склон 30°	563	285
Горизонтальная поверхность	512	257
Восточный склон 30°	469	233
Западный » 30°	469	228
Северный » 30°	329	160
Стена, обращенная на юг	266	134
» » » восток	262	124
» » » запад	262	118
» » » север	36	11

О влиянии рельефа на тепло (в грамм-калориях на 1 см² в день), поступающее на поверхность склонов разных экспозиций при высоте над уровнем моря 800 м, можно судить по данным таблицы 16 (Бетс и Генри, 1928).

Влияние рельефа на приход тепла поступающего на поверхность склонов различных экспозиций (по Бетсу и Генри, 1928)

Дата наблюдений	Экспозиция и крутизна склона			
	юго-восток, 34°	юго-восток, 30°	северо-запад, 31°	северо-восток, 37°
21 декабря	379	402	0	0
21 января	—	—	11	—
21 февраля	—	—	105	46
21 марта	588	596	259	181
21 июня	643	641	608	555

Из данных таблицы 15 следует, что теневые (северные) склоны нагреваются летом примерно на 40% меньше, чем световые (южные), но самой теплой является горизонтальная поверхность. Как видно из данных таблицы 16, в летнее время разница поступления тепла на теневые и световые склоны невелика. Однако зимой и весной эта разница настолько значительна, что ей следует приписать заметную экологическую роль в регулировании состава, продуктивности и устойчивости древостоев на этих склонах. Основное же отличие состоит в том, что теневые склоны отличаются мягким, а световые — континентальным режимом тепла. К сожалению, мы не располагаем данными колебаний радиации, температуры и тепла на склонах разных экспозиций в течение суток. Однако нет оснований сомневаться в том, что они подтвердят выводы, сделанные на основе данных таблиц 15 и 16.

Для нижних и в меньшей мере средних горных зон многих лесных районов Кавказа, Карпат характерно, что северные склоны заняты буком, а южные — дубом (рис. 64). Является ли это распределение следствием того, что дуб, как более светолюбивая порода, находит для себя лучшие условия на южном склоне, а бук — более тениносливая — на северном? Очевидно, нет, так как дуб мог бы расти еще лучше на северном склоне, в условиях преобладающего там рассеянного освещения и достаточного количества тепла. Если светолюбие в данном случае влияет на распределение пород, то разве только на завершающем этапе этих взаимоотношений, когда под полог бука попадают приносимые птицами желуди, но дубовый подрост гибнет из-за недостатка света под пологом бука. Главная же причина состоит в том, что дуб легче, чем бук, выносит температурные колебания южного склона. На южном склоне с его значительным зимним нагревом снижается противоморозная закалка деревьев, в летнее же время они страдают от перегрева.

Указанное обстоятельство и является главной причиной тысячекратно повторяющегося явления; солнечные склоны заняты сосновыми и дубовыми древостоями, теневые — лесом из бука, благородного каштана и других пород мягкого климата. Характерное для Северного Урала господство березы на северных и сосны на южных склонах подтверждает ту же закономерность.

Заморозки. В континентальном климате распространены поздние весенние и ранние осенние заморозки (утренники). Они наносят значительный ущерб лесу, преимущественно молодым растениям, сеянцам и саженцам в питомниках и культурах. Заморозки больше всего вредят во время распускания листьев, когда нежные молодые побеги к ним очень чувствительны. Вследствие гибели ассимиляционного аппарата требуется повторная затрата веществ на его восстановление, расходование резервов, а это ослабляет устойчивость растений против вредных насекомых и грибных заболеваний.

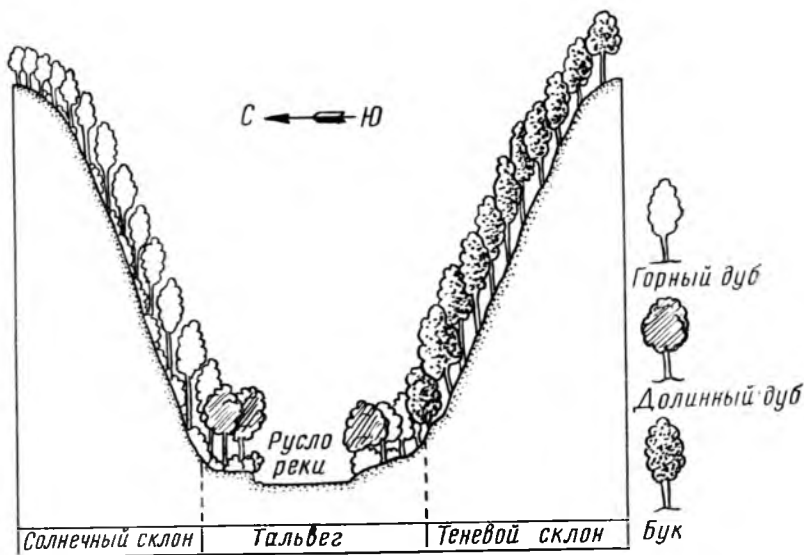


Рис. 64. Типичный для горного ландшафта профиль речной долины (ущелья) широтного простираения в зоне распространения дуба (*Quercus petraea*, *Quercus robur*) и бука.

Заморозки возникают на ровных открытых местах, на лесных полянах и лесосеках вследствие ночного излучения тепла поверхностью почвы и травянистого покрова. Излучение почвой вызывает охлаждение всего приземного слоя воздуха. Мощность слоя с отрицательной температурой может колебаться при заморозках от нескольких сантиметров до 5—8 м. Последние случаи свойственны так называемым озерам холода, возникающим в замкнутых понижениях рельефа, куда ночью стекает охлажденный воздух с расположенных выше склонов. «Озеро холода» может образоваться и на самом склоне, если ниже по ходу стекающего холодного воздушного потока находится стена или опушка леса с густым подлеском. Такая **з а к р ы т а я** опушка замедляет стекание воздуха, служит для него запрудой. Понижение в рельефе или лесную поляну, если они даже и не велики по размерам, но в них происходят ночное охлаждение и заморозки, называют «морозобойными ямами».

Всякое уменьшение ночного охлаждения вследствие облачности или умеряющего влияния полого леса играет положительную роль для сеянцев и деревьев во время весеннего распускания листьев. Даже ажурный, слабооблиственный полог березы высотой 10—15 м имеет защитное значение—под ним ночные температуры выше на 4—6° по сравнению с соседней поляной, и это устраняет опасность утренников в мае. Нельзя получить удовлетворительные результаты возобновления пихты, бука и ели, если их подрост оставлен без защиты расположенным над ним пологом насаждения. К весенним заморозкам чувствительны также ясень, ильмовые, благородный каштан, дуб, зеленая дугласия.

Чувствительными к весенним заморозкам в районе Великих Озер (Северная Америка) оказались местные породы: черный орех, белый ясень, красный дуб; не повреждались сосны, можжевельники и туя восточная.

В очень редких случаях заморозком повреждаются сеянцы клена, липы, лиственницы. Последняя не страдает от заморозков в пределах своего естественного ареала. Однако, будучи перенесена на юг, например в степную зону Украины, она раньше других распускает почки, и поздние заморозки повреждают ее молодую, нежную хвою. Нетребовательная к теплу и морозостойкая у себя на родине ель сибирская (*Picea obovata*) больше страдает в Западной Европе от поздних заморозков, чем местная

европейская (*P. excelsa*). Очень редко весенними заморозками повреждаются молодые побеги граба, березы, осины, черной ольхи, ивы и сосны. Эти породы следует считать устойчивыми по отношению к заморозкам. Поселяясь на открытых местах, в том числе и на морозобойных, они быстро образуют сомкнутые насаждения.

Повреждаемость древесных пород заморозками зависит, как видим, не от общих экологических причин, которые определяют типы морозостойкости растений. В отношении древесных пород к заморозкам больше отражена их чувствительность к континентальному климату, усложненная теми биологическими особенностями, которые присущи сеянцам, но часто совсем не свойственны взрослым деревьям той же породы. Так, чувствительный к заморозкам в районе Киева айлант, ежегодно побиваемый ранними осенними заморозками до пня и ежегодно отрастающий порослью от пня, с некоторого возраста остается неповрежденным и нормально развивается.

Значительный вред приносят весенние заморозки, повреждая цветки, особенно у дуба и бука. Изредка, в случае очень сильных заморозков, подмерзают цветки ольхи и орешника — пород, как известно, морозостойких.

Зачастую при небольших заморозках 1—3° повреждение наблюдается лишь в полосе утреннего освещения прямыми лучами солнца, в то время как защищенные от лучей теневые места остаются без повреждения. Это объясняется внезапностью перехода от отрицательных к положительным температурам на местах, которые согреваются первыми солнечными лучами.

В европейской части СССР к ранним (осенним) заморозкам чувствительны только экзоты, перенесенные из теплого в холодный климат. Так, белая акация, софора, айлант нормально не заканчивают вегетацию в лесной зоне. Листья их побиваются морозами в зеленом состоянии, при этом страдают также и концы неодревесневших побегов. Вообще, **н е п о л н о е в ы з р е в а н и е** является основной причиной повреждения осенними заморозками и зимними морозами растений южного происхождения.

Лучшие в микроклиматическом отношении места в рельефе лесостепного ландшафта — верхние части крутых склонов балок и прилегающие к ним участки плато. Они обладают свойством «воздушного дренажа», заключающегося в том, что на них холодный воздух не застаивается, стекает вниз, в балки и долины. Очень важно для южных и чувствительных к заморозкам пород, чтобы их сажали в местах с незначительным водосбором, то есть там, куда холодный воздух с вышерасположенных точек не притекает, где он не накапливается. Обычно именно в таких местах господствует ранняя форма дуба, распускающаяся в среднем до 1 мая. Поздняя же форма занимает балки и воздусобирающая плотина — опушки у подножий склонов, в пределах «озер холода» и «морозобойных ям». Особенно опасны в качестве морозобойных мест старые поляны в дубравах. Показателем их морозобойности является состав пород выходящих на поляну опушек. Они состоят из позднераспускающегося дуба даже и тогда, когда в древостое господствует ранний дуб или другие широколиственные его спутники — ясень, ильмовые, граб, липа и др.

В тех местах, где в лесостепи растет скальный дуб (*Quercus petraea* L. *и b l.*), представленный на востоке лишь одной ранней формой, он занимает дренированные места (рис. 65). Распределение разных форм дуба — ранних и поздних — по типам рельефа соответствует лишь тем условиям, которые существовали на вырубках в момент возобновления. В морозобойных местах выпадает повреждаемый заморозками ранний дуб и остается поздний, распускающийся в середине или даже в конце мая, после весенних заморозков.

Способы повышения морозо- и зимостойкости древесных растений. Изменения растений, перенесенных из других климатических районов

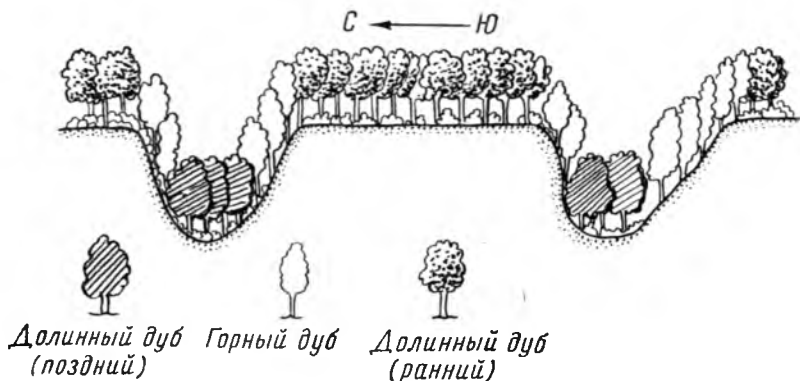


Рис. 65. Схема экологического ряда естественных насаждений в Лесничевском лесничестве Балтского лесхоза Одесской области. Горный дуб (*Quercus petraea*) занимает места с наилучшим «воздушным дренажем», гарантирующим от заморозков. Ранняя форма долинного дуба (*Quercus robur*) занимает высокие плато, поздняя — подножия склонов и тальвеги балок; в этом последнем месте заморозки отличаются наибольшей частотой, продолжительностью и глубиной.

в данный, носят название а к к л и м а т и з а ц и и, то есть приспособления к местному климату. Акклиматизация проходит скорее, если новый вид или породу переносят в виде семян, особенно гибридных, способных менять свою наследственность под влиянием воспитания в новых условиях (И. В. Мичурин). Последовательная, ступенчатая акклиматизация, то есть приближение интродуцируемого вида к новым условиям местообитания через ряд промежуточных географических пунктов, где он проходит частичную акклиматизацию, дает лучший успех. Значительную роль в процессах акклиматизации южных растений в северных районах играет естественный отбор по признаку морозостойкости, проходящий среди интродуцируемых растений в суровые зимы. Успехи в интродукции южных растений, в частности ореха грецкого и съедобного каштана, ныне выращиваемых значительно севернее своих естественных ареалов, обязаны морозному отбору не в меньшей степени, чем селекции.

Повреждения растений морозом могут иметь положительное значение и для некоторых других целей. Образование густого низкорослого подлеска, стелющегося по поверхности почвы, крайне необходимо для защиты почвы от задернения злаками в полезащитных лесных полосах. Для этого применяют теплолюбивые лианы, в частности ломонос (*Clematis vitalba* L.), создающий густые напочвенные заросли, полностью вытесняющие травянистый покров. Подниматься вверх на деревья теплолюбивому ломоносу мешают зимние морозы, «стригущие» его на уровне снежного покрова. Морозная стрижка необходима для густого кущения ломоноса и для защиты деревьев от его разрастания над их кронами.

Кустарник понтийская азалея (*Azalea pontica*), обычный для лесов Черноморского побережья Кавказа, широко распространен в ряде районов Украинского и Белорусского Полесья в виде густого подлеска во влажных (черничных) суборах. В холодные зимы его верхние не защищенные снегом побеги вымерзают, но зато никогда не повреждаются основания стволиков и корневые системы, защищенные снегом. Подобную роль защитника от морозов высокий снежный покров играет для зарослей рододендронов выше альпийской опушки на Кавказе. Под защитой снега далеко на север, в тайгу и даже в тундровую зону проникли и натурализовались вечнозеленые кустарники из семейства вересковых. В зоне устойчивого и мощного снежного покрова возможна даже культура вечнозеленых растений, например лавра (*Laurus nobilis*), с ежегодной осенней срезкой побегов на пень, и даже чайного куста (*Thea chinensis*). Опыты

с культурой лавра осуществлены в нижней и средней зоне Карпат с прохладным и мягким климатом (О. В. Гиндич, 1963).

Интересен живой термометр этих лесов — вечнозеленый плющ, поднимающийся на стволы дуба и бука и прикрепляющийся к ним присосками. В более холодном климате его «отстригают» зимние морозы на уровне снежного покрова, он здесь стелется по почве и скорее является представителем напочвенного покрова. В более теплом он поднимается выше снега и его рост обратно пропорционален минимальным температурам предшествующих зим.

Известно, что северные растения приспособлены к длинному световому дню, южные — к короткому. С длиной дня сопряжена длина вегетационного периода. Северные растения, приспособленные к длинному дню, имеют короткий вегетационный период и при перенесении на юг известное время сохраняют это свойство, сбрасывают листву значительно раньше окончания вегетации у аборигенов. Наоборот, южные растения, приспособленные к короткому дню и длинному вегетационному периоду, при перенесении на север не заканчивают вегетацию своевременно, страдают от осенних заморозков и зимних морозов.

Исследования советских ботаников-физиологов (Б. С. Мошков, 1935) показали, что при искусственном укорачивании светового дня в течение непродолжительного времени (2—3 недели) южные породы можно приспособить к северным условиям, и они становятся морозостойкими. Для повышения морозостойкости деревья должны быть подготовлены к зиме прежде всего путем своевременного окончания вегетации и вхождения в период покоя. Именно этому и соответствует дозировка фотопериодов. Она улучшает способность деревьев к последующему закаливанию, вызываемому накоплением сахаров в клетках под влиянием осеннего охлаждения, но не заменяет самостоятельной роли этого последнего (И. И. Туманов и др., 1965). Аналогично применяется фотопериодическая индукция и для северных пород, перенесенных на юг. При этом удлиняют день искусственным досвечиванием, благодаря чему увеличивается период вегетации и, следовательно, создается возможность лучше использовать местные условия для повышения продуктивности растений.

Перенесение северных растений на юг (например, разведение березы на южных склонах Черноморского побережья Крыма и Кавказа) усиливает рост этих пород в первые годы их жизни, но ослабляет их устойчивость против грибных болезней и вредных насекомых. Некоторые растения, например лиственница, становятся на юге жертвой своего раннего распускания, попадая под губительное действие заморозков. Однако пример ели, становящейся на юге быстрорастущей породой, говорит за интродукцию северных растений на юг. Есть основания полагать, что главным положительным условием в этих случаях выступает удлинение теплого периода.

Как мы уже отмечали выше, для повышения морозостойкости деревья должны быть подготовлены к зиме прежде всего своевременным окончанием вегетации и вхождением в период покоя. Именно этому и содействует дозировка фотопериодов. Она улучшает способность деревьев к последующему закаливанию, вызываемому накоплением сахаров в клетках под влиянием охлаждения до $+2-4^{\circ}$ (И. И. Туманов и др., 1965).

Температурный режим почвы. Температура почвы зависит от солнечного тепла, поступающего на поверхность почвы и проникающего в ее глубину. На открытой поверхности почвы происходит наибольшее нагревание и наибольшая теплоотдача. Особенно велики максимумы температур на темноокрашенных и еще больше на сухих песчаных почвах, где они поднимаются до $60-70^{\circ}$, то есть переходят через критическую точку существования живой плазмы ($50-54^{\circ}$). Как уже было упомянуто, в этих случаях сосновые сеянцы-однолетки подвержены ожогу шейки корня, приводящему их к отмиранию.

Минимумы температур на поверхности почвы больше, чем в атмосфере, только при ясном небе и незащищенной почве, в ночное время или в ранние утренние часы. Дневные колебания температур почвы запаздывают уже на глубине 25—50 см. Глубже 1 м проникают более длительные и интенсивные волны тепла и холода, вызываемые сменой сезонов года. Весной и особенно летом почва холоднее воздуха, а осенью и зимой она теплее.

Большое экологическое значение имеет общий характер почвенного климата. Песчаные почвы из-за их сухости и малой теплопроводности аккумулируют тепло в верхних горизонтах, и их называют т е п л ы м и. К х о л о д н ы м относятся суглинистые и торфяные почвы, которые вследствие главным образом своей высокой порозности и влагоемкости теплоемки и теплопроводны, но они быстро теряют тепло. Эти особенности почвы имеют лесообразующее значение в лесах севера, где на теплых почвах богаче состав и выше продуктивность древостоя. Кроме того, горизонт вечной мерзлоты находится ближе к поверхности в суглинистых и торфяных почвах.

Для характеристики песков приведем средние температуры желтого дюнного песка в 13 часов на поверхности и на глубине 10 и 25 см в течение летних месяцев (Олешские пески).

Глубина (см)	Апрель	Май	Июнь	Август
0	23,0	38,0	40,6	42,6
10	15,4	23,8	29,0	30,6
25	11,5	18,3	23,2	25,7

Приведенные данные показывают, что во время наибольшей радиации, в 13 часов, температура на глубине 10 см ниже, чем на поверхности почвы, на 8—15°, а на глубине 25 см — на 11—20°. Следовательно, верхняя часть корневой системы деревьев, особенно их горизонтальные корни, находятся в условиях более контрастного гидротермического режима, здесь чаще бывает засуха, а температура менее благоприятна, чем в более глубоких горизонтах. В целом же кроны, стволы и корневые системы леса находятся в разных тепловых условиях; корни и ствол — в мягком и влажном климате, кроны — в сухом и континентальном. В связи с этим в процессе эволюции возникла большая чувствительность корней как к высоким, так и низким температурам. Эту их особенность принимают во внимание при выкопке, хранении, перевозке и посадке деревьев на новые места. Корневые системы сеянцев, саженцев и взрослых деревьев оберегают от действия солнечных лучей, ветра и мороза.

Лесной фитоклимат. Сомкнутый полог леса задерживает до 95% света и большую часть поступающего радиационного тепла. Именно этим в первую очередь объясняется образование особого лесного фитоклимата, «лесной (или лесоводственной) обстановки», резко отличной от климата соседней открытой местности.

Полог леса отделяет расположенное ниже его воздушное пространство от свободной атмосферы и тем затрудняет вертикальный (турбулентный) обмен воздуха и тепла между лесом и лежащим выше его слоем атмосферы. Внутри леса создается особый воздушный и тепловой режим.

Задержание тепловых лучей кронами препятствует нагреву почвы и расположенного над ней слоя воздуха. Лесная почва в течение летнего времени холоднее, чем полевая, по крайней мере до глубины 1—1,5 м. В почве соснового леса на глубине 60 см эта разница достигает —2,7°, под елью —3°, под буком —3,2° (Ю. Шуберт, 1900). Зимой лесная почва, напротив, теплее, чем полевая, и не только под вечнозелеными хвойными, но и под лиственными породами, образующими мощную подстилку из опавших листьев. В среднем в течение года лесная почва на 1—1,5° холоднее, чем полевая, но в зимнее время она теплее на 0,5—1°. В лесостепной зоне европейской части СССР, за исключением Заволжья, почвы

зимой в дубравах не промерзают, будучи защищены толстым и рыхлым снежным покровом. Только под ельниками, где из-за задержания большого количества снега кронами устанавливается тонкий снежный покров, почва промерзает на глубину до 0,5 м и больше. Но зато ельники сильнее умеряют высокие летние температуры, чем лиственные породы.

Следовательно, почвенный климат леса мягче, чем в поле: летом он прохладнее, зимой теплее, крайности температур сглаживаются. Незначительные разницы средних температур не дают оснований для недооценки разницы между лесом и полем, так как за ними стоит большая длительность и многократная повторяемость явлений.

В летнее время лиственный лес, по Ю. Л. Раунеру и Н. И. Рудневу, задерживает около 80% радиации. Вследствие более низкого альбедо лесные насаждения поглощают солнечную радиацию на 2—3 ккал больше, чем луга и сельскохозяйственные поля (Ю. Л. Раунер, 1965). Лес снижает температуру под своим пологом и особенно существенно влияет на крайние температуры, сглаживая их. Кроны верхнего яруса получают много тепла.

Кроме того, поверхность зеленого полога хвойных лесов в летний период излучает меньше тепла, чем луг. В среднем в течение теплого периода на сомкнутый полог леса приходится дополнительно около 5 ккал эффективной радиации, что эквивалентно испарению слоя воды около 80 мм (Ю. Л. Раунер, 1965). Нижние ярусы леса и его подрост растут в условиях прохладного, выравненного и мягкого климата. У древесных пород со сквозистыми, светопроницаемыми кронами (лиственница, сосна, береза, ясень, белая акация и др.) разница между климатом в лесу и климатом в поле не столь велика; что касается вечнозеленых темнохвойных (ели, пихты), то климат в их древостоях сильно разнится и летом и зимой от климата поля. Граб и бук создают ярко выраженный лесной климат только в летнее время.

На диаграмме (рис. 66) показана разница между средними месячными температурами насаждений сосны, ели и бука и на открытом пространстве. Воздух в лесу в зимние месяцы во всех насаждениях теплее, особенно под елью. Летом и в ранние осенние месяцы он холоднее, особенно под буком; крутое падение кривой в мае и июне связано с распусканием листьев бука и затенением почвы. Здесь уместно снова напомнить, что за десятилетиями градуса средних величин скрывается значительная разница единичных цифр. Так, температура воздуха в солнечный и жаркий летний день может быть под пологом леса в умеренных широтах на 15° ниже, чем в поле; точно так же в октябре или мае при сильном ночном охлаждении воздуха на открытом месте температура может падать до

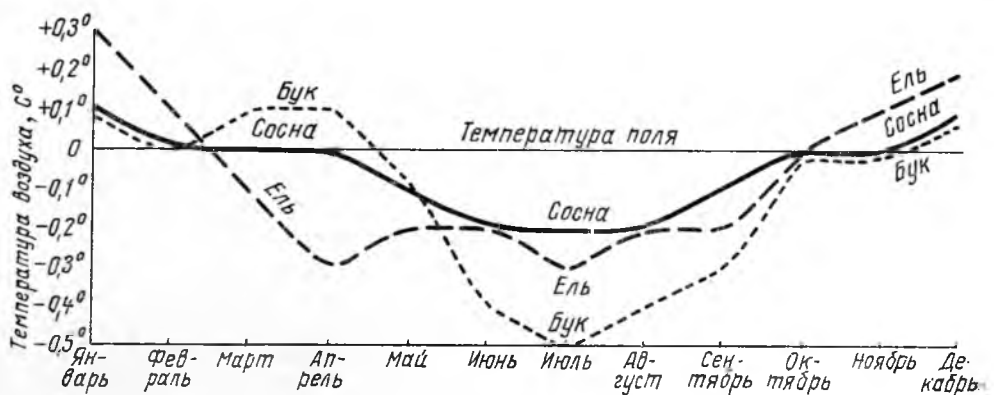


Рис. 66. Разница между средними месячными температурами воздуха в лесу и среди открытой полевой местности (по Ю. Шуберту).

—5°, а под пологом леса суточный минимум равен 3°, то есть в критический момент воздух в лесу на 8° теплее, чем в поле.

Средние месячные минимумы температур на вырубке в Лисинском лесхозе Ленинградской области были на 2—3° ниже, чем в молодняке, и на 6° ниже по сравнению с жердняком и приспевающим древостоем. В отдельные летние дни разница минимальных температур на вырубке и в приспевающем древостое достигала летом 12—15°, зимой 5—8° (А. П. Клинов, 1952). Подобная большая разница температур хотя и представляет собой непостоянное явление, но во многих случаях выступает в качестве решающего фактора, так как определяет судьбу той или иной породы на данном участке. Достаточно одного весеннего заморозка, чтобы нежные всходы ясеня, дуба, ели или другой чувствительной к заморозкам породы погибли.

Чем континентальнее климат данного района, тем существеннее влияние леса на температурные условия под его пологом. Влияние леса на температуру ослабляется по мере снижения густоты древостоя. Изреживание ниже полноты 0,6 у светолюбивых пород и ниже 0,4 у теневыносливых значительно ослабляет их влияние на температурный режим и приближает последний к условиям открытого пространства. Подобные же явления происходят на лесных полянах, на сплошных лесосеках. На полянах и лесосеках господствует температурный режим открытого пространства, и влияние леса ограничивается узкими полосами у стен леса, преимущественно у стен, обращенных на север и отбрасывающих полуденную тень. На более обширных открытых пространствах, в том числе и на концентрированных лесосеках, движение ветра способствует возникновению турбулентных потоков, перемешивающих приземный слой воздуха с вышележащими его слоями. Июланы, окруженные высоким и густым лесом, отличаются застоем воздуха и более контрастным (континентальным) ходом температур не только по сравнению с древостоем, но даже и по сравнению с открытым пространством. В летний день на солнечной стороне поляны жарко, в полдень возможны угнетение и ожоги у растений, чувствительных к высоким температурам. Весной и осенью поляны становятся морозобойными ямами. Поэтому самовозобновление леса на полянах происходит породами, устойчивыми к заморозкам, — березой, осинкой, реже сосной, но не елью, буком или пихтой, подверженными морозобою и неспособными преодолеть зону приземного охлаждения.

Застой воздуха возможен на окруженных со всех сторон стенами леса лесосеках и полянах, то есть на открытых участках среди леса, ширина которых превышает высоту окружающих деревьев (см. стр. 29). На меньших по ширине прогалинах и в окнах полога, несмотря на увеличенную радиацию, микроклимат мало отличается от лесного, так как вследствие небольшой их ширины почва под ними затенена, а приземный слой воздуха не подвергается ни сильному дневному нагреву, ни глубокому ночному выхолаживанию.

Регулирование теплового фактора в лесном хозяйстве. Важнейшее правило регулирования теплового фактора в лесу — быстрое создание лесной обстановки на открытых местах и сохранение ее там, где она существует. Лесную обстановку на открытых местах создают разведением или возобновлением леса. Трудности ее создания бывают особенно велики в континентальном и засушливом климате или в особо трудных условиях рельефа и микроклимата. Поэтому тогда, когда главной является порода, чувствительная к крайностям температур, предварительно вводят посадкой или посевом породу устойчивую, а под ее защитой (отенением) — главную. В природе такой способ осуществляется при возобновлении пихты, бука и ели. Эти породы страдают на открытых местах от солнечного и заморозков, но растут удивительно под негустым пологом своего материнского насаждения или под пологом березы, осины, сосны и других светолюбивых и морозостойких пород.



Рис. 67. Поляна, образовавшаяся на вырубке среди ельника типа влажной сурамени. Пастьба скота вызвала задернение почвы белоусом (*Nardus stricta*). Самосев ели кустится из-за побивания заморозками (Карпаты).

Важное значение имеет подбор местообитаний для древесных пород. Чувствительные к крайностям температуры породы следует сажать на северных склонах, а на склонах всех других экспозиций — при незначительном их уклоне. Западные склоны для таких пород лучше, чем восточные, на которых быстрый подъем температуры при восходе солнца усиливает отрицательное влияние утренников.

Еще в XVIII в. было принято придавать лесосекам определенное направление по отношению к странам горизонта. Так, если невыгодно ставить стены леса и подрост под действие прямых солнечных лучей, лесосеки делают узкими и отводят их таким образом, чтобы длинные стороны располагались с запада на восток, то есть чтобы большая часть узкой лесосеки находилась в отенении южной стеной леса. Если требуется больше освещения, то ширину лесосек увеличивают и закладывают их длинной стороной по меридиану.

Регулирование плотности стен леса и опушек может служить способом улучшения тепловых условий на лесосеках и полянах. Если стена леса имеет плотный кустарниковый подлесок или состоит из густохвойных деревьев с низкоопушенной кроной (ель, пихта), она плохо пропускает для воздушных потоков. Такая стена является подпорной для стекающих ночью охлажденных воздушных масс и плотной для морозобойных ям и озер холода. В подобных случаях полезно ее разредить, удалить подлесок и тем самым утеплить выше расположенную лесосеку или поляну.

Был отмечен случай, когда на лесосеке из-под хвойного леса, где почва была покрыта значительным слоем лесной подстилки и злаковой дернины, заморозки мешали возобновлению леса. Благодаря последующей пахоте с полным оборотом пласта сплошной теплоизолирующий слой дернины был перемешан с минеральным слоем почвы, температура поднялась в среднем на 4° и опасность заморозков была устранена (Р. Гейгер, 1940).

Для защиты сеянцев от солнцепека в питомниках применяют деревянные щиты, посыпают гряды опилками и щепой. На лесосеках, где особенно опасен солнцепек, разбрасывают остатки от лесозаготовок по поверхности почвы более или менее равномерным слоем, особенно на повышениях рельефа. В критический период жизни молодых сосновых культур на южных песках во время позднелетней засухи бывает полезно оставлять сорняки в междурядьях, чтобы использовать их затеняющее влияние. Подобное же благоприятное влияние на нежные всходы и сеянцы чувствительных к заморозкам пород оказывают более высокорослые представители травянистой растительности, способные отенить сеянцы с востока и предохранить их от губительного влияния утренних лучей солнца после ночного заморозка. Именно такое благоприятное влияние может оказывать на сеянцы дуба в ряде случаев папоротник орляк. Поэтому сохранение травянистой растительности иногда бывает полезно для подроста на сплошных вырубках и полянах.

ГЛАВА

9

ВЛАГА

Источниками влаги для растений являются: 1) атмосферные осадки — дождь и снег; 2) конденсационные осадки в виде росы, инея, ожеледи, образующиеся в результате сгущения водяных паров, капелек тумана и дождя; 3) почвенная влага, образующаяся от предыдущих источников; 4) грунтовые воды; 5) реки и пресные водоемы.

Вода поступает в растение из почвы по корням. Небольшую долю ее листья и молодые побеги способны усваивать из оседающих на них капель дождя и росы, особенно в том случае, когда влага попадает на листья, подвядшие в результате засухи, но сохраняющие жизнеспособность. Вместе с растворенными в ней веществами она проходит в ткани и сосуды листьев через устьица (Е. Ф. Симонова, 1958).

Вода используется растением в качестве строительного материала клеток и тканей. Она необходима для жизнедеятельности плазмы, поддержания клеточного тургора, передвижения поглощенных корнями из почвы веществ в ствол и крону, перемещения пластических веществ из листьев в другие органы растений, для транспирации.

От корней к листьям у крупных деревьев вода поднимается на большую высоту, например у деревьев гигантской секвойи до 125 м. Количество воды, расходуемой деревьями на транспирацию, велико. Так, по данным Тростянецкой лесной опытной станции (Сумская область), взрослые насаждения свежих дубрав транспирируют в среднем около 350—400 мм в год. Ольховые и тополевые насаждения, которые растут на почвах с близкой грунтовой водой и пользуются почти неисчерпаемыми ее запасами, расходуют на транспирацию в течение вегетационного сезона свыше 1000 мм, то есть около 10 000 м³ воды в год на 1 га. Лишь малая доля, всего $\frac{1}{200}$ — $\frac{1}{800}$ потребляемой воды, используется на построение сухого вещества растения.

Лесоводы, работающие в засушливой зоне, представляют ценность «каждой капли влаги» для борьбы с высокими температурами и засухой. Запас влаги в дереве увеличивает его теплоемкость, а процесс испарения снижает температуру листьев и побегов. Следовательно, поступающая влага предохраняет растение от губительного действия высоких температур, чрезмерного обезвоживания и усыхания.

Уже сама по себе мощь деревьев и самого леса говорит о большой требовательности их к обеспеченности водой. Деревья способны

развивать глубокую и разветвленную корневую систему, с ее помощью использовать влагу из большого объема почвы. Они могут черпать ее даже из самого богатого источника — из горизонта грунтовых вод, недоступного для подавляющего большинства травянистых растений, мхов и лишайников из-за того, что эти последние укореняются неглубоко. Поглощая много влаги и испаряя ее, лес накладывает особый отпечаток на состояние влажности почвы и атмосферы, на климат и водный режим малых и больших территорий.

Влияние осадков на распространение лесов. Лесная ксерохора. Осадки являются первоисточниками снабжения леса влагой. Твердые осадки холодного периода года (снег, иней, ожеледь), скопляясь на кронах деревьев, вызывают снеговал и снеголом. Осадки влияют также и на температурный режим леса. Летние осадки снижают температуру воздуха и почвы; зимние снежные осадки, наоборот, утепляют почву и занятый снегом приземный слой воздуха.

Общее (годовое) количество осадков имеет большое значение для распространения лесов в крупных географических масштабах. Так, в лесных районах годовое количество осадков бывает, как правило, свыше 400 мм, в безлесных (степях и пустынях) — менее 400 мм. Связь между количеством осадков и распространением лесов детально изучил в конце прошлого века на северо-американском континенте немецкий лесовод Г. Майр. Он установил, что леса этого обширного материка являются детенцем влаги, приносимой воздушными течениями на сушу от Тихого и Атлантического океанов. Это происходит следующим путем. Насыщенные влагой над океаном воздушные массы по мере продвижения внутрь материка расходуют ее на образование осадков. Встречая на своем пути горные массивы и поднимаясь вверх по их подветренным, обращенным к океану склонам, воздушные массы охлаждаются и отдают в виде осадков значительную часть своей влаги. Подветренные склоны в береговой зоне Тихого океана получают свыше 1000 мм влаги в год, в зоне Каскадных гор — 600—800 мм, в зоне Голубых и Скалистых гор — 400—600 мм. Переходя через вершины гор и опускаясь на их заветренные склоны, воздушные массы адиабатически нагреваются и отдаляются от точки конденсации водяных паров, в результате чего осадков на заветренных склонах выпадает меньше, чем это свойственно средним для района и абсолютных высот фоновым величинам осадков. Следовательно, ближайшие к океану равнины и обращенные к нему склоны крупных горных цепей богаты осадками; центральные части континентов и обращенные к ним склоны больших горных массивов бедны осадками и тем в большей мере, чем дальше они расположены от океана. В связи с этим в районах с большим количеством осадков развиваются леса, особенно роскошные на океаническом побережье и ближайших к нему обращенных к океану горных склонах. В районах, где мало осадков, развивается травянистая и кустарниковая растительность прерий, степей, полупустынь и пустынь (см. рис. 68).

Г. Майр полагал, что минимальное количество влаги, необходимое для существования леса, составляет 50 мм осадков, выпадающих в течение четырех летних месяцев, с мая по август. Он обусловил этот показатель высокой относительной влажностью воздуха около 70—75%. Однако в природе такая сравнительно высокая влажность воздуха не сочетается со столь малым количеством осадков. Для условий, когда относительная влажность в летние месяцы падает до 50%, Майр проводил границу леса по изогие летних месяцев 100 мм. Упоминаемые придержки очень приблизительны.

Вопрос о существовании лесной омброхоры (границы леса, определяемые минимальным количеством осадков) детально проанализировал Г. Н. Высоцкий. Отдавая должное географическим исследованиям Г. Майра, он отрицал в принципе существование лесной омброхоры,

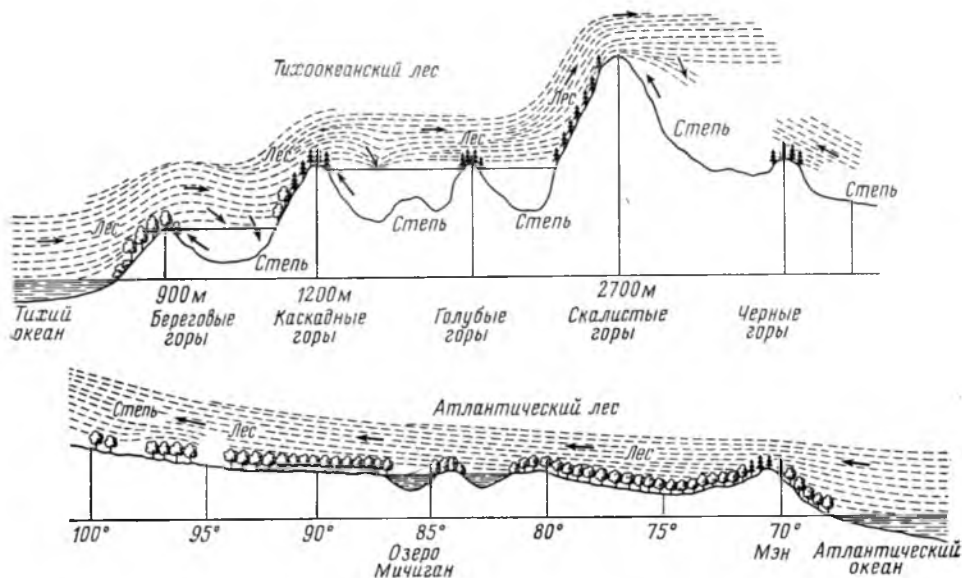


Рис. 68. Первичное распределение лесов и степей в пределах западного (тихоокеанского) и восточного (атлантического) бассейнов североамериканского материка вдоль параллели 40° с. ш. Цифры показывают максимальные высоты горных цепей в метрах и меридианы от Гринвича в градусах. Пример влияния берущих начало над океаном влагоносных течений атмосферы на распределение растительности суши (по Г. Майру, 1909).

справедливо указывая на отсутствие во многих случаях непосредственных связей между количеством осадков и ростом леса. Так, во многих местах лесной (таежной), лесостепной и степной зон количество годовых осадков колеблется в пределах 350—500 мм; в лесной зоне есть местности с 350 мм годовых осадков, а в степной зоне — 450 мм и выше.

Г. Н. Высоцкий выдвинул понятие о лесной ксерохоре, под которой он разумел границу распространения леса, определяемую засушливостью климата. В качестве показателя влажности и засушливости Г. Н. Высоцкий предложил (1895) так называемый омброзапарометрический коррелятив (ОК), представляющий собой отношение годового количества осадков к испаряемости по Вильду. Последняя величина определяется количеством влаги (в миллиметрах), испарившейся с открытой водной поверхности. Приводим несколько показателей ОК (табл. 17).

Таблица 17

Отношение между осадками и испаряемостью (ОК) по зонам
(по Г. Н. Высоцкому, избр. соч., т. I, стр. 324)

Области	Осадки (мм)	Испаря- емость (мм)	Показа- тель Вы- соцкого (ОК)
1. Лесная зона (Москва, Минск)	542	438	1,24
2. Граница лесной зоны с лесостепной (Киев, Ско- пин, Свердловск)	580	597	0,97
3. Черноземная степь (Харьков, Луганск, Урюпинск, Николаевское)	405	640	0,63
4. Южная сухая степь (Херсон, Малый Узень, Аст- рахань)	251	754	0,33

Г. Н. Высоцкий проводил лесную ксерохору по показателю ОК, рав-
ному 1,0. В пределах лесной зоны ОК больше единицы, в степной зоне —

меньше единицы, а в сухих степях ОК падает до 0,3. Показатель Г. Н. Высоцкого явился первой по времени удачной цифровой характеристикой влажности (сухости) климата, отражающей в одной цифре две главные ее функции — осадки и их расход.

Однако нельзя удовлетвориться представлением о лесной ксерохоре как границе, проходящей по ОК, равному 1,0. Обширный опыт степного лесоразведения показал, что искусственные леса из черешчатого дуба устойчивы в зональных (плакорных) условиях всей степной зоны европейской части СССР, имеющей ОК от 1,0 до 0,5. Леса особого типа, состоящие из абрикоса, лоха, белой акации, гледичии, пушистого дуба и других засухоустойчивых древесных пород, а также относительно густые естественные кустарниковые заросли «шибляки», «маквисы», «чапарали», состоящие из засухоустойчивых видов дуба, сосны, фисташки, можжевельников и других пород, встречаются в полупустынной зоне Крыма, в Среднеазиатских республиках, Средиземноморье, в мексиканских полупустынях и во многих других засушливых географических областях. В этих местах отношение осадков к испаряемости падает даже до 0,25. Другими словами, если не ограничивать представления о лесе теми видами растительности, которые принято к лесу относить, если включить в понятие «лес» низкопроизводительные леса и древесные заросли полупустынь и даже пустынь, где они представлены зарослями саксаула, то лесная, и особенно древесная, ксерохора отодвинется к границам районов, полностью лишенных каких-либо деревьев или древесных зарослей. Это будут глинистые пустыни.

Из изложенного следует, что степная зона Евразии, так же как и области североамериканских степей и прерий, не может быть отнесена к местностям, где лес отсутствует из-за сухости климата. Выше мы уже рассмотрели вкратце вопрос о причинах безлесия степей, которое нельзя приписать засушливости климата как главной причине.

На земном шаре в пределах суши нет максимальной лесной гигрохоры, то есть географической границы, лимитирующей распространение леса из-за чрезмерного увлажнения. Граница леса с тундрой, как было отмечено, определяется недостатком тепла, который выступает ведущим фактором в комплексе экологической среды. Иными словами, эта граница является минимальной лесной термохорой, хотя и по отношению к этому суждению существуют обоснованные поправки.

Граница леса с пресными водоемами, в том числе и зарастающими, является эдафической и объясняется тем, что деревья, как и многие травянистые растения, не способны произрастать в водоемах прежде всего из-за своей механической неустойчивости в этих условиях. Черенки осокоря, случайно прикрепившиеся к днищам плавающих пристаней, способны удовлетворительно расти много лет и превращаться в большие деревья. Подобные факты свидетельствуют о том, что деревья не растут в естественных условиях на водоемах из-за того, что не находят здесь твердого и стабильного субстрата, на котором они могли бы закрепиться. Именно поэтому на водоемах не поселяется даже выносливый к затоплению тополь и черная ольха — болотное растение.

Лесные болота, покрытые низкорослой сосной или черной ольхой, широко распространены на равнинных областях, таких, например, как Припятское Полесье. Равнинность рельефа уменьшает сток и способствует накоплению избытка воды. Количество осадков не играет при этом решающей роли. Гораздо большее значение имеют умеренная температура и малое испарение, а также наличие водоупорных горизонтов, поддерживающих высокое стояние грунтовых вод.

В Сибири значительные пространства заболоченных лесов также связаны с равнинностью и, кроме того, с неглубоким залеганием вечной мерзлоты в почве, в летнее время играющей роль водоупорного горизонта.

Вечная мерзлота обуславливает в известной мере также и безлесье тундры, являясь одной из сторон главной причины ее безлесья — недостатка тепла.

Сезонный ход осадков и испарения, его влияние на водный режим. На большей части нашей страны осадки в вегетационный период составляют около $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{3}$ годового их количества. Однако теплое весенне-летнее время относят к периоду расходования влаги, а осенне-зимнее — к периоду накопления влаги. Это не случайно, так как низкие температуры осени, зимы и начала весны способствуют сохранению влаги от физического и физиологического испарения. Летом же на испарение расходуются как запасы предшествовавшего осенне-зимне-весеннего сезона, так и вся или почти вся влага летних осадков.

На рисунках 69 и 70 показаны графики температур и осадков, а также топоизоплеты влажности почвы до глубины 5 м за $4\frac{1}{2}$ года в районе Черного леса Кировоградской области Украинской ССР. Почвы здесь с глубоким залеганием грунтовых вод — 10—12 м. На графиках видно, что атмосферные осадки даже в момент максимального весеннего промокания почвы не проходят глубже 3,5—4,5 м. Г. П. Высоцкий (1893) установил четыре гидрологических горизонта: 1) верхний горизонт активной влагообмена между почвой, растением и атмосферой: нижняя его граница определяется глубиной наибольшего (весеннего) промокания почвы; 2) горизонт пассивного влагообмена или гидрологически «мертвый горизонт» с постоянной минимальной влажностью, расположенный между нижней границей зоны активного влагообмена и верхней границей капиллярной каймы грунтовых вод; 3) горизонт капиллярного подъема грунтовых вод и 4) горизонт грунтовых вод. На графиках (рис. 69 и 70) хорошо видны весенние максимумы увлажнения и позднелетние максимумы пересыхания. В лесу верхний горизонт (0—25 см) пересыхает не так сильно, как в поле, но зато сильнее пересыхают нижние горизонты почвы и особенно материнская порода, куда в значительном числе проникают корни деревьев.

Конец таяния снегов ранней весной является моментом наиболее глубокого промачивания почвы, наибольшего запаса почвенной влаги, какой только возможен на протяжении всего года. В дубравах лесостепи нередко бывают годы, когда после снежной зимы наступает засушливая весна, а за нею следует с небольшими осадками лето; однако прирост деревьев и в этом случае не уступает приросту в годы с обильными летними осадками. Полезащитные лесные полосы в сухих степях могут удовлетворительно расти и не страдать от засухи, если они накапливают в течение зимнего времени количество снега, удовлетворяющее по крайней мере минимальные потребности деревьев во влаге. Аналогичные явления свойственны сухому земледелию: снежные зимы обеспечивают большую влагозарядку полей и способствуют получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур, особенно тех, которые, имея короткую вегетацию, вызревают в середине лета.

Иную роль играет соотношение между зимними и летними осадками на песках. В связи с тем, что пески маловлагоемки (полевая их влагоемкость в 4—6 раз меньше, чем суглинистых почв) и водопроницаемы, зимние осадки на глубоководных песках¹ не имеют большой ценности для роста леса. Ранней весной, при таянии снега, большая часть влаги просачивается вниз, за пределы корневых систем. Зато летние осадки, особенно от дождей более 5 мм, промачивают верхние слои песка и идут частично на снабжение корней. После продолжительного засушливого периода, что бывает чаще всего во второй половине лета, эффективными становятся на песках лишь дожди с количеством осадков более 10 мм, так

¹ Глубоководные пески отличаются от близководных глубиной залегания среднего уровня грунтовых вод. В первых он расположен ниже 2,5 м, а во вторых — выше этой границы.

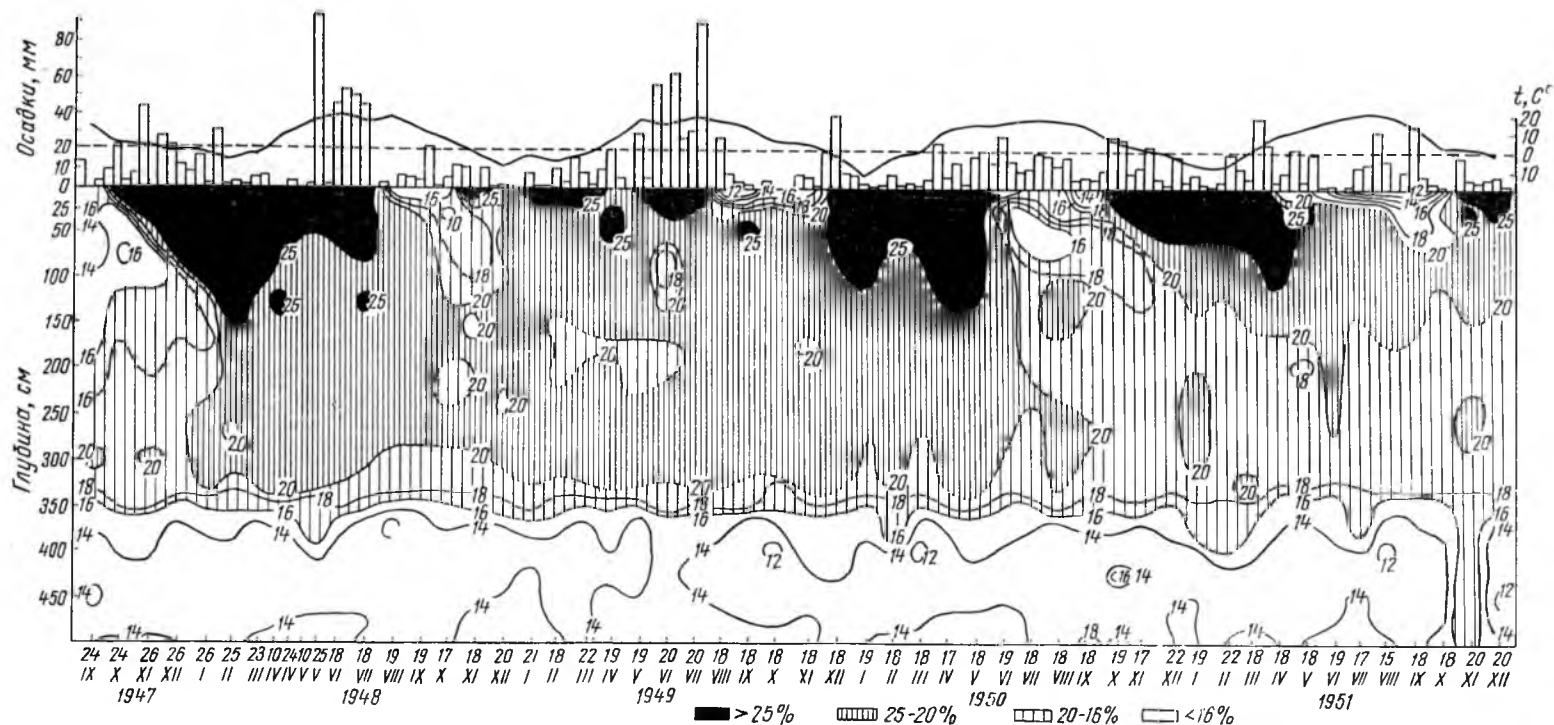


Рис. 69. Хроноизоплеты влажности черноземно-лессового почвогрунта до глубины 5 м на поле под сельскохозяйственными культурами вблизи Черного леса (Чернолесский лесхоз Кировоградской области) за 5 лет. Пример сезонной динамики влажности на непромывных (импермадичных) почвогрунтах. Граница диспulsive горизонта на глубине 350 см. Представленный здесь полевой участок — контрольный по отношению к участку леса, хроноизоплеты которого показаны на рисунке 70.

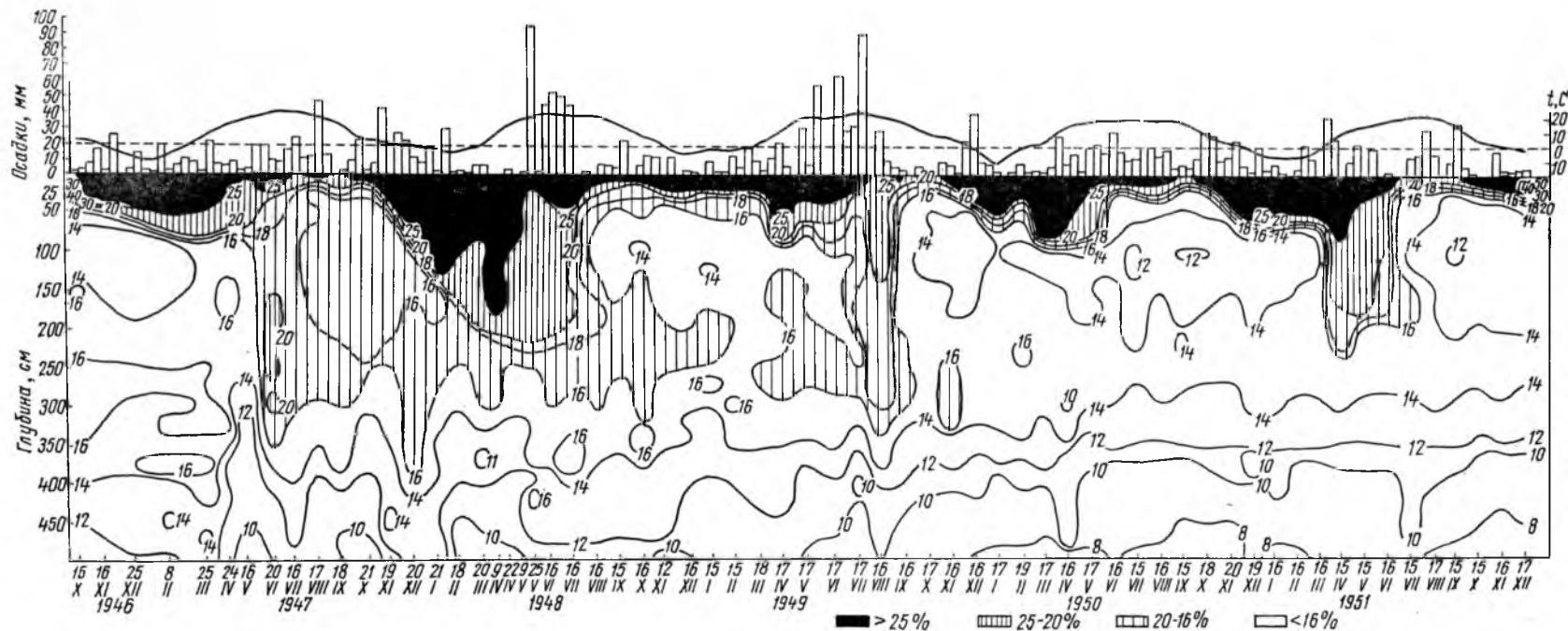


Рис. 70. Хроноизоплеты влажности черноземно-лессового почвогрунта до глубины 5 м в естественной свежей дубраве (D₂) в Черном лесу за 6 лет. Граница диспультивного горизонта на глубине 300 см. Пример сезонной динамики влаги на непромывных (импермадичных) почвогрунтах.

как для смачивания верхнего, теперь уже сильно пересушенного слоя песка необходимо больше влаги и более мощное начальное гидростатическое давление, чтобы преодолеть сопротивление пересушенного песка. В противном случае вода уйдет главным образом на поверхностный сток и испарение, будет израсходована непроизводительно.

Твердые осадки — снег, изморозь, иней, ожеледь, град — имеют немалое значение в жизни леса. Снежный покров в лесу предохраняет от вымерзания корневые системы, подрост, семена и всходы древесных пород, травянистые растения почвенного покрова, почвенную фауну. Рыхлый, пушистый снежный покров в лесу (рис. 71), будучи превосходным теплоизолятором, способен при мощности 20 см и более сохранять положительную температуру в почве на протяжении всей зимы. Выше упоминалось о том, что почвы дубрав лесостепной зоны в зимы со снежным покровом, рано лежащим и устойчивым, не замерзают. При этом лесная подстилка не играет большой роли — функцию теплоизоляции выполняет на 90% снежный покров.

Многие теплолюбивые растения в климатических условиях теплоумеренной зоны вымерзают. Таковы айлант, хурма, рододендроны, азалея, каштан съедобный и др. Мы упоминали выше о том, что снежный покров предохраняет нижние части стволов и корни упомянутых пород от повреждения морозом и дает им возможность следующей весной восстановиться порослью от пня или корневыми отпрысками. В этом случае мороз как бы «стрижет» побеги теплолюбивых растений выше снежного покрова. В условиях постоянной «морозной стрижки» поколения некоторых растений способны существовать тысячелетия. Таково реликтовое растение — понтийская азалея (*Azalea pontica*), естественно распространенное на Кавказе, в южной Белоруссии и Северной Украине, в двух последних районах — в качестве подлеска в сосняках-черничниках. Лишь в случае, когда значительные морозы наступают до выпадения снега или после его таяния, почва в лесу способна промерзать.



Рис. 71. Безветрие и затенение деревьями способствуют накоплению в лесу зимой мощного и равномерно-рыхлого снежного покрова.

В поле благодаря более сильному солнечному нагреву снежный покров подтаивает сверху, оседает, уплотняется, теряя свои теплоизолирующие свойства.

Снежный покров является ограничителем распространения дикой лесной фауны. По А. Н. Формозову, северная граница распространения лесного оленя проходит вдоль среднего годового максимума снежного покрова в 40—50 см, так как снег большей мощности крайне затрудняет оленю добычу подножного корма. Для лося соответствующая граница проходит при снежном покрове около 90 см. Дикий кабан не водится в северных частях лесной области из-за длительности снежного покрова и, может быть, еще в большей мере от промерзания почвы, затрудняющего добычу его привычного корма — корней и корневищ травянистых растений. В снежные зимы стада кабанов сосредоточиваются на проталинах южных склонов, где они находят свой корм. Снежный покров и ожеледь (обледенение веток) оказывают такое же отрицательное влияние на распространение лесных птиц, ибо в этих условиях источники корма — поверхность почвы и поверхность побегов, на которой насекомые откладывают яйца, становятся недоступными. Мы уже упоминали в главе 5 о том, что начало снегопада и образование ожеледи должно быть для лесовода сигналом для проведения подкормки полезных насекомоядных птиц, в первую очередь зимующих — синиц, снегиря, поползня, дятлов, пищухи и др.

В периоды обильных снегопадов при мягкой погоде и небольших морозах, когда температура колеблется около 0°, снег и дождь сменяются неоднократно, возможно значительное накопление снега и льда на кронах хвойных пород. При этом кроны ели и пихты с наклонными ветвями отличаются лучшей снегоразгружающей способностью, сосна же с ее хрупкими горизонтальными или приподнимающимися ветвями страдает от навала снега. Такой навал может закончиться с н е г о л о м о м — обламыванием ветвей и даже переломом ствола ниже загруженной снегом кроны. Может произойти также и с н е г о в а л — полное вываливание дерева с корнем или сгибание его в виде дуги, кроной к земле. Молодые деревца высотой до 4—5 м впоследствии выпрямляются, но более высокие неспособны подниматься, их приходится удалять.

Чаще всего от навала снега страдают перегуженные жердняки с тонкими и сильно вытянутыми стволами, особенно деревья с широко или однобоко развитыми кронами, что свойственно большинству деревьев на крутых горных склонах. Снеговалы в сосновых жердняках лесостепной зоны разражаются иногда в виде катастроф, уничтожающих сосняки на большой площади. В очень густых жердняках сосны и ели вред от навала снега усиливается тем, что поникающие от перегрузки снегом деревца опираются на кроны соседей, пока еще устойчивые, но находящиеся близко к состоянию перегрузки. В результате среди хвойных молодняков и жердняков создаются целые группы снеговала и снеголома, на месте которых возникают прогалины (рис. 72), превращающиеся в очаги распространения корневой губки. Лучший способ предупреждения указанных явлений — своевременное осветление и прореживание насаждений. Это мероприятие усиливает рост ствола по диаметру и тем самым повышает устойчивость деревьев против поломки и полегания.

Зимнеголые лиственные породы, не подвергающиеся снеговалу и снеголому, страдают от ожеледи, то есть от льда, намерзающего на поверхности ветвей. Особенно подвержены образованию ожеледи густые дубовые жердняки, кроны и стволы которых в таких случаях поникают от чрезмерной нагрузки. В Бештаугорском лесопарке бонитеты естественных дубняков понижены на 1—2 класса из-за систематического обламывания вершин навалом снега и ожеледью. От ожеледи и навала снега страдают тополевые насаждения всех возрастов; у тополей в таких случаях обламываются крупные ветви, а иногда и вершины. Наибольшее количество нависающего снега и льда свойственно лесным опушкам,

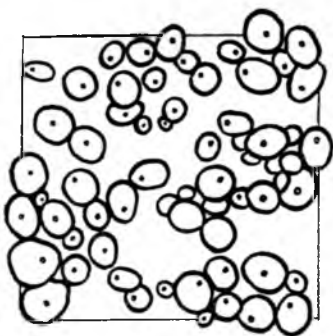


Рис. 72. Влияние снеговала на строение 36-летнего чистого ельника II бонитета во влажной субори (В₃). На рисунке показаны проекции кроны и стволов, оставшихся (несломанных) деревьев. Они расположены группами, между которыми образовались окна и прогалины.

но опушечные деревья более приспособлены к перегрузкам и менее страдают от этих явлений. Снег не только накапливается в лесу в больших количествах, но лучше сохраняется до весны. Испарение с поверхности снега составляет в поле 25—30% воды в снежном покрове. В лесу оно в половину меньше, чем в поле, в елово-сосновом лесу в возрасте 65—85 лет лишь 30% от испарения в поле (В. И. Кузнецов «Испарение со снежного покрова», труды ГГИ, вып. 109).

При мощности снежного покрова 15—20 см и небольших морозах замерзшая почва частично оттаивает снизу за счет земных запасов тепла до схода снежного покрова. Поэтому лес является зоной поглощения талых снеговых вод (Г. Д. Рихтер «Снежный покров, его формирование и свойства», изд. АН СССР, 1945).

Сосна, выросшая на плодородных дубравных почвах, сильнее страдает от навала снега, нежели в борах и суборах. Зато узкая снегоразгружающая крона у крючковатой сосны (*Pinus Sosnovskii*) создает ей возможность переносить большие снегопады в средней и верхней горной зонах, где зимы очень снежные и мягкие. Опушки, особенно те, которые ориентированы в сторону, откуда дуют метелистые ветры (северо-западные и северные), накапливают много снега. При таянии снег вызывает в молодых насаждениях поломки. Запасы воды при этом бывают настолько велики, что опушки переходят в разряд «потускулов» — участков, где даже в степях мертвый горизонт промачивается насквозь и грунтовые воды питаются за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Следующие данные Н. И. Костюковича иллюстрируют (в процентах) снегонакопляющее влияние леса в Белоруссии в 1965 г. Они показывают уменьшение количества снега против нормы на полях (сдувание ветром) и в вечнозеленых хвойных древостоях, особенно в чистых ельниках, вследствие задержания снега на кронах и испарения его в атмосферу.

поле	100
чистый ельник	82
сосново-еловый древостой 40 лет	94
елово-лиственный древостой 40 лет	100
грабовая дубрава, старый древостой	124
лесосеки	127
сосновый молодняк	130
окна в насаждениях	155
березовый молодняк	180

Засухоустойчивость и влаголюбие древесных пород. Потребление и транспирация влаги у одной и той же породы могут колебаться в зависимости от обеспеченности влагой. Транспирация уменьшается при недостатке влаги в почве и увеличивается, когда влаги много. Оптимальным количеством ее является такое, которое полностью соответствует потребности растений и вместе с тем не создает в почве недостатка кислорода, необходимого корням для дыхания. Это количество влаги соответствует 60—80% полной влагоемкости почвы; для влаголюбивых пород оно выше, для ксерофильных — ниже.

По отношению к увлажнению почвы, как и ко многим другим экологическим факторам, следует, кроме оптимума, различать минимум и максимум, то есть разные степени увлажнения, вызывающие качественно

разнообразный эффект в жизни леса. Особенно острым является минимум влаги, засуха. О ее наступлении свидетельствует увядание листьев, а в дальнейшем, при продолжающейся засухе, отмирание отдельных органов или даже целого растения. Древесные породы и их группы характеризуются различной степенью устойчивости к засухе. Различают ксерофитов (сухлюбых), приспособленных к высоким степеням потери влаги и подсыхания тканей без отмирания, способных расти в условиях недостаточного увлажнения; гигрофитов (влаголюбых), которые, напротив, очень чувствительны к засухе и растут лишь в условиях, обеспеченных влагой, выдерживая при этом недостаток кислорода в почве; мезофитов — средних по требовательности к увлажнению и по засухоустойчивости, растущих в промежуточных условиях увлажнений. Различают еще более дробные категории: ультраксерофиты — крайние сухлюбые, ультрагигрофиты — крайние влаголюбые (водяные растения) и переходные категории ксеромезофитов и гигромезофитов; первые стоят ближе к ксерофитам, вторые — к гигрофитам.

Кроме того, различают широту экологической амплитуды, которую проявляет растение, встречаясь за пределами оптимальных для него условий увлажнения. Так, иногда ксерофитные растения, например обыкновенная сосна, способны расти не только на засушливых («сухих») и оптимальных для нее «свежих» местообитаниях, но и на влажных, сырых и даже на торфяных болотах. При этом сосна на почвах, недостаточно увлажненных, растет лучше, чем на избыточно увлажненных. Ксерофиты с широкой амплитудой отношения к влаге носят название эуриксерофитов («эури» — по-гречески «широкий»). Дуб, принадлежащий к ксеромезофитам, имеет также довольно широкую амплитуду отношения к влаге. Амплитуда дуба, правда, не так широка, как у сосны, дуб не растет на болотах. Ксерофиты с узкой амплитудой — саксаул, айлант, лох, дуб пушистый и пробковый; гигрофиты с узкой амплитудой — ольха черная и болотные ивы; мезофиты с узкой амплитудой — бук, клен явор, ильм, вяз, лещина.

Отношение деревьев к засухе. Шимпер называл зимнеголые лиственные породы тропофитами, то есть растениями, меняющими свой убор в зависимости от сезонов года: при выпадении значительного количества жидких осадков и при наилучших условиях использования почвенной воды они покрываются листвой и ведут себя как мезофиты или даже гигрофиты; в период зимней засухи, когда подача воды к листьям исключена, они сокращают испарение путем потери листьев и становятся ксероморфными, приспособленными к отсутствию подачи воды из почвы. Что касается вечнозеленых хвойных пород холодной и умеренной зон, то они также ксероморфны — их листья покрыты толстой кутикулой, имеют игольчатую форму, то есть форму с наименьшей поверхностью, приспособленную к экономному испарению влаги.

Геоботаник С. В. Гордягин и ботаник-физиолог Л. А. Иванов выдвинули в качестве важного показателя зимостойкости деревьев их зимнее испарение. Многими опытами было доказано, что зимняя потеря влаги побегами древесных пород пропорциональна повреждаемости морозами. К сожалению, до сих пор мы не имеем достаточно ясной сравнительно-экологической оценки этих двух элементов зимостойкости деревьев: 1) прямых приспособлений к перенесению низких температур и 2) приспособлений к перенесению зимнего обезвоживания тканей. Зимнее иссушение побегов имеет хотя и не первостепенное, но в некоторых условиях заметное значение как в выработке зимостойкости, так и в явлениях суховершинности. Особенно велика его роль для опушек леса, верхних частей открытых склонов и других ветроударных мест.

Засуха бывает атмосферная и почвенная. Атмосферная засуха — результат высокой температуры воздуха местного радиационного про-

исхождения, притока сухих нагретых воздушных масс со стороны, отсутствия дождей. Почвенная засуха — результат атмосферной засухи и сопровождающего ее сильного расходования влаги почвой и растениями. При этом корни деревьев исчерпывают запасы свободной влаги, и в почве остается лишь прочносвязанная, физиологически недоступная ее форма, равная в песках 0,3—0,5%, в суглинках 8—10%. Эту последнюю долю почвенной влаги, называемую мертвым запасом, можно считать частью твердой почвенной фазы.

Острота почвенной засухи зависит от влагоемкости почвы. Во влагоемких почвах (суглинки, глины, торф) влага держится длительный период. Растения на них не испытывают засухи даже и после продолжительного бездождья и жары. Наоборот, невлагоемкие почвы (пески, галечники, щебневатые субстраты) не обеспечивают растений влагой; почвенная засуха на них наступает многократно после каждого, даже и недолгого, периода бездождья и всякий раз носит острый характер.

В борьбе с засухой важное значение имеет лесная обстановка — затенение почвы пологом леса, повышенная влажность воздуха, лесная подстилка, рыхлое состояние верхнего почвенного слоя. В нормальном лесу все это имеется, и верхний слой лесной почвы влажнее, чем полевой (см. рис. 69 и 70). Сплошные лесосеки обостряют атмосферную засуху; верхний почвенный слой на лесосеках иссушается сильнее. Но зато улучшаются условия более глубоких почвенных горизонтов. Благодаря отсутствию такого мощного транспиратора, как лес, влага в глубоких горизонтах накапливается, грунтовые воды поднимаются.

Длительные засухи могут быть катастрофическими для древесных растений. В наибольшей степени они сказываются в острозасушливой и засушливой зонах юго-востока и юга нашей равнины. Здесь лесам в виде искусственных полезащитных полос присвоена важная функция «ветроломов» и снегораспределителей, способствующих смягчению засухи и повышению урожаев сельскохозяйственных растений. Поэтому понятен интерес к вопросу о засухоустойчивости лесных насаждений разного типа в этой зоне.

Атмосферная засуха способствует распространению лесных пожаров в хвойных лесах. Подсыхание лесной подстилки и потеря влаги живой хвоей при наличии в них смолистых веществ способствуют их легкому воспламенению. Критические условия погоды, свойственные пожароопасному периоду, определяются в значительной степени падением относительной влажности воздуха до 15—25%.

Научные основы борьбы с засухой были заложены трудами выдающихся русских ученых В. В. Докучаева, П. А. Костычева, К. А. Тимирязева, а в отношении леса в степях — учениками В. В. Докучаева — Г. Н. Высоцким и Г. Ф. Морозовым. Устойчивость против засухи — это способность растений переносить ее с наименьшим ущербом, в частности с наименьшим снижением урожая. Для полезащитных лесов засушливых южных районов главным является не столько прирост, сколько сохранение ими своей жизнеспособности и сопротивляемости многочисленным вредным насекомым, нападающим на подвявшие листья, на побеги и стволы ослабленных засухой деревьев и кустарников.

Современное представление о ксероморфизме — о признаках засухоустойчивости у растений — значительно более полное, чем прежде, опиравшееся лишь на представление об экономном расходовании влаги у ксерофитов. Принято считать признаками ксероморфизма как у древесных, так и у травянистых растений следующие особенности: толстые защитные (от испарения) листовые покровы, погруженные в них устьица, густое опушение листьев и побегов, редукция испаряющих органов (например, мелкие листья), восковой налет, способность регулировать движение замыкающих клеток устьиц, менять положение листьев по отношению к солнцу, сбрасывать листья при засухе, содержать в себе эфирные

масла, также участвующие в регулировании испарения. Однако противопоставление способности к интенсивной транспирации, с одной стороны, и засухоустойчивости — с другой, представление об исключительной роли экономного расходования влаги для засухоустойчивости было отклонено исследованиями Н. А. Максимова, В. Г. Александрова, В. Р. Зеленского и Б. А. Келлера. Оказалось, что очень многие ксерофиты и среди них засухоустойчивые древесные породы имеют даже большее по сравнению с мезофитами количество устьиц, более густую (в 3—5 раз) сеть листовых жилок и на этой основе б о л ь ш у ю и н т е н с и в н о с т ь транспирации (иногда в 2—3 раза), чем мезофиты.

Большое количество устьиц, хотя и более мелких по размеру, мощно развитая проводящая система необходимы ксерофитам для энергичного газообмена, продуктивного фотосинтеза и транспирации. Они необходимы для того, чтобы продуктивно использовать короткий период вегетации в степях и пустынях, ограничивающийся ранней весной (пустыни) или распространяющийся лишь на первую часть лета (южные степи). К ксерофитам упоминаемого типа относится большинство видов дуба, особенно жестколистные его формы — пушистый (*Quercus lanuginosa*), каменный (*Quercus ilex*), пробковый (*Quercus suber*) и др.; степные кустарники — терн, шиповник, боярышник, дереза; из тополей наиболее засухоустойчивы среднеазиатские виды — тополь Болле и туранга.

Для засухоустойчивости большое значение имеет тип корневой системы. Так, на почвах малой влагоемкости, на песках и мелких каменистых почвах, где засуха повторяется часто, особенно важна корневая система, охватывающая значительный объем почвы. Этому требованию отвечает сосна, образующая длинные горизонтальные, а по ходу их часто отходящие вниз под прямым углом вертикальные корни, называемые якорными (рис. 95, стр. 233). Как уже упоминалось, эти последние (а не стержневой корень!) являются у сосны главными влагособирающими в засушливые периоды. Стержневые и косо углубляющиеся корни преобладают у дуба, липы, лиственницы, ореха и других пород. Они усиливают влагоснабжение в засуху, используя влагу нижних горизонтов почвы и подпочвы, а иногда и грунтовых вод, находящихся хотя и на значительной, но достигаемой для корней глубине.

Устойчивость культур к засухе повышается по мере п р и ж и в а н и я сеянцев, высаженных или выросших из семян (в последнем случае — при посеве на постоянное место). Процесс приживания состоит главным образом в разрастании корней вглубь и вширь, что обеспечивает культуре лучшее водоснабжение в засуху, особенно важно оно на маловлагоемких почвах — песках и каменистых субстратах, где для лучшей приживаемости полезно вносить влагоемкий материал, в частности торф. Здесь же необходимо постоянно содержать почву в рыхлом состоянии, проводить борьбу с сорными растениями и личинками корнегрызущих насекомых, главным образом хрущей.

Насколько важна борьба с засухой и хрущами в первые годы посадок на новом месте, видно из примера Олешских песков Херсонской области. Долгое время их считали лесонепригодными. Однако в результате применения новых методов посадки сосны, обеспечивших п р и ж и в а н и е сеянцев, на них были созданы устойчивые сосняки.

Засухоустойчивость у древесных пород в степных и пустынных условиях повышается при более раннем начале вегетации, так как весной для растений п о ч в е н н о й влаги достаточно. Так, в степных условиях смешанные посадки ранних и поздних дубов скоро превращаются в чистые насаждения из раннего дуба, вытесняющего своего конкурента по той причине, что к моменту распускания листьев у поздней формы ранняя успевает использовать большую часть весенних запасов влаги в почве. Сроки посадок лесных культур в степной полосе в интересах использования влаги должны быть ранние.

У древесных пород есть приспособления, позволяющие «обходить» засуху. Такого рода приспособления иногда называют псевдоксерофитизмом. Выше упоминалось о сбрасывании листьев на зиму, как о способе «ухода» от зимней засухи, а также о летнеголых лесах и деревьях саванн. В лесостепных и степных условиях некоторые лиственные породы во время летней засухи преждевременно сбрасывают листья. К ним относятся тополя, особенно серебристый, способный сбрасывать до $\frac{3}{4}$ своей листвы в июльскую засуху, мелколистный берест, белая и желтая акация (последняя может сбросить листву полностью даже в конце июня), липа, гледичия, береза, лещина, ясенелистный клен, платан и др. В качестве крайнего примера подобных приспособлений у древесной флоры следует упомянуть о предельно редуцированных листовых пластинках тамарикса, джуггуна и саксаула, которые благодаря этому радикальному приспособлению снижают транспирацию в жаркий период. Приспособлением к перенесению засухи у тополей и ив служат также большие запасы влаги в стволе. У этих пород даже центральная часть ствола принимает участие в снабжении влагой ассимилирующих и растущих частей дерева.

Для борьбы с засухой в лесоводстве применяют много разных, преимущественно агротехнических, способов. Учитывая, что молодые 1—2-летние сеянцы, особенно хвойных пород, очень чувствительны к засухе, лесоводы сосредоточивают борьбу с ней на лесокультурной площадке. Значительно повышает приживаемость и рост посадок в южных зонах п о д б о р устойчивых к засухе пород — сосны, дуба, особенно раннего, успевающего использовать наибольшие в степной зоне весенние запасы влаги. В полезащитных лесных полосах южных степей устойчивыми и быстрорастущими являются мелколистный берест, белая акация, ясенелистный клен, серебристый лох, абрикос и другие засухоустойчивые виды.

В нашей стране накоплен немалый опыт по ирригации лесных культур и посадкам вдоль каналов орошения в жарком и сухом климате полупустынной и пустынной зон Средней Азии и Закавказья, частично южной Украины.

Опыт поливного разведения белой акации, предназначенной для виноградных торкал, в Кораязском лесхозе (Грузия), где преобладают плодородные светло-каштановые почвы, показал, что насаждения этой породы в семилетнем возрасте достигают высоты 12—14 м и диаметра 12—13 см при запасе древесины около 80—100 м³ на 1 га. Еще более интересные результаты были получены в Кызыл-Калинском лесхозе Таджикской ССР (Кафирганская долина), где в условиях полива на сероземе были созданы культуры тополя Болле (туркестанского), достигшие необычайно высокой продуктивности, рекордной для тополей (табл. 18). На этом примере как на образце продуктивности леса следует остановиться подробнее. Он детально изучен Х. З. Габайдулиным и описан в его книге «Орошаемое лесоразведение».

Культура заложена в 1945 г. на сильно заросшей пашне, представленной неза-солонными тяжелосуглинистыми сероземами. Грунтовые воды залегают на глубине 8 м. По эдафической сетке ее местообитание оценено как D₀. Тополя сажали в марте под кетмень неокоренившимися черенками длиной 20—25 см. Черенки при посадке заглубляли в землю почти на всю длину, оставляя над поверхностью почвы концы в 1—2 см с одной или двумя почками.

Культуры были заложены двумя вариантами по густоте: 1) 5000 черенков на 1 га с размещением их в ряду через 1 м и расстоянием между рядами 2 м, 2) 60 тыс. черенков на 1 га с размещением их через 20—25 см в ряду и шириной междурядий 70—75 см. Кроны в более редких культурах сомкнулись к концу шестого года посадки, в густых — к концу второго года. В густых культурах начиная со второго года проводили прореживание; тополя оставляли в ряду на расстоянии 0,8—1,0 м один от другого.

В 1957 г., когда густому насаждению было 12 лет, тополь достиг высоты 19—24 м и диаметра 14—23 см. Стволы были хорошо очищены от сучьев. Живой напочвенный

покров отсутствовал. В редких культурах на гектаре, где произрастало около 3000 деревьев, тополь имел высоту 17—21 м и диаметр 17—23 см. Показатели роста и продуктивности этих насаждений приводятся в таблице 18.

Т а б л и ц а 18

Рост и продуктивность 12-летних поливных культур тополя Болле
(Х. З. Губайдулин, 1959)

Первоначальная густота культур (шт.)	Число сохранившихся деревьев		Высота (м)		Диаметр (см)		Запас древесины на 1 га (м³)		Средний прирост на 1 га (м³)		Длина кроны (%)
	абсолютное (шт.)	в % от числа высаженных	средняя	наибольшая	средний	наибольший	в коре	без коры	в коре	без коры	
5 000	2 940	58,8	17,2	21,0	17,0	23,0	551,7	496,9	46,0	41,4	65
60 000	10 277	17,1	19,3	24,2	15,2	23,0	1591,9	1431,9	132,6	119,3	49

Из приведенных данных видно, что тополь Болле в условиях полива в климате глинистой пустыни дал рекордную продуктивность — в 12 лет общий запас древесины 1592 м³ на 1 га при среднем приросте 132,6 м³ в год. Интересно, что этот запас древесины и ее прирост дало загущенное насаждение, что и соответствует тем возможностям, которые создает полив на плодородных почвах в богатом солнечной радиацией климате Средней Азии. Создающийся при этом новый гигрофит соответствует, по всем данным, третьему или четвертому ряду увлажнения (D₃, D₄), оптимальному для тополей. Он позволяет получить такие большие запасы древесины даже при чрезмерной густоте древостоя, как 10 тыс. деревьев 20-метровой высоты на 1 га.

Избыток влаги в почве и заболачивание. Избыточное увлажнение — отрицательный фактор для большинства древесных пород и кустарников. Только такая порода, как черная ольха, представляет собой настоящий гигрофит, и находит для себя лучшие условия на болотах-торфяниках низинного типа. В этих условиях уровень грунтовой воды залегает на глубине 0,5—1 м от поверхности почвы, а в весеннее время выходит на поверхность. Вместе с черной ольхой на богатых низинных торфяниках растет ясень, под ними формируется подлесок из черной смородины, крушины и других кустарников. Однако эти последние виды не представляют собой настоящих гигрофитов, подобных черной ольхе и ее травянистым спутникам — болотным растениям — калужнице, болотному папоротнику, желтому касатику и др. Дело в том, что корневая система у ясеня, черной смородины, крушины и других кустарников плоская, поверхностная, а у ольхи и гигрофитов корни заходят в пределы горизонта грунтовых вод и там разветвляются.

Особенность настоящих гигрофитов заключается в том, что они одновременно и ризоанавробы, то есть выносят недостаток или даже полное отсутствие свободного кислорода в воде. У черной ольхи, ив, тополей, черемухи и других влаголюбивых пород сильно развиты чечевички на коре ствола, на ветвях и корнях, а также система анастомозирующих, взаимосвязанных широких межклетников, проходящих из ствола в корни. По этой системе осуществляется обмен между атмосферным воздухом и живыми клетками молодых корней, поглощающих влагу и минеральные питательные вещества. Кроме того, ольха использует азот воздуха с помощью микробов-азотфиксаторов, живущих на ее корнях.

Представление о том, что черная ольха якобы растет на болотах с богатой свободным кислородом проточной водой, ошибочно. Всякое болото-торфяник образуется в условиях крайнего недостатка свободного кисло-



Рис. 73. Ветровал сосны в старом 110-летнем насаждении сырой суборы (B_4). Направление падения дерева — вправо от центра рисунка. Корневая система обнажена с нижней стороны, заметен ее поверхностный характер.

рода. Анаэробные микроорганизмы и высшие растения-гигрофиты, живущие на низинных торфяниках, используют для дыхания химически связанный или свободный (молекулярный) кислород, поступающий из атмосферы к корням по межклетникам. У болотных и вообще влаголюбивых растений листья обладают способностью снабжать корни кислородом, причем кислород движется к корням по центральной полосе стебля, межклетникам и флоэме (Г. В. Солдатенков, 1966).

На болотах верхового типа растет сосна, иногда с березой, но обе эти породы не гигрофиты (сосна — ксерофит, береза — мезофит). Поэтому они растут в таких условиях невысокими деревцами и развивают горизонтальную плоскую корневую систему, углубляющуюся в торф не более чем на 20 см. Их наличие или даже господство на болотах этого типа объясняется также отсутствием претендентов на эти места. Настоящий гигрофит — черная ольха — не может расти на верховых болотах из-за своей высокой требовательности к минеральной пище.

На влажных и сырых почвах, переходных к болотам, где сосна, ель, дуб, береза и другие породы достигают значительной высоты, но корневая система их из-за близости грунтовой воды неглубока, взрослые насаждения часто страдают от ветровала. Во время сильного ветра дерево падает и под силой собственной тяжести вырывает из почвы ту половину своей корневой системы, которая расположена со стороны, противоположной падению (рис. 73).

В естественных насаждениях на влажных и сырых почвах каждое дерево подвергается в конце жизни ветровалу. В этих условиях выработался характерный рельеф — нагорелье корневых выворотов: понижения глубиной 20—30 см и шириной 1—3 м, чередующиеся с бугорками такой же высоты, но несколько меньшей ширины. Ямки образуются на месте вырванной корнями почвы, бугорки — рядом,

на месте ее осыпания, что происходит после сгнивания корней ветровального дерева. Впоследствии резкие черты рельефа сглаживаются, на понижениях разрастаются мхи, папоротники и травянистые растения-гигрофиты, а на возвышениях — мезофиты — брусника, черника, зеленые мхи и др. Самосев древесных пород создается в виде групп на буграх, где он не страдает от вымокания. Вообще на почвах сырых и заболоченных самосев сосны, ели, дуба и других пород, в том числе и ольхи, лучше растет на повышениях, в том числе и на гниющих пнях, упавших стволах и лежащем на почве мелком валеже. Причина этого явления — лучшая аэрация субстрата, не в такой степени обводненного, как почва. В северных условиях такого рода субстрат не претерпевает морозного выдавливания, что представляет здесь большое преимущество.

Корни большинства древесных пород, особенно хвойных, находят оптимальные условия водоснабжения и дыхания при полевой влагоемкости почвы. При этом увлажнении в пространстве между почвенными частицами, кроме воды, имеется достаточное количество воздуха, около 30% общей порозности почвы. В горизонт капиллярного подъема грунтовых вод, где воздуха остается значительно меньше, корни заходят лишь на небольшую глубину. Здесь способны жить корешки многих лиственных пород, а из хвойных — туи и болотного кипариса. Корни сосны и ели не выносят даже и этих условий; хотя они и врастают в верхнюю часть капиллярного горизонта, но ежегодно отмирают в нем.

Черная ольха заселяет корнями не только весь капиллярный горизонт, но и верхнюю часть горизонта грунтовых вод. Ее корни способны оставаться живыми при круглогодичном затоплении, то есть при постоянной полной влагоемкости почвы. Однако это возможно лишь в том случае, когда надземная часть ольхи — ствол и ветви — не подвергается долговременному затоплению. Затопление надземной части, происходящее во время весеннего половодья в поймах рек, выдерживают древовидные ивы (главным образом белая и ломкая), тополя, особенно черный и серебристый. Названные породы способны сохранять жизнеспособность и даже вегетировать при уровне полых вод до 5—6 м выше корневой шейки в течение 2—3 месяцев, причем ивы образуют на затопленной части своих стволов дополнительные, так называемые воздушные корни. Ольха, вяз и дуб выдерживают более короткие сроки затопления — первые до 1—1½, последний до одного месяца. Недолго выдерживают затопление береза, ель и сосна — 2—3 недели. Совсем не выдерживают пойменных условий скальный дуб, граб и бук и большинство хвойных.

Деревья легче выдерживают затопление холодной водой. Теплая вода усиливает жизнедеятельность тканей, в том числе дыхание. Недостаток кислорода при длительном затоплении ведет к отмиранию корней и гибели всего дерева.

Сезонные колебания уровня грунтовых вод могут совершаться в пределах, легко переносимых корневыми системами. Так, в типе древостой ельник-черничник (В₄) в Лисинском лесхозе Ленинградской области уровень грунтовых вод колеблется от 20 см в апреле — мае (весенний подъем) до 60—70 см (иногда до 100 см) в конце лета. После больших летних дождей может быть небольшое поднятие уровня грунтовых вод. Осенью в результате похолодания и прекращения транспирации наблюдается второй водоподъем, но не столь высокий, как весной. В летний период (май — август) грунтовые воды залегают глубже всего в жердняках, затем следуют спелые древостои и молодняки. Самый высокий уровень наблюдался на вырубке (В. Пфальц, 1965).

Упомянутые колебания точно соответствуют ходу баланса влаги в древостое. Повышение уровня грунтовых вод соответствует приходу влаги из атмосферы, понижение — ее расходу на транспирацию и физическое испарение. Более глубокие понижения (ниже 80—100 см) вследствие продолжительной летней засухи могут вызвать массовое усыхание древо-

ствоев, корни которых не приспособлены к поглощению влаги на глубинах ниже упомянутого уровня.

Осушение старых черноольховых насаждений ведет к их быстрому усыханию (Э. Шабак, 1912). Сосновые культуры на близководных низинах Олешья (Херсонская область) испытывают аналогичные сезонные колебания уровня грунтовых вод. В отдельные весны, когда зимой бывает много снега, грунтовая вода поднимается настолько высоко, что низины превращаются в озера и сосновые культуры вымокают. Поэтому так называемый куртинно-колковый метод разведения сосны, ограничивающий облесение песков близководными понижениями среди бугристых песков, дает отрицательные результаты. Лишь при сплошном облесении бугристых песков, которое увеличивает расход влаги и уменьшает колебание уровня грунтовых вод, низины становятся благоприятными для роста сосны, березы и ольхи.

Потребность древесных пород во влаге и отношение к влажности местообитаний. Для суждения о потребности древесных пород во влаге были применены разные критерии. В середине прошлого века немецкие лесоводы Клаубрехт и Теодор Гартиг в качестве критерия потребности во влаге использовали потерю воды листьями в течение суток. Они получили шкалу, которая начинается с ольхи, теряющей влагу в наибольшем количестве, и заканчивается сосной и елью, стоящих на последнем месте по этому признаку. Подобная же шкала была получена Т. Гartiгом на основании весовой потери воды листовыми деревцами в водной культуре. Э. Эбермайер составил шкалу по количеству золы в листьях, полагая, что зольность листьев тем выше, чем больше влаги они испаряют, и получил следующие ряды:

Порода	Количество золы в листьях (%)
Ясень, ольха, клен, ильмовые, тополь	7—10
Бук, дуб, граб	4—5
Лиственница, пихта, ель	2,9—3,5
Сосна обыкновенная	1—2

Долгое время наиболее точными считались данные австрийского ботаника Гёделя, который определял транспирацию 5—6-летних деревьев, посаженных в сосуды с почвой. Опыт сопровождался изоляцией поверхности почвы от испарения, в результате чего потери в весе могли быть приравнены к расходу влаги на транспирацию. Длится опыт в течение трех вегетационных периодов. Был получен следующий ряд древесных пород по убывающему количеству испаренной ими воды на 100 г сухого вещества листьев (то есть по интенсивности транспирации): ясень, береза, бук, граб, вяз, дуб, остролистный клен, ель, обыкновенная сосна, пихта, черная сосна. Гёдель подтвердил вывод, полученный его предшественниками, о большей потребности во влаге листовых пород; по его данным, сосны, например, испаряют влаги в 6—8 раз меньше, чем дубы.

На основании данных Гёделя в последующем высчисляли потребность и расход влаги у разных насаждений. При этом расход дубовыми насаждениями в год на 1 га при 5 т сухого вещества листьев составил 275 мм, что близко к цифрам, полученным Тростянецкой лесной опытной станцией, расположенной в лесостепной зоне. Г. Н. Высоцкий (1926), опираясь на данные Гёделя, полагал, что сосняки испаряют всего около 40—50 мм в год на 1 га. Согласно данным А. А. Молчанова, транспирационный расход сосняков в 4—5 раз больше того, который определил Г. Н. Высоцкий, опираясь на данные Гёделя (табл. 19).

Как видно из таблицы, транспирация сосны снижается при заболачивании, от влажного бора-черничника (А₃) к сосняку сфагновому (А₅). Ельник черничный расходует воды больше, чем брусничный.

Расход влаги на транспирацию и испарение различными типами насаждений
(по А. А. Молчанову)

Тип насаждения	Расход влаги (мм)			
	на транспирацию	на испарение с напочвенного покрова	задержано кронами	всего
Сосняк мшистый	173	79	80	332
Сосняк брусничный	195	83	86	364
Сосняк черничный	217	121	90	428
Сосняк долгомошный	165	190	86	441
Сосняк сфагновый	119	227	80	426
Ельник брусничный	225	86	70	381
Ельник черничный	297	55	121	473
Березняк черничный	300	55	100	455

Г. Н. Высоцкий в 1893 г. в Велико-Анадоле взвешивал оторванные от побегов листья в течение часа и сделал выводы, что листья вяза и береста вследствие малой толщины их кутикулы и отсутствия значительного опушения теряют влагу наиболее быстро, листья же ильма вследствие большого опушения испаряют влаги меньше. Кустарники и хвойные породы испаряют мало и не являются серьезными конкурентами для дуба в степных посадках.

По исследованиям П. Б. Раскатова в Воронежском заповеднике, в жаркую и ясную погоду 1 га дубово-ясеневое леса в возрасте 25 лет расходовал на транспирацию 26 т, или 2,6 мм воды в день. При этом расход подлеском составляет около 0,2 мм, или 7 % общего расхода на транспирацию — очень небольшую часть расхода насаждения. Это подтверждает вывод Г. Н. Высоцкого о том, что в широколиственном лесу подлесок не отличается значительным расходом почвенной влаги. Учитывая его почвоотеняющую роль и вытеснение им трав, расходующих свыше 40 % почвенной влаги, следует дать высокую оценку роли подлеска в водном балансе древостоя.

В последнее время было получено много новых данных, характеризующих потребность древесных пород во влаге. Кроме того, лесоводы еще раньше, исходя из наблюдений за географическим распространением древесных пород на равнинах и в горах, отношением их к разным элементам рельефа, уровню грунтовых вод, поведением их при засухе и переувлажнении почв, составили шкалы требования древесных пород к влаге. Эти шкалы не являются субъективными. Они имеют существенное преимущество по сравнению с упомянутыми выше прежде всего в том отношении, что составлены не по одному признаку, а на основе целого комплекса взаимно дополняющих и контролирующих признаков.

Г. Ф. Морозов, опираясь на исследования Л. А. Иванова, подчеркнул, что обоснованное представление о потребности древесных пород во влаге может дать лишь совокупность признаков и, в частности, совокупность понятий об интенсивности, продуктивности и экономности транспирации. Первая величина измеряется количеством транспирированной воды на единицу площади (или веса) листьев; вторая — на количество всего органического прироста дерева; третья — на количество начального запаса влаги в листьях или во всем растении. Так, близкие по интенсивности испарения сосна и ель отличаются по его экономности: сосна в 2 раза экономнее ели. Сосна и дуб в пятилетнем возрасте испаряют 75 % содержащейся в них воды, ель и бук испаряют 150—200 %, то есть две последние породы должны в течение суток дважды восполнять запас воды в своих органах.

Г. Ф. Морозов ввел понятие потребности древесных пород во влаге и требовательности их к ней. *Потребность во влаге* — это количество влаги, необходимое растению для удовлетворения его нужд: для поддержания тургора тканей, нормального хода физиологических процессов (фотосинтеза, дыхания, роста и т. п.), защиты от перегрева, для обмена веществ между разными органами растения и т. п. *Требовательность к влаге* — это отношение древесных пород к влажности местообитаний, или, другими словами, способность извлекать необходимое количество влаги из почвы в тех или иных условиях.

Потребность во влаге является одним из обязательных элементов, слагающих отношение к влажности местообитания. Например, испытывающая большую потребность во влаге черная ольха растет только на очень влажных почвах. Между тем интенсивно транспирирующие тополь и осина не нуждаются в постоянно увлажненных почвах и способны удовлетворительно расти на почвах, не обеспеченных влагой в течение всего вегетационного периода, например на песчаных поймах, где после весеннего разлива уровень грунтовых вод опускается до 2—3 м и более от поверхности почвы. Следовательно, черная ольха не только имеет большую потребность, но и более требовательна к наличию влаги в почве, чем тополя, которые при своей высокой потребности могут расти в условиях сезонно повторяющейся засухи.

Г. Ф. Морозов указывал, что потребность во влаге сосны, ели и пихты невелика и примерно одинакова, но эти три породы сильно различаются между собой по требовательности к почве и влаге: сосна, обладающая очень широко разветвленной корневой системой, нетребовательна, в то время как ель и пихта с их менее разветвленными корневыми системами требовательны к влаге. Как известно, сосна — ксерофит, а ель и пихта, по крайней мере, — мезофиты.

Чтобы удовлетворить потребность ели во влаге, ей необходимы почвы влажные в самых верхних своих горизонтах, или, если почва не обладает большой водоудерживающей способностью, ей необходим в таком случае очень влажный климат с равномерными на протяжении года осадками и без продолжительных засух. Ель и пихта имеют густое охвоение и большее, чем у сосны, количество хвои, которая держится на ели 5—8 лет, на пихте 8—12 лет, на сосне всего 2—3 года. Следовательно, потребность во влаге у ели и пихты больше, чем у сосны, в связи с большей испаряющей поверхностью их крон. Кроме того, под густой полог ели и пихты проникает значительно меньше атмосферных осадков, а это также повышает их требовательность к влаге.

Лиственница и береза характеризуются высокой интенсивностью транспирации, гораздо большей, чем ель, бук и пихта. Однако небольшое количество листвы у первых двух пород и большее — у последних может менять местами эти породы по количеству общего расхода влаги, причем невыносливые породы могут оказаться более требовательными к ней. Следовательно, полная экологическая характеристика отношения растений к влаге не может быть дана только по одной потребности их в воде. Соотношение между листовой и корневой поверхностью, суммарная величина проводящих путей в древесине, размеры самого растения — все это показатели его требовательности к климатическому и почвенному увлажнению.

В опытах Е. Я. Шефер-Сафоновой (1934) сеянцы древесных пород обнаруживали разный прирост в зависимости от влажности почвы. Наиболее засухоустойчивый лох лучше всего развивался при влажности почвы 40% полной влагоемкости. При таком уровне влажности у лоха был наибольший прирост в высоту и его сеянцы достигали максимального веса. Более влаголюбивые вяз, карагач и белая акация лучше всего развивались при влажности почвы 60% полной влагоемкости, а ясень, береза, ясенелистный клен — при 80%. Наибольший расход влаги на транспирацию наблюдался при оптимальной для каждой породы влаж-

ности, для ксерофитов ближе к 40%, для гигрофитов ближе к 80—100%. По-видимому, ограничивающим фактором в этих опытах было не только отношение к влаге и способность ксерофитов частично использовать связанную влагу почвы, но и отношение растений к почвенной аэрации. Ксерофиты являются одновременно и ризоаэробами — им необходима лучшая аэрация почвы. Гигрофиты же в меру их нарастающего влаголюбия способны выдерживать недостаток почвенной аэрации.

А. А. Молчанов обращает внимание на зависимость транспирации от запаса влаги в почве.

Запас влаги в почве в слое									
100 см (мм)	60	100	140	180	220	260	300	380	
Расход на транспирацию древостоем (мм)	184	200	220	225	210	195	155	126	

Из этих данных видно, что транспирация древостоя уменьшается как при недостатке, так и избытке влаги.

Приведем шкалу отношения древесных и кустарниковых пород к влаге, составленную на основе указанных признаков, а также на материале лесоводственного опыта. Породы в шкале и в пределах каждой группы расположены по нарастающим степеням требовательности к влаге.

Группа 0. *Ультраксерофиты*. Саксаул. Можжевельник. Фисташка. Пушистый дуб. Пробковый дуб. Грабинник.

Группа 1. *Ксерофиты*. Крымская сосна. Обыкновенная сосна. Сосна Банкса. Айлант. Лох. Облепиха. Скуммия. Степные кустарники. Лохолистная груша. Абрикос. Мелколистный вяз. Самшит. Ива шелюга. Гранатник. Понцирус.

Группа 2. *Ксеромезофиты*. Черешчатый и сидячецветный дубы. Берека. Обыкновенная груша. Черноклен. Остролистный и полевой клены. Берест. Гледичия. Черешня. Яблоня.

Группа 3. *Мезофиты*. Липа. Граб. Ясень. Орехи. Лиственница. Бук. Съедобный каштан. Конский каштан. Бородавчатая береза. Осина. Кедровая и веймутова сосны. Пихта. Дугласия. Ильм. Амурский бархат. Лещина. Бузина.

Группа 4. *Мезогигрофиты*. Вяз. Черемуха. Осокорь. Козья ива. Серебристая и ломкая ивы. Пушистая береза. Ломкая крушина. Птерокарпия. Серая ольха. Айва.

Группа 5. *Гигрофиты*. Болотный экотип ясени. Ивы: серая, ушастая, лапландская. Болотный кипарис. Кустарниковые березы. Черная ольха.

К приведенной шкале можно было бы добавить группу 6 — ультрагигрофитов, к которой относятся в наших климатических условиях лишь водяные растения, не имеющие в своем составе древесных пород. Впрочем, в эту группу можно условно зачислить деревья мангровых лесов, растущих на морских побережьях, в полосе морских и океанических приливов, но лишь в субтропической и тропической зоне.

Гигротопы — экологические степени увлажнения местообитаний. Местообитания в природе по потребности растений (то есть экологически) можно расположить в ряды последовательного количественного нарастания (или убывания) влаги и ее влияния на состав и продуктивность древостоев. При этом по видовому составу растений и продуктивности леса можно точно оценивать количественные градации увлажнения.

Ряд местообитаний, расположенных по признаку последовательного нарастания (или убывания) влажности, называется **гигрогенным** рядом. Гигротопы — отдельные его звенья. Так, изображенный на рисунке 43 (стр. 109) боровой ряд является примером гигрогенного ряда, а отдельные его звенья (типы) — сухой, свежий, влажный, сырой и заболоченный — представляют собой гигротопы, расположенные по степеням нарастающего увлажнения. При этом показателями (индикаторами) гигротопов являются сами растения, их появление и исчезновение, а также продуктивность насаждений.

Ценность суждения о влажности местообитаний по методу сравнительной экологии заключается в том, что оценка производится по **признакам растений**, а не по влажности почвы. Изучение влажности почвы — длительный и трудоемкий процесс, да и оценка полученных

данных с позиций экологических, то есть с точки зрения самих растений, трудна, зачастую неразрешима из-за недостатка сведений об отношении растений к влаге.

Нет лесов и местообитаний, которые бы существовали вне отношения к влаге. Каждый участок растительности занимает свое место, свою «точку» в гигрогенном ряду. Определение этого места важно для познания леса и для проектирования лесохозяйственных мероприятий в нем.

Пользуясь шкалой влаголюбия древесных растений, можно намного уточнить экологическую оценку увлажненности местообитаний. При этом важно использовать в качестве индикаторов не только древесные породы, кустарники, но и другие растения. В лесоводстве различают шесть гигротопов, составляющих следующую шкалу, в которой они расположены по степеням нарастающего увлажнения.

О. Крайне сухие местообитания, где распространены ультраксерофиты. К ним, однако, примешиваются и простые ксерофиты, часто господствующие в этих условиях, но не достигающие высокой производительности. Сюда относятся «очень сухие боры» с обыкновенной или крымской сосной IV—V бонитета, расположенные на южных склонах песчаных дюн, на обращенных к югу скалистых местоположениях в зоне засушливого климата. К этой же категории относятся верхние части южных склонов с мелкими скелетными почвами, подверженными сильному иссушению из-за: 1) малой влагоемкости этих почв; 2) поверхностного стока вод; 3) интенсивного испарения; 4) большой инсоляции и 5) ветроударности этих позиций. На скалистых горных склонах, так же как и на песках, растут естественные сосняки и, кроме того, пушистый и скальный дубы, грабинник, можжевельники, фисташка, степные кустарники и другие ксерофитные породы. В покрове песчаных и мелких скелетных почв преобладают ультраксерофитные лишайники *Cladonia*, *Cetraria*, живучка *Sempervivum*, бессмертник (*Helichrysum arenarium*), разнообразные другие ксерофиты. В местах с более плодородными почвами растет дуб IV—V бонитета. Сплошным вырубкам в этих условиях свойственно «остепнение», то есть формирование покрова по типу сухой степи или даже полупустыни. Крайне сухие гигротопы зональны в полупустынях.

1. Сухие местообитания. Сухость их обязана тем же причинам, что и в крайне сухом гигротопе, только в данном случае условия слагаются на уровне несколько лучшего увлажнения. Здесь также господствуют ксерофиты — сосны, дубы, можжевельники и другие породы, но более высокой (на один бонитет) продуктивности (сосны II, дубы III—IV бонитета). К ним примешиваются на соответствующих почвах ксеромезофиты: черешчатый и скальный дуб, остролистный и полевой клен и даже мезофиты: липа, граб, ясень, бук, растущие, однако, по низкому — III—IV бонитету. В покрове сосняков преобладают лишайники, мхи и травянистые растения смешанного ксерофитно-мезофитного состава. В покрове дубрав — осока волосистая (*Carex pilosa*), звездчатка (*Stellaria holostea*), перловник (*Melica picta*) и другие ксеромезофиты. На сплошных вырубках в зависимости от климатических условий разрастается или степной покров (в степной зоне), или покров из мезофитов луговой степи (в лесостепной зоне). Сухие гигротопы зональны для южной и байрачной степи.

2. Свежие местообитания господствуют в южнолесной и лесостепной зонах. Увлажнение в них оптимально для многих древесных пород — сосны, бородавчатой березы, кленов, ясени, бука, пихты, лиственницы и других, способных достичь в свежем гигротопе наибольшей производительности — I и выше бонитета. В подлеске и покрове господствуют мезофиты; ксерофитов мало или нет совсем. В покрове сосновых лесов, растущих в свежих местообитаниях, преобладают зеленые мхи, брусника, (*Vaccinium vitis idaea*), грушанки (*Chimaphila umbellata*, *Pirola secunda*, *P. rotundifolia* и др.), орляк (*Pteris aquilina*) и др. В под-

леске дубрав преобладают лещина, бересклеты и другие кустарники; в покрове — ясенник (*Asperula odorata*), сныть (*Aegopodium podagraria*), широколистная медуница (*Pulmonaria officinalis*), копытень (*Azaron eugoraeum*), мужской папоротник (*Dryopteris filix mas*) и др. На песках свежие местообитания создаются вследствие близости грунтовых вод (2—4 м). На суглинках они возникают в результате высокой влагоемкости субстрата, а грунтовые воды располагаются глубже 5 м и часто недостижимы для корней.

В сухом климате свежие гигротопы встречаются в местах, полностью каптирующих атмосферные осадки, — на бессточных плато, в котловинах, в местах с приходом влаги из вышерасположенных местообитаний (средние или нижние части склонов), в местах, защищенных от чрезмерного испарения (северные склоны), и т. д. Во влажном климате свежие гигротопы распространены там, где влага частично расходуется на сток и испарение, — на средних и верхних частях южных склонов, на узких хребтах, на ветродударных позициях и т. д., то есть примерно на тех элементах рельефа, которые характерны для сухих гигротопов в климатах недостаточного и среднего увлажнения. На вырубках в сухом климате формируется полустепной ксерофитный покров, во влажном климате — со общества суходольных лугов.

3. Влажные местообитания оптимальны для ели, черешчатого дуба, ильмовых, пушистой березы, козьей ивы и многих других древовидных ив, большинства тополей, осины, амурского бархата и др. В подлеске и покрове наряду с мезофитами встречаются или даже (под изреженным пологом) преобладают мезогигрофиты и гигрофиты. Под хвойными породами господствуют зеленые мхи (*Pleurozium*, *Dicranum* и др.), кукушкин лен (*Polytrichum commune*), черника (*Myrtillus nigra*), молиния (*Molinia coerulea*), вербейник (*Lysimachia vulgaris*), кислица (*Oxalis acetosella*), лапчатка-узик (*Potentilla tormentilla*). На более плодородных почвах и особенно под широколиственными лесами (дуб, ясень, клен, граб, бук, ильмовые) преобладают папоротники мужской (*Dryopteris filix mas*) и женский (*Athyrium filix femina*), сныть (*Aegopodium podagraria*), медуница (*Pulmonaria officinalis*), лесной чистец (*Stachis silvatica*), крапива (*Urtica dioica*) и др.

В дубравном подлеске, кроме лещины, распространены калина, ломкая крушина, европейский бересклет и другие более влаголюбивые кустарники. Уровень грунтовых вод на песчаных почвах, относящихся к влажному гигротопу, залегает на глубине 1—2 м (весной на 1 м, осенью на 2 м) на суглинистых и глинистых почвах — на глубине 3—5 м. Но иногда этот уровень находится за пределами ризосферы, и грунтовые воды недостижимы для корней деревьев. В последнем случае увлажнение, необходимое для формирования влажного гигротопа, возникает при наличии добавочных источников влаги и уменьшении испарения. Эти условия могут создаваться на нижних частях склонов, в тальвегах балок, куда влага притекает из более высоких мест; на бессточных плато в относительно влажном климате, богатым летними осадками; на северных склонах благодаря уменьшенному испарению и т. п.

Поверхность почвы во влажных местообитаниях имеет характерный микрорельеф корневых выворотов. Как упоминалось выше, это результат ветровала, возникающего из-за неглубокой и горизонтально развитой корневой системы (стр. 187). Сильно изреженным насаждениям и рубкам во влажных местообитаниях свойственно заболачивание. Оно является результатом сокращения расхода влаги и подъема грунтовых вод. При этом гигротоп становится на одну ступень влажнее, переходит в сырой (4), по крайней мере временно до формирования нового поколения леса. Под хвойными породами во влажных местообитаниях формируется подстилка типа грубого перегноя мощностью до 15—20 см.

Влажные местообитания зональны для лесной (таежной) зоны.

4. Сырые местообитания. Увлажнение их избыточно для большинства древесных пород и даже для тех, которые находят для себя optimum в соседних влажных условиях. В сырых гигротопах optimum находят мезогигрофиты — серая ольха, черемуха, ломкая крушина, серая ива и ряд влаголюбивых кустарников, которым свойственна ризоанаэробность, терпимость по отношению к недостатку воздуха в почве. В насаждениях сырых местообитаний господствуют сосна, ель, дуб, осина, береза и некоторые другие породы. В большинстве это мезофиты, не выдерживающие избытка влаги в почве, корни их располагаются только в верхнем горизонте почвы. Такая особенность ведет к потере механической устойчивости и ветровалу. Микрорельеф корневых выворотов выражен в сырых гигротопах еще более типично, чем во влажных.

В составе насаждений южнолесной зоны принимают участие гигрофиты — черная и серая ольха, пушистая береза и мезофиты — липа, дуб, клен, ильмовые, бородавчатая береза и др. Однако никогда сюда не заходит, даже в своей климатической зоне, типичный ризоаэроб — бук, у которого пределом выносливости к недостатку воздуха в почве является влажный гигротоп.

В покрове представлена смесь гигрофитов с мезофитами при участии промежуточных видов. На бедных и кислых песчаных почвах сырых гигротопов преобладают черника (*Myrtillus nigra*), молиния (*Molinia coerulea*), кукушкин лен (*Polytrichum commune*), сфагнум (*Sphagnum m. sp.*), на богатых глинистых почвах — сныть (*Aegopodium podagraria*), женский папоротник (*Athyrium filix femina*), ползучий лютик (*Ranunculus repens*), недотрога (*Impatiens noli tangere*), вязолистная таволга (*Filipendula ulmaria*), селезеночник (*Chrysosplenium alternifolium*) и др.

Уровень грунтовых вод в песчаных почвах находится на глубине 0,5 м, в суглинистых — 1—3 м (колебания указаны для весны и осени). В редких случаях близкий уровень грунтовых вод отсутствует, например на плотных суглинках, в тальвегах или в нижних частях склонов ложбин, куда вода постоянно прибывает поверхностным или внутренним почвенным стоком. На протяжении большей части вегетационного сезона, за исключением спорадических засушливых периодов, избыточное увлажнение охватывает весь или почти весь почвенный горизонт. Чаще всего оно происходит вследствие капиллярного насыщения водой всего верхнего горизонта, включая подгоризонты перегнойный и подзолистый. Лесная подстилка под хвойными породами формируется в виде грубого гумуса, имеющего вид торфянистого слоя мощностью до 30 см.

Изреженные насаждения и вырубki в сыром гигротопе подвергаются дальнейшему заболачиванию в тех случаях и по тем же причинам, которые были указаны при характеристике влажного гигротопа. При этом они переходят в категорию лесных болот.

Сырые гигротопы зональны в лесотундре.

5. Лесные болота. Сюда относится ряд типов местообитания одинакового крайне избыточного увлажнения, но резко отличающихся по плодородию субстрата, и, как отражение плодородия, различного состава лесов и разной их производительности. Принято различать в условиях Полесья следующие типы местообитания:

а) сфагновый бор (бор-болотомошник, мшара) с сосной V бонитета (предельная высота древостоя 8 м);

б) хвойно-лиственный багон (сумшара) с сосной, березой и черной ольхой IV бонитета;

в) ольс-болото — черная ольха с березой III бонитета;

г) ольс-трясина — черная ольха II бонитета;

д) ольс-лог — черная ольха с ясенем I бонитета.

Среди перечисленных болот сфагновый бор относится к олиготрофным, хвойно-лиственный — багон, ольс-болото и ольс-трясина — к мезо-

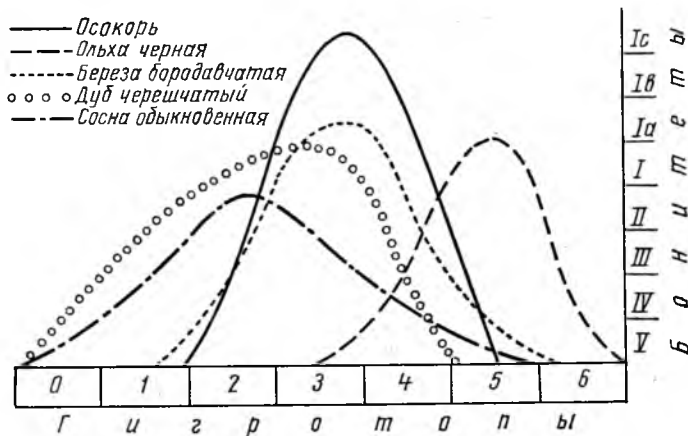


Рис. 74. Схематическое изображение кривых продуктивности древесных пород в зависимости от степени увлажненности почв (гигротопов). Использованы данные плодородных почв (ряд D), за исключением сосны, где взята кривая борového ряда (A).

трофным, ольс-лог — к мегатрофным болотам (ср. Н. И. Пьявченко, «Лесные болота», 1963).

В указанных условиях уровень грунтовых вод весной выходит к поверхности почвы. Лишь к концу лета устанавливается режим аэрации в самом верхнем почвенном слое глубиной 50—100 см, что зависит от степени засушливости летнего сезона.

В лесостепных и степных условиях на далеководных почвогрунтах гигротопы все же могут колебаться от очень сухого (0) до влажного (3) из-за разницы в увлажнении верхнего гидрологически-живого горизонта. Г. Н. Высоцкий предложил определять степень увлажненности по глубине горизонта карбонатов и составлять карты изокарбонатов — глубин горизонта вскипания. А. С. Скородумов разработал следующую шкалу гигротопов (для степных почв) по глубине вскипания:

глубина вскипания (см)	0—70	70—120	120—170	глубже 170
гигротопы	0	1	2	3

На рисунке 74 представлен спектр встречаемости и продуктивности древесных пород по гигротопам. Кривые показывают экологическую широту и оптимум увлажнения, особенно широки они у дуба и сосны. Характерно наличие у засухоустойчивого дуба максимума продуктивности во влажном местообитании. Столь же значительна широта распространения и у многих представителей почвенного покрова. Следовательно, только совокупность многих характерных черт — господство пород, их бонитет, сочетание представителей почвенного покрова и другие признаки — может служить основой для точной оценки гигротопов.

Гигротопы меняются во времени в зависимости от вековых и гидроклиматических изменений. При осушении болот они переходят из пятой категории в четвертую, третью или даже во вторую, в зависимости от состояния дрены и ее глубины. Ирригация повышает гигротопный индекс, переводя очень сухие и сухие гигротопы в свежие и влажные. При этом равномерное поступление оптимального количества воды в течение вегетационного сезона обеспечивает наиболее высокую продуктивность леса. В таблице 18 (стр. 185) показано, что 12-летние культуры туркестанского тополя в Средней Азии (Кзыл-Калинский лесхоз Таджикской ССР) при регулярном поливе достигли рекордной продуктивности — 1600 м³ на 1 га в возрасте 12 лет.

Пойменные условия и влажность местообитания. Как было сказано выше, в поймах наблюдается контрастный режим увлажнения: весной

преобладает избыточное увлажнение, сопровождаемое затоплением не только почв, но и растений; летом после спада полых вод, почва подсыхает как в результате испарения с поверхности, так и вследствие транспирации пойменных пород, особенно ив и тополей. Многие пойменные местообитания сложены аллювиальными песками, а эти последние с поверхности нередко переотложены ветром. В таком невлагоемком субстрате во вторую половину лета устанавливается засуха. Следовательно, на протяжении вегетационного периода пойменные местообитания перемещаются из одного гигротопа в другой. Весной в них наблюдается избыточное увлажнение по типу лесных болот (гигротоп 5), а осенью в зависимости от местоположения и длительности затопления они попадают во влажный, свежий или даже сухой гигротоп; последний — на возвышенных грядах пойменных песков. Этот контрастный режим в состоянии вынести приспособленные к нему древовидные и кустарниковые ивы, тополя, в меньшей мере вяз и черешчатый дуб. По наблюдениям на Волге, в Черноярском лесничестве, продолжительность затопления, выносимого отдельными породами, следующая: дуб 22 дня, вяз 38 дней, осокорь 48, древовидная ива 60 дней, туя 74 дня (С. Конардов, 1892).

Для растений вредно не столько продолжительное затопление их корней, стволов и крон, как повышение температуры воды, сопровождающееся потерей растворенного в воде воздуха, а также происходящим от потепления перерывом покоя, повышением потребности растения в кислороде для дыхания. Критическая температура полый воды в упомянутом отношении, по нашим наблюдениям в Днепровской пойме (Старосельская биостанция Академии наук УССР), равна 18°; выше этого предела корни дуба начинают задыхаться и сильно угнетаются тополя и ивы.

Характеризуя пойменные местообитания как сезонно-контрастные гигротопы, лесоводы указывают их амплитуду на основе изложенной выше шкалы, например: 0—5— амплитуда, охватывающая период весеннего затопления (5) и позднелетнего крайнего пересыхания (0); 2—4 — амплитуда весеннего подтопления и летнего падения уровня грунтовых вод на глубину 2—3 м.

Задержание осадков кронами. Дождевые капли, попадая на листья, ветви, на стволы деревьев, смачивают их и частично остаются на поверхности деревьев и травянистого покрова. Эта часть осадков не достигает почвы, испаряется в атмосферу. То же самое происходит частично с твердыми осадками в холодное время года. В таблице 20 приведены данные Э. Эбермайера, относящиеся к двум еловым, буковому и сосновому насаждениям. Цифры (в %) показывают, какое количество осадков прошло сквозь полог по сравнению со всей суммой выпавших.

Т а б л и ц а 20

Задержание осадков пологом леса (в %)

Порода	Возраст (лет)	Прошло сквозь полог			Задержено кронами
		зима	лето	годовое	
Ель	120	51	37	42	58
Ель	50	82	72	77	23
Бук	50—70	84	82	83	17
Сосна	30	68	66	67	33

Из таблицы 20 видно, что лес задерживает значительное количество осадков как летом, так и зимой. Особенно много осадков задерживают хвойные породы.

Риглер (1879) провел наблюдения над задержанием осадков и их стоком по стволам и получил следующие данные (в % общей суммы выпавших осадков).

Показатели	Бук	Дуб	Клен	Ель
Непосредственно проникло под кроны . .	65,4	73,6	71,5	39,8
Стекло по стволу	12,8	5,7	5,9	1,3
Всего достигло лесной почвы	78,4	79,3	77,4	41,1
Удержано в кронах	21,8	20,7	22,6	58,9

Как видно из приведенных показателей, по гладкому стволу бука стекало наибольшее количество воды. В среднем лиственные породы удерживают в кронах около 21—22% осадков, а ель — около 60%.

По вопросу о задержании летних осадков Г. Ф. Морозов считал наиболее обстоятельными данные Гоппе (1896), полученные в трех насаждениях — еловом, сосновом и буковом за 2 года наблюдений (табл. 21).

Таблица 21

Количество осадков под пологом леса (в % от осадков, выпавших за тот же период на соседней поляне)

Сила дождя (мм)	Еловое насаждение			Сосновое насаждение			Буковое насаждение		
	количество осадков, просочившихся сквозь полог	сток по стволу	всего	количество осадков, просочившихся сквозь полог	сток по стволу	всего	количество осадков, просочившихся сквозь полог	сток по стволу	всего
< 5	29,2	0,0	29,2	51,5	0,0	51,5	53,3	8,7	62,0
5—10	43,1	0,1	43,2	61,9	0,0	61,9	61,3	15,0	76,3
10—15	54,9	0,7	55,9	76,6	0,1	76,7	64,5	16,3	80,8
15—20	67,0	2,1	69,1	74,6	0,7	75,3	65,8	20,9	86,7
>20	71,2	4,8	76,0	89,8	1,8	91,6	68,9	20,7	89,6
Всего проникло	56,6	2,3	58,9	75,5	0,7	76,2	63,7	16,8	80,5
Задержано в кронах	—	—	41,1	—	—	23,8	—	—	19,5

А. А. Молчанов (1957) приводит следующие данные о задержании осадков кронами 65-летних деревьев (в % от их годового количества).

Кроны деревьев	ели	сосны	дуба	березы	осины
Осадки (%)	37	21	18	12	11

На количестве задержанных осадков сказывается густота крон древесных пород. Наибольшее количество осадков задерживается древостоем жерднякового возраста, когда развивается наибольшая масса листьев и веточек.

Как видно из таблицы 21, еловые насаждения задерживают в 2 раза больше осадков, чем буковые; количество воды, стекающей по стволам, доходит у бука до 20,9%, и в среднем оно равняется 16,8%, в то время как у ели и сосны — 2,3—0,7%. Но наибольший интерес имеют рассматриваемые данные со стороны влияния силы дождей на проходимость осадков сквозь кроны. Оказывается, что дожди большей силы проходят в большем количестве, и это особенно эффективно в том насаждении, которое задерживает осадки в наибольшей степени, — в ельнике. Следовательно, для леса в засушливом климате во много раз благоприятнее ливневые осадки, чем слабые дожди.

Интересно, что лиственница задерживает всего около 15% годовых осадков, а 20-летний густой пихтовый молодняк — около 79%. По исследованиям Бюлера (1903), наибольшее количество осадков бук задерживает в 50-летнем возрасте (27%) и наименьшее — в 90-летнем (17%).

Проф. Н. С. Нестеров измерениями в учебно-опытной лесной даче академии имени К. А. Тимирязева показал, что небольшая примесь березы в сосняке или сосны в ельнике сопровождается повышением количества снега в насаждении. В березняках 70-летнего возраста на кронах задерживалось всего около 4—5% снега, тогда как в ельниках — 50—59%. Сосновые жердняки задерживали снега на 10% больше, чем 60—90-летние насаждения той же породы.

Тонкий снежный покров в густых ельниках не может защитить почву от промерзания, доходящего на широте Москвы до 50—60 см. Отсюда

Т а б л и ц а 22

Превышение относительной влажности воздуха леса над влажностью поля

Высота над поверхностью почвы (м)	Разность относительной влажности (%)	
	днем	ночью
5	13,5	9,1
10	12,9	10,8
11,5 (вершины деревьев)	4,4	10,9

не без некоторого основания было указано на отрицательное водоохранное значение густых чистых ельников (Н. Н. Степанов, 1928). Изреживание ельников, примесь лиственных пород, особенно березы, увеличивают доступ осадков к почве и повышают водоохранные функции леса.

Задержание осадков лесом имеет защитное значение для почв, особенно в горах, где благодаря лесному пологу опасные в эрозионном отношении ливни становятся безвредными дождями (Г. Ф. Морозов). Тот факт, что лес не

использует значительной доли осадков и они поступают в общий резерв влаги, в общую сумму испарений, полезен для соседних сельскохозяйственных полей, особенно для тех, которые находятся в стороне, куда направляются воздушные потоки, обогащенные влагой в лесу и над лесом.

Относительная влажность воздуха и горизонтальные (конденсационные) осадки в лесу и в поле. Лес повышает абсолютную и относительную влажность воздуха. В таблице 22 показано превышение относительной влажности воздуха на различных высотах в лесу над влажностью поля (В. Н. Оболенский, 1927).

На высоте 11,5 м днем наблюдается максимальная температура и наименьший избыток относительной влажности в лесу; ночью здесь минимум температуры и наибольший избыток относительной влажности.

Под влиянием леса относительная влажность повышается в 13 часов в апреле и августе на 15—17%, в июне и июле на 20—22,5%, в отдельные дни превышение влажности достигает 40% и более. Массы воздуха, проходя над лесом, увеличивают свою относительную влажность на 10—20%, утром и вечером — в наибольшей степени.

В равнинной местности конденсация водяного пара на кронах деревьев особенно велика поздней осенью и во время зимних оттепелей. Она дает представление о том, что такое «лесные дожди», то есть дожди, выпадающие в лесу и отсутствующие в поле. В результате конденсации водяного пара в виде капель, инея, ожеледи (горизонтальных осадков), в лесах равнин прибавляется около 5—6% к сумме осадков в поле. На опушках, особенно западных, это количество повышается до 8—10%.

Между тем на морских и океанических побережьях, особенно в горных условиях, лес способен удваивать, а на горных опушках — даже утраивать количество выпадающих здесь осадков по сравнению с открытой местностью (К. Рубнер, 1960). Что это действительно так, свидетельствуют прямые данные дождемерных пунктов в поле и под кронами деревьев.

Ниже приведены данные (в миллиметрах), полученные на горе Вильсон в Калифорнии на высоте 1785 м (Киттредж, 1948).

Эти данные показывают, что количество горизонтальных осадков увеличивается пропорционально высоте насаждения; оно удва-

Растительность и местоположение	Показания дождемера	Конденсация из тумана
Октябрь—май 1916—1917 гг.		
Открытая местность	580	0
Под густой кроной цеанотуса высотой 2,4 м	577	0
Под густым пологом группы дубов высотой 13,7 м	1201	621
Под дугласией высотой 12,3 м	1222	642
Под желтой сосной (западной) высотой 24,4 м	1540	960
Январь—май 1948 г.		
Открытая местность	693	0
Под желтой сосной (западной)		
юг, наветренная сторона	1335	642
восток, наветренная сторона	1440	747
север, подветренная сторона	2170	1477
запад » »	2225	1532

ивается по сравнению с количеством осадков в открытой местности, если высота насаждения около 12—14 м, и почти утраивается, если высота достигает 24—25 м. Это и понятно, так как капельки тумана конденсируются на кронах деревьев, и чем выше лес, тем больше суммарная поверхность его крон, тем соответственно больше конденсация. Но не только указанный момент важен для прибавки осадков. Замедление проходящего через лес воздушного потока полнее освобождает его от мелкокапельной водной фазы.

Значительное увеличение осадков лесом в горах вследствие конденсации водяных паров и капелек тумана подтверждается также расчетами с т о к а. Они показывают, что из верхних горных зон, покрытых густыми темнохвойными лесами, приходит вниз путями стока больше влаги, чем выпадает дождя и снега (Г. Болле, 1948). Этот факт не менее красноречив, чем прямые доказательства, полученные дождемерными станциями.

Испарение с поверхности почвы. Поверхностный и внутренний сток в лесу и в поле. Своими исследованиями в 1893 г. Г. Н. Высоцкий показал, что лес полностью устраняет поверхностный сток и значительно уменьшает испарение с поверхности почвы. Этот эффект объясняется уменьшением солнечной радиации и силы ветра под пологом леса, наличием лесной подстилки, покрывающей почву и изолирующей ее в значительной мере от наземного воздуха.

Приведем данные Г. Н. Высоцкого об испарении с поверхности почвы на Велико-Анадольском участке в 1893 г.

	Ап- рель	Май	Июнь	Июль	Ав- густ	Сен- тябрь	Ок- тябрь	В среднем
Испарилось на лесной поляне (в % от испарения в степи)	66,1	59,6	52,5	42,3	37,5	42,1	53,1	50,45

Следовательно, на лесной поляне почва испаряет наполовину меньше, чем в открытой степи.

В Бузулукском бору, по показаниям испарителя Лермантова — Любославского, с поверхности почвы в лесу и на поляне с мая по сентябрь испарилось в миллиметрах слоя воды (А. П. Тольский, 1918).

	Лес	Поляна
1906 г.	269	709
1907 г.	268	658
1908 г.	224	651
1909 г.	329	620

Многолетние наблюдения на Прусской лесной станции в сосновом и буковом лесу показали, что годовая сумма испарения с поверхности почвы составляет 52 и 43% по сравнению с полем.

Водопроницаемость лесной почвы велика. В дубравах на лесных суглинках верхний горизонт почвы пропускает 10-сантиметровый слой воды в течение $1\frac{1}{2}$ минуты. На ровной местности осадки, прошедшие через полог леса, полностью впитываются в почву. Под сосновыми и еловыми древостоями-черничниками скорость прохождения 10-сантиметрового слоя воды через почву зависит от ее влажности, но не превышает 3—5 минут. Даже на крутых склонах балок под дубравами поверхностный сток наблюдается в редких случаях, например после уплотнения почвы пастбищ скота на сплошных лесосеках. Если лесная подстилка и подлесок сохраняются, водные струи поверхностного стока разбиваются на более мелкие, затормаживаются, теряют живую силу (А. С. Скородумов, 1938).

После уничтожения лесной подстилки и сильного уплотнения почвы скотом струйки воды на склонах формируются в крупные потоки и сносят частицы почвы. В том же лесу после утраты подстилки и уплотнения почвы сток может достигать 60—70% выпадающих осадков, после чего начинается поверхностная, а местами и глубинная эрозия склонов. В нормальном же лесу, не потерявшем своей целостности, поверхностного стока не бывает.

При потере влаги на поверхностный сток в лесу почва иссушается, прирост падает, в дальнейшем происходит полное усыхание ослабшего насаждения от нападения насекомых-вредителей (П. К. Фальковский, 1929). Менее чувствительны к упомянутым явлениям леса на более влажных почвах и на песках. Это объясняется присущей песку хорошей водопроницаемостью и небольшой влагоемкостью, относительно мало меняющейся при его уплотнении.

Внутренний (глубинный) сток идет на пополнение грунтовых вод. Различают внутрипочвенный сток, проходящий над уплотненным иллювиальным горизонтом полутораокислов в подзолистой почве на склоне; он имеет место рано весной (А. А. Роде, 1938). Внутренний сток до грунтовых вод свойствен лесу—накопитель воды в местах с близким водонепроницаемым слоем, на котором может формироваться постоянный или временный (весенний) горизонт грунтовых вод. Последний называется «верховодкой». Что касается глубоководных местоположений, то лес может способствовать питанию грунтовых вод глубинным стоком лишь в некоторых местах — на опушках и в защитных лесных полосах, особенно тех, которые имеют большую снегосборочную площадь. В зимнее время опушки и полосы накапливают снег, сносимый с поля; этого в ряде случаев бывает достаточно, чтобы весной почвогрунт был увлажнен до грунтовых вод и осуществилось их питание за счет атмосферных осадков (Г. Н. Высоцкий).

Вследствие задержания снега на кронах снежный покров в хвойных насаждениях нетолстый. Густая тень, отбрасываемая вечнозеленым пологом, задерживает таяние снега здесь иногда на 15 дней. Этому способствует также и промерзание почвы под тонким снежным покровом. Под пологом зимнеголых пород снежный покров ложится более мощным слоем и почва промерзает на небольшую глубину. Теплоизолирующий слой лесного опада и подстилки под зимнеголыми породами невелик, и это способствует таянию снега снизу. Весной под влиянием одновременного поступления тепла сверху и снизу мощный снежный покров в зимнеголых древостоях стаивает одновременно или даже раньше, чем неглубокий снежный покров в сомкнутом хвойном лесу.

С полей снег сдувается на лесные опушки и в овраги. Поэтому почва в поле промерзает на большую глубину. Снег тает в поле только сверху, и до начала разморзания почвы снеговая вода уходит поверхностным стоком, унося часть верхнего плодородного слоя почвы, смывая и размы-

вая его. Противостоять этим явлениям может лишь противоэрозийная агротехника, включающая посевы многолетних трав и создание полевых защитных лесных полос по горизонталям.

Приведенные в таблице 24 данные годового баланса влаги в лесу и поле, полученные А. А. Молчановым, показывают значительный снос снега и потерю влаги на поверхностный сток в поле. Суммарное испарение в лесу больше, чем в поле, но поверхностный сток невелик, сноса снега не бывает, и инфильтрация воды в глубь почвы (особенно на опушке) значительна, что иллюстрирует водоохранную функцию леса.

Медленное таяние снега в лесу способствует полному проникновению влаги в почву. Весенняя влага промачивает почву на наибольшую глубину, а при близком стоянии горизонта грунтовых вод питает его.

Чешский лесовод В. Зеленый установил, что сток с земель сельскохозяйственного пользования в результате таяния снега достигает наибольшей величины на 12—15 дней раньше, чем с облесенных горных склонов. В итоге влага, ушедшая глубинным стоком в грунтовые воды, усиливает дебет источников. В отличие от поверхностного стока вода глубинного стока поступает в реку с большим запозданием. Поэтому она способствует подъему меженей, что является большим достоинством глубинного стока вод.

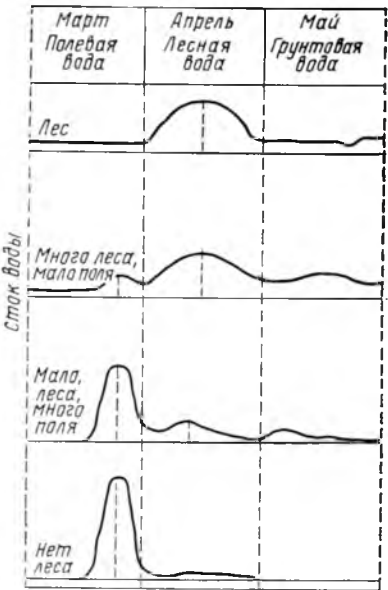


Рис. 75. Схема сезонной последовательности стока весенних вод в зависимости от облесенности бассейна (по Н. С. Нестерову).

Таблица 24

Годовой баланс влаги в лесу (дубовый древостой 70—75 лет, сомкнутость 0,7) и на прилегающем поле (в мм) в среднем за 1952—1956 гг. (по А. А. Молчанову, 1960)

Показатели	В лесу	В поле на расстоянии от стены леса (м)			
		0 (опушка)	50	150	1000
Поверхностный сток	14	14	25	40	60
Влага от приносимого снега с поля	0	72	0	0	0
Влага от сноса снега	0	0	17	43	77
Суммарное испарение	412	380	394	369	381
Инфильтрация в глубь почвы . .	95	127	85	69	3
Среднегодовые осадки	521	593	521	521	521

Указанным путем лес понижает паводок в случае облесенного бассейна на 50% (Н. С. Нестеров) (рис. 75). Годичный сток из облесенных бассейнов таежной зоны равен в среднем 13% выпадающих осадков; в бассейне, лишенном леса, где преобладают пашни и луга, коэффициент стока повышается до 35%; на открытых территориях с уплотненными почвами сток может достигать 90%. Следовательно, сокращая или совсем устраняя поверхностный сток, лес усиливает сток внутренний, прекращает эрозию почвы и увеличивает питание рек в межень.

Транспирация и общий расход влаги древостоями. А. Энглер (1919) установил, что угодья в горах Швейцарии испаряют за год следующее количество воды (в мм водного столба).

	Испарено растениями	Испарено почвой	Всего
Лес	300	123	423
Луг и поле	130	369	499
Выгон	65	369	434

Данные Энглера — один из редких случаев, используемых для доказательства меньшего расхода воды лесом по сравнению с травянистой растительностью. Однако транспирация древостоем по Энглеру более чем в 2 раза превышает таковую у луговой и полевой растительности, а точность его исследования вызывает сомнение.

На тех же горных водостоках, но в другой период Г. Бургер (1922) установил, что суммарное испарение со сплошь облесенных бассейнов больше, чем с обезлесенных.

Годовая величина транспирации-десукции, определенная почвенно-балансовым методом Высоцкого в условиях сухих дубрав (D_1), колеблется в пределах 150—300 мм; в свежих дубравах (D_2) — в пределах 300—400 мм (И. И. Рац, 1935 г. — 354 мм; Ю. Ф. Готшалк, 1939 г. — 360 мм; по нашим данным 1946—1951 гг. — 305—389 мм); во влажных дубравах она достигает 600 мм (стационары в тальвегах Черного леса).

В ельнике-рамени, по данным А. А. Роде и И. С. Васильева, транспирация древостоем равнялась всего 190 мм. На Олешских песках было установлено, что 20-летний сосняк в условиях глубоководного песка (местообитание A_1) расходует на транспирацию около 200 мм воды

(И. Б. Ревут, Н. Г. Захаров и А. В. Судаков, 1957), а на близководном — около 850 мм (А. В. Судаков, 1960).

Уменьшение расхода влаги тотчас после изреживания древостоя [было показано впервые Г. Н. Высоцким, а в последнее время подтверждено А. А. Молчановым, Н. П. Ремезовым, И. К. Свиридовой и др.

Проф. М. В. Колпиков (1962) установил, что поляны, лесосеки, просеки и молodняки, особенно в темных хвойных лесах, являются накопителями снега, который отдает большую часть влаги почве. М. А. Краснов (1935) нашел, что в Бузулукском бору осадков в окнах полога и на прогалинах диаметром до 20 м поступает в почву на 40 % больше, чем под пологом старых сосняков с полнотой 0,9. В наших исследованиях динамики влаги в Черном лесу (1957) на лесных полянах были наибольшие запасы влаги



Рис. 76. Водно-балансовый стационар в буковом лесу Закарпатской лесной опытной станции.

и самое глубокое промокание почвы. Во влажных и сырых местообитаниях лесосеки и поляны подвергаются заболачиванию из-за высокого подъема грунтовых вод. Все это свидетельствует о влагонакопительной функции полян, прогалин и лесосек в равнинных лесных массивах.

Первые точные исследования прихода и расхода (баланса) влаги в лесу и в поле осуществил Г. Н. Высоцкий на Велико-Анадольском участке докучаевской экспедиции в 1893—1903 гг. Весной различие в увлажнении почвы под лесом и полем незначительно. Разница начинает устанавливаться лишь с момента усиления расходования влаги из почвы лесом, именно с июля, а затем она постепенно нарастает. К окончанию вегетации, осенью, почва достигает минимальной влажности всюду, особенно же глубоко иссушается она под лесом. Лишь самый верхний горизонт в лесу влажнее, чем в поле и на открытой (пока еще не заросшей) лесосеке (см. рис. 69, 70).

Г. Н. Высоцкий установил по чисто гидрологическим признакам наличие в глубоководных почвогрунтах следующих горизонтов:

АВ — горизонт активного влагообмена между почвой, растениями и атмосферой;

ПВ — расположенный ниже (с глубины 2—4 м) горизонт пассивного влагообмена; он не промачивается гравитационной влагой даже весной; влажность его постоянно-минимальная и находится в пределах 12—16% (см. рис. 69 и 70);

КК — капиллярная кайма над грунтовыми водами;

ГВ — грунтовые воды, их верхний горизонт.

Горизонт *ПВ*, названный Высоцким мертвым или диспulsивным (то есть лишенным колебаний влажности), проходим для корней, роющих животных и для паровозной воды. По недоразумению горизонту *ПВ* иногда приписывают отрицательные экологические свойства (Г. Лундегорд, 1926; М. Лабунский, 1946, и др.). Пониженная влажность его имеет положительное экологическое значение, замедляя просачивание гравитационной воды на глубину и тем самым способствуя более полному использованию растениями влаги горизонта *АВ*.

В. В. Докучаев, П. А. Костычев, Г. Ф. Морозов, Г. Н. Высоцкий, П. В. Отоцкий, а из иностранных исследователей Ляйэль, Анри и Эбермайер установили понижение уровня грунтовых вод под лесами по сравнению с соседними полевыми и луговыми участками, заболачивание местностей с близким уровнем грунтовых вод после вырубki леса, а также разболачивание (осушение) этих местностей по мере естественного зарастания новым лесом.

Эти факты, как и данные о балансе влаги в лесу и в поле, свидетельствуют о том, что лес является мощным фактором водного баланса, что его корни берут большое количество влаги из почвы, а листья много ее испаряют в атмосферу.

По А. А. Роде (1955), «причинами иссушающего действия леса на почвы являются значительная величина десукции — большая, чем у других типов растительного покрова, более длительный вегетационный период и задерживающее действие крон на атмосферные осадки, вследствие которого количество осадков, поступающих в почву, уменьшается». Упомянутый вывод справедлив для равнинных местностей. Известное явление заболачивания сплошных вырубok в равнинных условиях и осушения их поднимающимся молодым древостоем — широко распространенное и наглядное его доказательство. Что же касается склонов, холмов, пересеченных местностей и горных стран, то большой расход лесом влаги на упоминаемые три статьи в этих условиях перекрывается: 1) увеличением количества конденсационных (вертикальных) осадков, 2) уменьшением расхода на поверхностный сток, 3) сохранением от эрозии главногоместилища влаги — влагоемкого почвенного горизонта, который существует до тех пор, пока существует лес, и утрачивается после его уничтожения. В указываемом смысле Г. Н. Высоцкий формулировал свой известный

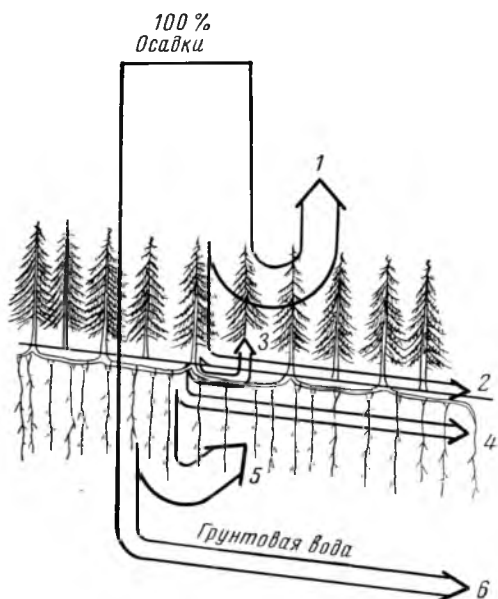


Рис. 77. Схематическая диаграмма водного баланса леса на промывных (пермацидных) почвогрунтах лесной зоны (по А. А. Роде, 1957). Расход влаги на:

1 — задержание осадков кронами; 2 — поверхностный сток; 3 — испарение с поверхности почвы; 4 — внутрипочвенный сток; 5 — десукцию-транспирацию; 6 — внутренний сток до грунтовых вод.

нонаправленную мелиоративную мощь. В обоих случаях он способствует сохранению и обогащению продуктивных ресурсов ландшафта.

Совершенно необоснованной и просто ошибочной является субъективная характеристика леса (на основании только фактов значительного влагорасхода) как «расхитителя почвенной влаги». О. А. Дроздов (1959), указывая на важную роль испарений с суши как источников образования осадков, замечает: «...при отсутствии испарения внутренние части материков обратились бы в пустыню». По О. А. Дроздову, испарение с материка поддерживает относительную влажность воздуха на уровне, обеспечивающем образование осадков на наших равнинах. Роль испарения влаги лесами особенно важна в областях, где влажность воздуха в летнее время не опускается ниже 55%. Здесь отдача влаги в виде водяных паров в атмосферу вызывает выпадение пропорционального ей количества осадков, происходит процесс местного влагооборота. Следовательно, лес способствует увеличению количества осадков пропорционально производимому им расходу влаги. По данным Валдайской гидрологической лаборатории за 1955 — 1958 гг., суммарное испарение леса оказалось на 22% больше испарения с полевых участков (В. Н. Кузнецов и др., 1959).

В прошлом веке и в начале нынешнего лесоводы-климатологи пытались измерить влияние леса на количество осадков путем установки дождемеров в лесу и на соседнем поле. С позиций современной климатологии этот способ несостоятелен, так как исходит из предположения, что между атмосферой над лесом и над полем существует устойчивая граница, обеспечивающая каждому из этих угодий самостоятельное влияние на количество осадков на своей территории.

Общий расход влаги лесом изменяется прежде всего в зависимости от местоположений: 1) далеководных и 2) близководных. На рисунках

тезис: «лес сушит равнины (то есть почвы равнин) и увлажняет горы». Горы здесь приняты в широком смысле, в который входит всякая пересеченная местность (холмы, овраги, склоны речных долин на равнине) и вообще все места, которым при отсутствии леса присущи большие потери влаги на поверхностный сток и разрушительная почвенная эрозия.

Поселяясь в засушливых местообитаниях — на склонах гор и холмов, теряющих большую часть осадков на поверхностный сток, лес обращает эти потери на увлажнение почв, на питание грунтовых вод и на ценную лесную продукцию. Поселяясь на бессточных равнинах, в избыточно увлажненных низинах, лес с помощью мощного влагорасхода (десукция, транспирация, задержание осадков на кронах) устраняет избыточное увлажнение, использует его продуктивно. В этих взаимно противоположных условиях лес обнаруживает аольшую и раз-

77 и 78, позаимствованных у А. А. Роде, изображены соотношения между общим приходом влаги и отдельными статьями ее расхода для равнинных лесов в названных двух случаях. Имеющиеся точные данные водного баланса для далеководных местообитаний на равнине свидетельствуют о том, что взрослый лес полностью расходует подвижные запасы влаги почвы. Общий его годовой расход, включающий и задержание осадков кронами, равняется годовому количеству осадков. На транспирацию леса уходит около 60—70% годовой суммы осадков, около 20—25% затрачивается на физическое (нерабочее) испарение с поверхности деревьев и около 5—8% — на испарение поверхностью почвы (данные Тростянецкой лесной опытной станции, Чернолесного опорного пункта и др.). В условиях сельскохозяйственных полей юго-востока (А. М. Бялый, 1960) на испарение с поверхности почвы уходит около 40%, на транспирацию — около 35—40%, на задержание осадков листьями — около 10—12%, на поверхностный сток — остальное количество, то есть около 8—15%.

В водном балансе леса и полевых культур осенне-зимние и весенние осадки составляют примерно одну и ту же долю — свыше 70%, но на песках — всего около 25%. Под затеняющим воздействием господствующего полога древесные породы и кустарники, находящиеся в нижних ярусах древостоя, снижают транспирационный расход в 3—5 раз по сравнению с незатененными (Б. П. Раскатов, 1940; М. Н. Зражевский, 1955).

Транспирацию ограничивает в засушливом климате недостаток осадков. Засухоустойчивые породы — ксерофиты и ультраксерофиты — способны переносить засуху в своеобразном «сухом оцепенении», порой даже и не расходуя влаги на испарение. Мезофиты во время засухи сбрасывают всю листву или по крайней мере сокращают ее количество. На заболоченных почвах мезофиты испаряют влаги мало, испытывая угнетение от анаэробизиса в почве. Ольха, тополь и ива способны транспирировать самое большое количество влаги. В наших вегетационных опытах по изучению анаэробизиса только при 2—3-кратном поливе сосудов в день удавалось поддерживать затопление корней в сосудах с тополями и ивами.

Ива, тополь, шелковица в поливных условиях Туркменской ССР транспирируют в течение дня около 20 мм воды, в то время как свободная поверхность влажной почвы испаряет в тот же день 9 мм (Л. В. Елисеев, 1939). Сумма транспирации в таких условиях может достигать 3000 мм за вегетационный сезон при обязательном условии, что вода будет поступать в почву непрерывно, как это имеет место при поливе.

Дневной ход интенсивности транспирации всех пород в засушливых условиях не следует за ходом метеорологических факторов. Наибольшая транспирация наблюдается утром; в середине дня происходит депрессия, вызываемая перегревом листьев и закрыванием устьиц.

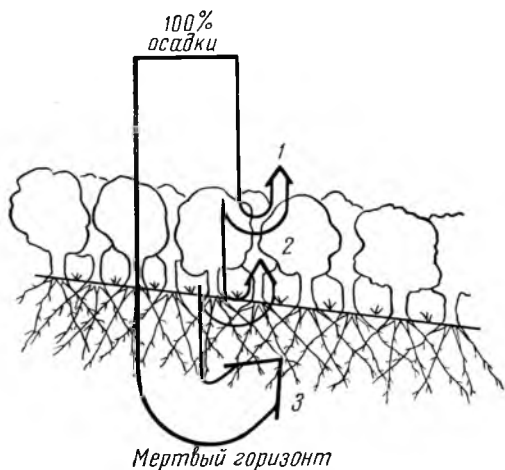


Рис. 78. Схематическая диаграмма водного баланса леса на почвах непромывных в степной и лесостепной зонах (по А. А. Роде, 1957). Показан расход влаги на:

1 — задержание осадков кронами; 2 — испарение с поверхности почвы и 3 — транспирацию-десукцию.

Из имеющихся пока еще немногочисленных данных можно сделать выводы, что для дубравных гигротопов годовичные бюджеты транспирационной влаги колеблются в следующих пределах:

гигротоп	0	75—150 мм
»	1	150—300 »
»	2	300—500 »
»	3	500—750 »
»	4	750—1000 »

Баланс влаги и его регулирование лесом. В качестве примера, характеризующего различия в водном балансе леса и поля для зоны хвойно-широколиственных лесов, приводим данные гидроstationаров Института географии АН СССР в Подмоскowie, характеризующие элементы водного баланса весны 1958 и 1959 гг. (М. И. Львович).

Т а б л и ц а 25

Угодье	Снегозапасы + осадки (мм)	Поверхностный сток (мм)	Увлажнение почвы весной (мм)	Изменение запасов влаги в 1,5-метровом слое почвы (мм)	Просочилось на глубину > 1,5 м (мм)
Лес	240	34	206	61	145
Клевернище (2-й и 3-й год) . . .	205	102	103	55	48

Вследствие лучшей сохранности снега в лесу приходная часть его баланса (снегозапас + осадки за время стока) на 35 мм больше, чем в поле.

Благодаря более высокой водопроницаемости лесной почвы поверхностный сток на ней в 3 раза меньше и весенний запас влаги в почве вдвое больше. В конце периода снеготаяния запасы влаги в 1,5-метровом слое лесной и полевой почвы мало разнились между собой, но это произошло по той причине, что глубже 1,5 м в лесной почве просочилось 145 мм влаги, в 3 раза больше, чем в полевой. Следовательно, при близком горизонте грунтовых вод упомянутое количество влаги может уйти на их питание, на весенний подъем грунтовых вод. В этом заключается одна из важнейших сторон водоохранной и водорегулирующей роли леса.

В большом кругообороте влаги и тепла между океаном и сушей первостепенное значение принадлежит конфигурации суши, ее орографии, макрорельефу, географической широте и ветрам. Не останавливаясь на всех основных географических факторах, рассмотрим лишь влияние леса, как наиболее мощного растительного покрова суши. Возьмем в основу известную формулу баланса влаги Г. Н. Высоцкого: «осадки равны стоку плюс испарения, плюс буфер». Каждый член этой формулы, в свою очередь, состоит из отдельных слагаемых. Сюю формулу Г. Н. Высоцкий изображал в виде графика (рис. 79).

Осадки	= стоку	+ испарения	+ буфер (n)
А — выпадающие (вертикальные)	Г — поверхностный разливной сток и снос снега	Г — от смачивания надземных частей: растений (j), почвы и снега (j')	влажность почвы и запас грунтовых вод
В — конденсированные (горизонтальные)	С — сток грунтовых вод, источников и рек	К — транспирационные	
С — приток воды по поверхности и наносы снега	Н — глубинный сток	Л — расход на органический синтез	
Д — приток грунтовых вод			
Е — внутрисочвенная конденсация (по А. Ф. Лебедеву)			

В качестве первоисточника влаги Г. Н. Высоцкий рассматривает проходящее (транзитное) воздушное течение, из которого выпадают вертикальные осадки A и сгущаются горизонтальные осадки B . Часть осадков задерживается на надземных органах растений и испаряется непосредственно (нерабочее испарение — J). Достигая земли, вода осадков частично стекает, не успевая впитываться в почву; в открытом поле снег сносится ветром (F). Кроме того, местами вода притекает по поверхности или приносится в виде снега со стороны, что вместе составляет элемент C . Проникающая в почвогрунт вода частью или полностью (последнее — при непроницаемом горизонте) поглощается корнями и расходуется затем на транспирацию K , в меньшей мере — на органический синтез L . Другая часть просачивающейся воды проникает глубже, пополняя стекающие грунтовые воды, питающие главным образом речной сток (G). Некоторая же, обычно незначительная, часть проникает еще дальше, в недра земли (H). Она должна пополняться внутрипочвенной конденсацией водяных паров (E — по А. Ф. Лебедеву).

Представление о «буфере» введено Г. Н. Высоцким для того, чтобы отразить в балансе влаги ее исходное и конечное количество. В конце лета или в начале осени «буфер» может равняться неусвояемой влаге, и тогда осадки за гидрологический год (с $1/X$ по $30/IX$) равны стоку плюс испарение. По этой формуле, зная ее отдельные элементы и сумму осадков, можно вычислить по разнице те из них, которые оказались недостаточными измерению.

Важный элемент расхода влаги — испарение (J — нерабочее, плюс K рабочее, или транспирационное) представляет собой возврат части влаги в воздушное течение. Оно уносит влагу далее в глубь континента, увлажняя его по пути. Элемент K (транспирация) и связанный с ним элемент L (синтез) создают местную органическую продукцию «зеленой фабрики» — растительного покрова, а элемент G поддерживает меженный сток рек. «Его же, так сказать, родной брат — поверхностный разливной сток F — обычно является вредным, разрушительным элементом половодья» (Г. Н. Высоцкий, 1938).

Какими же регулирующими водный режим свойствами обладают леса?

1. Леса задерживают поверхностный сток, переводят его в глубинный, проникающий в почву и подпочву. Последний расчленяется в почве на K и L , в сумме составляющие десукцию влаги, на G — грунтовые воды, питающие меженный сток реки, и на небольшой внутренний сток H в недра земли, более или менее пополняемый за счет конденсации E .

2. Леса осуществляют усиленное прямое S и рабочее K испарения — возврат влаги в атмосферу.

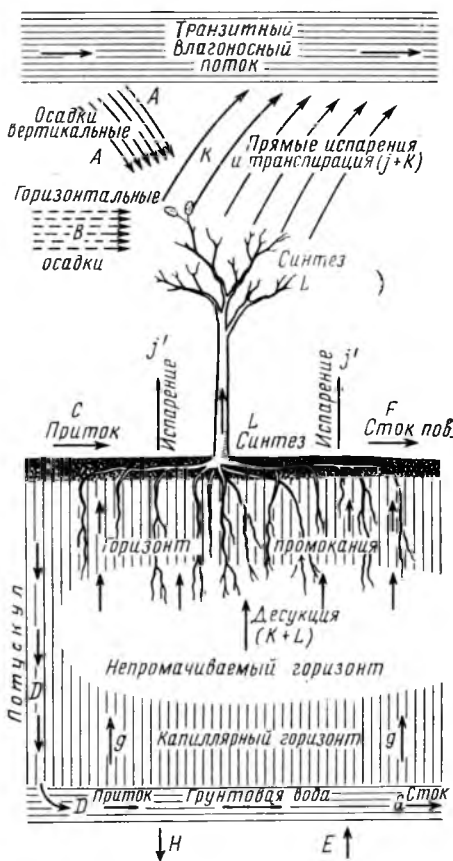


Рис. 79. Схема к формуле прихода и расхода влаги по Г. Н. Высоцкому (1938). Объяснение в тексте.

g — горизонт капиллярного подъема грунтовой воды.

Влияние лесных массивов на водный режим в широком географическом масштабе заключается в следующем:

1) в увлажнении климата преимущественно тех внутриконтинентальных стран, куда приносятся начинающие свой путь от океанов главные ветры — влагоносцы; леса, следовательно, усиливают внутриматериковый влагооборот, и это происходит пропорционально расходованию ими влаги на испарение;

2) в сокращении вредного поверхностного (разливного и спливногo) стока вод и в переводе его частично или полностью во внутреннее питание почвогрунта, на потребление растениями (десукцию) и грунтовый сток, питающий реки в межень. Иными словами, леса уменьшают разливы рек и за счет этого поддерживают межень на высоком уровне;

3) в защите почв на склонах от эрозии, защите долин и других понижений от заносов культурным аллювием, выступающим в качестве главной причины иссякания источников и обмеления рек.

Ф. Энгельс в «Диалектике природы» так характеризует влияние истребления лесов на водный режим горных местностей:

«Людам, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и в других местах выкорчевывали леса, чтобы добыть таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров скопления и сохранения влаги. Когда альпийские итальянцы вырубали на южном склоне гор хвойные леса, так заботливо охраняемые на северном, они не предвидели, что этим подрезывают корни высокогорного скотоводства в своей области; еще меньше они предвидели, что этим они на большую часть года оставят без воды свои горные источники, с тем чтобы в период дождей эти источники могли изливаться на равнину тем более бешеные потоки»¹.

Последствия истребления леса капиталистами-плантаторами в горных странах приводили, кроме того, к развитию эрозионных процессов.

Вот как характеризует это хищничество Ф. Энгельс:

«Какое было дело испанским плантаторам на Кубе, выжигавшим леса на склонах гор и получавшим в золе от пожара удобрение, которого хватало на одно поколение очень доходных кофейных деревьев, — какое им было дело до того, что тропические ливни потом смывали беззащитный отныне

верхний слой почвы, оставляя после себя лишь обнаженные скалы!»².

Современная наука подтвердила приведенные тезисы Ф. Энгельса о водоохраннх и почвозащитных функциях леса в горных странах.

Влияние густоты древостоя на влажность почвы, на сток и гидробаланс. Уже давно, еще исследованиями П. А. Костычева и Э. Эбермайера, было установлено, что на полянах нижние горизонты почвы значительно влажнее, чем аналогичные горизонты в лесу. Наряду с этим было найдено, что влажность почвы в летнее время в разреженных насаждениях значительно выше, чем в полных. Приведем данные Г. Н. Высоцкого и В. И. Аكوпова (1929) по влажности почвы в дубравах Чугуево-Бабчанского лесничества Харьковской области (количество влаги в процентах от сухой навески) (табл. 26).

Таблица 26

Насаждение	Глубина (м)		
	1	1—2	2—3
Полное . . .	17,3	16,3	14,7
Изреженное	17,5	17,9	17,1

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Государственное издательство политической литературы, 1953, стр. 141.

² Там же, стр. 143.

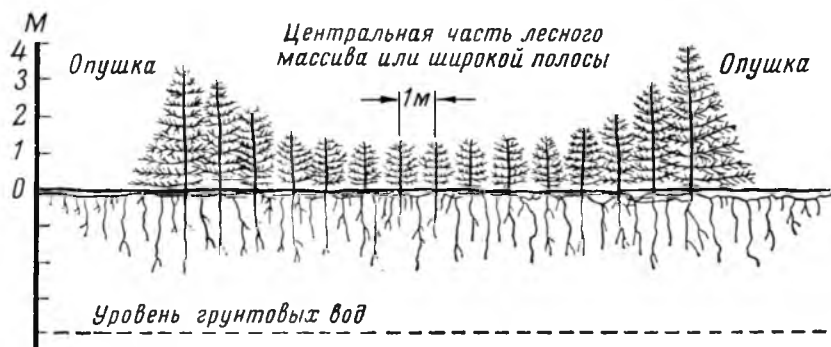


Рис. 80. Схема роста сомкнутой посадки сосны на глубоководных песках Олешья. Положительный опушечный эффект — результат расширения площади водоснабжения сосен за счет прилегающего к ним не занятого посадкой (свободного) пространства.

Аналогичные данные получил в сосновых лесах Мохначанского лесничества Харьковской области Б. И. Гаврилов, изучавший влияние изреживания сосняков на влажность почвы.

Из наблюдений известно, что в окнах полога появляется не только светолюбивая, но и влаголюбивая растительность. Чаще всего это влаголюбивые светолюбивы из травянистой флоры. Они свидетельствуют о том, что удаление части деревьев, изреживание древостоя сокращает количество потребителей влаги и способствует повышению влажности почвы.

Таблица 27

Зависимость роста сосны от густоты древостоя (площади питания) на глубоководных песках Олешья (Херсонская область)
(по данным 19-летней культуры сосны крымской в Раденском лесничестве Больше-Юпанского лесхоза; измерения 1952 г.)

№ пробной площади	Рельеф, глубина уровня грунтовых вод (м)	Способ посадки	Количество деревьев на 1 га		Средняя площадь питания одного дерева (м²)	Полнота по сомкнутости кроны	Густота древостоя	Средняя высота сосен (м)	Бонитет по шкале Орлова	Эдафон
			при посадке в 1934 г. (шт.)	сохранилось в 1952 г. (шт.)						
1	Средняя часть склона (на восток), уровень грунтовых вод 5 м	Рядами 1 × × 0,7 м	14 300	11 019	0,9	0,7	0,50	1,07	V, 9	A ₀
2	То же, уровень грунтовых вод 5 м	Рядами 1,5 × × 0,7 м	9 500	6 707	1,5	0,6	0,31	1,45	V, 5	A ₁
3	Верхняя часть склона (на восток), уровень грунтовых вод 8 м	Рядами 2,0 × × 0,7 м	7 150	3 682	2,7	0,57	0,17	2,47	IV, 7	A ₁
4	Вершина дюны, уровень грунтовых вод 12 м	Опушечные ряды посадки, изреженные в 1941—1943 гг.	7 150	1 390	7,2	0,2	0,10	3,05	IV, 2	A ₀
5	Средняя часть склона (на восток), уровень грунтовых вод 4 м	Единичные сосны, оставшиеся после отмирания белоакациевой посадки	—	—	25,0	—	—	4,60	III, 3	A ₁

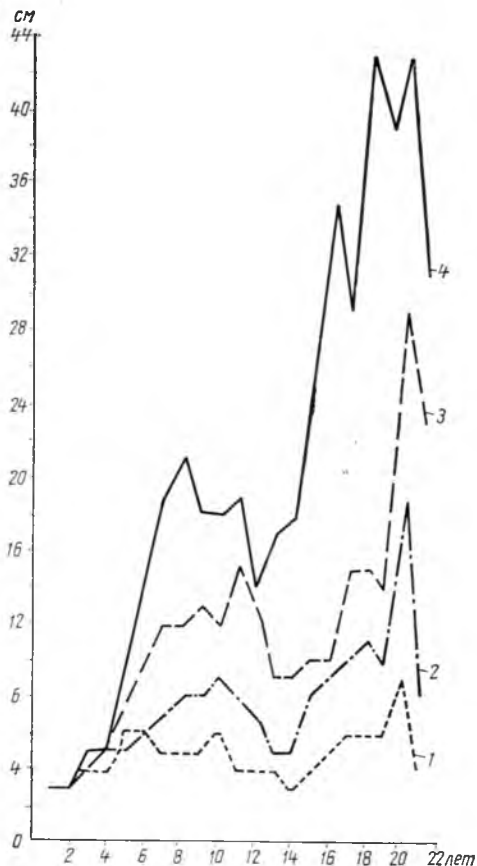


Рис. 81. Зависимость роста сосны от плотности древостоя в засушливых местообитаниях ($A_0 - A_1$). На графике изображен текущий годичный прирост по высоте крымской сосны в опытной посадке Олешковской лесомелиоративной станции. Посадка заложена в 1933 г. на молодом золотом наносе. Обмер мутовок у 30—50 деревьев в каждой секции произведен в июле 1955 г. Начальное количество семян на 1 га в секциях: 1 — 14 300; 2 — 9500; 3 — 7150; 4 — 4500. Чем реже посадка, тем интенсивнее рост в высоту, начиная с третьего года ее жизни. Закономерность, типичная для засушливых местообитаний.

растут не только они, но и все насаждение в целом.

В избыточно увлажненных местообитаниях наблюдается противоположный эффект изреживания. Оно вызывает ухудшение прироста как у отдельных деревьев, так и у целого насаждения.

Исследованное нами нормальное 70-летнее насаждение сосны типа сырого бора (A_4) в Олевском лесхозе Житомирской области было равномерно изрежено на одной части до полноты 0,5. Через 10 лет в 1936 г. оно вновь было измерено. Оказалось, что изреженная часть заболотилась и световой прирост на ней практически не осуществлялся: средний диаметр был 14,1 см, а на контроле — 14,3 см. Появились признаки заболачивания — сильное разрастание сфагнома, кукушкина льна, ситника, пушицы. Ажурность крон сосен и их закругленность свидетельствовали о падении прироста в высоту из-за переувлажнения почвы и анаэробизиса. Причи-

Особенно ярко проявляются указанные закономерности на почвах, маловлагодоемких в засушливом климате. На рисунке 80 изображена схема роста сомкнутой посадки сосны на глубоководных песках Олешья (Херсонская область). На ней мы наблюдаем положительный опушечный эффект (С. С. Соболев, 1948), заключающийся в том, что выходящие к слабозарощенным пескам три опушечных ряда посадки сосны растут гораздо быстрее, чем центральные ее ряды (рис. 80). Это объясняется тем, что они получают больше влаги из прилегающего незанятого пространства, куда распространяют свою корневую систему. В таблице 27 приведены данные 19-летних опытных посадок, заложенных на молодых бугристых песках Олешья.

На рисунке 81 показан ход роста в высоту крымской сосны из опытных посадок А. В. Топчевского, заложенных в 1931—1933 гг. (средние данные из 20 модельных стволиков). В условиях бугристых песков и острозасушливого климата (300—350 мм осадков в год) оптимальное количество семян на 1 га составляло 4—5 тыс. При большем их количестве рост замедляется, и в 20 лет сосенки достигают высоты всего 1 м. Лучший способ — создание гнездовых культур с расстояниями между гнездами 4—5 м. Таким образом, в крайне засушливых условиях местообитания продуктивность древостоя регулируется следующим правилом: чем больше площадь питания и водоснабжения у отдельных деревьев, тем лучше

ной переувлажнения явилось произведенное в 1926 г. изреживание древостоя.

Следовательно, в засушливых местообитаниях (гигротопы 0 и 1) загущенность насаждений вредна; изреживание их на 2—3 десятых нормы (т. е. до полноты 0,7) дает выигрыш в приросте у оставшихся деревьев. В избыточно влажных местообитаниях (гигротопы 3—5), наоборот, загущенность необходима для повышенного прироста, а изреживание на 2—3 десятых и более ведет к падению прироста у оставленных деревьев. Что касается промежуточных — свежих местообитаний (гигротоп 2), то насаждения в этих условиях ведут себя по-разному, в зависимости от влаголюбия составляющих их пород и от климатических условий — то ближе к сухим, то ближе к влажным местообитаниям.

ГЛАВА

10

СОСТАВ ВОЗДУХА, ЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

Воздух в приземном слое атмосферы содержит в среднем по объему 77,08% азота, 20,75% кислорода, около 1% благородных газов (аргон, неон и др.), 0,03% углекислого газа, 0,01% водорода. Количество водяного пара подвержено большим колебаниям, в среднем оно составляет около 1,2%. В воздухе содержится небольшая примесь минеральных солей и летучих органических веществ, не превышающая 0,01%.

Азот воздуха — инертный газ, служит в качестве первоисточника связанного азота, важнейшего элемента питания, доступного растениям.

Благодаря электрическим разрядам в атмосфере образуются небольшие дозы аммиака и окислов азота, поступающих в почву вместе с осадками. В среднем в почву поступает азота этой категории 3—6 кг в год на 1 га. Это составляет около 5% годичной потребности продуктивного леса.

Углекислый газ. Кислорода в надземном воздухе содержится достаточное количество для покрытия потребностей растений. Что же касается важнейшего для фотосинтеза составного элемента воздуха — углекислого газа, то его в воздухе мало. Между тем ассимиляция углекислого газа имеет важнейшее значение для деревьев — сухое вещество их состоит почти на 40% из углерода. Среднее количество углекислого газа 0,032% по объему, содержащегося в воздухе, недостаточно для максимальной производительности большинства растений. Например, у сосны при полном дневном освещении продуктивность фотосинтеза резко нарастает, если количество углекислого газа в воздухе увеличить в 3 раза, т. е. довести до 0,1%. При увеличении содержания углекислого газа в 10 раз (до 0,3%) нарастание фотосинтеза продолжается, но в меньшем темпе. Исследования показали, что даже незначительное увеличение углекислого газа в воздухе сверх 0,03% вызывает резкое повышение фотосинтеза и не только при полном, но и при слабом освещении, характерном для внутренней среды леса. Например, увеличение содержания углекислоты в воздухе заметно повышает фотосинтез у теневыносливых пород даже при $\frac{1}{10}$ полного дневного освещения.

Углекислота выделяется при дыхании растений и животных, при сжигании угля. В больших городах в воздухе содержится до 0,07% углекислого газа. Наибольшее количество углекислого газа поступает в воздух из почвы. Здесь он образуется в результате жизнедеятельности бактерий, грибов, актиномицетов, почвенных животных, принимающих участие в разложении лесного опада, подстилки и гумуса. По ряду данных, дыхание корней деревьев в лесной почве может быть настолько интенсивным,

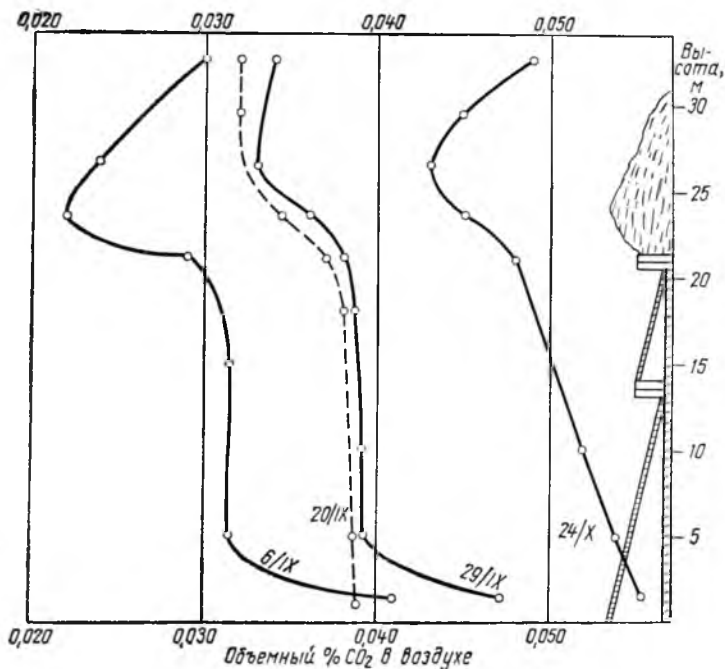


Рис. 82. Распределение CO_2 в воздухе букового леса в четыре срока: 6, 20 и 29 сентября и 24 октября.

Справа — схема устройства для установки аппаратуры и расположения зеленого полога (по Т. Майнеке, 1927).

что количество выделяющегося при этом углекислого газа превышает выделение углекислоты почвенными микробами (Эйдмани, 1943).

Колебания содержания CO_2 в воздухе открытых мест невелики, от 0,028 до 0,033% (Лундсгорд, 1932). Ночью количество углекислоты в воздухе больше, чем днем, летом меньше, чем осенью. Эти колебания регулируются потреблением углекислого газа растениями и поступлением его из почвы.

В сухом сосновом бору на дюнных песках «дыхание» песчаной почвы (выделение ею углекислого газа) колеблется в значительных пределах: оно почти прекращается в засуху и резко возрастает от первого же дождя в теплую погоду. В этом случае главным поставщиком углекислого газа являются микроорганизмы лесной подстилки и гумусового горизонта почвы. Они прекращают жизнедеятельность в засуху и энергично возобновляют ее после дождя.

Исследования содержания углекислого газа в воздухе леса показали, что наибольшее его количество свойственно нижнему слою воздуха, заключенному в пределах 0—1,5 м. Здесь, вблизи почвы — главного источника углекислого газа — содержание его доходит до 0,07%. Как отмечалось ранее, теневыносливость молодого подроста преувеличивают, недоучитывая, что он пользуется повышенным количеством CO_2 в том слое, где происходит жизнедеятельность подроста. Другими словами, недостаток света компенсируется в нижнем слое воздуха обильным поступлением углекислого газа из почвы. Поэтому подрост не обнаруживает той степени угнетенности, которая должна была бы проявиться из-за недостатка освещения, если бы в воздухе находилось обычное среднее количество CO_2 , свойственное воздушному океану.

Далее вверх от приземного слоя содержание углекислого газа последовательно уменьшается и в кронах деревьев достигает минимума — 0,022% (у поверхности листьев — до 0,017%), что является результатом потребления его листвой (рис. 82). Такая большая амплитуда содержания

углекислого газа — от 0,070% в приземном слое до 0,022% в кроне — свидетельствует о медленности его диффузии, по крайней мере в направлении снизу вверх. Она указывает также и на ветрозащитную функцию леса, не допускающего внутри себя турбулентных воздушных потоков, способных быстро выравнивать количество углекислоты по вертикальному профилю. Таково соотношение углекислоты в лесу, вдали от опушки, где нет сколько-нибудь значительного движения воздуха, ни ламинарного (горизонтального), ни турбулентного (горизонтально-вертикального).

Мнение А. Денглера (1944) о том, что достаточно, как он пишет, «только слабого, горизонтально передвигающегося ветра 5 м/сек, чтобы вынести весь воздух из леса на расстояние 3 км в поле», может быть справедливо лишь для негустых перелесков среди поля площадью в несколько гектаров. Ветер скоростью 5 м/сек не является слабым, и, самое главное, он несвойствен лесу, особенно его приземному слою в центральных частях лесного массива, вдали от опушек.

Минимум CO_2 в воздухе леса наступает в полдень в верхних частях крон, максимум — ранним утром на всех высотах (В. Кох, 1963). Некоторые исследователи утверждают, что естественное накопление углекислоты в приземном слое воздуха вследствие ночного дыхания почвы устраняется в первый же утренний час под влиянием возникающих на рассвете турбулентных завихрений (Б. Губер, 1952, 1960). По-видимому, эти случаи имеют место в древостоях с более интенсивным обменом воздуха — в чистых, одноярусных, близких к границам леса, не защищенных со стороны поля.

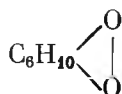
Нами было исследовано количество CO_2 в воздухе старого соснового леса со вторым ярусом дуба на Старосельской биологической станции около полудня 15 и 17 июля 1960 г., когда среди открытой местности ветер доходил до 4 м/сек. Исследования показали, что в оба дня у поверхности почвы количество CO_2 равнялось 0,065%, на высоте 1 м — 0,042%, на высоте 2,5 м — 0,036%. Эти данные подтверждают устойчивость градиента CO_2 в приземных слоях воздуха в лесу в летнее время, установленного Т. Майнеке (1927). Нашими опытами на Старосельской биологической станции установлено, что ветер со скоростью 2,3 м/сек увеличивает фотосинтез по крайней мере вдвое по сравнению с фотосинтезом при полном штиле (табл. на стр. 220). Во время ветра происходит замена использованного воздуха, обедненного CO_2 , порциями с нормальным (средним) его содержанием.

Регулирование количества углекислого газа для повышения продуктивности деревьев вполне доступно лесному хозяйству. Важнейший способ повышения количества CO_2 — обеспечение быстрого разложения органического опада путем улучшения его состава и создания благоприятных условий для жизнедеятельности микрофлоры. На основании изложенного выше можно сделать вывод о том, что наилучшими условиями для снабжения углекислотой нижних ярусов насаждений, особенно подроста, являются безветрие, штиль, а для верхнего яруса — ветер со скоростью, достаточной для устранения дефицита CO_2 . Поэтому слишком густой верхний полог древостоя имеет отрицательное значение, так как замедляет движение воздуха и воздухообмен, по крайней мере в нижней части крон. Лучшими для снабжения углекислотой и ее продуктивного использования являются смешанные, сложные и разновозрастные древостои со ступенчатым строением полога.

Фитогенные вещества и другие примеси атмосферы. Проф. Б. Токин первый обратил внимание на активность летучих веществ, выделяемых растениями, на их способность уничтожать бактерии и грибы. Подобные летучие вещества были названы фитонцидами. Из древесных растений фитонцидными были признаны черемуха, пихта, дуб, тисс, граб, сосна, черная смородина, можжевельник, остролистный клен и др.

П. И. Брынцев исследовал фитонцидность листьев ряда древесных пород, используя в качестве индикаторного организма вид простейших микробов — столонию. Наиболее фитонцидными, убивающими столонию в течение 1,5—5 минут, оказались следующие породы деревьев и кустарников (по степени ослабления свойства): черешчатый дуб, остролистный клен, береза, сосна, ель, осина, лещина, черемуха, можжевельник, черника, малина, лиственница, ясень, липа, черная и серая ольха, сибирский кедр, рябина, желтая акация, сирень, жимолость. Главным действующим веществом растертых листьев черемухи выступает синильная кислота (В. Д. Рощина, 1965).

Химическая природа фитонцидов все еще мало затронута исследованиями. Лучше изучены эфирные масла, часть которых имеет фитонцидную природу. Скипидар сосны — представитель эфирных масел состава $C_{10}H_{16}$. На воздухе пары скипидара приобретают окислительные свойства вследствие образования перекиси типа:



Всасываясь в кровь при дыхании, она возбуждает центральную нервную систему человека, особенно дыхательный и сосудодвигательный центры. В результате дыхание усиливается, кровяное давление повышается, рефлекторная деятельность увеличивается. Летучие вещества сосны имеют жаропонижающее, анальгезирующее и отхаркивающее свойства. По данным Н. П. Кравкова, эфирные масла даже в дозах, не определяемых химически, оказывают действие на организм, влияя на газообмен.

Т а б л и ц а 28

Содержание скипидара и озона в 1 м³ воздуха (по Е. С. Бурксер и В. В. Бурксер)

Место наблюдения	Содержание эфирных масел (скипидара) (γ/м ³)			Содержание озона (γ/м ³)		
	минимум	среднее	максимум	минимум	среднее	максимум
Сосновка (Киевская область)						
Старый сосновый лес	205	810	1303	14	33	50
Молодой сосновый лес	1098	3245	5076	24	39	56
Пуща-Водица (г. Киев)						
Старый сосновый лес	170	524	994	19	32	48
Сосновая аллея . . .	2363	2470	2577	44	46	48
Качановка (Черниговская область)						
Лиственный лесопарк (дуб, клен, липа, ясень)	0	69	333	0	19	43
Одесса						
Берег моря	—	—	—	17	20	25
Евпатория						
Берег моря	—	—	—	17	28	34

Примечание. Сосновка расположена в Черкасском бору, на правом берегу Днепра, вблизи г. Черкас, здесь преобладают чистые сосняки (боры). Пуща-Водица находится около Киева, в Пуще преобладают сосново-дубовые насаждения (субори).

Е. С. Бурксер и В. В. Бурксер (1961) исследовали содержание скипидара и озона в воздухе разных географических пунктов. Приводим их данные в таблице 28 (показатель гамма равняется 0,001 мг вещества).

Как видно из приведенных данных, сосновые леса дают больше эфирных масел и озонируют воздух сильнее, чем лиственные леса и море. Максимальное количество эфирных масел было определено в старой сосновой аллее, что объясняется ее значительным прогреванием. Количество паров скипидара в воздухе старого соснового леса меньше в 4 раза, чем в молодом, это происходит вследствие более сильного проветривания старых сосняков. Ночью, а также в ветреные, холодные и пасмурные дни концентрация скипидара в воздухе уменьшается в 5—8 раз, в грозу и дождь — в 2—5 раз. Максимальное количество его (5 г на 1 м³ воздуха) наблюдалось в молодых сосняках в очень жаркие солнечные дни. Содержание озона в грозовую погоду увеличивалось, в ветреные и пасмурные дни уменьшалось.

Из упомянутого специфического влияния сосновых лесов врачи делают вывод о возможности отрицательного влияния молодых сосняков в жаркую погоду, когда воздух «напоен смолами», на больных сердечными болезнями и гипертонией. Поэтому для них больше подходят лиственные леса.

В самом чистом воздухе населенного пункта в зимнее холодное время, когда засоренность его невелика, озона не бывает более 20 γ/м³, а в летнее время — более 5 γ/м³. Весна является временем интенсивного озонирования воздуха. В лесах же количество озона всегда повышенное, особенно в сосновых.

А. В. Коваленок, Б. Токин и Т. Д. Янович (1952) определяли загрязненность воздуха микробами в различных условиях. Для этого чашки Петри с мясопептонным агаром были выставлены на воздух в зарослях разных пород на 10 минут. Подсчеты после опыта показали, что на 1 дм² поверхности находилось следующее количество микробов (табл. 29).

Таблица 29

Растительность	Количество микробов на 1 дм ²		Растительность	Количество микробов на 1 дм ²	
	бактерии	плесневые грибы		бактерии	плесневые грибы
Сосновый бор . . .	170	564	Смешанный лес . .	1400	1914
Молодой сосняк . .	200	480	Черемуха	1590	434
Кедровник	700	840	Лесной луг	634	1370
Березняк	1806	—	Кочкарное болото	254	1840

Из данных таблицы 29 видно, что леса, а среди них особенно хвойные и более всего, по-видимому, сосновые, обладают большим антимикробным действием на воздух. В воздухе леса мало микробов, в частности болезнетворных для человека. Гектар хвойного леса выделяет в атмосферу за сутки около 4 кг, а гектар лиственного леса — около 2 кг летучих органических веществ, обладающих фитонцидными свойствами (Б. П. Токин, 1966). Установлено, что белый и золотистый стафилококки, возбудители гнойных заболеваний, погибают при попадании на сосновую, еловую и пихтовую хвою, на листья дуба. По исследованиям Украинского научно-исследовательского института коммунальной гигиены, значительной антимикробной активностью обладает белая акация, береза и барбарис.

Влияние промышленных газов и дыма на лес. В крупных промышленных центрах воздух содержит газовые и мелкодисперсные, долго не оседающие пылевые выбросы из топок и труб фабрично-заводских пред-

приятый — окислы серы и азота, угарный газ, смолистые вещества, сажу, цементную пыль и т. д.

Промышленные выбросы оказывают вредное влияние на растения, особенно на вечнозеленые древесные породы, в частности на хвойные. Угольная пыль засоряет устьица, лишает их эластичности; цементная пыль подщелачивает реакцию клеточного сока листьев, гидролизует (разъедает) их покровные ткани. Сернистый газ особенно ядовит для листьев. При содержании его в воздухе 0,00001 % по объему он наносит заметный вред растениям. Попадая в клеточный сок через устьица и осмотически через покровные ткани листьев, сернистый газ образует в них сильные кислоты — сернистую и серную, которые понижают рН клеточного сока до 2,0—2,5 и угнетают плазму. Массовое усыхание хвойных пород в лесах вблизи промышленных предприятий — распространенное явление в Западной Европе. В нашей стране оно не приняло таких широких размеров. Однако лесоводам также приходится ставить вопрос о защите, профилактике и лечении лесов, поврежденных газами, выбрасываемыми заводами химической и металлургической промышленности.

Более других страдают от отравления газом хвойные породы. Многолетние листья большинства вечнозеленых хвойных пород отравляются систематически и отмирают обычно уже на втором году. В результате ежегодного нормального сбрасывания листьев зимнеголыми деревьями (лиственницей, лиственными породами и в значительной мере также и туей) они освобождаются от большей части поглощенных ядов. Именно поэтому зимнеголые породы способны выносить более значительную засоренность воздуха фабричными газами.

Отравление сернистым ангидридом начинается с пожелтения кончиков листьев, появления красноватых пятен, а заканчивается переходом окраски всего листа или хвои в рыжевато-красную, что свидетельствует о полном их отмирании. У вечнозеленых хвойных при небольшом, но постоянном отравлении хвоя текущего года выглядит нормально, хвоя предыдущего года — больной, а более старая опадает. У поврежденных деревьев происходит частичное опадение листьев текущего года вдоль периферии кроны, отчего облиствение становится редким. Наибольший вред приносят газы вечнозеленым хвойным деревьям л е т о м, в период энергичного развития хвои и фотосинтеза. Зимой же даже и большие количества вредных примесей в воздухе не приносят заметного вреда.

Одним из наиболее чутких индикаторов на засоренность воздуха выступают мхи и лишайники, исчезающие при небольших количествах сернистого ангидрида в воздухе. Мхи на старых соломенных крышах исчезают по близости даже таких, казалось бы, непродуктивных источников газов, как гаражи или небольшие электростанции, работающие на каменном угле. Новейшие исследования показали, что опрыскивание несильно поврежденных сернистым газом ветвей сосны 2%-ным раствором соды с небольшим количеством перманганата восстанавливает нормальную реакцию клеточного сока.

Существуют шкалы устойчивости древесных пород против промышленных газов, составленные разными авторами (Шредер и Ройс, Стоклаза, Вислиценус, Громан, Герлях и др.). Шкалы эти взаимно противоречивы из-за разных условий, в которых проводились наблюдения, положенные в основу составления шкал, и особенно из-за того, что у большинства пород повреждаемость различна в зависимости от возраста деревьев. Например, малочувствительная к фабричным газам молодая пихта становится наряду с елью и кедровой сосной самой чувствительной к ним после 40 лет. По-видимому, лиственницу и те вечнозеленые хвойные породы, которые имеют сизую хвою, например ель колючую, Энгельманову и сербскую, а также тую, можжевельники, черную сосну и кипарисник (*Chamaecyparis*), следует считать устойчивыми и рекомендовать для раз-

ведения в условиях невысокой загрязненности воздуха. Веймутова сосна считается устойчивой против задымления (Чермак, 1960). Сизоватость хвои обязана чаще всего наличию воскового налета на поверхности хвои; тонкая пленка воска защищает ткани листа от проникновения внутрь вредных газов и дыма. Очень чувствительны и неустойчивы ель, пихта и тисс в старшем возрасте. Лиственные породы по нарастающей устойчивости располагаются в следующий ряд: липа, ясень, бук, клен, ильмовые, ольха, тополь, береза, дуб, причем последние три можно считать полностью устойчивыми, а первые три чувствительными.

Приведем шкалу газостойкости (в убывающем порядке) для условий Караганды: перистоветвистый вяз, узколистный лох, бальзамический тополь, ясенелистный клен, татарская жимолость, сирень, желтая акация, бородавчатая береза, обыкновенная сосна (А. С. Ситникова, 1966). К этим породам для условий Азербайджана прибавляют фисташку, миндаль, иволистную грушу, карагач и др. Отсюда видно, что газостойкость в известной степени коррелирует с засухоустойчивостью.

Таким образом, проблема защиты леса от вредных газов касается главным образом хвойных лесов, исключая лиственничные. В качестве одного из радикальных мероприятий следует отбирать газо- и дымоустойчивые разновидности и формы древесных пород.

Запыленность воздуха в лесах ничтожная. В пригородных лесах она составляет $\frac{1}{14}$ нормального (среднего) содержания пыли в атмосфере (Нойвирт, 1965). Лес — естественный фильтр для пыли и шума.

Повреждение молнией. Повреждение молнией, так называемый грозоробой, — очень распространенное и до последнего времени недооцениваемое в лесном хозяйстве явление. Стационарные исследования Н. П. Георгиевского (1966) в Подмоскowie подтвердили, что чаще и сильнее повреждаются хвойные породы. Молнией могут быть повреждены не только стволы, но также и корни хвойных пород, чего у лиственных не наблюдается. В сосняках и ельниках количество деревьев с повреждениями молнией колеблется от 4 до 6 %, и оно не меньше, чем среднее число поврежденных снеговалом и снеголомом. Такие повреждения ведут к заселению деревьев корневой губкой, опенком, верхним лубоедом и другими вредителями и являются одной из причин развития очагов этих болезней и вредителей в хвойных жердняках и средневозрастных насаждениях.

Изучение влияния на растения атмосферного и земного (почвенного) электрического поля находится еще в начальной стадии. Между тем имеется много существенных явлений в жизни леса, причины которых относятся к этой области. Измерения показали, что в бездождное время на поверхности листьев и побегов накапливается относительно большой отрицательный электрический заряд, а после смачивания листьев дождем он снижается. Гипотетически считают зубчатость краев листьев, их игольчатые формы (например, у хвойных пород), а также длинные волоски по краю у цельнокрайних листьев (например, бука) приспособлениями, регулирующими электрический заряд на поверхности листьев.

Следует считать, что растения приспособлены к благоприятному для них потенциалу атмосферного электричества. Снижение его, например с помощью металлической сетки, подвешенной над растениями, вызывает ряд отрицательных явлений — снижение роста, замедленное развитие, падение урожая, появление ксероморфных признаков и т. д. (И. Л. Шидловский и З. И. Журбицкий, 1966).

От особенностей электрического поля крон, стволов и корневых систем деревьев зависит их поражаемость молнией. Считают, что возможность поражения дерева повышается с увеличением запаса воды в стволе, зависящего от древесной породы и влажности местообитания. Увеличение воды в дереве повышает его электропроводность, а значит, и повреждаемость молнией (Э. Шталь). Кроме того, чаще других повреждаются деревья



Рис. 83. Старый незаросший след удара молнии на стволе дуба.

с глубоким стержневым корнем, проникающим в более влажные слои подпочвы.

Хорошая смачиваемость ствола способствует установлению связи электрических токов, проходящих в богатых влагой заболони и тканях коры, с токами, распространяющимися по поверхности ствола. В этом случае не происходит нарастания электрического потенциала на внутренних частях ствола. Дождевая вода, смачивающая поверхность ствола, действует как громоотвод. Но сплошное смачивание стволов характерно лишь для гладкокорых пород — бука, граба, серой ольхи, березы, конского каштана, черешни, вяза. Зато чаще повреждаются старые деревья тех пород, у которых кора толще и трещиноватее, у которых дождевые струи не стекают по стволу. Это старые деревья дуба, тополя, сосны, робинии, лиственницы (рис. 83).

На повреждаемость молнией большое влияние оказывает местоположение дерева по отношению к его соседям и окружающей местности. Чаще повреждаются деревья одинокие, свободностоящие, опушечные или те, у которых крона возвышается над кронами соседних деревьев. Дере-

вья с пирамидальными, островершинными кронами повреждаются чаще, чем деревья с кронами широкогоризонтальными, раскидистыми. Одинокие деревья на высоких точках рельефа страдают от молнии гораздо чаще, чем в долинах, а расположенные во влажных низинах почти никогда не повреждаются.

Известны случаи поверхностного распространения молнии, ведущего к образованию так называемых **г р о м о в ы х о к н** в древостоях. Более всего свойственны они ельникам и имеют, по ряду данных, немалое значение для возобновления естественных ельников. Обычно громовое окно образуется вокруг дерева, носящего видимые признаки поражения молнией; отмирание распространяется на соседние деревья и нарастает по периферии. Внешне начало заболевания устанавливают по порыжению хвои, после которого отмирание идет быстро. В ряде случаев громовые окна могут расширяться до размеров большой прогалины или даже поляны площадью $\frac{1}{3}$ га. Лиственные деревья, встречающиеся в виде примеси к хвойным, не повреждаются. Между повреждением и полным отмиранием деревьев проходит 2—3 года. Видимо, в данном случае речь идет об одновременном повреждении молнией большой группы деревьев, особенно сильно в ее центральной части, причем в момент удара происходит внешне незаметное поражение тканей, переходящее в некроз лишь с течением времени. Возможно, что электрическая волна поражает только ту группу деревьев, которые срослись между собой корнями и составляют единую электропроводящую систему.

Различают три группы древесных пород по повреждаемости молнией (Э. Шталь):

с и л ь н о п о в р е ж д а е м ы е: тополь, дуб, берест, ильм, ясень, робиния и хвойные породы;

с р е д н е п о в р е ж д а е м ы е: липа, вишня, грецкий орех, благородный каштан;

м а л о п о в р е ж д а е м ы е: черная и серая ольха, клены, конский каштан, бук, граб, черешня, береза.

Особенно большой ущерб наносит молния, как причина возникновения пожаров, в неохраяемых первобытных лесах из хвойных пород. В то время как в современном передовом лесном хозяйстве пожары от молний быстро локализуются противопожарной службой и составляют не более 3%, в лесах Сибири до Великой Октябрьской социалистической революции они были широко распространены.

Предположение о том, что пожары от молнии затухают во время возникающих в грозу ливней, не находит подтверждения, так как огонь может сохраняться в тлеющей, трухлявой и сухой сердцевине старого дерева. При благоприятных условиях он может разгораться и распространяться по сухой подстилке и группам подроста на соседние деревья хвойных пород. В качестве лучших пород для создания противопожарных полос рекомендуют серую ольху, бородавчатую березу, уксусное дерево, американский (ясенелистный) и серебристый клен, робинию, вишню, позднюю черемуху, рябину (А. Борковский, 1965).

Положительное влияние ветра. Ветер усиливает транспирацию растений и ускоряет восходящий ток влаги от корней к листьям. Для нормального хода транспирации необходимо движение воздуха, чтобы вблизи листьев насыщенный водяными парами воздух постоянно сменялся более

сухим из атмосферы. Ветер силой более 2 м/сек считают переходящим за оптимум и полагают, что в этом случае транспирация становится чрезмерной, а фотосинтез угнетается.

Для проверки упомянутого положения на Старосельской биологической станции (вблизи Киева) нами (1962) были проведены исследования влияния ветра на продуктивность фотосинтеза. Ветер силой 2—3 м/сек дозировался электрическим вентилятором. Продуктивность фотосинтеза учитывалась по прибавке углерода у листьев на побегах текущего года.

Подопытным растением были листья тополя формы *marilandica*. Приведенные ниже данные показывают прибавку углерода (в мг на 1 дм² площади листа за 1 час) у тополя:

нижние листья при ветре . . .	0,1442	} листья на растениях
» » » штиле . . .	0,0970	
верхние » » ветре . . .	0,3303	} листья сняты с растений и поставлены черешками в воду
» » » штиле . . .	0,1159	
нижние » » ветре . . .	0,2034	
» » » штиле . . .	0,0216	

Из этих данных видно, что ветер со скоростью 2—3 м/сек способствует увеличению фотосинтеза. При обильном снабжении растения влагой он увеличивает ассимиляцию углерода в несколько раз, при более слабом водоснабжении — в полтора раза. Видимо, для фотосинтеза имеет важное значение замена использованного воздуха, обедненного углекислым газом, на воздух с нормальным (средним, фоновым) содержанием СО₂.

Уплотненность листовых черешков у тополей придает их листьям веерную функцию — при малейшем ветерке они приходят в колебательное движение. Веерная функция — полезное приспособление для повышения продуктивности фотосинтеза у тополей и осины. Она обеспечивает им газообмен.

Ветер помогает опылению цветков сосны, ели, пихты, лиственницы, тополя, ольхи, березы, дуба, бука, граба, ясеня, ильмовых, лещины.

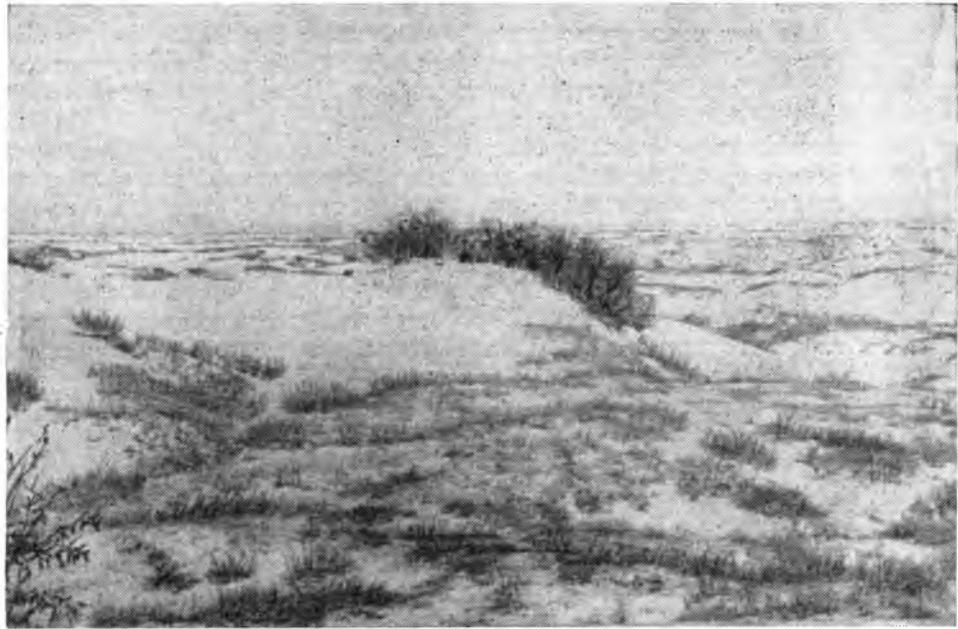


Рис. 84. Развеваемые ветром подвижные крупнобугристые пески Казачье-Лагерской арены, частично сдерживаемые травянистой растительностью и зарослями ивы шелюги. Олешские пески Херсонской области.

Ветер — один из важнейших агентов распространения семян древесных пород — тополя, осины, березы, ольхи, ели, сосны, лиственницы, пихты, ильмовых, ясеня, клена.

Отрицательное влияние ветра. В лесоводстве принята следующая классификация движения воздуха по его скорости и причиняемым нарушениям:

Скорость (м/сек)	Название ветра
0—1	— штиль — воздух практически неподвижен;
1—3	— слабый ветер — листья подвижны;
3—5	— ветер средней силы — подвижны ветви;
5—10	— сильный ветер — раскачиваются ветви и вершины деревьев; возможен бурелом и охлестывание кроны; начало передвижения песка;
10—15	— буря — ветровал, бурелом, сильные степени взаимного охлестывания деревьев;
15—25	— сильная буря — те же явления, но в еще большей степени;
> 25	— ураган — ветровал и бурелом на всей площади средне-возрастных и старых древостоев, особенно опасный на ветроударных (подветренных) склонах и для поверхностно-укоренившихся насаждений на горно-скелетных и заболоченных почвах.

Сильный ветер, начиная с 5 м/сек и выше, приносит ущерб продуктивности леса. Быстро унося увлажненные массы воздуха, он усиливает транспирацию, вызывает дефицит влагообеспеченности листьев и побегов, их подвядание, усыхание вершин деревьев. Сильный ветер уносит полезный избыток углекислого газа из зоны, где воздух обогащен им в результате жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Кроме того, он наносит прямой физический урон лесу.

Сильный ветер и буря способны вызывать коррозию покровных, а частично и более глубоких тканей листьев, черешков, молодых неодревесневших побегов. Следы ветровой коррозии выступают в виде малозаметных коричневых и буроватых пятнышек омертвевших тканей на

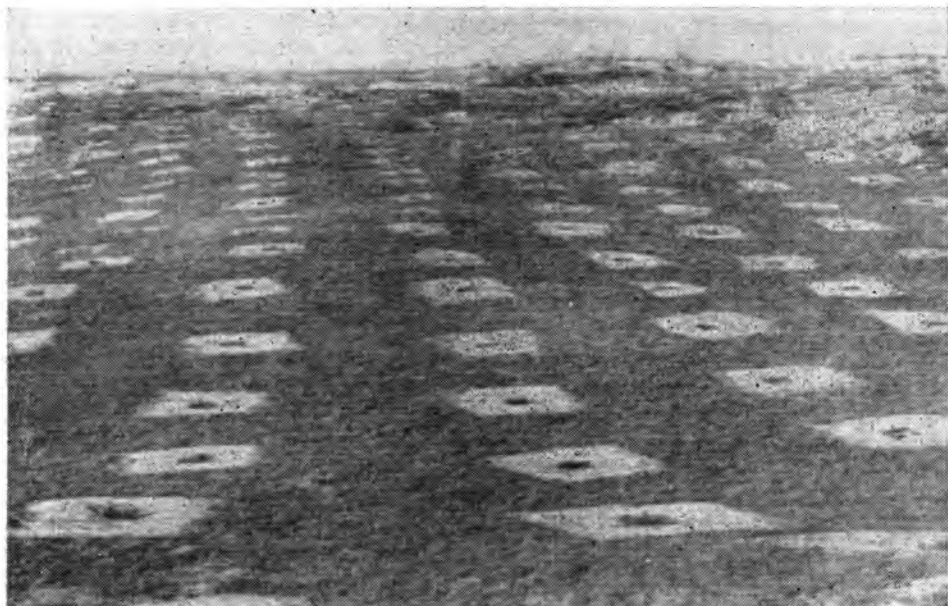


Рис. 85. Посадка сосны на заросших песках с рыхлением гнезд-квадратов 2×2 м. Образец ветроустойчивой культуры, сохраняющей травостой вокруг разрыхленного песка. Олешье Херсонской области.



Рис. 86. Флагообразная крона у ели — результат влияния сильного ветра постоянного направления у верхней границы леса в Карпатах. Гора Драгобрат, высота над уровнем моря 1500 м.

времена сосновых лесов. В этих условиях искусственное облесение сосной возможно лишь по фону песков, хотя бы слабо заросших травянистыми растениями или щелюгой. Примером ветроустойчивой культуры здесь может быть гнездовая, в которой каждая разрыхляемая вокруг гнезда площадка окружена травостоем (рис. 85).

В местах, которым свойственны сильные ветры одного преобладающего направления (морские и океанские побережья, верхние ветроударные части открытых горных склонов, острые хребты, альпийские лесные опушки), у деревьев развиваются однобокие, флагообразные кроны (рис. 86). Подобные формы возникают вследствие взаимного охлестывания ветвей и листьев. Защитным приспособлением в таких случаях является рост ветвей по направлению ветра; при этом вред от взаимного охлестывания уменьшается или становится исчезающе малым.

Ветер может выступать как фактор, ограничивающий распространение леса на данном пространстве. В этих случаях можно говорить о л е с н о й а в е м о х о р е — границе леса, определяемой ветровыми условиями.

Взаимное охлестывание деревьев, вызываемое раскачиванием их кроны, — распространенное явление в лесу. Раскачивание ведет к обрыванию мелких корней, ослаблению деревьев, оказавшихся на просторе после вырубki их соседей, нападению на них вредных насекомых и паразитических грибов. Классической породой-охлестывателем в наших лесах

поверхности листьев; нередко они образуются в результате комкания и переламывания ветром листовой пластинки, взаимного трения соседних листьев. Глухой шум соснового бора, в известной мере похожий на шум морского прибоя, вызывается вибрацией хвоинок и их трением друг о друга.

Механические повреждения хвои молодых сосенок, посаженных среди летучих песков, вызывает ветер, поднимая песчинки и ударяя ими хвою. Засекание хвои песчинками начинается при скорости ветра около 5 м/сек и особенно сильно происходит во время обычных на степном юге весенних бурь, когда скорость ветра достигает от 15 до 30 м в секунду. Засеканию подвергается в первую очередь только что появившаяся нежная хвоя молодых сосенок, а это крайне отрицательно сказывается на приживании культур. Гнездовые посадки сосны благодаря круговой самозащите от ветра переносят песчаные бури со значительно меньшим ущербом.

На рисунке 85 изображены развеваемые ветром бугристые пески, возникшие на месте существовавших в отдаленные

является бородавчатая береза. Ее подвижная крона и плакучие ветви при раскачивании ветром забрасываются далеко на кроны соседей, обивают им почки, листья, ранят их ветви. Особенно страдают от охлестывания, производимого березой, ель и сосна.

Взаимное охлестывание происходит и в чистых (однопородных) насаждениях при не с о г л а с н о м качании (встречном нагибании) соседних крон. Даже в самых полных взрослых древостоях кроны не соприкасаются друг с другом, между ними остаются промежутки, составляющие от 10 до 20% всей площади насаждения (рис. 52, стр. 134). При таких расстояниях взаимного охлестывания не происходит. Только вдали от опушек, в горизонтальной и вертикальной глубине леса, где господствует безветрие, возможно вращение кроны в крону, например вращение вершины молодой сосны в крону старого дуба, как это отмечал Г. Ф. Морозов. Анастомоз крон, как обычное явление, характерно для густых, недавно сомкнувшихся молодняков, но это состояние продолжается очень недолго. Внедрение в крону д у б а других пород не случайно: его крепкие ветви отличаются большой устойчивостью против раскачивания и не охлестывают соседей. Еще большей крепостью отличаются ветви железного дерева (*Parrotia persica*), растущего в Азербайджане. Благодаря крепости они способны срастаться даже в природных условиях, что для других пород из-за их гибкости и ломкости невозможно.

Срастание корней в пределах индивидуума или вида — обычное явление. Ветер при этом может играть роль стимулятора: раскачивая деревья, он способствует взаимному притиранию более крупных корней, их «самопрививке».

Ветер влияет на почву, увеличивая физическое испарение с поверхности почвы и десукцию (иссушение) почвы корнями. В условиях открытых опушек, полезащитных лесных полос, на ветроударных местах среди лесного массива (верхние части подветренных склонов, горные хребты и вершины) ветер может развевать лесную подстилку, выносить ее за пределы насаждения и этим способствовать задержанию почвы и значительно ухудшать почвенные условия.

Различают б у р е л о м и в е т р о в а л. В первом случае происходит поломка ветвей, крон или стволов деревьев (рис. 87), во втором — вываливание целых деревьев с корнями. Показанный на рисунке результат ураганного ветра в Карпатах относится, как видно, к обеим категориям одновременно — ветровалу и бурелому.

Наименьшей ветроустойчивостью отличаются хвойные леса. Примесь лиственных пород, особенно дуба и бука, к хвойным немного увеличивает их ветроустойчивость.

Влияние ветра на форму дерева и ствола. Ветер влияет на диаметр ствола, вызывая образование эксцентриситета — овальной формы его поперечного сечения, вытянутая ось которого параллельна направлению наиболее частого ветра. Годичные слои на наветренной стороне у лиственных пород крупнее, а у хвойных мельче.

Эксцентриситет — результат влияния силы растяжения на одной и сжатия на другой стороне ствола, поскольку при раскачивании он претерпевает изгиб в направлении ветра. Деревья, подвергаемые постоянно сильному влиянию ветра одного и того же направления, получают наибольший эксцентриситет у основания ствола.

Вследствие значительного веса кроны ствол дерева для сохранения своей целостности должен оказывать сопротивление излому. Дерево формирует свой ствол как брус равного сопротивления против силы, направленной сверху вниз. Диаметр такого бруса-ствола должен возрастать от его верхнего свободного конца к нижнему, укрепленному в почве, и тем сильнее, чем больше нагрузка его «свободного конца», практически — чем больше вес кроны дерева. При большой сгибающей силе, например у дерева, выросшего на просторе, с его обширной и тяжелой кроной,



Рис. 87. Ветровал и бурелом в столетнем ельнике — результат ураганного ветра (скоростью свыше 25 м в секунду). Его направление зафиксировано упавшими деревьями. Карпатские леса, 1200—1500 м над уровнем моря.

ствол должен иметь сбежистую форму. Наоборот, при малой силе ветра и малой кроне, что свойственно деревьям сомкнутого насаждения, ствол формируется полнодревесным, приближающимся к цилиндру. Формы второго типа, соответствующие деревьям из густого леса, механически неустойчивы против ветра и, будучи внезапно выставлены на простор, могут стать жертвой бури (рис. 88).

Влияние леса на ветер. Лесная опушка. Лес оказывает большое влияние на силу ветра. Когда приземный горизонтальный поток воздуха встречает на своем пути преграду в виде лесного массива, он вынужден подниматься над ним, обтекать его, чтобы на заветренной стороне снизиться и продолжить свой путь с той скоростью, какая ему была присуща на подветренной стороне.

Исследования проф. Н. С. Нестерова показали, что при встрече ветра с лесной опушкой его скорость, начиная примерно с расстояния 60—70 м перед опушкой, увеличивается на 20—60% по сравнению с первоначальной. При этом чем гуще опушка и больше высота деревьев, тем больше скорость ветра. Кроме того, вблизи опушки образуется вихрь с горизонтальной осью, параллельной опушке. Этот вихрь способен врываться внутрь нее, проникать в лес на большее или меньшее расстояние. Зимой глубина внедрения ветрового потока в лес наглядно определяется по высоте и длине снежного сугроба в опушке. Процесс отложения сугроба является результатом замедления метелистого воздушного потока и разгрузки его от снега. Подлесок в опушке служит в качестве фильтра, замедляющего движение воздуха в нижнем ярусе леса.

Приведем данные скорости вошедшего в лес с поля ветрового потока на высоте 2 м от поверхности почвы на разных расстояниях от опушки (по Н. С. Нестерову):

Расстояние от опушки (м)	35	60	80	100	125	190	235
Скорость ветра (в % первоначальной скорости)	55—78	44—52	23—27	19—22	7	5	2—3

Живая сила ветра расходует-ся в лесу на трение о стволы и ветви, на их раскачивание, обивание сухих сучьев, побегов, плодов.

Как видно из данных Н. С. Нестерова, в глубине леса скорость движения воздуха падает до 2—3% скорости его в поле. Следовательно, если бы лесные массивы состояли из однородных высоких и густых насаждений, в глубине их царил бы штиль. Но, как правило, среди леса встречаются поляны, прогалины, просеки; сами насаждения бывают разного возраста, бонитета, полноты, и одно это создает предпосылки для движения и обмена воздуха между разными частями лесного массива. Особенно усиливается воздухообмен в условиях горного рельефа.

Специфические формы движения ветра характерны для лесных полян и сплошных лесосек. В летние солнечные дни поверхность почвы на поляне и деревья с сильнее освещенной стороны перегреваются, над поляной образуются вихреобразные восходящие токи воздуха. В безоблачные летние ночи на поляне происходит радиационное охлаждение почвы. Как уже было отмечено, на полянах и лесосеках при этом накапливается холодный воздух. Весной и осенью при невысокой температуре воздуха ночное охлаждение на открытых местах среди леса приводит к поздним (весенним) и ранним (осенним) заморозкам, описанным выше (см. главу 8).

Так называемая глубина шероховатости леса колеблется в пределах 20—60% высоты древостоя, ниже уровня его вершин. Ограниченность глубины проникновения ветра в лес хорошо заметна зимой во время изморози, покрывающей лишь вершины деревьев густого леса и полностью лесные опушки.

Влиянию ветра наиболее подвержены лесные опушки. Г. Ф. Морозов сравнивал их со скалами, находящимися в полосе морского прибоя, принимающего на себя удары мощной стихии.

Ветер усиливает транспирацию, раскачивает деревья, корродирует листья, ломает ветви, ставит деревья в невыгодные условия существования. Тем не менее опушечные деревья, воспитанные в подобных условиях с молодого возраста, приспособляются к ветру, создают устойчивую ветроломную зону, охраняющую лесной массив.

Все в опушке — деревья, их стволы, сучья, ветви и корни — приспособлено для перенесения бурь: кроны густые, сучья толстые, стволы сбежистые, низкие, корневые системы глубокие и широкоразветвленные. Лесоводы высоко ценят старые опушки, всячески оберегают их от потрав, сохраняют их даже тогда, когда в рубку уходит вся прилегающая к ним зона защищаемых ими спелых насаждений. В этом случае на старую опушку возлагается несение прежних защитных функций по отношению к молодому поколению леса, появляющемуся на вырубках.



Рис. 88. Бурелом в сосняке — результат урагана. Рокитянский лесхоз Волинской области.

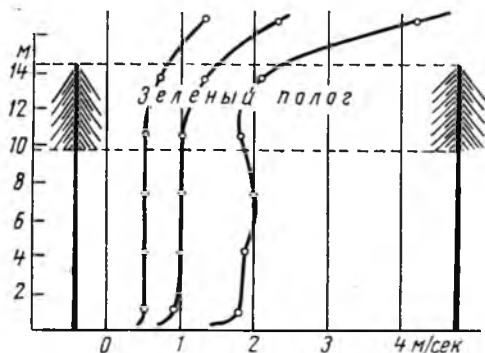


Рис. 89. Вертикальное распределение скорости ветра в лесу при различной его скорости в поле (по Гейгеру).

Влияние леса и поля на движение ветра по вертикали можно иллюстрировать рисунком 89 и таблицей 30, относящейся к сосновому лесу с лиственным ярусом.

Данные таблицы 30 указывают на то, что в сомкнутом насаждении с однородным пологом сила ветра умеряется в кронах в 4 раза, а в приземном слое — в 9 раз.

Согласно исследованиям Н.С. Нестерова, при соседстве леса и поля на равнине между ними в летнее время при безоблачной и тихой погоде создаются воздушные течения, вызывающие явления лесного и полевого б р и з а — ветра, дующего днем из леса в поле, а ночью с поля в лес. Бриз возникает из-за различного нагревания и охлаждения деятельной поверхности в лесу и в поле. Днем в ясную погоду сильнее нагревается поле. Над ним к вечеру создается восходящий поток воздуха, который, распространяясь над лесом, передвигается над кронами деревьев назад к полю, где благодаря восходящему потоку происходит его разрежение. В ясные летние ночи воздух поднимается над лесом и создается аналогичная, но обратная картина движения воздуха: вверху — в направлении от леса к полю, внизу — от поля к лесу. Такое движение вызывается более сильным радиационным охлаждением подстилающей поверхности и приземного слоя в поле. Явления лесных и полевых бризов способствуют горизонтальному обмену воздуха между лесом и полем, смягчению температурных амплитуд в поле.

Таблица 30

Высота над почвой (м)	Скорость ветра (м/сек)	
	поле	лес
3,2	3,7	0,9
2,2	3,3	0,5
0,2	1,8	0,2

Лесохозяйственное регулирование ветра. Главное внимание лесовод обращает на защиту наиболее уязвимых мест лесного массива, открытых действию ветров; на его окружные межи, особенно со стороны господствующего ветра; на стены леса, недавно выставленные на простор; на ветроударные позиции рельефа: 1) открытые верхние части (лбы) склонов и 2) горные хребты. В таких местах применяют «защитную одежду», как бы «шубу» из густых ветвей и сучьев, фильтрующую воздушный поток, ослабляющую силу ветра. Ель и пихта, хотя и дают очень густые кроны, малопригодны для опушек из-за слабой ветроустойчивости. Дуб и бук одеваются в свободном стоянии густо и глубоко, но только в летнем наряде дают настоящую ветровую защиту. Полезно, чтобы эти последние две породы в опушке, особенно на ее внешней стороне, были окружены снизу густым подлеском, а бук — грабовым ярусом. Те места в лесных насаждениях и на опушках, где ветер выдувает подстилку, полезно защитить, покрывая почву хворостом, получающимся при прореживании насаждений. Практикуют введение подлеска полосами вдоль всей лесной опушки на глубину до 100—200 м от ее границы с полем или введение его узкими полосами.

Важное значение имеет ведение сплошных рубок таким образом, чтобы действию наиболее сильного и опасного ветра не открывать стены старых насаждений. Это достижимо при ведении рубки навстречу господствующему ветру. В таком случае ветер встречает перед собой серию насаждений нарастающего возраста, от молодняков до спелых, плавно поднимается над вершинами деревьев, не врываясь внутрь леса.

Полезашитные лесные полосы—ветроломы. Полезашитные лесные полосы представляют собой посадки, реже — посевы деревьев и кустарников в виде узких полос, шириной 10—20 м и длиной в несколько километров. Они закладываются на сельскохозяйственных землях для защиты от ветра и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Положительное влияние лесных полос на сельскохозяйственные культуры осуществляется благодаря уменьшению скорости ветра в приземном слое. Полосы уменьшают вредное действие засух, суховеев, черных бурь, способствуют равномерному распределению снега в межполосном пространстве, несут также и противозерозионные функции. Как важный элемент сухого земледелия они появились впервые в нашей стране. Пионер их применения — В. Я. Ломиковский, использовавший лесные полосы для борьбы с засухой в Миргородском уезде Полтавской губернии в начале XIX в.

В открытой незащищенной степи, вследствие трения воздушного потока о неровности почвы, равномерность его движения нарушается, изменяется его структура, возникают завихрения, усиливающие воздухообмен, при котором нижние влажные слои воздуха перемешиваются с верхними, более сухими. Это увеличивает испарение с поверхности почвы и транспирацию растений, усиливает засуху. Под влиянием лесных полос крупные воздушные вихри распадаются за полосой на более мелкие, и это уменьшает турбулентный обмен.

Большое значение имеет конструкция лесных полос, которая обуславливает разную степень их ветропроницаемости, различное умеряющее влияние на скорость ветра и на турбулентный обмен воздуха на полях. Подчеркнем, что к лесным полосам относится почти все то, что уже было сказано о лесных опушках. Лесные полосы — это по существу двухсторонние опушки, так как обе их половины вдоль длинной стороны обращены



Рис. 90. Шестилетняя быстрорастущая полезашитная полоса в колхозе «Коммунар» Роменского района Сумской области. Опушечные ряды — береза с бузиной, внутренние четыре ряда — тополь бальзамический и поздний (*Populus euramericana serotina*). Полоса формируется как продуваемая.

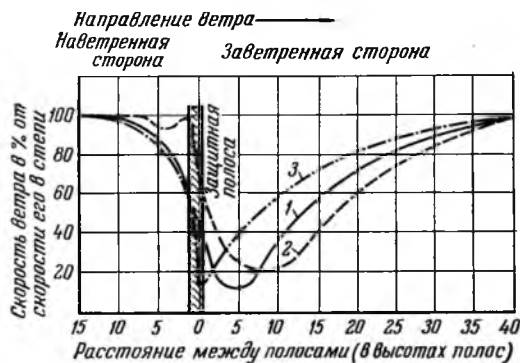


Рис. 91. Влияние поlezащитных лесных полос различной структуры на скорость ветра:
 1 — ажурная полоса; 2 — продуваемая полоса;
 3 — непродуваемая полоса.

ярусные — из дуба в верхнем, клена и липы во втором и из лещины, бересклета и других пород в подлеске, широкие — свыше 15 м. Сквозь такую полосу ветер проникает в незначительной степени. Воздушный поток огибает ее сверху (рис. 91) примерно так, как он обтекает лесной массив, прикрытый со стороны поля густой опушкой.

А ж у р н а я п о л о с а двух-трехъярусная, но менее плотная, чем предыдущая. Часть ветрового потока фильтруется через нее, часть обтекает ее сверху, как в первом случае.

П р о д у в а е м а я п о л о с а одноярусная, узкая, состоит из древесных пород и не имеет настоящего подлеска; в своей нижней части, между кронами деревьев и почвой, у нее крупные просветы величиной 1—2 м, через которые ветер легко проходит. Так же легко ветровой поток фильтруется и через негустую верхнюю часть продуваемой полосы. В общем, ветер, входя в продуваемую полосу, разделяется на две примерно равные части: нижняя проходит сквозь полосу, верхняя — над кронами и частично в кронах, как это происходит и над непродуваемой полосой.

Если полоса непродуваемая, плотная, широкая, подобная настоящей лесной опушке, то, как это следует из изложенных выше наблюдений Н. С. Нестерова, ветровой поток раздваивается и верхняя его часть обтекает вершины деревьев, а нижняя, замедляя свое движение, входит в полосу. В полосе скорость ее резко падает, а с заветренной стороны устанавливается зона более или менее полного штиля. За короткой полосой штиля простирается зона воздухопада. Здесь скорость ветра быстро нарастает. Примерно на расстоянии, равном 20—30 высотам деревьев, она уравнивается со скоростью ветра в открытой степи.

В ажурной полосе скорость ветра снижается в меньшей степени, поток воздуха через нее фильтруется. По мере удаления от полосы скорость ветра на некотором расстоянии продолжает снижаться, а затем снова возрастает, но не так быстро, как за плотной полосой непродуваемой конструкции. Влияние ажурной полосы заканчивается на расстоянии, равном 30—35 высотам полосы.

Продуваемая полоса не задерживает ветровой поток перед собой. Скорость ветра в полосе и непосредственно за ней даже близка к скорости ветра в открытой степи или может превышать ее, поскольку воздушный поток, проходя между кронами и землей, приобретает некоторое ускорение. По мере удаления от продуваемой полосы скорость ветра, так же как и после ажурной полосы, сначала снижается, а потом возрастает. Снижение скорости ветра, как и последующее возрастание, не достигает, однако, таких степеней, как в полосе предыдущих двух типов. Но зато

к полям. Полосам дают направление, перпендикулярное засушливым юго-восточным ветрам, чаще всего с юго-запада на северо-восток. Трудami советских лесоводов — Г. И. Матякина, Я. Д. Панфилова, Н. М. Горшенина, В. А. Бодрова и других — разработаны новые конструкции лесных полос.

П о л о с ы н е п р о д у в а е м о й к о н с т р у к ц и и в обливственном состоянии не имеют просветов по всему своему вертикальному и продольному (вдоль полосы) профилю. Они густые, чаще всего трех-

влияние продуваемой полосы простирается дальше и, что особенно ценно, оно равномернее, чем в случаях других, более плотных конструкций лесных полос.

Если полоса непродуваемая, за нею в месте восстановления скорости и структуры ветрового потока создается зона повышенного турбулентного обмена. Зимой здесь сдувается снег и оголяется почва, летом повышается испарение из почвы и транспирация растений. Урожаи сельскохозяйственных культур в таких местах падают, нередко бывают даже ниже, чем в открытой степи. Продуваемые полосы, фильтрующие воздушный поток, не вызывают этих явлений. Они равномерно распределяют снег, температуру и испарение в межполосном пространстве.

Умеряя силу ветра, задерживая снег на защищаемом ими пространстве, понижая транспирацию сельскохозяйственных растений, защитные лесные полосы способствуют увеличению растительной продукции на единицу получаемой растениями влаги и повышают урожаи сельскохозяйственных культур.

ГЛАВА 12 | ПОЧВА

Корневые системы. Подобно тому как в надземной среде (стратосфере) деревья создают значительную поверхность ассимилирующих органов, развивают крону с побегами и листьями, поглощающими углекислоту и солнечную энергию, в почве (ризосфере) они образуют широкоразветвленные подземные органы — корневые системы. Важнейшие функции корневых систем заключаются в следующем.

1. С помощью корней растения, и особенно такие крупные, как деревья, закреплены в почве, получают очень важную для них механическую устойчивость, без которой они были бы повалены первым ветром. Прочному закреплению деревьев в почве, их закачиванию, помогают как горизонтальные, так и особенно вертикальные корни.

2. Вступая в тесную связь с почвой, деревья развивают в ней крупные и мелкие корни. Мелкие корни, главным образом их сосущие и ростовые окончания, поглощают влагу из почвы с растворенными в ней питательными веществами: соединениями азота, серы, фосфора, калия, кальция, магния, железа, хлора и других элементов, в том числе и микроэлементов — марганца, бора, меди, цинка, кобальта и др.

3. В корнях происходит ряд важных процессов хемосинтеза, в них откладываются запасные питательные вещества. Они — источник корневого давления, способствующего подаче воды в ствол и крону.

4. С помощью экзосмоса корни выделяют в почву большое количество углеводов, органических кислот, азотсодержащих органических веществ, играющих роль питательной и энергетической среды для почвенных микробов. В зоне корневых выделений создается «микробная ризосфера», где сосредоточиваются до 90—95% почвенных микробов. Корневые выделения и мертвые остатки травянистых растений и микробов, в том числе и мелкие корешки древесных растений, образуют один из важных источников минеральной пищи растений и почвенного гумуса.

5. Корни принимают деятельное участие в обогащении почвы элементами питания, забирая их из глубоких ее горизонтов и материнской породы. Эти элементы поступают из корней в листья, с которыми падают на почву, обогащая ее азотом, зольными элементами питания и органическим веществом.

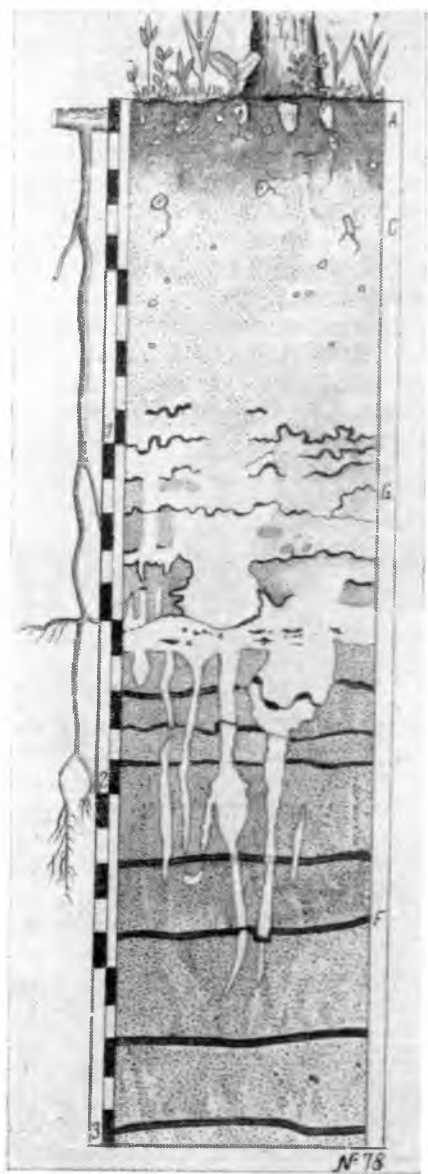


Рис. 92. Профиль дерново-подзолистой песчаной почвы, образовавшейся на слоистом древнеречном песке. Тип леса — свежая суборь (B_2). Начиная со второго метра видны «корневые следы» — вертикальные полосы белого, обесцвеченного песка, образованные корнями. Сбоку показан якорный корень сосны.

Роль стержневого корня с возрастом уменьшается, становится ничтожной по сравнению со значением многочисленных боковых вертикальных и косо-вертикальных (якорных) корней. Последние уходят часто глубже стержневого корня и, что особенно важно для механической устойчивости дерева, располагаются от основания ствола по горизонтали дальше, чем стержневой корень. Следовательно, из всех углубляющихся корней якорные представлены в наибольшем количестве. Так, у 80-летней сосны,

По морфологическим признакам корни лесных деревьев делят на горизонтальные, вертикальные и косо-вертикальные, стержневые и якорные, проводящие и сосущие, а среди последних — на ростовые и поглощающие.

Примерное суждение о поглощающей способности корневых систем можно получить с помощью учета количества мелких корней, их веса, объема и суммарной поверхности. Впрочем, есть немало привходящих причин и условий, ослабляющих зависимость между количеством мочковатых корней и интенсивностью корневого поглощения. Так, образование микориз на кончиках корней во много раз увеличивает их адсорбирующую поверхность (А. А. Лобанов, 1945). В то же время и безмикоризные древесные породы в ряде случаев способны к интенсивному поглощению влаги и питательных веществ благодаря повышенному осмотическому давлению клеточного сока в тканях корня и другим свойствам.

Древесные породы по типам корневых систем классифицируют на мелко- и глубокоукореняющиеся. При этом наиболее общая характерная черта — наличие или отсутствие стержневого корня — не имеет существенного значения ни для физиологической характеристики древесной породы, ни даже для ее механической устойчивости. Дело в том, что стержневой корень присущ почти всем древесным породам и даже кустарникам в первые годы жизни.

Особенно глубоко (до 2—3 м) на первом году жизни развивают стержневой корень древесные породы, у которых семена имеют крупный эндосперм — дуб, орехи, лещина, конский каштан. В зрелом и старом возрасте его сохраняют только дуб, сосна, лиственница, липа, да и то на мощных и рыхлых почвах, при глубоком залегании уровня грунтовых вод.

растущей на песчаной почве Боярского лесхоза Киевской области, по нашим подсчетам, их было 122, и они, разветвляясь, уходили вглубь в среднем на 2,5 м, охватывая горизонтальную площадь 100 м², в то время как стержневой корень заканчивался на глубине 2,2 м. Якорные корни выполняют важнейшую функцию снабжения дерева влагой и пищей из почвогрунта, особенно в жаркую и засушливую пору лета, когда доступная влага в верхних горизонтах почвы исчерпывается (рис. 92).

В излагаемой ниже классификации древесных пород по глубине проникновения их корневых систем в почвогрунт не принимался во внимание признак наличия или отсутствия стержневого корня; критерием служил суммарный охват глубинных горизонтов многочисленными вертикальными и косо идущими якорными корнями.

1. Г л у б о к о к о р н е в ы е: дуб, лиственница, липа, тополь, айлант, белая акация, грецкий орех, конский каштан.

2. П е р е х о д н ы е: бук, береза, осина, древовидные ивы, гледичия, ильмовые, клен явор, остролистный клен, черная и серая ольха, сосна, пихта, дугласия, яблоня, груша, черешня.

3. П о в е р х н о с т н о у к о р е н я ю щ и е с я: ель, ясень, полевой клен, рябина, черемуха, кустарники.

У пород первой группы вертикальные корни при благоприятных условиях идут на большую глубину: у дуба до 10 м, черного тополя до 6 м, и это, может быть, не является пределом. Значительная глубина проникновения корней этих пород обусловлена свойственной им силой роста и способностью преодолевать сопротивление плотных горизонтов почвы и подпочвы. Однако даже и эти породы размещают в верхнем почвенном горизонте, под подстилкой, не менее 35—40% своих всасывающих корней и в большинстве случаев (тополь, грецкий орех, каштан) около 50%. Еще в большей степени эта особенность свойственна второй, переходной, группе пород. В приповерхностном (0—20 см) горизонте почвы у них расположено от 50 до 75% мелких всасывающих корней (рис. 93 и 94).

Что касается группы поверхностно укореняющихся пород, то их корням недоступны глубины более 2—2,5 м. Большинство этих пород даже в самых благоприятных условиях черноземов и лесостепных почв, образовавшихся на рыхлом лёссе, не развивают корней глубже 1 м. В верхнем горизонте, под подстилкой, у них находится свыше 75% всасывающих корней, а у ели, ясеня и кустарников — до 90—95%.

Корневые системы поверхностно укореняющихся пород очень интенсивны, то есть мелко и густо разветвлены, особенно в верхнем почвенном горизонте. Однако наибольшей интенсивностью обладают корни травянистых растений открытых мест — рудеральные, луговые и лугово-степные виды, особенно дернинные злаки, способные успешно конкурировать не только с молодыми деревцами, но и со старыми древостоями. У древесных растений имеется только одно (да и то не абсолютное) преимущество перед травянистыми — освоение глубинных горизонтов почвы и материнской породы.

Следует особо рассмотреть способность корней разрастаться в горизонтальном направлении. Такой способностью обладают главным образом деревья второй, особенно третьей группы. Например, у многих кустарников корни простираются на расстояние, равное 5—10 радиусам проекций крон, у ясеня в молодом возрасте — на 4—5 радиусов, в старом — на 2—3 радиуса, у ели — на 2—3 радиуса, у сосны в молодом возрасте — на 4—5 радиусов, в старом на 1½—2 радиуса проекции кроны (Г. Гильф, 1927). Подобными же свойствами обладают корнеотпрысковые породы: серебристый тополь, осина, айлант, белая акация, серая ольха и др. У последних дальность разрастания корней в горизонтальном направлении усиливается вследствие перехода периферических корней на самостоя-



Рис. 93. Диаграмма поверхности мелких (всасывающих) корней по горизонтам почвы в 35-летних сосняках свежей субори (B₂):

а — на первичной лесной почве; б — на почве, подвергавшейся сельскохозяйственному пользованию. Дымерский лесхоз Киевской области (по данным Д. Д. Лавриненко).

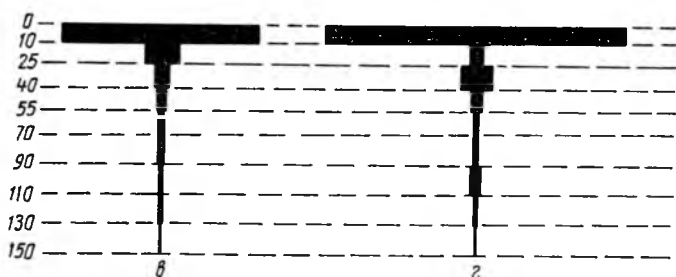


Рис. 94. Диаграмма поверхности мелких (всасывающих) корней по горизонтам почвы у 30-летних березовых насаждений в тех же, что и на рисунке 93, условиях местообитания (B₂).

тельное углеродное питание с помощью корневых отпрысков — надземных побегов, возникающих на горизонтальных, приповерхностных корнях.

Из сказанного следует, что у всех лесных пород наибольшее количество всасывающих корней находится в верхнем слое почвы. Если это вполне понятно для пород третьей группы и более или менее ясно для второй группы, то как же тогда можно представить себе густые, заполненные мелкими всасывающими корнями верхние горизонты почвы под дубом? В обычных условиях дуб не образует горизонтальных корней, а лишь якорные, расходящиеся розеткой вокруг стержневого корня и углубляющиеся в почву под углом 17—22° к горизонту. Многочисленные раскопки, проведенные разными исследователями (Лизе, 1925; Фатер, 1926, Г. Гильф, 1927; Э. Брикнер, 1931), показали, что углубляющиеся в почву под косым углом корни дуба и бука дают ответвления, растущие вверх и заканчивающиеся рост в поверхностном почвенном слое в виде «бороды» мочковатых корней (рис. 95). «Возврат» корней снизу к поверхности почвы наблюдается у молодых тополей, посаженных в вертикальные скважины (А. Г. Гаэль, 1950). Польский лесовод Кобендза (1925) установил, что у взрослой сосны, ствол которой до кроны был засыпан песком, горизонтальные корни давали ответвления, растущие вверх, к поверхности песка. Чуть ниже поверхности, на глубине 5—15 см, они густо ветвились и образовали горизонт мочковатых корней (рис. 96).

Тот факт, что корневые системы древесных пород развивают наибольшую всасывающую поверхность в верхнем горизонте почвы, был впервые

констатирован Н. А. Качинским (1926) и казался вначале парадоксальным, так как противоречил установившейся тенденции приписывать лесным породам только глубокий рост корней (В. Р. Вильямс). Плодовые деревья, культурные злаки и травы развивают наибольшее количество всасывающих корней ниже поверхностного слоя почвы, и, казалось бы, корни лесных деревьев должны устремляться только вглубь. Такая резкая наклонность сосредоточивать поглощающие корни в верхнем почвенном горизонте возникает в лесу вследствие того, что лесная подстилка, покрывая почву, защищает ее от температурных крайностей и быстрого высыхания. В то же время она является источником питательных веществ, образующихся в процессе ее минерализации. Большую роль играет то существенное обстоятельство, что верхний слой

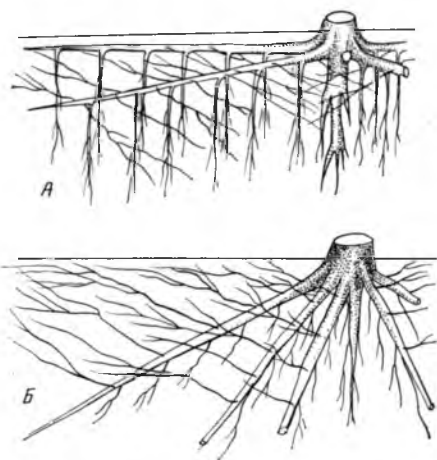


Рис. 95. Архитектоника корневых систем. Типы:

А — горизонтально-нисходящий (сосна, ель);
Б — нисходяще-восходящий (бук, дуб).



Рис. 96. Постепенно, в течение ряда лет сосна была засыпана движущимся песком почти до вершины. По мере ее засыпания придаточные корни, образовавшиеся у корневой шейки ствола, росли вверх, разветвляясь каждый раз у поверхности нарастающего песчаного наноса. Явление подчеркивает особую важность верхнего горизонта для жизнедеятельности корней (по А. Кобендза, 1925).

лесной почвы имеет наилучшие физические свойства, в том числе наилучшую аэрацию, и, наконец, он расположен «у ворот», через которые в почву поступают атмосферная влага, воздух и легкодоступные питательные вещества.

Верхний горизонт почвы в лесу, посящий у почвоведов название перегнойно-аккумулятивного (A_1), сосредоточивает в себе максимальное количество азота, подвижных соединений кальция, магния, калия, фосфора, серы, кремния и микроэлементов, максимальное количество микрофлоры и почвенной фауны, имеет самую высокую скважность и водопроницаемость. У многих песчаных лесных почв в этом горизонте сосредоточен почти весь запас подвижных питательных элементов.

Мощность почвы. Большое влияние на глубину распространения корней оказывает мощность почвы. От нее в значительной мере зависит плодородие лесных почв. Растения, особенно древесные, нуждаются в том, чтобы занимаемый ими субстрат давал возможность глубоко укореняться и обеспечивал влагой и питательными веществами. Мощность почвы отражается на составе леса, его производительности, биологической устойчивости и других свойствах.



Рис. 97. Сосновый бор (A_1) пицундской сосны на мелкой скелетной почве горного склона, образовавшейся на Юрском известняке (Черноморское побережье Кавказа). Снимок Г. Н. Высоцкого.

С лесоводственной точки зрения представление о мощности почвы является тождественным с понятием «корнедоступная толща почвы» Г. Ф. Морозова или «ризосфера» Г. Н. Высоцкого. Термин Г. Н. Высоцкого появился значительно раньше представления о «микробной ризосфере». Последнее относится к узкому и извилистому слою почвы, окружающему корневые окончания, вокруг которых на продуктах корневого экзосмоса наиболее интенсивно развивается микрофлора.

Ограничителями мощности почвы (ее корнедоступной толщи — ризосферы) чаще всего выступают: 1) твердые, скальные горные породы, плотные суглинки и глины, представляющие собой механическое препятствие для роста корней вглубь; 2) водоносные горизонты, в которых устанавливается анаэробный режим; 3) засоленные хлоридами и сульфатами нижние горизонты почвы; 4) горизонты вечной мерзлоты, непроницаемые для корней не только по

механическим причинам, но главным образом из-за их низкой температуры.

Как уже было упомянуто, для большинства древесных пород, кроме гигрофитов, ограничителем является капиллярная зона подъема грунтовых вод, по крайней мере ее нижняя часть, из-за перенасыщенности влагой и недостатка воздуха для дыхания корней.

В лесоводстве издавна различают почвы: мелкие — до 30 см, средние — до 60 см и глубокие — свыше 60 см. По мере углубления почв в них нарастает 1) общий запас питательных веществ (плодородие), 2) общая влагоемкость — количество воды, удерживаемой во всем объеме почвы, 3) повышается бонитет насаждений. Так, на крайне мелких скелетных почвах верхней части горного склона крымская сосна достигает IV—V бонитета, дуб — V—V^a; на средней части склона, где почвы достигают мощности 30—50 см, бонитет повышается у сосны до I—II, у дуба до III, а у подножия склона, где почвы глубокие, дуб достигает I бонитета и вытесняет сосну. Чем мельче почвы, тем больше в них скелета и меньше мелкозема, тем они беднее и суше (рис. 97). На песчаниках и сланцах при мощности почвы, не превышающей 30 см, в байрачных лесах Донбасса формируются леса типа сухих суборей (B_1). Увеличение мощности почвы до 60 см приводит к формированию судубрав (C_2), а при мощности свыше 60 см формируются дубравы (D_1 , D_2) (В. Н. Данько, 1962). Примеры зависимости роста леса от глубины почвы в случае, когда ограничителем ее выступают грунтовые воды и их капиллярная кайма, были рассмотрены на страницах 185—186.

Есть древесные породы, ростовые корни которых не обладают значительной механической силой, чтобы преодолевать плотные почвенные горизонты. К ним относится большинство хвойных, клены и ясени. Для них в качестве ограничителей ризосферы выступают плотные суглинки и глины, слежавшиеся нижние горизонты песков, находящиеся под давлением вышележащей породы. Непроходимы для корней горные породы

без вертикальных трещин, по которым корни могли бы расти вниз без сколько-нибудь значительного механического сопротивления.

Щели-трещины в плотных грунтах являются свободными путями для роста корней. При долгом существовании леса в виде ряда сменяющихся поколений первичные вертикальные трещины глинистых пород расширяются и превращаются в **корневые ходы**, которыми пользуются корни каждого последующего поколения леса, в свою очередь, расширяя, разветвляя и углубляя их.

Первоначальная система трещин в почве и породе называется почвенной **архитектоникой**, а система корневых ходов — **ризотектоникой**. Последняя имеет большое значение для глубинного разрастания корней древесных пород. Ризотектоника сохраняется во всех случаях, когда корни молодого поколения леса заселяют пустоты, освобождающиеся от корней после отмирания (или рубки) предшествующего поколения леса. Очень часто в смешанных насаждениях корни соседних деревьев **разных пород** проходят по одним и тем же корневым ходам, тесно переплетаясь между собой. Это свидетельствует о том, что корневые ходы — единственные пути для роста корней в глубину (рис. 98).

На песчаных почвах корневые ходы неустойчивы. После отмирания и гнивания корней они заплывают и ризотектоника утрачивается. Этот процесс ведет к ограничению глубины разрастания корней, к потере продуктивности и устойчивости сосновых культур на песках.

Корни тополя, березы и дуба способны проходить через плотные глины и глубокие горизонты уплотненных песков. При этом сказывается свойственная их природе значительная механическая сила роста. Сосна способна в относительно короткие сроки, измеряемые десятилетиями, укореняться на мелах и известняках. Ее корни растут по трещинам карбонатной горной породы, прокладывая в них при помощи выделяемых корнями кислот глубокие и широкие вертикальные ниши — «**органные трубы**», заполняемые глинистыми продуктами выветривания карбонатной породы. В этом случае речь идет о биохимических способах создания глубинной ризотектоники. Однако та же сосна, как об этом уже было упомянуто выше, не способна преодолевать сопротивление однофазных (лишенных прослоек) кварцевых песков в их нижних горизонтах. На таких песках она развивает неглубокие, зачастую поверхностные корневые системы. Якорные корни ее проникают в почву не глубже $1\frac{1}{2}$ —2 м.

На мелких почвах горных склонов при наличии трещин в скальных породах ветровал бывает редко, так как корни деревьев цепко «**заякориваются**» в трещинах, обрастают вокруг лежащих среди мелкогозема крупных каменных обломков, уменьшая тем самым свой механический «**опрокидывающий момент**». Кроме того, на мелких почвах соседние деревья одной и той же породы часто срастаются между собой корнями, а чистые (однопородные) насаждения, занимающие горный склон, образуют благодаря частым срастаниям общую корневую сеть на протяжении всего склона, сверху донизу. Немаловажное значение имеет и то, что на склонах благодаря дренажу, отсутствует переув-

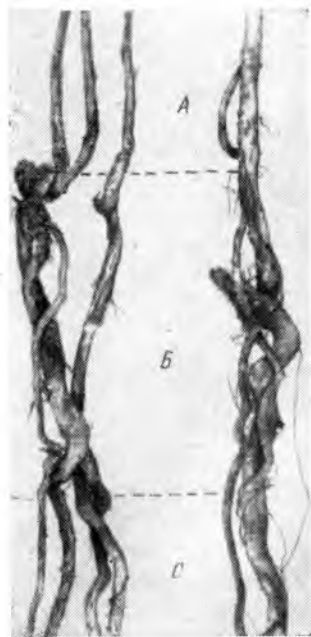


Рис. 98. Вертикальные (якорные) корни сосны на втором и третьем метре почвенной глубины идут по старым корневым ходам, где субстрат рыхлее, чем в соседних участках почвы или породы. Более плотные горизонты (на рисунке горизонты **Б** и **С**) преодолеваются с помощью спирального (штопорного) роста.

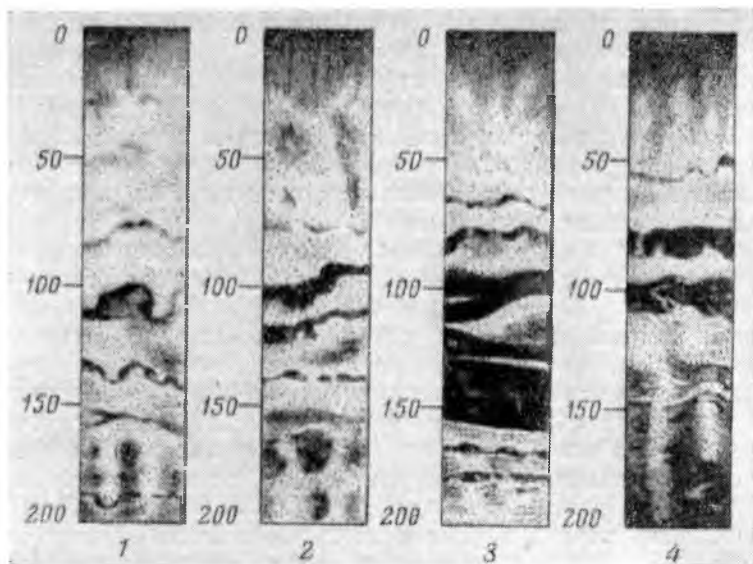


Рис. 99. Почвенные разрезы простых (1 и 2) и сложных (3 и 4) суборей. Материнская порода — песчаный аллювий; почвы песчаные, дерново-подзолистые с суглиносу-песчаными прослойками. В сложных суборях прослойки более мощные. В нижних частях разрезов заметны корневые следы — вертикальные светлые полосы, свиде-тельствующие о том, что корни используют эти горизонты.

лажнение почвы, характерное для бессточных равнинных мест, где наблю-дается заболачивание и уплотнение ризосферы, ведущее к ветровалу.

Выше (гл. 6) было указано на важнейшее значение для плодородия лесных почв их механического состава, примеси скелета и особенностей строения почв, образовавшихся на двух- и многочленных наносах (песок на глине, глина на песке, песок с прослойками супеси или суглинка и т. п.). Общее правило для этих связей таково: чем глубже залегает более глини-стая порода, тем меньше ее значение в снабжении леса питательными веществами. Например, дубравы обычно занимают суглинистые почвы, но иногда они встречаются на песках, если суглинок залегает не глубже 50—60 см. На рисунке 99 показаны песчаные почвы суборей, которые тем плодороднее, чем ближе к поверхности залегают супесчано-суглини-стые прослойки в песке и чем они мощнее.

Мелкодисперсные глинистые частицы не равноценны с точки зрения плодородия в разных геологических наносах. Так, одно и то же количе-ство илистой фракции в продуктах выветривания известняков и молодых эффузивных пород содержит больше извести, магния, калия, фосфора и микроэлементов, чем в продуктах выветривания глинистых сланцев и более древних изверженных (сиаллитных) пород. Но закономерность соотношения между мелкоземом и песчано-скелетными фракциями являет-ся ведущей для оценки грааций плодородия на каждой данной геологи-ческой породе.

Механический состав и двучленность наносов имеют не меньшее значение также и для режима влажности почв. Двучленный нанос «песок на глине», если нижележащая порода залегает глубже 75 см, увеличивает бюджет влажности почвы; противоположный случай — «глина на песке» — создает сухие условия местообитания. Прослойки глины в песке ниже 75 см имеют увлажняющее влияние, выше 75 см уменьшают бюджет влаги.

Потребность древесных пород в питательных веществах и отношение их к почве. Почва является источником азота и зольных элементов для растений. О потребности отдельных видов растений в питательных эле-ментах судят на основе химического анализа растений (табл. 31).

Среднее содержание азота и золы в различных органах деревьев разных пород
(в % от сухого вещества, по Н. П. Ремезову, 1959)

Часть дерева	Сосна		Ель		Дуб		Ясень		Ильм	
	зола	азот	зола	азот	зола	азот	зола	азот	зола	азот
Хвоя и листья	2,43	1,28	3,62	1,12	5,02	2,54	8,75	1,36	13,76	1,31
Мелкие ветви	1,49	0,46	2,04	0,69	2,60	0,98	2,41	0,71	3,56	0,65
Крупные ветви	0,81	0,23	0,97	0,26	1,51	0,41	1,06	0,25	3,56	0,24
Стволы	0,44	0,17	0,56	0,09	0,90	0,31	1,10	0,24	1,62	0,20
Корни крупные	0,76	0,29	1,35	0,39	2,31	0,47	—	—	—	—
Корни мелкие	2,06	0,37	1,90	0,60	4,00	0,76	—	—	—	—

Из таблицы 31 видно, что наиболее богаты азотом и зольными элементами листья и тонкие ветви деревьев. Затем идут крупные ветви, кора ствола, наименьшее количество золы содержит древесина ствола. Количество зольных веществ сосновой хвои в 1,5—2 раза больше, чем в ее годичном приросте ее древесины. У 30-летнего ясеня золы в листе в 52 раза больше, чем в годичном приросте древесины. Это и понятно, так как листва является важнейшим органом растения, где происходит фото- и хемосинтез веществ при участии азота и зольных элементов, поступающих в листья из почвы. По элементарному химическому составу листвы можно судить о потребностях древесных пород в тех или иных питательных элементах почвы.

Проф. Н. П. Ремезов с сотрудниками в течение ряда лет разносторонне изучал круговорот азота и зольных веществ в лесах разного состава и возраста. Подытоживая эти исследования, Н. П. Ремезов (1959) составил приводимую ниже несколько нами перестроенную таблицу — шкалу древесных пород, расположенных в порядке уменьшающегося в их листьях содержания азота и зольных элементов (табл. 32).

Таблица 32

Порядковые номера, занимаемые древесными породами
по величине содержания азота и золы в листьях

Древесная порода	Азот и зола	Азот (N)	Фосфор (P)	Кальций (K)	Сера (S)	Кальций (Ca)	Кремне- зем (Si)	Среднее (без Si)
Ясень	2	5	1	1	1	3	6	1,3
Ильм	1	7	2	3	3	1	1	1,7
Клен остролист- ный	3	4	3	4	2	2	2	1,8
Липа	4	1	5	2	5	4	7	2,1
Осина	5	3	4	5	4	5	3	2,6
Дуб	6	2	7	6	10	9	5	4,0
Береза	7	6	6	8	7	10	10	4,4
Ель	8	9	8	7	6	7	4	4,5
Сосна	9	8	9	9	9	6	9	5,0

Как видно из таблицы 32, данные ее увязываются с теми представлениями, которые сложились в лесоводстве на основе обширной практики и наблюдений: ясень, ильм, остролистный клен и липа — наиболее требовательны к питательным веществам почвы из всех пород, помещенных в таблице 32. Они — типичные мегатрофы и встречаются в дубравах, на богатых почвах типа оподзоленных черноземов или лесостепных суглинков. Вторые — олиготрофы, распространенные на бедных песчаных почвах. Что касается мезотрофов — дуба и осины, то они занимают свое среднее место. Данные химических анализов подтверждают в основном выводы, полученные сравнительноэкологической методикой.

В шкале Н. П. Ремезова рельефно выступает также и отношение древесных пород к азоту и отдельным зольным элементам. Высока потребность ясеня в фосфоре, калии, кальции и сере, а ильма — в азоте, кальции, фосфоре, калии. По ряду других данных, лиственница накапливает в хвое много калия, фосфора и магния, граб — марганца и т. д. Однако в рассматриваемой таблице есть и противоречия. Например, дуб в природе занимает почвы, более богатые, чем осина, ель — чем береза, а между тем дуб и ель занимают в таблице Н. П. Ремезова места пород, менее требовательных к почве, чем осина и береза. Аналогичные противоречивые данные, относящиеся к дубу и осине, получил немецкий почвовед Э. Эбермайер (1882).

Г. Ф. Морозов в «Учении о лесе» (1911) отмечает общую закономерную связь между количеством золы в растениях и отношением их к почвенному плодородию. Он составил следующую шкалу, в которой древесные породы расположены по убывающим степеням потребности в зольных веществах (по убывающему количеству зольных веществ в растениях):

акация белая
ильм
ясень
бук
дуб
ольха черная

ель
береза
лиственница
сосна обыкновенная
сосна веймутова

Г. Ф. Морозов подчеркивал, что занимающая первое место в шкале **в ы с о к о з о л ь н а я** белая акация, вопреки высокой зольности, не является мегатрофом, так как удовлетворительно растет на бедных субстратах — на песках, глинистых сланцах и т. д. Наоборот, веймутова сосна, очень бедная золой и потому занимающая последнее место в шкале (даже после обыкновенной сосны), не является олиготрофом и не может расти на таких бедных песках, на каких растет обыкновенная сосна; она относится к мезотрофам. Для объяснения этих явлений Г. Ф. Морозов выдвинул предложение различать два понятия: 1) потребность растений в азоте и зольных элементах питания и 2) требовательность их к наличию тех или иных количеств этих элементов в почве. **П о т р е б н о с т ь** — это то количество азота и зольных элементов, которое необходимо лесу для его нормальной жизнедеятельности. При невозможности получить норму, соответствующую потребностям данной породы, снижается продуктивность ее древостоев. Как видно на примере белой акации и веймутовой сосны, древесные породы не обладают одинаковой способностью извлекать из почвы необходимые им элементы. Причины этого явления разные. Одни породы могут использовать только легкодоступные (легкорастворимые) соединения. Другие, как, например, ель и ясень, обладают хотя и интенсивной, но слишком поверхностной корневой системой и плохо используют вещества нижних горизонтов почвы. Третьи, к которым относятся и веймутова сосна, имеют слабо развитую, экстенсивную корневую систему и не могут использовать корнеобитаемого слоя в такой степени, как это свойственно породам с широко разветвленной корневой системой, например обыкновенной сосне или белой акации. По этим причинам **д р е в е с н ы е п о р о д ы т и п а в е й м у т о в о й с о с н ы**, будь они даже малотребовательны к азоту и зольным элементам, могут продуктивно расти **л и ш ь н а б о л е е б о г а т ы х п о ч в а х**.

Но есть породы, которые, нуждаясь в значительном количестве почвенного питания, могут извлекать необходимые им элементы из труднодоступных соединений или, имея мощно развитую корневую систему, усваивают питательные вещества из большого объема почвы. Эти породы, несмотря на высокую потребность в пище, следует относить к средне- или даже малотребовательным по отношению к почве. Они могут добывать необходимую им пищу на почвах невысокого плодородия.

Белая акация, располагая мощной и интенсивной корневой системой, удовлетворяет свою высокую потребность в питательных веществах на почвах относительно низкого плодородия. Кроме того, она является интенсивным азотособирателем и способна расти на субстратах, крайне бедных этим важнейшим элементом питания.

Веймутова сосна — порода с крайне малой потребностью в питательных веществах. Она имеет слабо разветвленную, экстенсивную корневую систему и поэтому неспособна развивать высокую производительность на бедных песчаных почвах.

Осина и большинство тополей характеризуются высокой потребностью в азоте, фосфоре, калии, извести и других элементах. Развивая мощную корневую систему, охватывающую значительный объем почвы, осина и другие тополя способны расти более или менее удовлетворительно на почвах, относительно бедных, — супесчаных или даже песчаных. Но в полном смысле быстрорастущими они могут стать лишь на почвах богатых.

Приводим шкалу отношения древесных пород к почве, построенную на принципе нарастающей требовательности к ее плодородию. Шкала составлена по методике сравнительной экологии, с помощью которой рассмотрены прежние шкалы с привлечением многочисленных анализов азота и зольных веществ, типологических исследований и лесокультурного опыта.

Малотребовательные (олиготрофы). Можжевельник. Горная сосна. Обыкновенная сосна. Бородавчатая береза. Белая акация. Черная сосна.

Средней требовательности (мезотрофы). Пушистая береза. Осина. Веймутова сосна. Сибирская лиственница. Рябина. Береза. Козья ива. Красный дуб. Горный (скальный) дуб. Черешчатый дуб поздний. Черная ольха. Съедобный каштан. Черешчатый дуб ранний.

Требовательные (мегатрофы). Остролистный клен. Клен явор. Граб. Бук. Пихта. Осокорь. Полевой клен. Амурский бархат. Белая и ломкая ивы. Ильм. Ясень. Грецкий орех.

Ацидифилы (устойчивые к кислой реакции почвы по убывающим степеням). Ель. Обыкновенная сосна. Кедровая сосна. Пихта. Лиственница. Береза. Осина. Рябина. Съедобный каштан. Граб. Азалея. Рододендроны.

Кальцифилы. Берест. Белая акация. Крымская сосна. Бирючина. Айлант. Скумпия.

Нитрофилы (по убывающим степеням). Берест. Большинство тополей и древовидных ив. Черемуха. Бузина. Европейский бересклет.

Нитрофосорофилы (по убывающим степеням). Ясень. Ильм. Тополя. Липа. Черешчатый дуб.

Кальефосорофилы. Съедобный каштан. Остролистный клен. Граб. Бук. Черешня. Береза. Лиственница. Пихта. Ель.

Азотособиратели. Белая акация (робиния) и желтая акация (карагана). Черная, серая и зеленая ольха. Софора. Песчаная акация. Лох. Облепиха. Аморфа. Леспедеца. Мелкие кустарники из бобовых: пузырник, дереза, рактник, дрок.

Примечание. Гледичия — не азотособирающий!

Солевыносливые (по убывающим степеням). Черный саксаул. Тамариск. Лох. Облепиха. Шелковица. Приморские сосны. Татарский клен. Мелколистный берест. Айлант. Гледичия. Софора. Белая акация. Берест. Груша. Черешчатый дуб ранний.

Примечание. Все вечнозеленые породы наших широт, как хвойные, так и лиственные, за исключением приморских сосен, крайне чувствительны к повышенной концентрации солей в почве. Листья у них получают «ожог» от опрыскивания растворами электролитов даже относительно невысокой концентрации — 1—2%.

Алкалифилы (относительно выносливые к щелочной реакции почвы — солонцеватости). Тамариск. Белая акация. Груша. Берест. Черешчатый ранний дуб.

Классификация местообитаний по плодородию (трофности). Кроме шкалы отношения древесных пород к почве, методами сравнительной экологии можно составить, пользуясь указанной шкалой, также и классификацию местообитаний по нарастающему (или убывающему) количеству питательных веществ в почве. Ниже излагается классификация трофотопов, основные понятия о которых были даны ранее в главе 6.

Показателей плодородия (индикаторов трофности) множество, и определение трофотопов может быть очень точным. Четыре категории их — А, В, С и D — установлены на основе обширного фактического материала, главным образом работами лесоводов-типологов П. П. Серебренникова, А. А. Крюденера, Г. Н. Высоцкого, Е. В. Алексеева, Д. В. Воробьева и др. Ниже излагаются важнейшие растительные и почвенные признаки трофотопов.

А. *Боры*. Растительность из олиготрофов (сосна, береза, можжевельники, брусника, черника и т. п.) невысокой производительности (рис. 100). Борам соответствуют крайне бедные почвы, обычно песчаные, иногда более глинистые, но с укороченной ризосферой, обуславливающей (наряду со скелетностью) их бедность. Сюда же относятся и торфяные почвы, возникающие в результате заболачивания по сфагновому (верховому) типу¹.

В. *Субори*. Растительность из упомянутых выше боровых олиготрофов с примесью мезотрофов (дуб, ель, ольха, рябина, орляк, буквица и др.), с преобладанием первых. Суборям соответствуют относительно бедные по плодородию почвы — глинистые пески или пески с супесчаными и суглинистыми прослойками небольшой мощности, а если с более мощными, то залегающими глубже. Кроме того, к суборовым относятся мелкие супесчаные и суглинистые почвы, в частности скелетные на горных склонах. Сюда принадлежат также торфяные почвы, образующиеся в результате заболачивания, переходного между верховым и низовым типом.

С. *Судубравы* (сурамени). Растительность из олиго-, мезо- и мегатрофов, причем древесные растения относятся главным образом к двум первым категориям трофности (сосна, дуб, ель). Судубравам соответствуют относительно богатые почвы — супеси, пески с мощными прослойками супесей и суглинков. Нередко встречаются суглинки небольшой мощности, а если и более глубокие, то с укороченной ризосферой (не более 0,5—1 м). Сюда же относятся менее богатые торфяные почвы низинных болот.

Д. *Дубравы* (рамени и др.). Растительность коренных насаждений из мезо- и мегатрофов; мезотрофы господствуют в верхних (древесных) ярусах (дуб, ель, ольха); нижние ярусы (подлесок, покров) состоят исключительно из мегатрофов. Этим местообитаниям соответствуют более плодородные почвы — суглинки, глины с мощной ризосферой — более 1,5—1 м, реже песчаные и супесчаные почвы, но в последнем случае неглубоко (0,5—1 м) подстилаемые хорошо доступными для корней суглинками и глинами. Иногда им соответствуют песчаные и супесчаные почвы с близким к поверхности горизонтом минерализованных грунтовых вод. К категории D относятся также почвы наиболее богатых низинных болот. Вся группа D делится на две части: близкая к группе С называется эдафически *безъясневая*, а расположенная в сторону нарастания трофности — *ясневая*, более плодородная.

В связи с классификацией трофотопов следует подчеркнуть необходимость экологической оценки плодородия незатронутых почвообразованием горных пород. Мнение об отсутствии у них

¹ В пределах трофотопов группы А могут встречаться участки крайне бедные, например только что отложенные золотые или аллювиальные пески, выходы очень плотных и трудно поддающихся выветриванию скальных пород и т. п. Практически с этой же категорией местообитаний имеют дело и на свежееотложенных песках, особенно на песках подвижных, летучих, лишенных почвы в пределах ризосферы. Такие категории площадей были указаны нами для песков Олешья и Д. Д. Лавриненко — для сильноистощенных старопахотных земель Полесья. Д. В. Воробьев называет их удачным термином «пустоши». Однако нет надобности выделять пустоши в отдельную категорию, равноправную другим трофотопам по следующим причинам:

1) они логически входят в состав группы А, крайне бедной по плодородию;

2) они исторически (имея в виду пески, утратившие почву) представляют собой динамичную, скоропереходящую стадию закрепления песка и почвообразования, достигающего значительных результатов в несколько десятилетий. Поэтому ставить ее наравне с устойчивыми категориями плодородия (А, В, С и D) было бы непоследовательно.



Рис. 100. Сухой бор (А₁) на дюнном всхолмлении, бонитет III/IV. Почва — боровой песок без прослоек. На переднем плане — прогалина, покрытая лишайниками *Cetaria* и *Cladonia*, ксерофильным видом кукушкина льна — *Polytrichum piliferum*, чебрецом и тонконогом. Почва крайне низкого плодородия и ничтожной влагоемкости.

п л о д о р д и я, особенно у рыхлых продуктов выветривания, ошибочно. Обнажения и свежие наносы осадочных пород во многих случаях еще до начала почвообразования способны заселяться растениями, зачастую высшими, в том числе и древесными.

Древесные породы на лишенных почвы субстратах иногда могут давать даже относительно высокую производительность. Например, сосна на свежих песчано-эоловых наносах и на обнажениях горных пород; белая акация и другие бобовые на лёссовых обнажениях оврагов; тополя и ивы на свежих аллювиальных наносах речных пойм.

В составе и производительности растительных сообществ, расположенных даже и на генетически развитых почвах, нетрудно найти отражение плодородия их материнских горных пород. Как было упомянуто, леса на песках, супесях и суглинках резко различны. Кислые горные породы — граниты, гнейсы, песчаники, многие глинистые сланцы, с одной стороны, основные и щелочные породы — андезиты, габбро, базальты, известняки, мел и т. д. — с другой, даже при генетически однотипных почвах способствуют образованию лесов разного состава, отражающих подчас несущественные для почвообразования свойства горных пород. Наличие фосфоритов в нижних, не затронутых почвообразованием горизонтах гравелитовых песков способствует смене сосняков на ельники в Брянском лесном массиве. С другой стороны, известно, что многие горные породы лишены эффективного плодородия для высших растений. Сюда относятся не затронутые выветриванием плотные горные породы, их скалистые обнажения. В результате процесса почвообразования, идущего под преобладающим влиянием растительности, намного повышается плодородие рыхлых геологических субстратов даже и в том случае, если в исходный момент почвообразования, то есть перед поселением растительности, они имели относительно высокое плодородие. Пример: лёссы, рыхлые продукты механического выветривания основных вулканических пород и т. д.

Различают следующие более мелкие, но существенные категории (формы) трофотопов:

1) *ацидифильные* — на кислых горных породах; в составе древостоев преобладают хвойные — сосна и ель, в почвенном покрове — черника, брусника, зеленые мхи и т. д.; на юге — съедобный каштан, рододендроны и др.;

2) *кальцеифильные* (известковые) — на черноземах и других почвах, образовавшихся на карбонатных горных породах. В составе лесов господствуют дуб, берест, ясень, черная сосна и др. При достаточном увлажнении эти формы трофотопов становятся нитрофильными, в них начинают преобладать азотолюбы — берест, полевой клен, бузина, крапива и др.;

3) *галогенные формы* — на засоленных и солонцеватых почвах. Сюда относятся некоторые дубняки, берестовники, заросли тамариска и другие леса и кустарниковые заросли.

Органический опад в лесу. Древесные и кустарниковые растения производят значительное количество органического вещества, из которого стволовая часть, более крупные ветви и корни остаются жить до предельного возраста, а листья, мелкие веточки, значительная часть цветочных органов, плоды и старые слои коры, опадая на землю, входят в состав органического опада. Листья и хвоя составляют до 80% всего опада по весу, то есть основную его часть. По Н. П. Ремезову, хвоя в сосняках-брусничниках Удмуртского заповедника составляет в годичном опаде 60—80%, сухие ветки — 3—12, чешуйки коры — 2—17, шишки — 4—7, прочее — 4—6%. У ели шишки в опаде занимают 10—22%, ветки — 8—18, чешуйки коры — 1%. В годичном опаде дубрав Шипова леса листьев около 60%, веточек 19, желудей 4, околоплодников 1, 2, травянистого покрова 14,2% (Е. И. Попова). Некоторое количество органического опада поступает в почву в результате ежегодного отмирания части корней древесных пород, особенно мелких всасывающих, имеющих у ряда пород жизненный цикл, равный нескольким неделям. Всасывающие корни отмирают и возобновляются 2—3 раза в год (Л. Рахтеенко, 1965).

Опад является одним из важнейших звеньев круговорота (обмена) веществ между лесом, почвой и атмосферой, преимущественно между первыми двумя. Значительное количество питательных элементов (азота, серы, фосфора, калия, кальция, магния, железа и др., в том числе и микроэлементов), взятых деревьями из почвы, возвращается с опадом назад. Это указывает на возможность обходиться в условиях леса минимальным запасом питательных элементов, регулярно обращающихся в круговороте.

В полевых культурах аналогичное явление видят в пожнивных остатках, однако большая часть потребляемых сельскохозяйственными растениями веществ вывозится с поля и возмещается внесением удобрений. В лесу же многократные годичные циклы выноса растениями из почвы элементов питания и возврата их с опадом, а также при помощи листового и корневого экссосмоса заканчиваются повышением плодородия почвы. Особенно велико обогащение ее азотом за счет азотсодержащих органических веществ опада и литогенными элементами питания (Ca, Mg, K, P, Fe и др.), переносимыми из нижних в верхние почвенные горизонты.

Следовательно, значение опада в лесу повышается в связи с тем, что лесной опад представляет собой естественное органическое удобрение, богатое всеми элементами растительной пищи, притом в количествах и соотношениях, близких к тем, которые необходимы для питания пород, из отмирающих органов которых он образовался. Интерес к изучению лесного опада возрастает в связи с его ролью в круговороте веществ.

Ежегодный опад, по данным Н. П. Ремезова (1959), в абсолютно сухом весе составляет:

Насаждение	Возраст (лет)	Абсолютный вес опада (т на 1 га)	Насаждение	Возраст (лет)	Абсолютный вес опада (т на 1 га)
Сосняк I бонитета, эдатоп B ₂	14	2,5	Липняк, эдатоп C ₂	13	2,2
	32	2,4		40	2,0
	45	1,9		74	3,5
	71	2,0		14	3,8
Сосняк Ia бонитета, эдатоп C ₂	94	1,3	Дубрава, эдатоп D ₃	50	3,9
	36	3,2		95	3,7
	57	3,8		132	4,4
Ельник-зеленомош- ник, эдатоп C ₂	38	2,0		10	3,9
	72	1,9	Оси́нник, эдатоп D ₃	25	4,1
	93	1,9		50	4,9
Ельник сложный, эдатоп C ₃	83	2,8			
	115	2,1			

По исследованиям Э. Эбермайера, ежегодный опад (в воздушно-сухом весе) составляет в среднем:

Насаждение	Возраст (лет)	Вес опада (т на 1 га)
Буковый лес	30—60	4,2
	60—90	4,1
	90	4,0
Еловый лес	30—60	4,0
	60—90	4,0
	90	3,3
Сосновый лес	20—50	3,4
	50—75	3,5
	75—100	4,2

По данным Э. Эбермайера, количество опада в буковых насаждениях 80-летнего возраста равнялось: в древостое I бонитета 3,0 т, II—2,3, III—1,5, IV—1,1 и V бонитета—0,6 т на 1 га.

Как видно из приведенных данных, максимальное количество опада свойственно взрослой осине и на 1 га составляет до 4,9 т в абсолютно сухом весе. Большое количество опада дают дуб, липа и сосна на плодородных и влажных почвах. Неясна зависимость количества опада от возраста древостоев. У лиственных пород заметно нарастание количества опада с возрастом, у ели — уменьшение. Э. Эбермайер подчеркивал прямую зависимость количества годичного опада от годичного прироста древесины. К этому выводу присоединился на основе своих исследований также и А. К. Ковалевский (1953), много лет изучавший опад в дубравах Тростянецкого лесхоза Сумской области и Черного леса Кировоградской области. Из его данных мы воспользуемся характеристикой годичного опада листьев, количество которых перечислено на чистое насаждение данной породы. Возьмем лишь те из них, которые относятся к участкам с наибольшим количеством данной породы (например, дуб из насаждения состава 9Д1Я, ясень из насаждений состава 10Я и т. д.).

Порода	Количество листьев в воздушносухом весе (т на 1 га)
Граб	4,5
Дуб	4,1
Клен остролистный	3,9
Ясень	2,9
Ильм	2,3

Отсюда видно, что наиболее продуктивными по количеству листового опада в дубравах являются граб, дуб и остролистный клен. Интересно, что у ясеня в смешанных насаждениях увеличивается количество листвы (табл. 33).

Таблица 33

Состав насаждения	Количество листового опада ясеня в 1949 г. (т на 1 га)	
	наличное	перечислен- ное на чистое насаждение ясеня
10Я, ед. Клен остролистный	2,8	2,9
7Я 3 Клен остро- листный	2,9	3,9
4Д 3Я 3 Клен остролистный	1,6	4,9

Из приведенных данных следует, что с уменьшением количества ясеня и увеличением его спутников продуктивность ясеневое опада на единицу площади резко возрастает. В этом заключается одна из наиболее характерных черт ясеня — своеобразной породы, увеличивающей свою продуктивность в окружении других пород и снижающей ее в своем чистом насаждении. К ясеню в этом отношении приближаются ильм и остролистный клен, также повышающие свой прирост и количество опада в смешанных насаждениях.

Как показал А. К. Ковалевский, количество опада зависит также от метеорологических особенностей года. В засушливые годы в одних и тех же дубравных древостоях опада бывает меньше, чем в годы, благоприятные по увлажнению. Смешанные и сложные насаждения дают больше опада, чем чистые, однопородные. Рубки ухода в дубравах, по данным А. К. Ковалевского, ускоряют процесс разложения опада.

Количество опада, которое дает подлесок, может быть значительным. Так, по данным И. П. Ремезова, лещиновый подлесок в 14-летнем молодняке дал на 1 га 0,9 т, или 26% всего количества опада. В чистых зарослях желтой акации количество опада достигает 4 т на 1 га.

Лесная подстилка. С течением времени из органического опада может сформироваться более или менее стабильный слой органических остатков на поверхности почвы, называемый лесной подстилкой. Она состоит обычно из двух или трех горизонтальных слоев — верхнего, сохраняющего формы и структуру растительных органов (листьев, плодов, веточек, коры), и нижнего, в котором преобладают гумифицированная масса темного или, чаще, темно-бурого цвета с примесью минеральных почвенных частиц. С течением времени в подстилке уменьшается доля листьев, так как они быстрее разлагаются, и относительно увеличивается доля веточек, плодов, чешуек и других более медленно разлагающихся остатков. Так, в хвойных насаждениях подстилка состоит из хвои на 21—36%, из веточек на 26—40, из коры на 4—20, из плодов (шишек) до 22% (А. П. Малянов, 1932). Особенно медленно разлагаются чешуи шишек и кусочки коры, которых больше всего в нижней части лесной подстилки хвойных лесов (В. С. Шумаков, 1941).

Рыхлость и плотность подстилки зависят больше всего от размера хвои и листьев, от рельефа их поверхности. Длинные хвоинки и листья, скрученные, как у обыкновенной сосны, или гофрированные вдоль края, как у черешчатого дуба, не могут укладываться плотно и поэтому дают рыхлую подстилку. Рыхлая подстилка получается также в смешанных насаждениях из-за разнообразия листьев, не дающего им плотно слеживаться. Зато мелкие хвоинки ели и пихты, связанные гифами разросшихся на них грибов, образуют более плотную подстилку. Плотно ложатся на почву плоские листья осины и остролистного клена в их чистых насаждениях.

Рыхлость подстилки благоприятна для ее разложения почти всюду, за исключением крайне засушливых условий и лесных опушек, из которых свежеепавшие листья и подстилка нередко уносятся ветром. Неплотная подстилка быстро пропускает воду в почву и защищает ее от испарения. Слоистость лесной подстилки лиственных пород не препятствует быстрому просачиванию осадков в почву, способствует запасанию почвенной влаги, защите ее от испарения с поверхности почвы.

Лесная подстилка лиственных пород вытесняет злаковый и моховой покров, так как лиственный опад ложится на них сверху, затеняет их, не дает им развиваться. Это явление положительное для плодородия почвы и возобновления широколиственных пород (В. П. Тимофеев, 1928). Однако в большинстве случаев подстилка мешает лесовозобновлению (гл. 13).

Лесная подстилка играет важную роль также в охране почвы от размывания — явления, весьма опасного на склонах. Подстилка очень влагоемка, она вбирает в себя до 250% влаги по отношению к весу своей сухой массы, замедляет скорость движения поверхностных струй, способствует уменьшению поверхностного стока и предупреждению смыва и размыва почвы. По данным А. С. Скородумова, подстилка мощностью 4—5 см способна задержать в себе до 25 мм влаги, что очень существенно для уменьшения разрушающей силы ливневых осадков.

Кроме сказанного, лесная подстилка очень ценна в качестве механического буфера, уменьшающего давление, оказываемое людьми и крупными животными на верхний слой почвы в лесу. Механическое давление на почву может вызвать значительное уплотнение ее поверхности, крайне неблагоприятное для леса. Верхний слой почвы, покрытый подстилкой и затененный зеленым пологом, защищен от вредного влияния ультрафиолетовых лучей, губительных для микробного населения почвы.

Количество лесной подстилки колеблется в зависимости главным образом от быстроты ее разложения. Если на поверхности почвы находится 30 т подстилки на 1 га при среднем годовичном количестве опада 3 т, значит, в лесной подстилке находится 10-летний запас опада. Этот показатель иллюстрирует темпы разложения опада и самой подстилки, скорость обмена веществ.

Ниже приводятся данные о количестве лесной подстилки (в тоннах воздушносухого вещества на 1 га) в чистых (однопорodных) куль-

Количество лесной подстилки в чистых древостоях 80—100-летнего возраста в тоннах воздушносухого веса на 1 га (П. П. Похитон, 1953 г., Тростянецкий дендропарк Черниговской области)

Породы		Породы	
Хвойные		Граб	11,2
Ель обыкновенная	29,3	Вяз	9,4
Сосна обыкновенная	25,0	Клен остролистный	8,0
» черная	17,7	Тополь белый	8,0
Пихта европейская	17,3	Лещина	7,9
» одноцветная	15,5	Береза бородавчатая	7,7
Туя западная	12,3	Акация белая	7,0
Сосна веймутова	10,6	Липа мелколистная	6,2
Лиственница европейская	9,4	Яблоня райская (парадизка)	6,1
Можжевельник обыкновенный	0,0	Орех грецкий	5,9
» казачий	0,0	Ильм	5,4
Лиственные		Ясень обыкновенный	4,5
Дуб красный	17,0	Орех черный	3,7
Каштан конский	13,8	Клен серебристый	3,5
Клен явор	13,8	Чермуха обыкновенная	1,9
Дуб черешчатый	13,7	Скумпия	1,4
Бук европейский	13,1	Гледичия	0,0
		Бархат амурский *	0,0

* Культура 16 лет.

турах 80—100-летнего возраста дендропарка-заповедника «Тростянец» Черниговской области на 20 августа 1951 г., полученные П. П. Похи-тоном (1953). Местные условия — северная подзона лесостепи, исход-ные почвы — выщелоченные черноземы на суглинистом лёссе. Вслед-ствие засушливого климата разложение подстилки замедляется из-за перерывов в деятельности микрофлоры, сопровождающих засуху.

Эти данные показывают, что хвойные породы накапливают больше подстилки, особенно ель и сосна, под которыми, даже в условиях лесос-тепной зоны, может накапливаться 10-летний запас опада. Менее других из хвойных накапливает подстилку лиственница. Среди лиственных, как и следует ожидать, больше подстилки (5—6-летний ее запас!) накап-ливают древесные породы с опадом, богатым дубильными и кис-лотами, угнетающими микрофлору: дубы, конский каштан, бук. Большинство лиственных пород в своих чистых насаждениях накапли-вают хотя и меньше подстилки, но все же в среднем не менее полутора-годового запаса. Примечательно, что можжевельники в Тростянецком дендропарке совсем не накапливают подстилки и в этом отношении они даже превосходят лиственные кустарники.

Иная картина наблюдается в смешанных насаждениях. По данным А. К. Ковалевского, от опавших листьев большинства пород смешанных дубравных насаждений к будущей осени почти ничего не остается. Такой эффект наблюдается и в чистых древостоях, даже в дубняках, но лишь в том случае, когда они имеют густой подлесок из лещины, бузины, татарского клена, бересклетов и других кустарников. Следовательно, дубравный подлесок являясь ускорителем обмена (круговорота) веществ между древостоем и почвой.

На разложение опада и формирование подстилки оказывают боль-шое влияние, как это было частично отмечено раньше, климатические и почвенные условия. Мягкий и влажный климат, богатые почвы уско-ряют разложение вплоть до полного истлевания подстилки в течение теплой зимы или первой половины лета у таких пород, как ильмовые, ясень, липа, лещина, бузина и др. Противоположные условия — недо-статок тепла, засуха или избыточное увлажнение — задерживают раз-ложение на промежуточных этапах или способствуют накоплению более прочных комплексов перегнойных веществ, не поддающихся столь быст-рому разложению.

Приведем данные о количестве разных микробных групп в лесных подстилках и почвах (табл. 34).

Таблица 34

Количество микрофлоры в подстилке и почве 25/IX 1955 г. в 50-летних культурах ели и лиственницы на оподзоленных черноземах Старо-Константиновского лесхоза (по данным А. П. Визира)

Состав насаждения	Горизонт и вес воз-душносухой подстилки	Сапро-фитные бактерии	Микро-скопиче-ские грибы	Актино-мицеты	Азото-бактер	Клостри-дий	Нитри-фика-ционная способ-ность почвы
10 Ель	A ₀ , 4 т/га	67 200	386	1905	Нет	0,2	++++
	A ₁ , 0—3 см	3 066	44	378	»	0,4	+++
	A ₁ , 3—10 см	1 326	36	195	»	1,0	++
10 Листвен-ница	A ₀ , 5 т/га	28 800	154	1884	Нет	0,5	+++++
	A ₁ , 0—3 см	4 074	37	168	»	1,5	+++++
	A ₁ , 3—10 см	2 145	29	274	»	1,0	+++

Из данных таблицы 34 видно, что наибольшее количество всех микробных групп свойственно лесной подстилке. Особенно много в ней сапрофитных бактерий, разлагающих органический опад. Полностью отсутствует азотобактер, обычный лишь в пахотных окультуренных почвах; функции азотфиксации в почве несет клостридий. Лиственница в данных условиях дает подстилку худших свойств, чем ель, но по балансу азота (азотфиксации и нитрификации) она превосходит ель. В наших исследованиях (1931) о влиянии подстилки на почву лиственница увеличивала подвижность питательных веществ темно-серой лесостепной почвы по азоту в 3 раза, по фосфору в 2, по калию в 1,5 раза.

Обилие полезной для лесных пород микрофлоры, часть которой специфична для отдельных древесных пород (например, грибы-микоризообразователи), используется для улучшения роста сеянцев в питомниках. Так, С. А. Вильде (1945) рекомендует подкормку сеянцев сосны раствором питательных солей с примесью сосновой подстилки. С. Рубцов (1964) вносил лиственничную подстилку в почву питомников, где выращивают лиственницу, и получил повышение роста сеянцев в 5 раз.

С точки зрения продуктивности леса быстрое разложение опада и лесной подстилки выгодно, так как при этом образуются минеральные соединения азота, фосфора, калия и других элементов, составляющих пищу растений. В подстилке и почве происходит разложение белков, заканчивающееся аммонификацией — образованием аммонийных солей, в большинстве своем доступных для растений; осуществляется целый ряд других микробиологических процессов азотного обмена — нитрификация, денитрификация, азотфиксация.

В процессе минерализации растительных остатков и гумуса образуются в качестве конечных продуктов их распада минеральные соли — карбонаты, нитраты, сульфаты, фосфаты кальция, магния, калия, аммония, частично кислоты и слабые щелочи. Все они, за малым исключением, — питательные вещества для зеленых растений. Чем больше образуется питательных веществ, растворимых в воде или нерастворимых, но доступных для питания в процессе дальнейшего их превращения под влиянием химических или микробиологических агентов, тем выше при прочих равных условиях продуктивность леса. В прочие условия входит высокий уровень снабжения влагой, достаточное количество всех факторов роста.

Главным источником микроэлементов для леса является органический опад. В почве под сосной марганца в 10—20, под елью в 5—10 раз больше, чем под березой и липой. В осенних листьях граба количество марганца доходит до 0,85 % веса сухой их массы. Меди под хвойными породами больше, чем под березой, но осенью, после опадения листвы, соотношения становятся обратными (Е. В. Аринушкина, 1962).

Было отмечено, что лесовод заинтересован в ускорении обмена веществ между древостоем и почвой, так как этим путем он повышает прирост и продуктивность древостоя. Однако быстрая минерализация опада и подстилки не всегда желательна. Например, на песчаных почвах медленно разлагающаяся сосновая подстилка полезнее, чем богатая азотом и зольными элементами подстилка белой акации (Фехер, 1931). Это объясняется тем, что потребности сосны — породы, лучше других растущей на песках, — не так велики, а слишком быстрая минерализация опада приводит к вымыванию значительной части питательных элементов из верхнего почвенного слоя песка нередко за пределы ризосферы. Медленно разлагающийся сосновый опад дает толстый слой подстилки, защищающий почву от физического испарения. Он увеличивает недостающую в песке коллоидную часть почвы, способную поглощать и удерживать на поверхности своих частиц-мицелл ценные питательные элементы, которые в противном случае будут вымыты за пределы ризосферы.

Типы лесного перегноя. В лесоводстве еще с начала прошлого века было принято своеобразное широкое понятие о «лесном гумусе», включающее в себя не только представление об аморфном — «черном веществе почвы» (то есть о гумусе в узком, принятом почвоведением смысле), но и прежде всего о напочвенном образовании — лесной подстилке. Классиком учения о лесном гумусе заслуженно считают датского лесовода П. Э. Мюллера, который опубликовал в 1887 г. свои исследования на данную тему, ставшие впоследствии руководящими для западноевропейских лесоводов и почвоведов. Классификация типов перегноя по П. Э. Мюллеру, принятая с изменениями и дополнениями, используется также и русскими почвоведом (И. В. Тюрин и В. В. Пономарева, 1940; Н. П. Ремезов, 1946, и др.). Она включает в себя под названием «гумус» не только гумус в собственном смысле, тесно связанный с минеральными частицами почвы, но и лесную подстилку, все ее слои, начиная от едва затронутых разложением. Поэтому лучше называть лесной гумус в смысле Мюллера и западных лесоводов лесным перегноем.

Различают следующие три типа перегноя в зависимости от темпов накопления и разложения органического опада.

И. Му л л ь — мягкий перегной или собственно гумус, создающийся при быстром разложении опада широколиственных пород и кустарников: ильмовых, ясеня, граба, липы, бузины, лещины и других, особенно в их смешанных древостоях. Опад в этих условиях не создает типичной лесной подстилки, так как к моменту листопада в данном году на почве остается лишь небольшая часть опада предшествующей осени, главным образом листовые черешки и жилки, остатки плодов и т. д. В разложении принимают участие многочисленные представители почвенной мезофауны, особенно дождевые черви, перемешивающие опад с минеральными слоями почвы, и многочисленная микрофлора. В со-



Рис. 101. Живой покров под пологом изреженного букового леса, состоящий из душистого ясенника (*Asperula odorata*), дубравной перелески (*Mercurialis perennis*), двудомной крапивы (*Urtica dioica*), женского папоротника (*Athyrium filix femina*), ожины (*Rubus caesius*) и др., свидетельствует о гумусе типа «мулль» (влажная бучина, D₃), Карпаты.

ставе последней преобладают бактерии, базидиальные грибы, актиномицеты.

Большое количество опада, богатого азотом и зольными веществами, измельчается и диффузно перемешивается с почвой, подвергается быстрой гумификации и минерализации. Почвы изобилуют гумусом (до 10—15% в верхнем горизонте), имеют водопрочную зернистую структуру, нейтральную реакцию в верхнем горизонте (рН 6,0—7,5). Иногда в древостоях из ильмовых, ясеня, полевого клена с подлеском из черной бузины самый верхний слой таких лесных почв обогащается карбонатами (до 1% CaCO_3). Опад в процессе быстрой минерализации как бы сгорает, освобождая зольные элементы в виде окислов, соединяющихся с углекислотой (П. С. Погребняк, 1949). В травянистом покрове показателями муллы являются ясенник, сныть, перелеска, двудомная крапива и др. (рис. 101). Обмен веществ между древостоем и почвой очень быстрый, цикл его годичный или в крайних случаях полутора-двухгодичный.

II. М о д е р (или «мор») — перегной промежуточного типа, распространен в более континентальном климате под листовыми породами, особенно в насаждениях из дуба и бука, или в смешанных хвойно-лиственных древостоях. Формируется в виде устойчивой лесной подстилки, свидетельствующей о том, что процесс разложения опада протекает в более длительные сроки, чем в типе муллы. Мощность подстилки 3—7 см соответствует по весу 2—5-летнему количеству опада. Модер делится на следующие три слоя:

A'_0 — свежий опад, еле затронутый разложением;

A''_0 — полуразложившийся опад, буроватый, зачастую волокнистый, с легкоразличимыми хвоинками, жилками и черешками листьев, остатками более прочных элементов опада — кусочками коры, чешуек шишек и т. д.;

A'''_0 — темно-бурый гумифицированный слой, представляющий собой аморфную, бесструктурную массу, лежащую непосредственно на гумусовом горизонте почвы (A_1) и переходящую в него постепенно.

В процессах разложения опада по этому типу принимают участие многочисленные представители почвенной мезофауны, но с меньшим участием дождевых червей, чем в предыдущем типе. Переходный характер между муллой и грубым перегноем имеет также и состав микрофлоры, в котором грибы из родов *Mucor* и *Penicillium* преобладают над бактериями. Реакция подстилки и почвы слабокислая (рН 5,0—6,5). Обмен веществ между древостоем и почвой замедленный (рис. 102).

III. «Г р у б ы й п е р е г н о й» (или «сухой торф»). Образуется почти исключительно в хвойных насаждениях, главным образом в сосняках, ельниках, лиственничниках, кедровниках, чаще на бедных почвах и субстратах, в более холодном и влажном климате. Грубый перегной имеет вид полуторфянистого слоя, как бы прошитого корнями деревьев и мелких кустарников из семейства вересковых (вереск, черника, брусника и др.), а также гифами грибов. Для него характерен острый запах плесени. Мощность от 5 до 20 см. Так же, как и модер, он состоит из трех слоев, но средний — A''_0 — может занимать до $\frac{8}{10}$ его мощности. Вес подстилки соответствует более чем 5-летнему количеству опада. Накапливается грубый перегной вследствие преобладания в нем грубого опада, богатого смолами и дубильными веществами (хвоя, листья дуба, бука, рододендрона и других пород), разлагающегося медленно, так как грубые растительные ткани, богатые антибиотиками, тормозят деятельность микрофлоры. Мезофауна небогата, представлена главным образом насекомыми; крупных дождевых червей нет. Бактериальная флора бедна. Из грибов преобладают пеницилловые, мукоровые и непродуктивные гумификаторы, которые большую часть усваиваемых растительных веществ расходуют на построение собственных органов.



Рис. 102. Вид сверху на подстилку типа «модер» под пологом коренного сосново-дубового насаждения свежей суборп (B_2).

Одна из причин медленного разложения грубого перегноя — бедность опада хвойных пород зольными веществами и азотом. Кислая реакция грубого перегноя ($pH\ 3,0-5,0$) благоприятствует разрастанию сплошного яруса блестящих мхов (*Pleurozium*, *Hypnum*, *Dicranum*, *Hylocomium* и др.) и кукушкина льна (*Polytrichum commune*, *P. formosum*), являющегося торфообразователем. Непосредственно под грубым перегноем формируется белесый подзолистый горизонт, а ниже его — бурый гумусовый ортштейн. Иными словами, в лесах с этим типом перегноя отсутствует сколько-нибудь типичный дерновый (перегнойно-аккумулятивный) горизонт и под подстилкой сразу же формируется подзолистый горизонт. При удалении подстилки получается типичная подзолистая почва, лишенная дернового (перегнойно-аккумулятивного) горизонта. Обмен веществ между древостоем и почвой медленный, вялый, отрицательно сказывающийся на продуктивности леса (рис. 103).

И. В. Тюрип (1943) установил, что мулль и грубый гумус свойственны как свежим, так и влажным местообитаниям, то есть увлажнение не играет по крайней мере прямой роли в их образовании. Действительно, густые хвойные древостои способны накапливать толстый слой подстилки даже и в более засушливых условиях, но она здесь не имеет характера типичного грубого перегноя. Смена хвойных пород лиственными, например сосны и ели березой или осиной, способствует ускорению разложения грубого перегноя, переходу его в модер. Подобное влияние оказывает также лиственница.

Переходными породами являются все виды семейства буковых — бук, дуб и съедобный каштан, а также не относящийся к этому семейству конский каштан (*Aesculus hippocastanum*). Обилие дубильных веществ в листьях и других органах, жесткость листы у многих видов этих пород также способствуют замедленному разложению опада. В чистых насаждениях представители семейства буковых, особенно на кислых горных породах (граниты, гнейсы, песчаники, сланцы), образуют подстилку типа модер, а бук — даже типа грубого гумуса. Но в смешанных насаждениях, особенно с широколиственными — ильмовыми, кленами, липой, грабом и кустарниками, создаются муллевые почвы. Близко к буковым

по влиянию на почву стоит конский каштан, птерокария, азалия и рододендроны, скумпия и другие, также богатые дубильными веществами.

В формировании гумусового горизонта лесных почв, кроме процессов вымывания дисперсных частиц настоящего гумуса из лесной подстилки и внесения их в почву дождевыми червями, немалое значение имеет также дерновый процесс — накопление гумуса в результате разложения отмерших корней трав — представителей подлесной флоры. Особенно интенсивно дерновый процесс протекает на влажных и сырых лесных почвах, если в результате изреживания полога насаждения или после сплошной рубки почвы задерживаются преимущественно злаково-осоковым покровом. Гумификации в данных условиях благоприятствует также и временно избыточное увлажнение в верхних горизонтах почвы. Однако, вопреки распространенному мнению о вредности дернового процесса для лесных пород, при этом не происходит ухудшения лесорастительных условий. Наоборот, вследствие накопления гумуса и азота увеличивается потенциальное плодородие почвы, особенно для березы и осины, потребность в азоте у которых в 2 раза больше, чем у сосны и ели. Химический состав гумуса в перегное названных типов имеет следующие особенности. Мульч характеризуется преобладанием гуминовых кислот, насыщенных кальцием (Са-гуматы), и относительно небольшим количеством фульвокислот («растворимого гумуса»). При переходе от модера к грубому гумусу количество гуминовой кислоты уменьшается, а фульвокислот нарастает. В соответствии с этим меняются элементарный состав перегноя и его количественная сторона (табл. 35).



Рис. 103. Лесная подстилка типа «грубый перегной» в сосняке влажной субори (В₃) с покровом из черники. Мощность 18 см.

Таблица 35

Запасы перегноя и входящих в его состав С и N в лесных почвах до глубины 1 м (по Н. В. Тюрину и В. В. Пономаревой, 1940)

Группы лесных почв по типам гумусового профиля и по увлажнению	Общие запасы (т на 1 га)			Отношение С : N
	перегной	С	N	
Свежие муллевые	153	84,8	9,7	8,7
Влажные муллевые	360	198,8	16,2	12,3
Переходные (модерные) . . .	146	81,8	6,0	13,7
Свежие грубогумусовые . . .	198	110,0	7,0	15,7
Влажные грубогумусовые . . .	187	103,6	5,4	19,2

Обращает на себя внимание уменьшение азота при переходе от мульч к грубому перегною и расширение отношения углерода к азоту. Оно имеет немаловажное значение для минерализации азотсодержащих органических веществ, аммонификации и особенно нитрификации. В муллевых почвах эти процессы активны, в результате накапливается много аммонийных солей, нитритов и нитратов. Внешне об этом свидетельствует обилие нитрофилов в составе подлеска и травянистого покрова на муллевой почве: бузина, европейский бересклет, татарский клен, двудомная

крапива, глухая крапива, будра, зеленчук, сныть, гравилат, перелеска, ожина, иван-чай и др.

На грубоперегнойных почвах из-за ряда обстоятельств и особенно из-за неблагоприятного отношения $C:N (>15)$, значительного количества фульвокислот, а в нижних горизонтах из-за подвижного алюминия процессы аммонификации и фиксации азота малопродуктивны, нитрификация подавлена. Следовательно, при сильном затормаживании микробиологических процессов, при общем снижении темпов минерализации органического опада, вызванных упомянутыми выше причинами, в грубоперегнойных почвах под хвойными породами замедляется круговорот азота. Это отрицательно сказывается на продуктивности леса.

Иногда грубоперегнойным почвам приписывают как отрицательное явление плохую аэрацию, но это утверждение, как показал шведский лесовод Л. Г. Роммель (1926), не вполне соответствует истине; в течение большей части вегетационного периода, за исключением ранней весны и поздней осени, слой грубого перегноя не подвергается переувлажнению и хорошо проветривается. Однако следует полагать, что выводы Л. Г. Роммеля справедливы для свежих и влажных гиротопов; что же касается сырых (заболоченных) местообитаний, то в них грубый перегной имеет черты, переходные к настоящему болотному торфу. Он формируется в значительной степени из кукушкина льна с примесью сфагнома, то есть в анаэробных условиях.

Корни хвойных пород густо заселяют нижние слои лесной подстилки типа «грубый перегной». В сырых гиротопсах (A_4 , B_4 , C_4) в грубом перегное расположена почти вся корневая система растущих здесь сосны и ели. При этом говорят «деревья стоят на почве», подразумевая, что корни расположены выше минерального горизонта, в покрывающем его сверху слое грубого перегноя. Слабая ветроустойчивость таких насаждений — общеизвестное явление. На формирование торфяной подстилки в данном случае влияют переувлажненность и плохая аэрация почвы на протяжении большей части теплого периода года.

Грубый перегной является отрицательным фактором для продуктивности насаждений, поэтому стремятся ускорить его разложение. Для этого рекомендуют прогонять скот, чтобы разрыхлить грубый гумус. Однако этот экстенсивный способ не дает радикальных результатов. В северных районах положительное влияние оказывает изреживание насаждения, увеличивающее доступ тепла и влаги к почве, а также ее известкование. Очень хорошее действие оказывает внесение молотого мела, известняка или мергеля, гашеной извести, фосфоритной муки. Вносят их зимой по снегу, равномерно разбрасывая по поверхности известняк и мел в количестве от 4 до 20 т на 1 га. Если поблизости имеются залежи мела, известняка или лугового мергеля, данное мероприятие становится высокоэффективным также и в экономическом отношении. Уже на третий год после известкования исчезают ацидофилы (кислотолюбые), мхи, черника, брусника и другие, появляются кальцифилы и нитрофилы. Последние свидетельствуют о начавшейся минерализации органических веществ, повышении количества минеральных соединений азота (аммонийных и нитратных солей), являющихся продуктами разложения опада по типу мулль и модер. Эти явления сопровождаются также увеличением прироста насаждений, особенно по диаметру и массе.

На пятый-седьмой год после известкования грубый перегной превращается в модер, годичный прирост увеличивается на 30—50%, в ряде случаев на 70—80%. Увеличение прироста в сырых и влажных местообитаниях, где грунтовые воды доступны для корней, вызывает усиление водопотребления и снижение уровня грунтовых вод. Последнее, в свою очередь, ведет к повышению ветроустойчивости древостоя, расширению используемого им объема почвы. Если же в освобождающихся от затопления нижних горизонтах подпочвы много глины, то продуктивность

древостоя повышается еще на один бонитет. Следовательно, известкование способно оказать не только временное влияние на прирост в результате использования запасов питательных веществ грубого перегноя, но и вызвать более длительный, устойчивый эффект подъема продуктивности древостоя путем перевода его среды в разряд менее заболоченных и богатых питательными веществами местообитаний.

Круговорот азота и зольных элементов. В лесу существует постоянный, закономерно по сезонам года, повторяющийся обмен азотом и зольными веществами между деревьями и почвой (рис. 104). Обмен имеет характер полного, почти замкнутого круговорота веществ, что в значительной мере гарантирует обращающиеся в нем питательные элементы от потери на вымывание за пределы ризосферы.

В общем лесном круговороте (С) следует различать два его составных цикла (П. С. Погребняк, 1947):

C_1 — малый цикл, осуществляемый питательными элементами между листьями, мелкими ветвями и корешками, с одной стороны, и почвой — с другой. Продолжительность малого цикла 1—5 лет. В течение этого срока листья и большая часть мелких веточек и корешков отмирают, превращаются в составные элементы почвы, в большинстве пригодные для его повторения.

C_2 — большой цикл, совершающийся в процессе вхождения питательных элементов в состав ствола, крупных ветвей и корней и их возвращения назад в почву. Питательные элементы завязываются в этом цикле надолго, иногда на несколько столетий. В естественном лесу лишь после отмирания дерева элементы этого цикла возвращаются в почву. Из освоенных лесов они вывозятся вместе с древесиной.

Соотношение питательных элементов, вовлекаемых ежегодно в каждый из этих циклов, $C_1 : C_2$ показательно для характеристики влияния древесной породы на плодородие почв. Это коэффициент возврата питательных элементов, усвоенных древостоем из почвы. Если он больше единицы, баланс обмена веществ положительный, если меньше — отрицательный.

Изучение круговорота азота и элементов зольного питания в сосняках (Н. П. Ремезов) показало, что наибольшее количество питательных веществ поглощают из почвы чаще всего густые молодняки и жердняки.

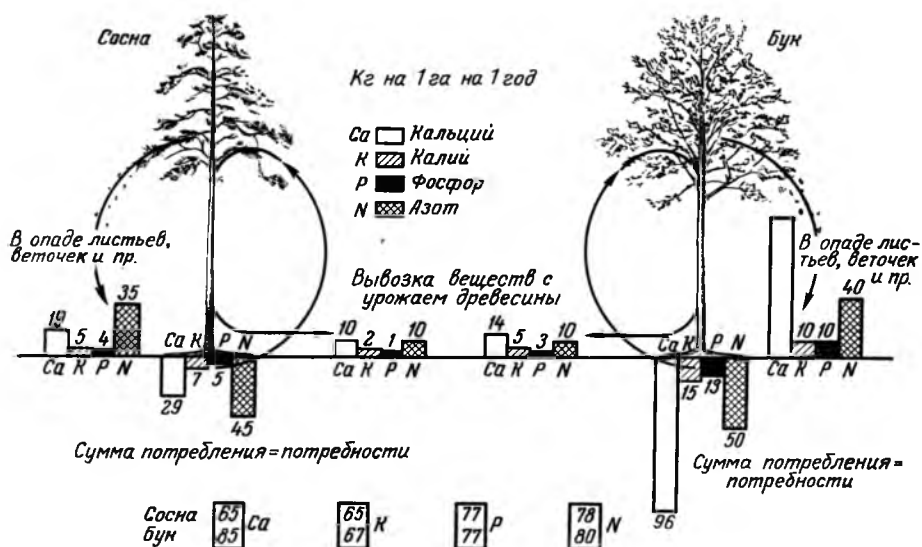


Рис. 104. Круговорот веществ в лесу. С древесиной из леса вывозится относительно небольшая часть главных питательных элементов — азота, фосфора, калия и кальция. Большая часть их входит в текущий круговорот и ежегодно возвращается в почву. Органический опад — естественное удобрение лесной почвы; удаление его из леса недопустимо (из А. Денглера, 1944).

В течение этих фаз возраста сосняки и удерживают в своих органах примерно столько или даже несколько больше азота и зольных элементов по сравнению с тем их количеством, какое они возвращают с опадом в почву. Начиная же примерно с 40—50-летнего возраста соотношения меняются. С опадом хвои, веточек, стволов в почву возвращается все большая доля взятых у нее элементов. В 95-летнем возрасте сосняк I бонитета свежей субори возвращает азота в 5 раз, фосфора в 4, калия в 2, магния в 6, кальция в 7, серы в 3,5, полуторных окислов в 5,5 раза больше по сравнению с количеством, удерживаемым в стволах, крупных ветвях и корнях деревьев.

В ельниках перелом к преобладанию возврата в почву азота, кальция и магния начинается с 50-летнего возраста, фосфора — после 60 лет, калия и серы — после 75 лет.

В осиннике существует период преимущественного удержания элементов, взятых из почвы, но уже после 30-летнего возраста происходит перелом к преобладанию возврата азота, фосфора и кальция.

В дубняке до 45-летнего возраста только по азоту и кальцию существует период преобладающего удержания. Что же касается фосфора, калия и магния, то отдача их преобладает над удержанием, начиная с момента смыкания дубового молодняка.

Липняк совсем не имеет фазы преимущественного выноса веществ из почвы. Начиная уже с молодняка, он возвращает в почву большую долю всех элементов по сравнению с их удержанием.

Следовательно, только хвойным лесам свойственна тенденция к расхождению между выносом питательных элементов и их возвратом в почву, к преобладанию выноса. Но даже и хвойные в позднем периоде их жизни — в приспевающем и спелом возрасте — меняют отрицательный для почвы баланс на положительный.

Догадку об упоминаемой разнице в соотношении потребления и возврата зольных веществ, меняющемся с возрастом, высказал Г. Ф. Морозов в то время, когда еще не существовало исследований по балансу веществ в системе почва — древостой. Г. Ф. Морозов называл критическим тот возраст, в котором насаждения развивают «наибольшую хворостяную массу», имеющую самую высокую зольность. По Г. Ф. Морозову (1912), если в этом возрасте состав почвы не может удовлетворить потребность насаждения, дифференциация деревьев и самоизреживание насаждения замедляется, происходит остановка роста.

В хозяйстве на быстрорастущие породы через 2—3 оборота возможно заметное обеднение почвы главным образом кальцием, азотом, фосфором, калием, в меньшей мере другими элементами. То же относится и к широколиственным породам при ведении низкоствольного (порослевого) хозяйства. В этих случаях необходимо внесение удобрений.

Неблагоприятное влияние на круговорот веществ и лесорастительные свойства почвы в условиях влажного климата оказывает бессменная культура чистых хвойных насаждений. Они способствуют образованию грубого перегноя и в этих условиях не обеспечивают улучшения лесорастительных свойств почвы. Особенно это относится к хвойным породам с поверхностной корневой системой, к ели и другим, которые лишь в слабой степени могут использовать зольные элементы материнской породы. Сосна, обладая более глубокой корневой системой, чем ель, на почвах с мощной ризосферой может в большей степени использовать зольные элементы из нижних почвенных горизонтов и подпочвы.

В прошлом столетии в Германии была распространена тенденция сменять лиственные леса еловыми культурами, более доходными по тогдашней экономической конъюнктуре. Эта «еломания» привела к нарушению круговорота веществ, потере почвами их прежнего плодородия под влиянием подзолообразующих ельников. Деградация почв под воз-

действием чистых еловых культур — распространенное явление. Образование вересковых пустошей в мягком климате Западной Европы вызвано сплошно-лесосечным хозяйством.

Существенное улучшение лесорастительных свойств почв может быть достигнуто чередованием хвойных пород с лиственными или созданием смешанных хвойно-лиственных насаждений — хвойно-дубовых, хвойно-буковых и т. д. В тех местах, где по климатическим условиям культура широколиственных пород невозможна (таежная зона), следует использовать мягколиственные породы, в первую очередь березу в качестве примеси к ели, осину к пихте, серую и черную ольху ко всем главным породам.

Работами А. К. Ковалевского, выполненными под нашим руководством (1940), было установлено на основе почвенных анализов, что с возрастом насаждений увеличивается запас подвижных питательных веществ в почве — азота, фосфора, калия, кальция, повышается ее рН, усиливается нитрификационная способность. Еще раньше (1929) было обращено внимание на несоответствие старых представлений о деградации чернозема под влиянием леса (и вообще о падении плодородия почвы под влиянием леса) истинному положению вещей. Например, история древопольного хозяйства свидетельствует о том, что самые высокие урожаи получали на свежих вырубках из-под лесов, как хвойных, так и лиственных. Следовательно, в течение периода пребывания пахотной почвы под лесом ее плодородие не только не деградирует, но, наоборот, восстанавливается до прежнего высокого уровня, пригодного для земледелия.

Исследования легкоусвояемых питательных веществ в почвах Черного и Шипова леса (1940) показали, что при увеличении степеней оподзоленности, начиная от исходного степного чернозема и кончая светло-серой лесостепной почвой, нарастает подвижность литогенных элементов растительной пищи — фосфора, калия и магния, а запасы подвижного азота остаются на уровне, удовлетворяющем потребности насаждений в этом элементе. В крайнем звене чернолесского ряда оподзоливания — на глубоко оподзоленной суглинистой почве в тальвеге балки — растут насаждения позднего дуба I^a бонитета типа влажной дубравы; они достигают в 120 лет средней высоты 36 м. Такой высокий бонитет дуба говорит не только об оптимальном увлажнении, но и об обеспеченности дубового древостоя питательными веществами, о высоком плодородии местной глубокооподзоленной глинистой почвы.

В Шиповом лесу почвенный ряд оподзоливания, начиная от выщелоченных черноземов через темно-серые к серым и светло-серым почвам, также показал нарастание количества подвижных минеральных элементов почвы. Правда, параллельно снижались количество подвижного (гидролизуемого $0,2n\ H_2SO_4$) азота и нитрификационная способность. Но ухудшение азотного баланса было следствием не оподзоленности, а падения бонитетов при переходе от свежих к сухим дубравам, уменьшения количества органического опада, увеличения доли дуба и уменьшения доли его спутников в составе опада.

Под влиянием леса, поселяющегося или разводимого на степном черноземе, круговорот веществ ускоряется и расширяется, захватывая больший объем почвы в результате освоения корнями глубинных горизонтов чернозема. В круговорот вовлекается дополнительное количество элементов, ранее прочно связанных в гумусе, в первичных и вторичных минералах. Благодаря лучшим условиям увлажнения верхнего почвенного слоя под пологом леса значительная часть степного гумуса в черноземе становится объектом минерализации уже в первой фазе поселения леса. При этом особенно резко возрастает интенсивность азотного обмена — аммонификации и нитрификации. Минерализация гумусовых пленок, обволакивающих почвенные частицы, открывает путь для химического выветривания (окисления и гидролиза) минералов, способствует мобилизации (переходу в подвижное состояние) литогенных элементов почвенного питания — фосфора, калия, магния и др.

Кислотно-щелочной баланс лесных почв. Исследования проф. Н. Н. Степанова (1925) и наши (1952) показали, что реакция фильтратов

из лесных подстилок меняется в зависимости от сезонов года. В большинстве случаев по мере разложения свежего опада его реакция приближается к нейтральной (рН 7,0). Поэтому, например, свежий осенний опад граба, имеющий рН 4,9, приобретает к осени следующего года нейтральную реакцию (6,9), сосна соответственно 5,9 и 6,8. Интересно, что наибольшее количество кислотных единиц выделяется опадом лиственных пород. За год в приемник лизиметра из листового опада вместе с водными фильтрами поступило следующее количество кислотных и щелочных единиц (миллиэквивалентов на 1 кг абсолютно сухого органического опада):

клен серебристый . . .	158,3	кислотной единицы
граб	126,3	» »
скумния	104,6	» »
клен остролистный . . .	80,0	кислотных единиц
сосна	25,8	кислотной единицы
дуб	17,7	» »
лиственница	26,0	щелочных единиц
берест	32,8	щелочной единицы
бархат амурский . . .	79,3	» »
акация желтая	100,4	» »
бузина черная	137,3	» »
бересклет европейский	152,5	» »

Как видно из приведенных данных, в фильтрате хвойных пород содержится немного кислотных единиц, а в фильтрате опада лиственницы — даже некоторое количество щелочных единиц. Наибольшие кислотообразователи (ацидификаторы) — клены, граб, скумния; наибольшие нейтрализаторы почвы — кустарниковые породы, амурский бархат, ильмовые.

Эти данные не противоречат достоверно наблюдаемым фактам более сильного оподзоливания почв под хвойными породами. Хвойные, как уже отмечалось, образуют медленно разлагающийся грубый и кислый перегной, на котором поселяются наиболее интенсивные кислователи почвы — пеницилловые и мукоровые грибы. Под лиственничниками опад после усиленного летнего разложения приобретает нейтральную реакцию. Следовательно, лиственные породы и лиственница в зависимости от сезона года могут выступать то как кислователи, то как нейтрализаторы почвы.

В почвенном профиле под хвойными максимум кислотности наблюдается в нижней части подстилки; под лиственными — на глубине иллювиального горизонта, куда не доходят щелочные продукты минерализации листового опада. В качестве фактора, способствующего нарастанию кислотности почв, выступает поглощение деревьями из почвы щелочных катионов, особенно кальция, и длительное связывание их в медленном круговороте веществ почва — древесина (C₂). По крайней мере для бедных субстратов (типа песчаных) этот фактор имеет существенное количественное значение (П. С. Погребняк, 1947, 1948).

Из кислот в почвенных растворах преобладают фульвокислоты и угольная кислота. В виде редких и крайних случаев возможно участие в растворах сильных кислот. Это бывает, например, когда хвойные насаждения постоянно или время от времени окуриваются сернистым газом и некоторыми другими продуктами промышленного выброса в атмосферу. Вместе с осадками промышленные выбросы, содержащие серу, хлор, окислы азота, поступают в почву и там образуют свободные сильно-диссоциирующие кислоты — сернистую, серную, соляную, азотную и др. В этих случаях реакция почвенного раствора достигает рН 2,5 и древесные растения отмирают.

Сезонные явления в лесной почве и сезонное питание растений. Было отмечено, что органический опад и корневые выделения оказывают разное в зависимости от древесных пород или их групп влияние на состав поч-

венной микрофлоры, а следовательно, и на процессы разложения опада. Опад хвойных пород в наибольшей степени неблагоприятен для развития микрофлоры. К хвойным в этом отношении близко примыкают дуб и бук, богатые дубильными веществами. Благоприятно влияет на развитие микрофлоры, разрушающей сложные органические соединения, и на ее численность опад ильмовых, ясеня, липы, клена, осины и других тополей, опад большинства лиственных кустарников. В их подстилке преобладают флюоресцирующие бактерии, в то время как в подстилке бука и дуба и в почве под ильмом преобладает споросная флора, использующая труднодоступные органические соединения типа дубильных веществ и их производных (З. М. Корецкая, 1950; Е. В. Рунов и С. В. Егорова, 1962).

Согласно И. В. Тюрину (1934), растворы, выщелачиваемые атмосферными осадками из свежего опада, имеют большое значение для развития микрофлоры и для дальнейшего его разложения. Нами (1960) было установлено, что не менее существенное влияние на реакцию почвы и состав микрофлоры оказывают вещества, вымываемые дождем из живых листьев. Так, из живой сосновой хвои переходит в смачивающие ее дождевые капли значительное количество кислот, содержащихся в клеточном соке. На Старосельской биологической станции (вблизи Киева) мы определяли в течение 1960 г. титровальную кислотность дождевых вод, прошедших сквозь полог сосны, и нашли, что упоминаемым экзосмотическим путем вместе с дождевыми осадками в почву поступает на 1 га соснового насаждения в возрасте 120 лет около 18 кг эквивалентов кислотных единиц ежегодно. Для песчаных почв с малой емкостью поглощения это количество составляет существенный источник кислотности почвы и насыщенности ее основаниями. Таким же путем в летнее время из крон дуба в почву в процессе выщелачивания листьев дождями поступает до 260 кг органических веществ, преимущественно сахаров и белков (в них до 1,5 кг азота на 1 га), выделяемых листьями в смачивающую их дождевую воду. Из листьев липы и тополей с дождевой водой уходит за летний сезон до 2,5 кг азота на 1 га. Все эти продукты экзосмоса имеют значение в обмене веществ между лесом и почвой.

Сезонное потребление отдельных элементов питания было впервые исследовано лесоводом-почвоведом Эмилем Раманном (1912). Изучая химический состав растительного вещества разных древесных пород в отдельные моменты вегетационного сезона, Э. Раманн обнаружил, что

Т а б л и ц а 36

Элемент питания	С февраля до половины мая	С половины мая до половины июля	С половины июля до половины сентября	С половины сентября до половины ноября
Азот	Пихта Дуб	Ель Бук Сосна Дуб	Сосна <i>Лиственница</i> Бук Ель Дуб	<i>Лиственница</i> Сосна
Фосфор	<i>Пихта</i>	<i>Ель</i> Пихта	Сосна Ель	Лиственница
Калий	<i>Пихта</i>	<i>Ель</i> Сосна	Лиственница <i>Сосна</i> Пихта Ель	Пихта Ель

П р и м е ч а н и е. Полужирным шрифтом выделены породы, у которых степень потребления питательных веществ наибольшая, курсивом отмечены породы со средней степенью потребления, корпусом — потребляющие малые количества.

одни и те же породы меняют свои требования в течение сезона. В таблице 36 показана степень потребления питательных веществ разными породами в четырехлетнем возрасте.

Из таблицы видно, что лиственница является хотя и интенсивным, но поздним потребителем азота, фосфора и калия, преимущественно во второй половине лета и осенью, пихта — ранним потребителем этих элементов, ель — средним, сосна — по преимуществу поздним. Дуб и бук равномерно потребляют NPK в течение сезона. Данные Э. Рамана могут не повторяться во всех условиях, но они ценны в том отношении, что указывают на возможность разных взаимоотношений между породами в смешанных насаждениях — то взаимно благоприятствующих, то антагонистических, в зависимости от срока преимущественного потребления данной породой важнейших элементов питания — азота, фосфора, калия.

Исследования сезонного потребления веществ проводятся советскими лесоведами и почвоведом. Применяя радиоактивные изотопы, Д. Д. Лавриненко (1962) установил, что ясень и кустарники интенсивнее поглощают питательные элементы в начале вегетации, дуб — во второй ее половине.

Влияние сплошных лесосек на плодородие почвы. Большое влияние на свойства почвы оказывают сплошно-лесосечные рубки. На сплошных лесосеках резко нарушается естественный цикл биологического круговорота. Положительным для плодородия почв является лишь то, что с порубочными остатками в почву поступают значительные количества азота и зольных элементов, которые можно использовать для выращивания нового поколения леса. Кроме того, в холодном климате лесосеки открывают большой доступ тепла к почве, оживляют ее биологическую деятельность.

В санитарных, противопожарных и других целях на лесосеках широко применяют сжигание порубочных остатков. Получающаяся при этом в больших количествах зола нейтрализует почвенную кислотность и тем самым способствует усилению ряда микробиологических процессов, в частности азотфиксацию. Но при этом полностью теряется азот, содержащийся в порубочных остатках и сгоревшей лесной подстилке. О размерах потери азота можно судить по следующим величинам его содержания в порубочных остатках (в кг на 1 га): в сосняках 90, ельниках-зеленомошниках 170, ельниках сложных 260, липняках 260, осинниках 150, дубняках 240; к этим цифрам надо прибавить частичную потерю азота в лесной подстилке, составляющую от 500 до 2000 кг на 1 га, а в заболоченных лесах еще больше (Н. П. Ремезов, 1959).

Однако, согласно исследованиям З. Н. Арефьевой (1963), потеря органического азота на обожженных пожарами местах быстро возмещается в результате сначала химического, а затем и биологического накопления азота. Аммиак образуется в момент действия высокой температуры при усилении окислительных реакций. В дальнейшем в течение 3—4 лет нитрификация становится преобладающим биохимическим процессом в дерново-подзолистых почвах на лесосеках из-под сосняков. Огонь в этом случае — активное почвенно-мелиорирующее средство, при помощи которого существенно повышается естественное плодородие почв.

При огневой очистке лесосек в результате сжигания порубочных остатков и лесной подстилки в почву сразу поступает очень много минеральных солей, обладающих значительной растворимостью. Такое количество элементов питания не может быть одновременно поглощено корнями и удержано в биологическом круговороте. В результате создается опасность вымывания значительного количества зольных элементов. Возможность потерь особенно возрастает при сжигании порубочных остатков в кучах. Кроме того, в процессе огневой очистки возможна частичная потеря серы и фосфора, размер которой не установлен.

Из сказанного следует, что огневая очистка лесосек увеличивает обеспеченность нового поколения леса азотом и зольными элементами лишь в первые годы его жизни. Она неблагоприятно сказывается на бедных песчаных почвах. При сплошно-лесосечной системе хозяйства вместе с вывозимой древесиной из биологического круговорота выпадает довольно много азота, кальция, в меньшей мере калия и других зольных элементов. Больше всего элементов питания утрачивается почвами из-под широколиственных насаждений. Однако, учитывая обычные обороты рубки 80—120 лет, нет основания опасаться существенного уменьшения обеспеченности следующих поколений леса элементами питания, кроме боровых почв.

Влияние мелколиственных пород — березы и осины — на почву. Одна из особенностей березняков, формирующихся на сплошных лесосеках после хвойных пород, — более интенсивный биологический круговорот азота и зольных элементов по сравнению с хвойными породами. Поэтому почва под березняками ежегодно получает с опадом больше азота, кальция, калия, серы и фосфора, чем почвы под ельниками и сосняками. Листья березы быстрее минерализуются, чем хвоя сосны и ели, что способствует более полному вовлечению содержащихся в них элементов в новый годовой цикл биологического круговорота.

Другая особенность березового леса — сравнительно небольшой расход азота и зольных элементов на годичный прирост древесины. Большая часть взятых из почвы элементов в тот же год возвращается с опадающей листвой и относительно небольшая удерживается в годичном приросте древесины. В первую очередь это относится к азоту, калию, фосфору, сере и в меньшей степени к кальцию. Именно эта особенность позволяет березе развиваться на бедных боровых почвах.

Значительное содержание оснований в опаде березы способствует нейтрализации почвенной кислотности и создает благоприятные условия для развития бактериальной флоры, а следовательно, для накопления мягкого перегноя. Этому же благоприятствует поселение под пологом светлых березовых лесов травянистой растительности и сравнительно большая заселенность почв этих лесов животными, в частности дождевыми червями. Поэтому при смене хвойных лесов березняками развивается дерновый почвообразовательный процесс, изменяющий профиль почвы. В смешанных древостоях с хвойными береза ослабляет подзолообразовательный процесс и усиливает дерновый. Близкую характеристику можно дать осине, которая, подобно березе, заселяет сплошные лесосеки после хвойных.

Исходя из сказанного, естественный процесс восстановления лесосек в хвойных лесах через промежуточное развитие березняков и осинников следует использовать как один из путей улучшения лесорастительных свойств почв в дерново-подзолистой зоне. Поселяющееся под пологом березняка новое поколение хвойного леса найдет почву с улучшенными лесорастительными свойствами и после удаления лиственного яруса даст насаждение более высокой продуктивности.

При лесокультурных работах создание смешанных древостоев хвойных пород с участием березы (при устранении охлестывания) и осины также способствует улучшению лесорастительных свойств почвы. Листва обеих пород обогащает лесную подстилку элементами питания, снижает ее кислотность, улучшает физические свойства почв.

Влияние на почву широколиственных пород, кустарников и травянистых растений. В южной части дерново-подзолистой зоны и в лесостепной зоне, где климат благоприятен для произрастания широколиственных пород, введение последних в состав хвойных насаждений оказывает положительное влияние на лесорастительные свойства почвы. Участие в составе хвойного леса широколиственных пород с сопутствующим им дубравным широколиственным приводит к обогащению почвы мягким

перегноем, подвижными формами азота, зольными элементами, к насыщению гумуса и минеральных коллоидов основаниями и т. д. На бедных песчаных и супесчаных почвах особенно благоприятное действие оказывает на севере липа, в более южных зонах — дуб (Д. Д. Лавриненко, 1956; Л. Г. Богашова, 1957, 1958).

Выше было отмечено, что введение под полог хвойных древостоев кустарников повышает плодородие почв. Роль кустарников на богатых почвах дубрав и в степном лесоразведении иная: она тесно связана с защитой почвы от задернения злаками, созданием благоприятных условий для размножения насекомоядных птиц.

Введение кустарников в лесные культуры на почвах с высоким потенциальным, но недостаточным эффективным плодородием может оказать положительное влияние, если вводимые кустарники способны вовлекать в биологический круговорот зольные элементы труднорастворимых соединений почвы. Рекомендованную Н. Н. Степановым бузину считают полезной на черноземах, где она повышает подвижность ряда элементов — азота, кальция, фосфора, калия. Полезен подлесок под сосной на почвах, склонных к образованию грубого гумуса, например подлесок из бука и кустарников-азотособирателей (желтая акация, аморфа, леспедеца и др.) под сосной и лиственницей.

При реконструкции существующих и создании новых лесов большое значение имеет подбор древесных пород и типов культур. Положительное влияние оказывает смещение древесных пород, дающих опад, освобождающий содержащиеся в нем элементы питания в разное время вегетационного периода. Это способствует обеспечению древесной растительности питательными веществами в течение всего теплого сезона.

Листья кустарников, ясеня, липы и вяза быстрее освобождают содержащиеся в них элементы питания, чем листья дуба, кленов и других пород. На этом основании в составе дубрав полезна примесь ясеня и липы, а также лещины в качестве подлеска. Сходное с ясенем влияние оказывают ильмовые породы (А. П. Утенкова, 1961).

Необходимо учитывать положительное влияние на развитие хвойно-широколиственного леса покрова из дубравного широколиственного, способствующего улучшению почвы. Покров из весенних эфемероидов удерживает в биологическом круговороте азот и зольные элементы в период весеннего промывания почвы талыми водами, предохраняя от вымывания (В. Д. Гоцуляк, 1956). Приходящий на смену летний дубравный покров обуславливает развитие дернового процесса. Особенно большое влияние травяной покров оказывает на биологический круговорот калия, препятствуя его вымыванию (Н. П. Ремезов и др., 1959).

Роль азотособирателей в лесу. Исключительно велико значение бобовых растений и других азотособирателей в круговороте азота в лесных насаждениях. В лесных почвах отсутствует или мало распространен наиболее продуктивный из всех свободноживущих в почве микробов-азотфиксаторов — азотобактер. Из этой категории микробов в лесных почвах распространены клостридий, бактерии маслянокислого брожения, одноклеточные водоросли, продуктивность которых в связывании азота по сравнению с азотобактером невелика. В сухих и свежих борах и суборах естественными азотонакопителями являются дикие бобовые — ракитник, дрок и альпийский клевер. В отношении азотного баланса им в основном обязаны своей высокой производительностью сосняки I бонитета на песках.

В составе лесов много деревьев и кустарников, на корнях которых распространены микробы-азотфиксаторы. Сюда относятся белая акация (робиния), японская софора, черная, серая и зеленая ольха, лох (дикая маслина), облепиха, аморфа, леспедеца, мелкие кустарники — ракитник, дрок и многочисленные бобовые из растительного покрова.

Исследования П. С. Пастернака (1953, 1955) показали высокую эффективность подлеска из желтой акации как азотонакопителя для повышения продуктивности дуба, об этом говорят приводимые в таблице 37 данные.

Таблица 37

Влияние подлеска желтой акации на продуктивность дубового древостоя (В. Анадолю, П. Пастернак, 1952)

Пробная площадь	Состав пород	Количество на 1 га		Средние у дуба		Запас стволовой древесины дуба на 1 га (м³)
		деревьев дуба	кустов желтой акации	высота (м)	диаметр (см)	
1	10Д без подлеска . . .	3030	Нет	7,8	6,8	65,4
2	10Д с подлеском желтой акации . . .	3260	3500	8,0	7,2	76,3
Разница запасов (м³)						+10,9
» » (%)						+17,0

Черная ольха при совместном выращивании с елью может снабжать последнюю азотом непосредственно в почве, без участия листового опада (Виртанен, 1959). Тонкие корни тополя, растущего рядом с ольхой, проникают в желваки-наросты на ее корнях и используют для своего питания азотистые вещества, накопленные в желваках микробами-азотфиксаторами (Г. И. Редько, 1958). Четырехлетние культуры белой акации (8000 растений на 1 га) способны ассимилировать до 400 кг азота из воздуха (Г. Гоффманн, 1960), при годовой потребности насаждений в азоте 80—150 кг.

На легких песчаных и супесчаных почвах самым дешевым, доступным и эффективным способом повышения почвенного плодородия является зеленое удобрение, особенно культура многолетнего люпина. По исследованиям проф. Б. Д. Жилкина (1959), в Белоруссии на песках Негорельского лесхоза за 28 лет применения культуры многолетнего люпина в междурядьях сосновых культур в сосняке-верещатнике (А₁) прирост сосны увеличился на 61%, ежегодно в среднем на 3 м³. Это примерно столько, сколько получается при осушении заболоченных площадей. По данным того же ученого, в 8-летних культурах сосны за 4 года воздействия многолетнего люпина прибавка прироста стволовой древесины достигла 290%, в культурах ели — 192%. Хороший прирост получен и на подзолистых почвах при посеве одиолетнего люпина.

Следует подчеркнуть, что благоприятным фоном для усиления деятельности азотфиксаторов, как тех, которые живут в симбиозе с высшими растениями, так и свободноживущих в почве, может явиться известкование и внесение минеральных удобрений. В опытах А. Ф. Тюлина и его сотрудников (1953) внесение суперфосфата усиливало круговорот азота. Внесение калийных и фосфорных удобрений оживляло деятельность азотфиксирующей микрофлоры и увеличивало урожай желудей в 4 раза.

Сгребание лесной подстилки. Давно установлено отрицательное влияние сбора лесной подстилки на лесорастительные свойства почв. Особенно сильно оно сказывается на бедных песчаных почвах. Регулярный сбор лесной подстилки в сосновом жердняке вызывает уменьшение прироста в течение последующих десятилетий. В степных и лесостепных районах лесную подстилку собирают на топливо в сосновых лесах, произрастающих на бедных кварцевых песках.



Рис. 105. 10-летняя сосновая культура на глубоководных песках Олешья:

слева — гнездовая без торфа; справа — гнездовая с внесением торфа на глубину 30—40 см (1961 г.).

По исследованиям Л. Е. Ворошина (1962), в чистых сосняках Литовского лесничества Сумской области на суборевых почвах лесная подстилка в жаркий летний день сокращает испарение с поверхности песчаной почвы на 30—40%, снижает температуру верхнего 20-сантиметрового слоя почвы на 4—5°. В течение опытного 5-летнего удаления опада из сосняка на песчаной почве значительно ухудшились физические и химические ее свойства, скорость впитывания влаги уменьшилась на 45%, запасы доступной влаги — на 12—20%. По тем же данным, значительно снизилось содержание питательных веществ, особенно в верхнем слое почвы: гумуса на 30%, валового количества азота и обменных Ca и Mg на 26—33%. На еще менее плодородных боровых (песчаных) почвах однократное сгребание подстилки сказывалось в течение последующих 50 лет. Во многих случаях сосняки с покровом из лишайников *Cladonia*, сухие боры — результат продолжительного сгребания подстилки в свежих борах или даже свежих суборах, почвы которых утратили при этом плодородие и влагоемкость.

Сгребание подстилки на плодородных почвах под лиственными лесами не приносит столь ощутительного ущерба. Количество питательных веществ при этом снижается не так значительно. Однако сильно ухудшаются физические свойства почв: почвы теряют структуру, уплотняются, снижается их влагоемкость и влажность. Сгребание лиственной подстилки во много раз уменьшает количество почвенных животных и микробов, разрушает основу нормального их функционирования, понижает плодородие почв. Рано или поздно это сказывается отрицательно на продуктивности и жизнестойкости леса.

Следовательно, лесную подстилку необходимо охранять всюду, особенно на малопродуктивных почвах, где даже однократный сбор ее вызывает снижение продуктивности древостоя.

Органический опад и лесная подстилка — естественное удобрение лесной почвы, содержащее азот и зольные элементы в тех количествах и соотношениях, которые необходимы для данного древостоя. Если нормальный процесс обмена веществ между древостоем и почвой не нарушается, проблема внесения органических удобрений не возникает. Только при облесении свежеперевейанных песков и сильно смытых овражных склонов внесение торфа или торфокомпостов становится высокоэффективным мероприятием (рис. 105). Цель внесения органических удобрений в этих случаях — повышение приживаемости культур и устойчивости

их в первые годы роста на пустырях, на почвах пониженного плодородия и малой лесопригодности.

Обобщения по круговороту веществ «почва — древесной». Подводя итоги изложенному выше, следует подчеркнуть в качестве важнейшего вывода: *положительное влияние леса на плодородие почвы основывается прежде всего и главным образом на интенсивности биологического круговорота и особенно на переносе литогенных элементов питания растений — фосфора, калия, кальция, магния и некоторых других — из нижних горизонтов в подстилку и в верхний, перегнойно-аккумулятивный горизонт почвы.*

Благоприятное влияние на почву оказывают все древесные породы, увеличивая количество перегноя, влагоемкость и запасы питательных веществ в верхних горизонтах. Полезны все лесные растения-азотонакопители. Разносторонне благоприятна лиственница, создающая лучшие условия для микробиологической деятельности в верхнем горизонте почвы, увеличивающая в нем количество подвижных соединений азота, а также фосфора и калия, последних — в результате перенесения вверх из нижних горизонтов. Положительны в том же отношении спутники дуба — липа, ясень, клен, ильмовые, граб, а также кустарники — лещина, бузина, бересклеты и другие, особенно на лесостепных почвах. Породы-кислотообразователи (к ним относится большинство хвойных, а из лиственных граб, клены, скумпия) могут быть полезны на черноземах и других богатых карбонатами и химически мало подвижных почвах. Подзолообразование в известной мере положительно для этих почв, оно как бы расшевеливает их большое, но инертное плодородие. Породы-нейтрализаторы и подщелачиватели (к ним относится большинство кустарников, а из древесных пород ильмовые, ясень и липа) желательны на кислых подзолистых и красноземных почвах.

Обращая внимание на активную роль леса как почвообразователя, повышающего плодородие почвы, следует особенно подчеркнуть значение верхнего почвенного горизонта для продуктивности и жизнестойкости леса.

Верхний горизонт лесной почвы — главная лаборатория ее плодородия. В нем происходят важнейшие микробиологические процессы превращения органических веществ в минеральные и сосредоточено более половины поглощающей части корней лесных пород. Этот горизонт — *ворота для атмосферной влаги и поступающих вместе с органическим опадом подвижных питательных веществ почвы.* Здесь же сосредоточена почвенная фауна, имеющая важное значение для улучшения структуры почвы и в ходе биохимических процессов. Превосходны физические свойства верхнего горизонта почвы в лесу с естественным режимом почвообразования. Он отличается рыхлостью, и каждый шаг в таком лесу сопровождается оседанием почвы на 1,5—2 см. Поэтому обязанность лесовода — всячески оберегать лесные почвы с перегноем типа «муль» и «модер» от уплотнения.

Есть много оснований для эффективного применения минеральных удобрений в лесном хозяйстве¹. Укажем одно из них, очень существенное и важное. *Однократное внесение удобрений в лесную почву равноценно многократному внесению их в полевою, так как в течение жизни одного поколения леса осуществляется полный круговорот веществ, благодаря которому однажды внесенное количество питательного элемента многократно участвует в обмене веществ между растительностью и почвой.*

Это значит, что внесение небольших доз минеральных удобрений, в частности и микроэлементов, может быть высокоэффективным в лесном хозяйстве. В первую очередь нуждаются в удобрениях древесные породы

¹ Сведения по теории и технике удобрений почв, по их химической мелiorации и торфование изложены в книге Н. П. Ремезова и П. С. Погребняка «Лесное почвоведение», М., 1965.

высокой требовательности к почве, растущие на бедных почвах, а также древостои в фазе перехода молодняков в жердняки, когда потребность в питательных веществах достигает наибольшей степени.

Сказанное не отменяет необходимости пользоваться наиболее дешевыми косвенными (опосредствованными) способами повышения плодородия почвы — созданием смешанных насаждений, с участием пород почвоулучшителей и регулированием состава и полноты древостоев рубками ухода. Наиболее эффективными способами являются комплексные и е, сочетающие все пути регулирования биологического круговорота в лесу.

Лес и засоленные почвы. Большинство древесных пород не выносит повышенной концентрации солей в почве. Сюда относятся также и питательные соли, например сульфаты, нитраты, хлориды калия, аммония и других катионов, если их количество превышает оптимальное. В качестве оптимальной концентрации солей в водном растворе принято считать 0,1—0,2% для пород, чувствительных к повышенному осмотическому давлению, — обыкновенной сосны, ели, пихты, бука, граба и др. Однако черешчатый дуб, особенно его ранняя форма, груша, гледичия, берест и белая акация способны выносить без урона концентрации солей в растворе до 0,5%, а приморские сосны (*Pinus pinaster*, *P. halepensis* и др.), облепиха, лох и черный саксаул — до 1% солей. Еще выше концентрации солей выносят деревья мангровых лесов, корни которых во время приливов находятся в морской воде.

Как показали наши вегетационные опыты с древесными породами (1949), они в состоянии выносить концентрации питательных солей выше своей обычной нормы в том случае, когда растворы у р а в н о в е ш е н ы и соотношения солей в них благоприятны для растений. Так, срезанные ветви и сеянцы граба способны несколько дней существовать на морской воде. Однако растения или живые ветви, помещенные корнями или срезом в раствор NaCl такой же концентрации, какую занимает эта соль в морской воде, быстро увядают. Соотношение солей в солончаковой почве менее благоприятно для растений, нежели в морской воде.

Некогда вредными для леса солями считались даже слаборастворимые, например гипс (CaSO_4) и даже известь (CaCO_3). Впоследствии этот взгляд был оставлен, так как на гипсоносных породах (на алебастрах), на мелах и известняках были описаны хвойные леса из сосны, ели, лиственницы, пихты, в ряде случаев высокой продуктивности.

Исследования Е. С. Мигуновой (1965) показали, что солеустойчивые породы могут переносить растворимый сульфат натрия (глауберова соль Na_2SO_4) в значительных концентрациях (1—2%) без угнетающего влияния на рост и развитие, особенно в благоприятных условиях увлажнения. Зато хлоридное засоление угнетает рост даже в концентрациях 0,05—0,07% Cl' и приводит искусственные степные посадки к полному отмиранию. Концентрация ниже 0,05% Cl' почти не сказывается на росте солеустойчивых пород, рекомендуемых для облесения засоленных почв.

Е. С. Мигунова придает большое экологическое значение глубине залегания соленосных горизонтов с токсическими концентрациями хлора и глауберовой соли. Если верхняя часть профиля почвы засолена выше предельных концентраций, лесоразведение исключается; при засолении на глубине 1,5 м оно возможно, но только засухоустойчивыми породами.

Ограниченно лесопригодны почвы, выщелоченные на глубину до 1 м, но с содержанием токсичных солей на глубине ниже 1,5 м; они годятся для дуба, береста, груши, клена полевого, белой акации, гледичии, софоры. Почвы с выщелоченным верхним горизонтом на глубину до 0,5 м и при наличии токсичных солей ниже 1 м условно пригодны лишь для наиболее солевыносливых пород — мелколистного береста, айланта, гледичии, лоха.

Почвы, засоленные с поверхности, где верхний горизонт глубиной 0,5 м содержит угнетающую рост, но не токсичную концентрацию солей, пригодны только для тамарикса.

Особо следует рассмотреть отношение деревьев к солонцам, на которых вредным для корней является не осмотическое давление раствора, а щелочная реакция, обязанная наличию в почвенном растворе соды и крайне плохим физическим свойствам. Для деревьев ядовита концентрация соды 0,005 % и выше; при этом почвы имеют рН 9,0—11,0.

По К. К. Гедройцу, ядовитость щелочной реакции состоит в том, что она нейтрализует клеточный сок корней, а при более высоких концентрациях вызывает щелочный гидролиз (лизис) клеточных стенок и полное отмирание всасывающих корешков. С помощью гипсования почву освобождают от избытка щелочи и улучшают ее структуру. Гораздо труднее мелиорировать засоленные (солончаковатые) почвы, так как их необходимо промывать атмосферной водой. В условиях степного полезащитного лесоразведения это возможно с помощью естественного накопления снега в лесных полосах.

У ряда древесных пород обнаружены солеустойчивые расы, например у березы, растущей в березовой лесостепи Казахстана. При подборе древесных пород и мелиорации возможно успешное лесоразведение на засоленных почвах, но главную трудность составляет приживаемость посадок. Если посадка прижилась, она способна сама улучшить для себя условия среды. Самомелиорация леса — могучий фактор, способный закрепить первые успехи лесоразведения на засоленных и солонцеватых почвах.

ГЛАВА

13

РОСТ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕСА

Ход роста насаждений и условия местообитания. Ход роста насаждений по диаметру, высоте и запасу зависит от многих факторов и прежде всего от особенностей древесной породы. Как было отмечено выше, светолюбивые породы являются быстрорастущими с м о л о д у. Теневыносливые же породы растут смолоду медленно, но те из них, которые относятся к деревьям первой величины, развивают позднее, обычно после 20—30 лет, значительный прирост, уравнивающий их конечные показатели запасов с показателями быстрорастущих. Кривые хода роста светолюбивых пород относятся к типу квадратной параболы, а теневыносливых — к типу параболы Нейля, или так называемой сигмоидальной кривой, у которой начало и конец приближаются к асимптоте (рис. 106).

У светолюбивых пород ранняя кульминация прироста в высоту происходит в 10—25 лет, прироста по диаметру — чуть позже, в 15—20 лет, и, наконец, по запасу — в 25—50 лет. У теневыносливых пород кульминационные периоды сохраняют примерно ту же последовательность, но каждый из них запаздывает на 10—20—30 лет и более.

Указанные закономерности могут значительно изменяться в зависимости от местообитания. В теплом климате лесостепной полосы теневыносливые породы (например, ель) становятся быстрорастущими, обнаруживают

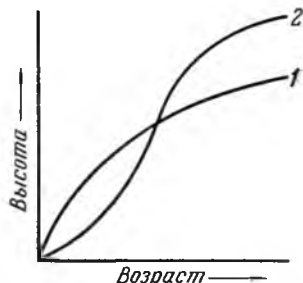


Рис. 106. Типы кривых хода роста в высоту:

1 — у светолюбивых, быстрорастущих пород; 2 — у теневыносливых, медленно растущих.

раннюю кульминацию и большой прирост в первое и второе десятилетие жизни. И, наоборот, сосновые древостои в северных широтах растут медленно смолоду, период кульминации прироста наступает у них значительно позднее, чем на юге. Этот признак у северной сосны закрепляется наследственно: сосна из Мурманской области, выращиваемая на юге, отстает в росте, особенно в первые годы жизни.

Климатический фактор влияет на бонитет леса. По данным А. Л. Кашеева (1947), средний бонитет сосны возрастает в пределах Восточно-Европейской равнины от IV,5 в Карельской АССР до I,5 в лесостепи и Южном Полесье (рис. 107). Наивысшие бонитеты свойственны лесостепной зоне, оптимальной для сосны. Аналогичные изменения наблюдаются у дуба, ели и других пород. Г. И. Поплавская (1934)

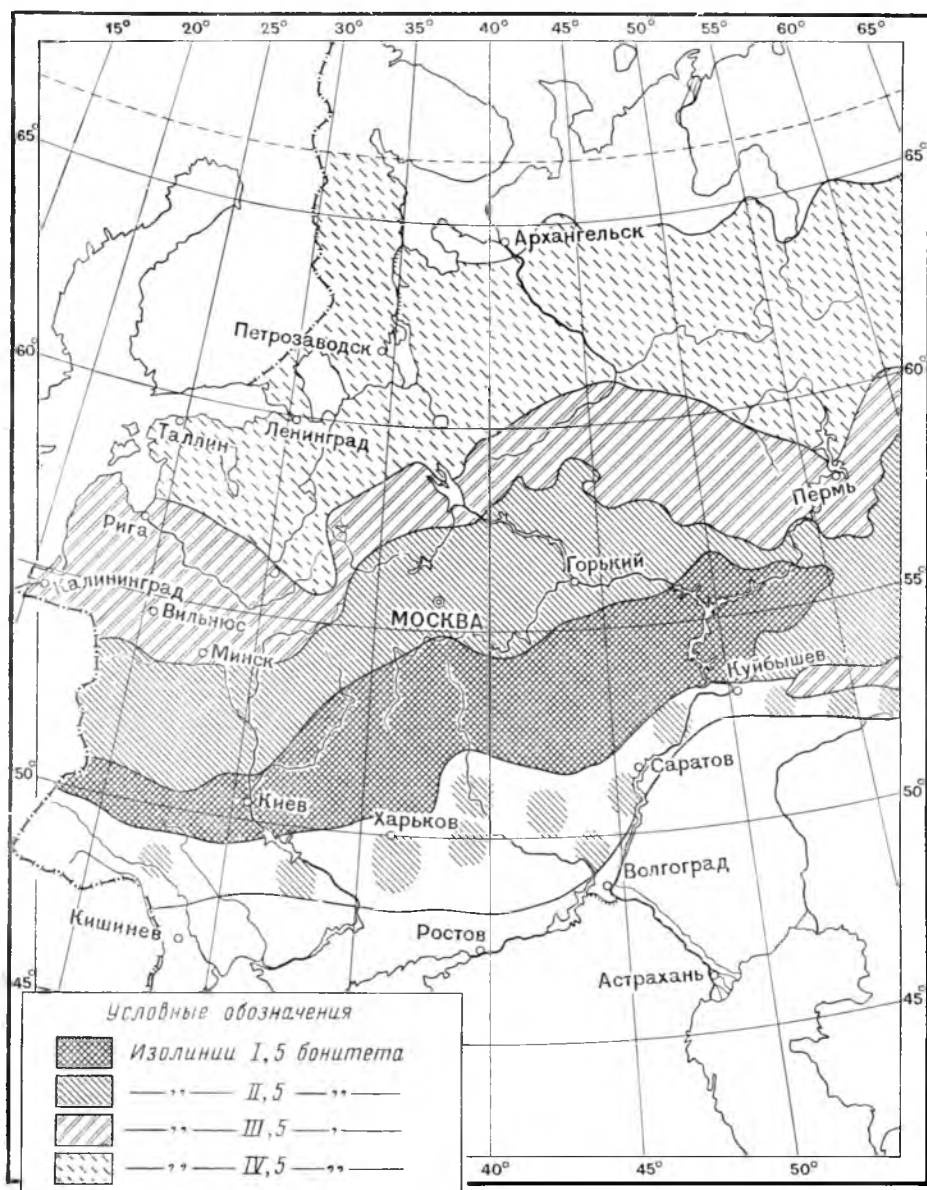


Рис. 107. Изобонитеты сосны европейской части СССР (по А. Л. Кашееву).

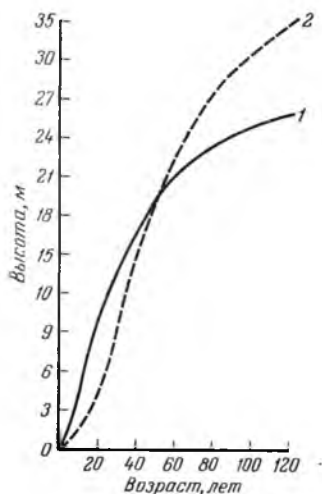


Рис. 108. Ход роста в высоту естественных дубрав плато (1) и тальвегов балок (2) в Краснянском лесничестве Тростянецкого лесхоза Сумской области. Первая кривая относится к типу свежей (D₂), вторая — влажной дубравы (D₃).

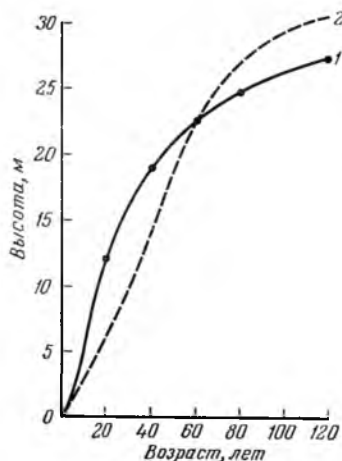


Рис. 109. Ход роста в высоту дуба Тульских засек (1) и грабовых дубрав южной Белоруссии (2), по данным Б. А. Шустова (1912). Первая кривая относится к типу свежей (D₂), вторая — влажной дубравы (D₃).

в Крыму установила четкую зависимость снижения бонитета бука от I до IV с поднятием в горы.

Подобным же образом влияют на ход роста почвенные условия. Чем плодороднее почвы, тем раньше наступает кульминация прироста, тем выше бонитеты насаждений. Амплитуда, вызываемая этим фактором, достигает у сосны, дуба, ели, бука и других пород по крайней мере пяти классов бонитета (см. рис. 43, 49, 50).

Не менее широкую амплитуду бонитетов вызывают условия увлажнения. В схеме борového ряда, изображенной на рисунке 43, амплитуда достигает пяти классов бонитета. Однако увлажнение резко отличается от других условий тем, что в нем обнаруживается угнетающее влияние обоих крайних количеств — максимума и минимума. В связи с этим, как уже упоминалось выше, каждая порода проявляет наивысшую продуктивность в своем оптimumе увлажнения: сосна в свежем, дуб и ель во влажном, ольха в заболоченном (пятом) гигротопе. Каждая из них в своем оптimumе достигает I—I^a бонитета, но зато в противоположных оптimumе условиях бонитет падает до V и ниже.

Поскольку древесные породы обнаруживают падение продуктивности в обе стороны от своего оптимального увлажнения, как в сторону сухости, так и в сторону заболачивания, часто возникал вопрос: существует ли разница в ходе роста насаждений одних и тех же низких бонитетов в более сухих и более влажных (по сравнению с оптimumом) условиях? Например, есть ли разница в кривых хода роста сухих и сырых боров, имеющих одинаковый IV бонитет? На этот вопрос можно ответить более обстоятельно, если привлечь точный материал длительных наблюдений за ходом роста насаждений, за состоянием среды и их изменениями.

В 1924 г. нами были начаты и продолжены затем в течение 35 лет сравнительные исследования хода роста естественного семенного дуба в свежих и влажных дубравах дачи «Красное» Тростянецкого лесничества Харьковской области. Было установлено, что этим двум дубравам свойственны разнотипные кривые хода роста. На рисунке 108 приведены кривые роста в высоту, показывающие, что свежая дубрава плато имеет

почти типичную для таблиц хода роста кривую квадратной параболы, в то время как влажная дубрава, занимающая тальвеги балок с близким залеганием уровня грунтовых вод (2—3 м), характеризуется сигмоидальной кривой, имеющей в молодом возрасте насаждения (до 30—40 лет) депрессию, а в дальнейшем крутое восхождение. Исследованные деревья, относящиеся к прегосподствующим деревьям (I класс роста), на протяжении жизни меняли свое место в шкале бонитетов: деревья, произраставшие в свежих дубравах, переходили из I во II бонитет, растущие во влажных дубравах — из III в I^a бонитет.

Проф. Б. А. Шустов (1909) установил подобный ход роста по высоте дуба в свежих дубравах Тульских засек (Подгородное лесничество) и влажных дубравах Южной Белоруссии (Буда-Кошелевское лесничество). Судя по описанию почв и почвенного покрова, приведенному Б. А. Шустовым, дубрава Подгородного лесничества является свежей (D₂) со снытевым покровом на темно-сером лесном суглинке с глубоким уровнем грунтовых вод. Влажная дубрава (D₃) Буда-Кошелевского массива характеризовалась покровом из кислицы (*Oxalis acetosella*) и подзолистыми почвами на суглинках с близким уровнем грунтовых вод. Как видно из графика (рис. 109), различия между указанными дубравами совершенно аналогичны различиям изученных нами тростянецких дубрав. Разницу хода роста дубовых насаждений в молодом возрасте Б. А. Шустов объяснял тем, что буда-кошелевский дуб в молодости испытывал угнетение, так как появился в качестве подростка под пологом материнского насаждения.

Чтобы выяснить причины различного хода роста насаждений свежей и влажной дубравы, мы заложили в том же 1924 г. на территории современного Краснянского лесничества три пробные площади в культуре дуба, созданной в 1901 г. Эта культура расположена на трех элементах рельефа: 1) в верхней части склона и на прилегающем участке плато, 2) на середине его и 3) в тальвеге балки. В 1924 г. эдатопы, если судить по составу травяного покрова, характеризовались профилем от свежей дубравы (D₂) в верхней части склона и влажной дубравы (D₃) на середине склона до сырой дубравы (D₄) в тальвеге балки. В последнем случае почва была на протяжении всего лета переувлажненной; в покрове наряду со снытью встречалось много болотной спиреи (*Filipendula ulmaria*), пальмовидного мха (*Climacium dendroides*) и других гигрофитов. В это время (в 23-летнем возрасте) профиль высот дуба был пропорциональным рельефу: наибольшие высоты были присущи плато и верхним частям склонов, наименьшие — тальвегу балки; иными словами, профиль насаждений не «сглаживал» своими вершинами балочный рельеф, как это свойственно старым древостоям дубрав (Г. Ф. Морозов), а, наоборот, утрировал его. Фенологические наблюдения показали, что заморозки в данном случае не являлись причиной отставания роста посадок, расположенных в тальвеге балки.

Наблюдения за дубовыми культурами в течение трех десятков лет привели к важным выводам. За это время культуры достигли 53-летнего возраста. В возрасте 32 лет дубняк в тальвеге обогнал дубняк на плато, а в возрасте 50 лет — также и дубняк средней части склона. Дубрава в тальвеге вышла на первое место не только по приросту в высоту, но и по общей высоте, то есть по бонитету (рис. 110).

Сопоставляя все упомянутые данные с ходом роста дубрав 120-летнего возраста (рис. 108 и 109), следует прийти к синтетическому выводу, иллюстрируемому в графиках (рис. 110). Он подчеркивает справедливость вывода о «сглаживании» балочного рельефа вершинами деревьев в старшем возрасте. В молодом же возрасте из-за избыточного увлажнения в тальвеге балки дуб растет по III—IV бонитету. Перелом происходит, как свидетельствуют все графики, между 50-ми и 60-ми годами.

Рис. 110. Ход роста в высоту дубовой культуры 1901 г. в квартале 27 Красно-Гростянецкого опытного лесничества Сумской области:

1 — верхняя часть склона (D_1); 2 — северный склон (D_2); 3 — тальвег балки (D_3). Заштрихованная полоса — период непосредственных измерений роста на пробных площадях (1923—1961).

Особого внимания заслуживает следующее характерное обстоятельство: на протяжении периода наблюдений состав травяного покрова на всех элементах рельефа последовательно менялся в сторону его ксерофитизации. Уже в 1935—1936 гг. в тальвеге исчезли таволга и мхи, в покрове преобладала сныть с примесью дубравных мезогигрофитов. Участок по признакам покрова относился уже к влажной дубраве (D_3). Аналогичные сдвиги в других местах привели к тому, что в покрове верхней части склона и карниза плато исчезла сныть и стала преобладать волосистая осока. Теперь выяснилось, что это крайнее звено относится к сухой (D_1), а не к свежей дубраве. В общем по всему профилю гигротопы стали суше на I класс.

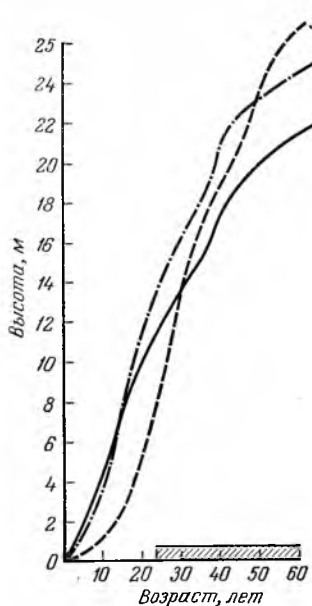
Критерием для установления гигротопов являются признаки насаждений в их спелом возрасте. Повышенная гигрофильность покрова в фазе молодняка объясняется тем, что в это время почва содержала значительное количество влаги, накопленной в предшествовавший период после вырубki, когда приход влаги превышал расход молодыми насаждениями на транспирацию и задержание осадков кронами. В фазе жердняка благодаря усилению транспирации избыток влаги был удален самим лесом и упомянутые сдвиги в сторону ксерофитизации покрова сказались наиболее ярко.

Становится ясным, что в качестве главной причины подавленного роста дуба в тальвеге на протяжении первых 15—20 лет выступает и избыток влаги, затруднявший почвенную аэрацию.

Как показывают данные хода роста (см. рис. 110), для сухих и свежих дубрав свойственна параболическая кривая хода роста и тем более крутая по подъему в первые годы жизни и падению в последующие, чем суше местообитания. Для влажных и сырых гигротопов характерна сигмоидальная кривая со слабым ростом в первый период жизни, крутым подъемом в среднем возрасте и более поздним затуханием прироста в высоту. Поскольку параболический тип кривых является основой таблиц хода роста «нормальных» насаждений, поэтому таксационные данные свежих типов леса и были положены в основу указанных таблиц.

Не являются ли упомянутые объективные закономерности хода роста дуба по гигротопам общими для других древесных пород, например для сосны и ели? Приведем данные В. Г. Россинского о ходе роста сосны в крайних ее гигротопах — сухом и заболоченном бору (табл. 38)¹.

Приведенный пример говорит о том же, что и все ранее упомянутые: при недостаточном увлажнении ход роста в высоту в первый период жизни идет по кривой более высокого, во второй период — более низкого бонитета, а во влажных и избыточно увлажняемых местообитаниях — наоборот. В последнем случае (данные В. Г. Россинского) речь идет о сосне. Подобную же закономерность можно ожидать и для ельников.



¹ Данные взяты из книги Г. Ф. Морозова «Учение о типах леса», 1930.

Ход роста сосны в высоту (м) (по В. Г. Россинскому)

	Возраст (лет)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Сухой бор	1,8	4,0	7,0	10,3	13,7	16,7	18,1	19,6	20,0	20,9	21,6
Сосна на заболоченной почве . . .	1,0	3,0	6,0	10,0	13,6	16,0	18,3	20,1	22,1	23,7	24,9

Проф. В. И. Рубцов (1963) составил таблицы хода роста сосновых культур Воронежской области по трем типам леса: свежий бор (A_2), свежая суборь простая (B_2) и сложная (C_2). Таблицы дали возможность установить, что культурные сосняки смолоду растут быстрее естественных, что связано с правильным размещением сосенок, влиянием предварительного сельскохозяйственного пользования и рубок ухода.

Из сказанного можно сделать следующие общие выводы:

1. На протяжении своей жизни насаждения могут закономерно переходить из одного бонитета в другой в связи с особенностями их местообитаний и влиянием самих насаждений на среду.

2. Существует два типа кривых хода роста — квадратно-параболический и сигмоидальный; первый свойствен светолюбивым породам, теплomu климату и менее влажным местообитаниям, второй сопутствует противоположным признакам и условиям.

Сказанное не исчерпывает всех особенностей связи между бонитетами и местообитаниями. Наблюдается много случаев, когда бонитет не соответствует местообитанию вследствие того, что какой-нибудь из второстепенных экологических факторов получает несвойственное ему в большинстве случаев мощное развитие. Как было упомянуто, дубняки Бештаугорского лесопарка Ставропольского края имеют низкие бонитеты (IV—V) из-за постоянного сламывания вершин навалом снега и ожеледью — обычного здесь явления. Этот фактор снижает продуктивность леса на 1—2 класса бонитета против той нормы продуктивности, которую способно дать это местообитание в обычных климатических условиях, исключаящих навалы снега и ожеледь в столь большом количестве. Подобные же отклонения от нормы возможны вследствие нередко встречающихся особенностей почв и их увлажнения, например засоленности их, слишком широких сезонных колебаний увлажнения и т. д.

Быстрорастущие породы. Среди древесных пород есть категория особо выдающихся по скорости роста в молодости, ранней его кульминации и ранней спелости. Таковы, например, тополя для теплоумеренной климатической зоны и эвкалипты для тропического и субтропического климата. Тополя способны в лучших условиях давать прирост в высоту по 2—3 м в год, эвкалипты — по 3—5 м и достигать крупных размеров уже в 15—25-летнем возрасте. Кроме этих рекордно быстрорастущих пород, к той же категории относятся осина, древовидные ивы, черная ольха, береза, айлант, из твердолиственных пород — белая акация, грецкий орех, берест, из хвойных — лиственница, секвойя, веймутова сосна, дугласова пихта, ситкинская ель и др. (см. рис. 131).

Сельскохозяйственная комиссия Совета Экономической Взаимопомощи стран народной демократии, заседавшая в июле 1960 г. в Будапеште, установила, что быстрорастущими породами являются те, которые имеют следующие минимальные нормы среднего годичного прироста древесины в возрасте их эксплуатации: 1) тополя — 20 м³; 2) хвойные — 8 м³; 3) твердолиственные — 6 м³.

Наибольшее внимание в настоящее время уделяется тополям, применение древесины которых с каждым годом расширяется в различных отраслях промышленности: бумажной, химической, мебельной, тарной и др. Тополь способен давать годичный прирост до 50 м³ на 1 га в тепло-умеренной зоне, а на орошаемых землях Средней Азии — даже 135 м³ (стр. 185).

Советские селекционеры — акад. А. С. Яблоков, проф. А. В. Альбенский, А. Н. Березин, М. М. Вересин, А. И. Журбин и другие — создали ряд новых гибридных видов тополей, отличающихся рекордной быстротой роста и устойчивостью в климатических условиях лесной и лесостепной зон. Таковы тополя мичуринский, русский, Яблокова, пионер, подмосковный, ивантеевский, украинский, красонервный и другие гибриды отечественной селекции. Некоторые из них насчитывают свыше 30 лет разведения и на этом основании могут быть точно оценены со стороны темпов роста, качества древесины, экологии и устойчивости против вредителей и болезней.

Наряду с новыми породами по-прежнему широко разводится осокорь, серебристый и серый тополя и особенно так называемый канадский тополь. Этим именем называют разнообразные гибриды между европейскими и американскими тополями (стр. 85—86).

Разводить тополя со средним годичным приростом на 1 га около 15—20 м³ и более можно лишь на почвах плодородных и влажных, то есть в ограниченных условиях. Что же касается почв среднего плодородия, то на них можно поднять прирост до нормы с помощью внесения удобрений. Тополь является нитрофилом и для нормальной продуктивности требует большого количества азота, а также калийных, фосфорных и других удобрений. Экономически эффективно введение в качестве примеси к нему другой быстрорастущей породы — ольхи, как высокопродуктивного азотонакопителя. Этому будет уделено место далее, в разделе смешанных насаждений.

Зависимость роста от густоты древостоя. Выше упоминалось о тесной связи между густотой древостоя (количеством деревьев на 1 га), его ростом и производительностью. Казалось бы, что при прочих равных условиях густые насаждения более производительны, чем редкостойные, так как в последних допускается недобор древесины, пропорциональный незанятому деревьями пространству. Однако следует учесть, с одной стороны, явление регрессии числа стволов в густых древостоях, а с другой — световой прирост, свойственный более редким насаждениям. Он в какой-то, пока еще не установленной, степени возмещает потери прироста на неиспользуемой площади. Аналогичное можно сказать об использовании питательных веществ и влаги.

Первые годы жизни большинство древесных пород и деревьев растет интенсивно, овладевая свободным пространством в атмосфере и почве. Излишняя густота посадки, благоприятная вначале, после смыкания корневых систем и крон начинает тормозить этот процесс: деревья замедляют прирост, их кроны и корневые системы недоразвиваются. При этом возможно, что в некоторый момент времени продуктивность *г у с т о г о* древостоя с числом деревьев на 1 га = *N*, средним диаметром = *d*, средней высотой *H* и видовым числом = *F* будет такая же, как и в *р е д к о м* древостое, где число деревьев = *n*, средний диаметр = *D*, средняя высота = *h* и видовое число = *f*:

$$N \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot H \cdot F = n \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h \cdot f.$$

Другими словами, малое число деревьев в редком насаждении, имеющем пониженную высоту и меньшее видовое число, может быть возмещено световым приростом деревьев, увеличивающим их диаметр. Понятно, что это равенство отражает лишь один момент в процессе роста густых

и редких насаждений, до и после наступления которого они росли и будут расти по-разному.

Количество деревьев в естественном насаждении сильно варьирует в зависимости от условий местообитания, возраста и породы. Чем светлее порода, чем лучше условия местообитания и выше бонитет, чем старше насаждения, тем меньше количество деревьев на 1 га. Пропорционально увеличению или уменьшению количества деревьев изменяется средняя площадь питания дерева. Она равна обратной величине количества деревьев на 1 га ($p = \frac{1}{N}$).

Как и каждый фактор среды, площадь питания может иметь свой оптимальный размер для данной древесной породы в ее определенном возрасте при наличных условиях местообитания. В оптимальных условиях площади питания не только отдельное дерево, но и весь древостой лучше использует условия среды и дает высокую производительность.

В предыдущем (гл. 7, 8, 9, 12) было показано, что деревья, растущие в насаждении, достигают наибольшей продуктивности при некоторых, относительно больших размерах ассимилирующей поверхности — листы (кроны) и корневой системы. Прямая пропорциональность между размерами кроны и корневой системы дерева, с одной стороны, и его приростом по диаметру и по массе — с другой, является общей закономерностью. Но для роста обеих ассимилирующих частей дерева — надземной и подземной — необходимо достаточное пространство в атмосфере и почве. Какие же ресурсы атмосферы и почвы могут использоваться деревьями для разрастания в сомкнутом древостое?

В чистых высокополнотных насаждениях расширение деревьями пространства возможно в результате роста стволов и кроны вверх, а корней вниз. При этом происходит взаимный подгон соседних деревьев, заставляющий их быстрее расти вверх. Корни способны врастать в ризосферу соседних деревьев (рис. 113, 114), что же касается кроны, то они могут расти в ширину лишь при естественном выпадении соседних деревьев или искусственном изреживании насаждения. При этом разрастаются вширь также и корневые системы, осваивающие оставленную соседями почву. Она уже не иссушается их корнями и представляет собой свободную и влажную почвенную среду.

Разумеется, дерево не в состоянии бесконечно расширять свою площадь питания. У него в одной стороне от оптимума находится минимум, а в другой — максимум площади питания. Лучше других изучен минимум, так как на его основе построены таблицы хода роста нормальных насаждений. Они представляют собой насаждения, развивающиеся смолоду и до старости в обстановке полной сомкнутости. Но не изучены максимумы и недостаточно изучены оптимумы площадей питания, которые можно осветить на материале древостоев, воспитывающихся в режиме невысоких полнот и негустого стояния деревьев.

Материалом, представляющим большую познавательную ценность по данной теме, являются (кроме ранее приведенных в гл. 3) опытные чистые посадки сосны, ели и березы разной густоты, заложенные проф. М. К. Турским в 1879 г. в Лесной опытной даче Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева. Подробнее других, изучены сосновые посадки М. К. Турского (Г. Р. Эйтинген, 1918). Почва здесь подзолисто-суглинистая, относящаяся к эдотопу С₃.

Три серии сосновой посадки разной густоты заложены по следующей схеме: а) редкая — 2,2 тыс., б) средняя — 4,9 тыс. и в) густая — 8,9 тыс. саженцев на 1 га (табл. 39).

Таблица иллюстрирует динамику запасов древесины в сосняках различной первоначальной густоты. Она показывает, что почти во все моменты их жизни наибольшую общую производитель-

Ход роста по массе (м³ на 1 га) сосновых посадок различной густоты
(по Г. Р. Эйтингену, 1962)

Возраст сосны (лет)	Редкая посадка (2200)			Посадка средней густоты (4900)			Густая посадка (8900)		
	на корню	отмерло за учет- ный период	общая продук- тив- ность	на корню	отмерло за учет- ный период	общая продук- тив- ность	на корню	отмерло за учет- ный период	общая продук- тив- ность
15	47,2	—	47,2	79,1	—	79,1	77,1	—	77,1
21	119,7	0,3	120,0	167,0	0,1	167,1	171,9	0,3	172,2
26	201,9	0,3	202,2	256,9	0,5	257,4	248,1	1,7	249,8
29	239,0	0,6	239,6	291,3	1,9	293,2	283,0	5,5	288,5
31	256,6	1,1	257,7	308,4	3,9	312,3	289,2	17,7	306,9
34	293,4	2,3	295,7	340,3	16,9	357,2	307,3	45,6	352,9
36	306,5	9,2	315,7	362,3	25,5	387,8	322,7	66,4	389,1
43	329,5	26,2	355,7	379,1	46,4	425,5	290,5	149,9	440,4
47	330,9	29,3	360,2	372,7	68,0	440,7	281,6	167,4	449,0
56	372,4	44,8	417,2	434,5	71,2	505,7	340,7	180,7	521,4
58	396,6	55,4	452,0	438,5	103,1	541,6	336,4	222,2	558,6
70	379,9	134,3	514,2	358,3	248,8	607,1	294,5	331,3	625,8

ность обнаруживали самые густые, а наименьшую — самые редкие посадки сосны¹.

До 25 лет первое место по наличной продуктивности (графа «на корню») занимала густая посадка; близко к ней находилась средняя и сильно отставала (на 25—35%) редкая. После 25 лет первое место перешло к среднегустой посадке, второе место заняла густая посадка, а третье (последнее) продолжало оставаться вплоть до 45 лет за редкой посадкой. После 45 лет редкая посадка выходит на второе место, а с 70 лет — даже на первое. Соотношения теперь стали обратными: лучше всего растет посадка, заложенная с наименьшим количеством, хуже всего — с наибольшим первоначальным количеством деревьев. В густой посадке отпад за 70 лет составил 52,9% общего запаса древесины в этом возрасте, в средней — 41%, в редкой — 26,1%.

Получилось так, что максимальный прирост деревьев по диаметру и высоте переходил в течение 70 лет от густых к редким посадкам. Одной из причин этого явления выступал избыток влаги и питательных веществ на всех опытных участках в начале жизни сосновых посадок. По понятным причинам он лучше использовался в густой и средней посадке; в редкой посадке этот избыток оставался бесполезным, а излишняя влага временами оказывалась даже вредной. Однако густая посадка, израсходовавшая много питательных веществ и влаги из почвы на продуцирование своего отпада, в конце жизни начала расти хуже, а не терявшая своих почвенных ресурсов редкая посадка, рост которой смолоду был задержан отсутствием подгона и избыточным увлажнением, вышла в конечном итоге на первое место.

Известный интерес представляет другая опытная культура сосны, заложенная на ту же тему кафедрой общего лесоводства Киевского лесохозяйственного института в Боярском учебно-опытном лесхозе в 1940 г. (П. Г. Кроткевич). Здесь на сплошной лесосеке в типе леса свежая суборь (В₂) после трехлетнего сельскохозяйственного

¹ Общей производительностью насаждения называют сумму его наличного запаса плюс количество древесины, выпавшей в порядке естественного изреживания или изъятый при проведении рубок ухода за все предшествующее время, начиная с момента возникновения насаждения.

пользования была заложена посадка однолетними сеянцами (по углам квадратов) в семи вариантах густоты — от 2,5 до 30 тыс. на 1 га. Рубки ухода не проводились.

Как видно из таблицы 40, киевская опытная посадка, более детализованная по возрасту и густоте, дает основание повторить тот главный вывод, который уже был

Таблица 40

Ход роста по запасу сосновых посадок различной густоты в свежей сублири (м³ на 1 га, по Ю. Н. Савичу, 1966)

Возраст (лет)	Первоначальная густота (тыс. сеянцев на 1 га)					
	2,5	5	7,5	11,5	24,5	30
13	46	67	77	81	103	100
17	86	116	136	138	152	144
20	126	148	180	184	184	172
24	179	184	219	214	198	202

получен на основе анализа московской посадки: с течением времени максимальная продуктивность переходит от густых посадок к редким. Так, первенство продуктивности в посадке 30 тыс. сеянцев осуществлялось до 13-летнего возраста. В 17 лет оно перешло к посадке 24,5 тыс., в 20 лет — 11,5 тыс., в 24 года — 7,5 тыс. Данные запасов в соответствующих показателях возраста и первоначальной густоты очень близки у обеих опытных посадок — московской и киевской.

В третьей главе были рассмотрены данные опытных сосняков с разной густотой посадки в Бузулукском бору, то есть в засушли-

вых условиях. Однако и там проявлялась та же закономерность. Исключением были редкие посадки, потерпевшие значительное расстройство из-за недостаточного отенения почвы, разрастания травянистого покрова и нападения личинок хрущей. Это обстоятельство подтверждает давно установленное правило для сухих боров — создавать первоначально густые посадки для подавления пустырной флоры и фауны с последующим изреживанием этих посадок, когда опасность вторжения пустырных элементов минует.

Особенно резко проявляется зависимость между густотой и продуктивностью древостоев у рекордно быстрорастущих древесных пород — гибридных тополей. По данным Ж. Георгиева, в опытной тополевой посадке, где испытывалось влияние густоты, таксационные показатели в возрасте восьми лет характеризовались следующими цифрами (табл. 41).

Таблица 41

Зависимость между густотой посадки и таксационными показателями в 8-летних тополевых насаждениях (Ж. Георгиев, 1959)

Расстояния между саженцами (м)	Средняя высота (м)	Средний диаметр (см)	На 1 га			
			число деревьев	сумма площадей сечений (м ²)	запас (м ³)	средний прирост (м ³)
1 × 1	13,3	8	7280	36,4	218	27,8
2 × 2	16,6	16	1380	27,7	227	28,4
3 × 3	19,5	20	1180	37,1	359	44,9
4 × 4	20,5	26	670	35,6	321	40,1
5 × 5	20,4	28	380	29,6	246	30,7

Как видно из таблицы, в 8-летнем возрасте наибольшую продуктивность дали посадки с размещением растений 3 × 3 м. Однако с ними конкурируют посадки на расстоянии 4 × 4 м, к которым вскоре перейдет первенство. Посадкам тополей свойственна та же закономерность: максимальная продуктивность вначале принадлежит самой густой посадке, с увеличением возраста она переходит к все более редким посадкам. По данным Е. Вакарони (1957), Ж. Георгиева (1959), Г. Редько (1959) и др., до трех лет лучше других растет тополевая посадка с размещением 1 × 1 м, от трех до шести — с размещением 2 × 2 м, от шести до восьми лет — 3 × 3 м, от восьми до десяти лет — 4 × 4 м, от 10 до 12 лет —

пользования была заложена посадка однолетними сеянцами (по углам квадратов) в семи вариантах густоты — от 2,5 до 30 тыс. на 1 га. Рубки ухода не проводились.

Как видно из таблицы 40, киевская опытная посадка, более детализованная по возрасту и густоте, дает основание повторить тот главный вывод, который уже был

Таблица 40

Ход роста по запасу сосновых посадок различной густоты в свежей субори (м³ на 1 га, по Ю. Н. Савичу, 1966)

Возраст (лет)	Первоначальная густота (тыс. сеянцев на 1 га)					
	2,5	5	7,5	11,5	24,5	30
13	46	67	77	81	103	100
17	86	116	136	138	152	144
20	126	148	180	184	184	172
24	179	184	219	214	198	202

получен на основе анализа московской посадки: с течением времени максимальная продуктивность переходит от густых посадок к редким. Так, первенство продуктивности в посадке 30 тыс. сеянцев осуществлялось до 13-летнего возраста. В 17 лет оно перешло к посадке 24,5 тыс., в 20 лет — 11,5 тыс., в 24 года — 7,5 тыс. Данные запасов в соответствующих показателях возраста и первоначальной густоты очень близки у обеих опытных посадок — московской и киевской.

В третьей главе были рассмотрены данные опытных сосняков с разной густотой посадки в Бузулукском бору, то есть в засушли-

вых условиях. Однако и там проявлялась та же закономерность. Исключением были редкие посадки, потерпевшие значительное расстройство из-за недостаточного отенения почвы, разрастания травянистого покрова и нападения личинок хрущей. Это обстоятельство подтверждает давно установленное правило для сухих боров — создавать первоначально густые посадки для подавления пустырной флоры и фауны с последующим изреживанием этих посадок, когда опасность вторжения пустырных элементов минует.

Особенно резко проявляется зависимость между густотой и продуктивностью древостоев у рекордно быстрорастущих древесных пород — гибридных тополей. По данным Ж. Георгиева, в опытной тополевой посадке, где испытывалось влияние густоты, таксационные показатели в возрасте восьми лет характеризовались следующими цифрами (табл. 41).

Таблица 41

Зависимость между густотой посадки и таксационными показателями в 8-летних тополевых насаждениях (Ж. Георгиев, 1959)

Расстояния между саженцами (м)	Средняя высота (м)	Средний диаметр (см)	На 1 га			
			число деревьев	сумма площадей сечений (м ²)	запас (м ³)	средний прирост (м ³)
1 × 1	13,3	8	7280	36,4	218	27,8
2 × 2	16,6	16	1380	27,7	227	28,4
3 × 3	19,5	20	1180	37,1	359	44,9
4 × 4	20,5	26	670	35,6	321	40,1
5 × 5	20,4	28	380	29,6	246	30,7

Как видно из таблицы, в 8-летнем возрасте наибольшую продуктивность дали посадки с размещением растений 3 × 3 м. Однако с ними конкурируют посадки на расстоянии 4 × 4 м, к которым вскоре перейдет первенство. Посадкам тополей свойственна та же закономерность: максимальная продуктивность вначале принадлежит самой густой посадке, с увеличением возраста она переходит к все более редким посадкам. По данным Е. Вакарони (1957), Ж. Георгиева (1959), Г. Редько (1959) и др., до трех лет лучше других растет тополевая посадка с размещением 1 × 1 м, от трех до шести — с размещением 2 × 2 м, от шести до восьми лет — 3 × 3 м, от восьми до десяти лет — 4 × 4 м, от 10 до 12 лет —

5 × 5 м, от 12 до 14 лет — с расстоянием 6,5 × 6,5 м. Указанные изменения оптимальных для продуктивности древостоя расстояний между деревьями (пропорциональных количеству деревьев на 1 га) составляют одну из важнейших основ для рубок ухода за лесом (гл. 19).

Преимуществом редких древостоев является свободное развитие отдельных деревьев, их крон и особенно корней, использующих в самом начале жизни обширную площадь питания. Это примущество помогает редким посадкам занять первое место после того, как они сомкнутся, начнется взаимный подгон деревьев и более полное использование занятой среды. В раносмыкающихся слишком густых древостоях формируются более слабые и недостаточно развитые деревья; здесь даже I класс роста имеет показатели диаметра и высоты ниже, чем в древостоях оптимальной густоты.

Как густые, так и редкие древостои имеют свои достоинства и недостатки не только в упомянутых, но и в других отношениях. В густых насаждениях деревья лучше очищаются от сучьев, полнее вытесняется вредная для леса травянистая (сорная, луговая и степная) растительность, особенно злаковая, состоящая из светолюбивых растений и поэтому легко подавляемая тенистым древесным пологом (рис. 111 и 112). Оба требования — улучшение качества стволов и устранение травянистой дернины — могут быть удовлетворены даже и в негустых древостоях главной породы, если только в их структуре имеется ярус теневыносливых пород или подлеска. Задача лесовода — регулировать густоту и ярусность древостоя на каждом этапе его жизни так, чтобы достигнуть наряду с высокой производительностью и товарностью (количеством ценных сортиментов) также и устойчивости древостоя против вредных влияний и невзгод. О связи густоты древостоя с увлажнением было упомянуто выше (стр. 208—210), а о приемах сочетания густоты с редкостоем будет сказано в дальнейшем тексте (стр. 329—331).

Рост чистых и смешанных насаждений. Г. Ф. Морозов отдавал предпочтение смешанным насаждениям, прежде всего как лучше использующим среду и благотворнее влияющим на нее. Он писал: «Смешанные сложные и разновозрастные насаждения более совершенны, чем чистые, одноярусные и одновозрастные». Преимущества смешанных насаждений заключаются в следующем.

1. Они полнее используют подземную и надземную среду, так как представляют собой комплекс пород, каждая из которых занимает свою «экологическую нишу» в окружающей среде.

2. Они сильнее влияют на среду, причем их влияние на почву бывает, как правило, более благоприятным, чем чистых, простых и одновозрастных насаждений.

3. Они усиливают и ускоряют обмен веществ (биологический круговорот) между почвой и древостоем.

4. Смешанные насаждения более устойчивы против вредных насекомых и грибных болезней, так как неоднородность их структуры создает помехи для распространения насекомых и грибов и наряду с этим лучшие условия для поселения и жизни насекомоядных птиц и других полезных животных.

5. Они, как правило, более устойчивы и продуктивны, чем чистые насаждения.

Подчеркнем, что указанные особенности относятся не ко всем смешанным насаждениям, а лишь к тем, которые сформировались в результате длительного естественного отбора (естественные, коренные древостои) или удачного сочетания древесных пород в эксперименте. Вместе с тем представления о преимуществах смешанных культур нельзя опровергнуть неудачными попытками смешения древесных пород между собой. Смешения дуба с ильмовыми в степном лесоразведении (по Барку), сосново-дубовые посадки на очень бедных песках и другие им подобные

неудачные сочетания характеризуют лишь невысокий уровень постановки дела. Они не могут принизить принцип смешения пород как способ повышения продуктивности леса.

Д. Д. Лавриненко (1948) разработал методику исследования взаимоотношений между породами, используя в качестве показателя скорости череспочвенного обмена веществ между соседними породами радиоактивный фосфор P_{32} . Исследователь показал, что ясень имеет преимущество над дубом — он быстрее, чем эта последняя порода, усваивает фосфор из почвы. Кроме того, ясень перехватывает питательные вещества и влагу своей горизонтальной корневой системой, угнетая тем самым дуб. Д. Д. Лавриненко установил очень быстрый обмен фосфором не только между деревьями и почвой, но и между соседними древесными породами через почву, физиологически подкрепил выводы лесоводов-почвоведов об ускоренном обмене веществ в смешанных древостоях.

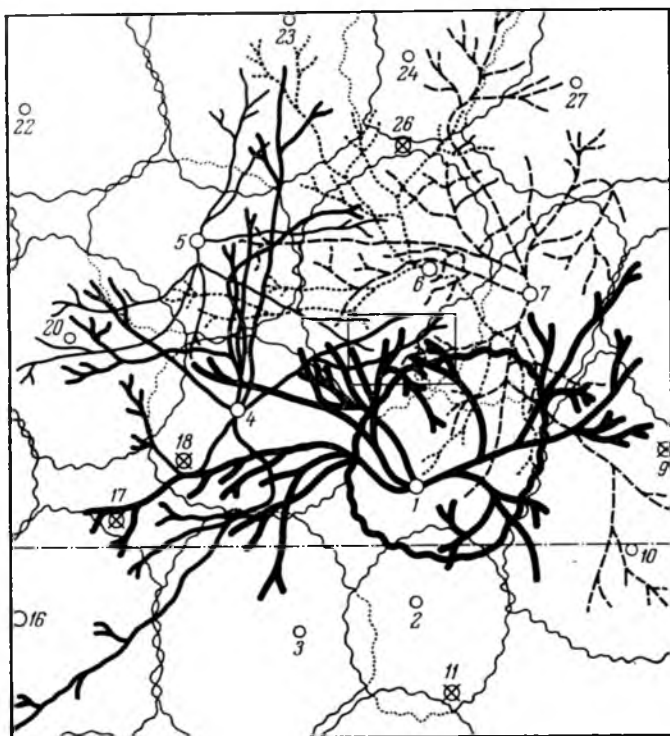
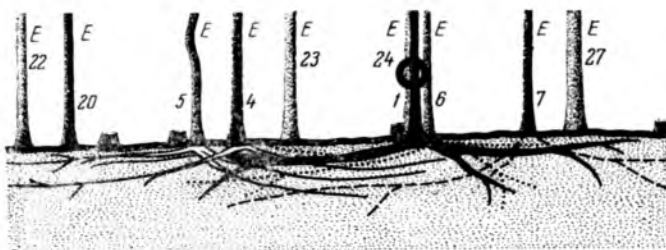
Г. Ф. Морозов (1920) ограничивает преимущества смешанных и сложных насаждений следующим образом: «В исключительных почвенно-климатических условиях не может быть ни смешанных, ни сложных насаждений; чистые насаждения там — вполне устойчивые образования». Примерами таких насаждений служат чистые сосняки сухих боров, чистые дубняки сухих дубрав (с подлеском из степных кустарников), ольсы — ольшанники на низинных торфах, лиственничники на полюсе холода, заросли горной сосны у границы леса и т. п. Указанные условия местобитания являются крайними. Для них характерен минимум то питательных веществ почвы, то тепла, то влаги; последняя выступает ограничителем также и в максимуме (ольс). Следовательно, в упомянутых крайних условиях лесовод, как правило, не может создавать смешанных культур, поскольку они здесь неустойчивы и малопродуктивны.

Смешанные насаждения являются образцовыми в тех случаях, когда их создают не из пород-антагонистов, а по крайней мере из безразличных друг к другу, лучше всего из пород взаимноблагоприятствующих. Мы упоминали о том, что сочетания последнего типа очень редки в природе. Их можно находить, да и то нечасто, в естественных смешанных насаждениях, представляющих собой продукт тысячелетнего отбора. Чаще же всего встречаются сочетания пород, в которых одна из них, получая выгоду от соседней, приносит этой последней ущерб. Таковы, например, взаимоотношения сосны и дуба: сосна получает большую пользу от дубового подлеска или второго яруса под своим пологом, поскольку он обогащает почву и служит препятствием для распространения пожаров и ряда насекомых — вредителей сосны. Однако дуб не получает пользы от сосны. Это видно из того, что при освобождении от верхнего соснового яруса он начинает лучше расти.

По старым лесоводственным правилам породы светлюбивые надо смешивать с теневыносливыми, породы первой величины — с породами нижних ярусов, азотолубы — с азотособирающими, породы с разнорусными корневыми системами, не имеющие общих вредителей и болезней, асинхронно (разновременно) поглощающие питательные вещества и т. д.

Однако не все эти рекомендации рациональны и эффективны. Например, ранний и поздний дуб, асинхронно поглощающие влагу, не следует смешивать между собой, особенно в сухих местообитаниях, так как ранний дуб до начала вегетации позднего успевает использовать большую часть весенних запасов почвенной влаги. После этого его партнеру приходится уходить в нижний ярус или совсем исчезать из состава насаждения. Вопреки упомянутому правилу, сочетание двух светлюбивых пород — ясеня и лиственницы — дало высокий эффект продуктивности и т. д.

При создании смешанных насаждений подбирают породы прежде всего по признаку смягчения остроты конкуренции, особенно конкуренции



— Ель 1 Ель 6
 — Ель 4 - - - - - Ель 7
 — Ель 5

Рис. 113. Схема надземного и подземного ярусов ельника 50 лет. Нанесены горизонтальные проекции стволов, крон и главных осей корневых систем (по Махарачеку, из книги Б. Полянского и др., 1966).

второстепенных пород по отношению к главной породе. Если избранные породы соответствуют условиям местообитания и сочетание их удачное, можно достигнуть повышения продуктивности насаждений, их устойчивости против вредных влияний и в ряде случаев улучшения качества древесины. Что особенно важно — все это достигается без дополнительного вложения средств и без специальных трудовых затрат.

Взаимовлияние древесных пород может выступать в различной сфере. Благоприятное влияние граба, клена, скумпии (*Rhus cotinus* L.) и ели на соседние породы особенно эффективно проявляется на почвах, богатых известью, и на солонцеватых, поскольку упомянутые породы своей подстилкой способствуют подкислению почвы. Подщелачивающие почву лиственные породы, среди них особенно бересклет, бузина и многие другие кустарники (у них рН промывных вод из лесной подстилки достигает 9,5), способны быстро и эффективно нейтрализовать кислую реак-

цию подзолистых почв. Древесные породы, опад которых является лучшей пищей для дождевых червей (кустарники, клены, липа, ильмовые и др.), способны быстро повышать плодородие почвы и производительность насаждений.

Общим правилом, почти не знающим исключений, является следующее: *наибольший антагонизм между древесными породами присущ смешанным насаждениям в промежутке времени от начала смыкания до конца жерднякового возраста. В средневозрастных и приспевающих насаждениях антагонизм ослабевает или даже прекращается в связи с выпадением одной из конкурирующих сторон*, но главным образом вследствие замедления прироста в высоту. В этот период начинает преобладать взаимное благоприятствование или по крайней мере безразличное отношение между породами. Как отмечалось выше, особое значение для успеха смешанных посадок приобретает гнездовой способ культур. При этом антагонизмы смягчаются, и уже в первой фазе взаимоотношений древесных пород, после смыкания крон, устраняются их нежелательные последствия.

Чтобы резче оттенить особенности рассматриваемого специфического для лесоводства способа повышения продуктивности, сравним его с агрономическими приемами. Создание смешанных культур близко к таким менее трудоемким способам, как сидерация, посевы бобовых и особенно злаково-бобовых травосмесей у луговодов. Здесь используют главным образом удобряющее действие бобовых растений, доставляющее небобовым связанный азот. Способ смешанных лесных культур близок также и к широко применяемому агрономами плодосмену культур, дающему значительное повышение продуктивности по сравнению с длительными монокультурами. Плодосмен может дать хорошие результаты и в лесоводстве.

Советскими лесоводами и почвоводами (Б. Д. Зайцев, Н. П. Ремезов, А. А. Роде, И. В. Тюрин) была доказана почвоулучшающая роль березы и осины, насаждения которых возникают из самосева в порядке смены пород после рубки ельников. В исследованиях немецких (Э. Раманн, Э. Эвальд и др.), шведских (Г. Гессельманн, О. Тамм, Л. Роммель), чешских (К. Немец, М. Маржан, К. Мраз, В. Самек), польских (М. Соколовский, Э. Ходзицкий), финских (В. Аальтоненен, Г. Виртанен), американских (С. А. Вильде) лесоводов и почвоведов также было показано благоприятное влияние лиственных пород на почву. Доказано почвоулучшающее влияние бука, вводимого в качестве подлеска в сосновые насаждения на суборековых почвах.

Известно, что лиственные породы нейтрализуют вызванную хвойными высокую кислотность почвы, накапливают в верхнем ее горизонте значительные запасы мягкого перегноя (модер, мулль), извести, азота, фосфора, калия, магния и других элементов, ускоряют обмен веществ между деревьями и почвой с сопровождающей ее разнообразной и многочисленной почвенной микрофлорой и мезофауной. Для ускорения круговорота веществ в составе мезофауны особенно активны и полезны дождевые черви и другие беспозвоночные.

Одним из эффективных оснований для смешения пород является разная продуктивность листового опада. Г. Н. Высоцкий (1896) указал на полезное сочетание древесинно-продуктивных пород (ясень, гледичия) с листопродуктивными (кленом остролистным и липой). Примесь последних способствует подавлению злакового покрова, защите почвы от испарения, обогащению ее подвижными питательными элементами.

Агрономические севообороты подобны смешанным культурам в лесоводстве с той существенной разницей, что в первом случае влияние друг на друга разных видов (культур) сельскохозяйственных растений происходит односторонне, без взаимодействия: предшествующая во время культура *а* влияет на последующую *б*; обратное же влияние невозможно. В смешанных лесах и лесных культурах виды *а*, *б* и другие выса-

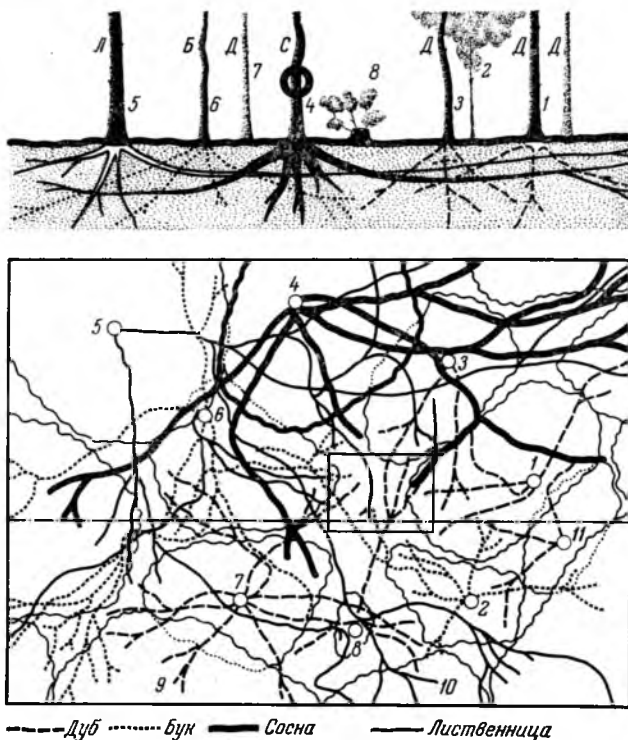


Рис. 114. Взаиморасположение корневых систем смешанного древостоя из четырех пород в профиле вверху и в плане — внизу (по Махараичу).

живают совместно и в одно и то же время, поэтому взаимодействие между всеми компонентами древостоя осуществляется одновременно и разносторонне.

Следовательно, лесоводство располагает более широкими перспективами для использования отношений между растениями в интересах повышения их продуктивности, чем агрономия. Кроме того, оно более, чем агрономия, заинтересовано в правильном выборе и приспособлении многолетних растений к внешней среде уже хотя бы потому, что лесные культуры закладывают один раз на долгий срок. При этом ошибки, сделанные первоначально, сказываются в течение десятилетий. Между тем в практике 1—2-летних сельскохозяйственных культур ошибки обнаруживаются скорее и исправляются в ближайшие годы.

Особенно интересны сочетания пород, дающие очень быстрое повышение продуктивности и устойчивости насаждений и рекомендованные для широкого применения. Остановимся на четырех примерах взаимодействия древесных пород и кустарников, не исчерпывающих, однако, всех возможных случаев.

Культура обыкновенного ясеня (*Fraxinus excelsior* L.) и лиственницы (*Larix sibirica* Ledeb.), произрастающая на почвах среднего и высокого плодородия (С и D) и среднего увлажнения (гигротопы 2 и 3). Это сочетание пород не встречается в наших естественных лесах и, как было отмечено выше, считалось бесперспективным, поскольку обе породы светолюбивы. Его применили в ряде мест Украины случайно в конце прошлого века. В таких культурах ясень растет хорошо и лиственница в 50—60 лет достигает высоты 30 м. Лиственница в 60 лет производит до 350 м³ общего запаса древесины, а ясень — около 200 м³ на 1 га. Это вдвое больше запаса нормальных естественных насаждений того же возраста, растущих в таких же условиях местообитания (рис. 115).

По данным проф. Д. Д. Лавриненко, влияние сибирской лиственницы на ясень, растущих на серых лесостепных суглинках (свежая дубрава), можно предствать в следующих цифрах запаса на 1 га в 52-летнем возрасте.

Таблица 42

Запас древесных пород (м³) на 1 га в смешанной дубово-ясеновой культуре в возрасте 52 лет, растущей на серых лесостепных суглинках (по данным Д. Д. Лавриненко)

Порода и ярус	Пробная площадь 18 (первоначальное участие лиственницы составляло 1%, или 100 шт.)	Пробная площадь 17 (первоначальное участие лиственницы составляло 5%, или 500 шт.)
Лиственница . . .	120,7—100%	316,0—261,8%
Ясень	126,2—100%	193,0—152,9%
Дуб	88,1—100%	38,9—44,2%
I ярус	335,0—100%	547,9—163,5%
II ярус*	130,5—100%	36,0—27,7%
Всего	465,5—100%	583,9—124,0%

* II ярус составлен из клена остролистного, ильма и липы.

Примесь лиственницы к дубово-ясеновой культуре в количестве 5% удвоила общую продуктивность культуры по сравнению с естественным древостоем того же возраста, имеющим запас 270 м³. Увеличение количества лиственницы при посадке в 5 раз (от 100 до 500 семян на 1 га) повысило продуктивность ясеня к 52 годам на 52,9%, что является ярким доказательством благотворного влияния лиственницы на ясень. Проф. Д. Д. Лавриненко (1948) считает, что параллельное снижение продуктивности дуба происходит вследствие отрицательного влияния на эту породу ясеня, перехватывающего влагу и питательные вещества своей широко-разветвленной и поверхностной корневой системой.

Средний годичный прирост дубово-ясеновых насаждений I бонитета в 50-летнем возрасте в свежей дубраве составлял 5,1 м³, в дубово-ясеновой культуре с примесью при посадке 1% лиственницы — 9,0 м³ (в том числе прирост твердолиственных пород 6,6 м³), с примесью 5% лиственницы — 11,2 м³ (в том числе прирост твердолиственных пород 5,3 м³) на 1 га. Этот пример показывает, как благодаря одному только рациональному сочетанию древесных пород можно удвоить продуктивность насаждения. При этом у такой ценной древесной породы, как ясень, можно снизить процентов на 40 возраст спелости, поскольку стволы ясеня в 60 лет в смешении с лиственницей достигают таких размеров, какие наблюдаются у них в естественной дубраве лишь в 100 лет.

Основная причина успеха указанной комбинации была установлена нами в сфере череспочвенного обмена веществ (1939). Ясень, как это было показано нашими вегетационными опытами (1949), является нитро-фосфорофилом. Лиственница подкармливает ясень продуктами разложения своего опада, богатого фосфорной кислотой и калием. Кроме того, она создает лучший микробиологический режим для азотного баланса почвы (азотфиксация, аммонификация, нитрификация) и ряд других благоприятных условий: больший доступ тепла и осадков к почве, лучшее увлажнение верхнего слоя вследствие образования подстилки типа «модер», мульчирующей поверхность почвы.

Смешанные культуры с азотсобираателями. Посадки тополя и черной ольхи — рекордно продуктивная комбинация древесных пород — были обнаружены в 1955 г. нашим аспирантом

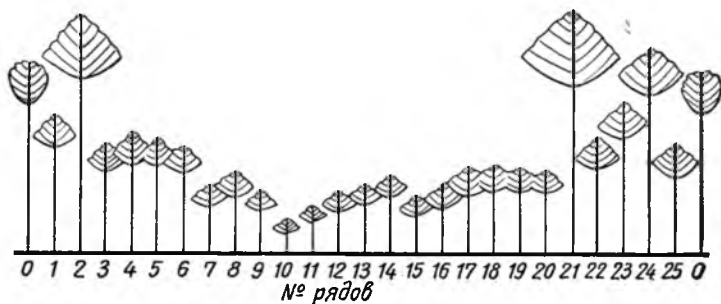


Рис. 116. Профиль-диаграмма высот 12-летней рядовой посадки гибридного тополя *Populus euramericana marilandica*, заложенной на поляне среди естественного черно-ольшаника. Расстояние 2,5 м между рядами и 1,5 м в рядах. Нанесены средние высоты из 100 измерений в каждом ряду. Опушка ольхового древостоя обозначена буквой О. Соотношение горизонтального и вертикального масштаба = 1 : 1. Положительное влияние черной ольхи простирается на 2—4 ряда (на 5—10 м). По данным Г. И. Редько, 1957.

Г. И. Редько (1958). Сначала поиски взрослых смешанных культур из тополя и ольхи, предпринятые нами, не увенчались успехом. Пришлось изучать взаимное влияние упомянутых пород в местах контакта их древостоев.

Из графика (рис. 116) видно, что ольха положительно влияет на рост тополя. 2-й, 21-й и 24-й ряды тополя имели наибольшую высоту и диаметр. 1-й и 25-й ряды попали под затенение старшей по возрасту ольхи, 22-й и 23-й неплохо растущие ряды испытали угнетение от 21-го и 24-го рядов тополя, достигших рекордного роста, вследствие близости ольхи. Следовательно, ряды тополя, не испытывавшие светового угнетения, лучше использовали преимущества, создаваемые в почве ольхой. Именно взаимоотношения в почвенной сфере являются главной причиной рекордного повышения производительности тополя под влиянием ольхи: по высоте в молодом возрасте (до 10 лет) до 100%, в старом до 20%; по диаметру в молодом возрасте до 200—250%, в старом до 30—70%; по запасу в возрасте спелости до 100—150%.

Как показали раскопки, горизонтальные корни тополя растут преимущественно в сторону ольхи, преодолевая 20—30-метровые расстояния. Попадая в зону ольхи, они густо разветвляются. Г. И. Редько наблюдал многочисленные случаи проникновения мелких корней тополя в желваки на корнях ольхи (рис. 117). Химическим анализом он установил, что тополь поглощает из желваков азотные соединения. Перед нами типичный случай благоприятствования одного компонента другому, эффективно использующему предоставленные ему преимущества для повышения своего прироста.

На основе указанного исследования рекомендуется выращивать совместные культуры тополя с ольхой, особенно в местообитаниях В и С, где тополь без удобрений не может дать средний годичный прирост выше 10 м³ на 1 га. Свою почвоудобряющую роль черная ольха (*Alnus glutinosa* Gaertn.) может осуществлять лишь в местообитаниях 3-го (влажного) и 4-го (сырого) рядов увлажнения; во 2-м (свежем) ряду увлажнения следует применять менее влаголюбивые виды ольхи — серую (*A. incana* Moench.) и зеленую (*A. viridis* D.C.).

П. С. Пастернак (1954) установил, что желтая акация представляет собой ценный азотсобираатель, но лишь на почвах, хорошо обеспеченных влагой. На степном юге роль этой акации как обогатителя почвы азотом невелика. Г. И. Редько (1960) исследовал тополевые плантации с подлеском желтой акации в Черниговской области и выявил положительное влияние этого кустарника на тополь, выразившееся в увеличении при-



Рис. 117. Корень тополя (слева) посылает свои боковые разветвления к желваку на корне ольхи (справа). Внедрившись в желвак, тополевый корень пользуется дополнительным азотным питанием за счет ольхи (Г. И. Редько, 1957).

роста древесины до 30% по сравнению с контролем (табл. 43). Смешанные культуры сосны с черной ольхой успешно применяют на влажных песчаных почвах латвийские лесоводы (рис. 118).

Т а б л и ц а 43

Зависимость роста тополя от желтой акации на тополевых плантациях
(по данным Г. И. Редько)

Плантация	Возраст (лет)	Средний диаметр (см)	Средняя высота (м)	Количе- ство де- ревьев на 1 га	Сумма площа- дей сечения (м ²)	Запас древе- сины (м ³)	Средний прирост (м ³)
Без желтой акации . . .	17	24,3	20,0	680	23,2	205,1	12,1
С подлеском из желтой акации	17	25,9	20,8	611	27,4	261,3	15,4

Благоприятное взаимное влияние древесных пород может проявляться не только в форме мобилизации и накопления ими дефицитных элементов питания в почве, но и вследствие удаления из нее избытка того или иного элемента. Так, в почве под чистыми насаждениями белой акации накоп-



Рис. 118. 3-летняя культура сосны с черной ольхой на влажной боровой почве (А₃). Опытные работы С. Эглите (Латвийская ССР).



Рис. 119. Сосново-дубовая посадка $0,5 \times 2,0$ м. 9 лет, смешение чистыми рядами. Высота сосны 3,5 м, дуба 1,5 м. Отставший дуб обречен на выпадение в ближайшие годы после смыкания крон сосны над ним. Тип леса — свежая суборь (В₂). Жорновское лесничество Боярского лесхоза Киевской области.



Рис. 120. Сосново-дубовая посадка $0,5 \times 1,5$ м; смешение полосами: сосна восемь рядов, дуб четыре ряда. Средняя высота сосны 6 м, дуба 6 м. Тип леса — свежая суборь (B_2). Полосное смешение подходит для формирования коренного двухъярусного древостоя субори, так как при нем дуб не попадает в угнетение сосны.

ливается избыточное количество азота, который может быть поглощен растениями-нитрофилами, особенно подлеском из бузины (*Sambucus nigra*). Уменьшая количество азота в почве, бузина делает соотношение азота, фосфора и калия ($N:P:K$) более благоприятным для белой акации.

Сосново-дубовые культуры и буферный принцип смешения. Смешение сосны и дуба в рядах не оправдало себя, так как дуб погибал от затенения сосной в первые же годы после смыкания крон. Несколько лучшие результаты давало смешение пород чистыми рядами, хотя и оно заканчивалось чаще всего угнетением дуба, попадавшего под полог сосны несколько позже, чем при смешении в рядах (рис. 119). Хорошие результаты наблюдались при введении сосны посадкой гнездами или коридорами среди дубовой поросли, растущей такими же темпами, как и сосна.

Наилучшие результаты получали от смешения пород полосами (рис. 120). Полосу дуба составляли из трех рядов, полосу сосны из 3—5 рядов. Угнетению подвергались в отдельных случаях лишь крайние, соседние с сосной ряды дуба, а центральный ряд к возрасту ослабления прироста в высоту у сосны успевал войти своей вершиной в нижнюю часть ее полога и сформировать II ярус. Неудачи происходили лишь при пограве дуба пастьбой скота, хотя бы и однажды.

Все же лучшие результаты получались на богатых почвах сложных суборей (C). В простых суборях (B) удовлетворительные результаты достигались лишь в том случае, когда почвы не подвергались сельскохозяйственному пользованию. На очень бедных или истощенных почвах

дуб достигал всего $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ высоты сосны и создавались пустые «коридоры» между сосновыми «кулисами».

Самые лучшие результаты дало шахматно-гнездовое смешение дуба и сосны при величине площадок 5×5 или 10×10 м (рис. 121). При этом выгодной стороной являлась отмеченная выше «г л у б и н а ф р о н т а в с т р е ч и» компонентов смешения этих пород.

В 1938 г. нами была выдвинута идея б у ф е р н ы х смесей пород для смягчения взаимоотношений между породами-антагонистами. Буферным называют, например, промежуточный ряд ели между рядами сосны и дуба (рис. 122), ряд бука — между рядами дуба и ясеня, ряд пихты — между рядами дуба и лиственницы. Узкокронная, теневыносливая и медленно растущая порода, находящаяся между светлюбивыми породами, защищает отстающую в росте породу, подвергаемую опасности угнетения со стороны соседней, быстрее растущей.

Взаимоотношение подлеска с древесными ярусами. Введение и сохранение подлеска, как и подчиненных древесных ярусов, имеет положительное значение, особенно под пологом насаждений из светлюбивых пород. Он затеняет почву, предохраняет ее от зарастания дернинными злаками, уменьшает потерю почвенной влаги на физическое испарение. Кустарники, в том числе и хвойные, например можжевельник, обогащают верхний слой почвы своим опадом, способствуют разложению органического вещества по типу «мулль». Подлесок на склонах способствует уменьшению поверхностного стока, а в прибрежной полосе рек оберегает почвы от размыва. Кроме того, кустарники являются местом гнездования многих полезных насекомоядных птиц. Подлесок затрудняет нормальное прохождение фаз развития многих вредных насекомых. Уничтожение подлеска в сосняках и дубравах южных зон приводит к задержанию почвы, потере прироста, размножению вредных насекомых, а в дальнейшем к суховершинности и сплошному усыханию насаждений.

В степном лесоразведении приняты дубово-кустарниковые и древесно-теневые типы культур, разработанные Г. Н. Высоцким и В. Я. Дахновым. В первом типе ряды дуба чередуются с одним или тремя рядами кустарников, важнейшая функция которых заключается в отенении почвы и вытеснении сорняков и дернинных злаков. Во втором типе кустарников не вводят, их роль выполняют древесные спутники дуба — остролистный и полевой клен, липа, граб и др. Однако отсутствие кустарников отрицательно сказывается на устойчивости и этих насаждений, так как уменьшается количество насекомоядных птиц, для которых подлесок — лучшее убежище и место для кормления и гнездования.

Нередко в раннем возрасте культур кустарники перерастают дуб и угнетают его. Особенно активна в этом отношении лещина, которую приходится подчас ради спасения дуба е ж е г о д н о «сажать на пень». В фазе жердняка, наоборот, дуб и его спутники угнетают кустарники, которые в значительном количестве выпадают из насаждения. Лишь начиная со среднего возраста насаждения подлесок формируется в надлежащей густоте и с успехом выполняет все упомянутые функции. При сильном изреживании взрослых насаждений практикуют искусственное введение подлеска под их полог, чтобы защитить почву от задержания.

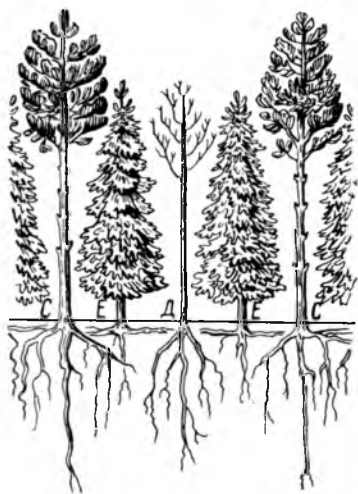


Рис. 122. Схема сосново-дубовой культуры с еловым буфером, смягчающим взаимоотношения между антагонистами:
С — сосна, Е — ель, Д — дуб.

Экологические взаимоотношения между растениями и аллелопатия. В последние годы возник интерес к так называемой аллелопатии, под которой разумеют прямые химические воздействия растений друг на друга (Н. Molisch, 1937). Они могут носить положительный характер в том случае, когда растение А выделяет через листья или корни вещества, стимулирующие рост и развитие его соседа — растение Б. Чаще же устанавливают отрицательные взаимоотношения, при которых выделения растений носят так называемый ингибиторный характер — задерживают рост и развитие соседей, вплоть до их умерщвления (летальный исход).

Важную роль прямым химическим воздействиям растений друг на друга (то есть аллелопатии) придают ученые разных направлений в биологии — В. Н. Сукачев, Т. Д. Лысенко и др. Некоторые аллелопатологи склонны приписывать выделениям растений роль решающего фактора для хода и результатов взаимодействия между растениями и для формирования фитоценозов. Открывается как бы новая эпоха в фитоценологии, когда факторы света, тепла, питательных веществ и почвенной влаги отодвигаются на вторые или еще более отдаленные места, а главным регулятором взаимоотношений между растениями становится аллелопатия — прямые химические взаимодействия растений, стимулирующие или задерживающие их рост и развитие.

Аллелопатические воздействия, как по преимуществу фитонцидные и черезвоздушные, давно известны. Г. Молиш, сосредоточив свои исследования именно на воздушной сфере, открыл важный фактор стимуляции созревания плодов — воздействие на них этиленом. В противовес Г. Молишу современные аллелопаты интересуются главным образом почвенной сферой — корневой аллелопатией.

Следует подчеркнуть противоположность в данном вопросе экологической и современной аллелопатической точки зрения. Выше было отмечено, что фитоценологические явления (отношения между растениями) в своей основе суть экологические, то есть главным образом отношения к свету, теплу, влаге, почвенной пище. Взаимопомощь и конкуренция между растениями возникают из-за факторов среды — источников энергии и пищи для растений. Прямые химические воздействия растений друг на друга имеют ограниченное распространение и не играют скольнибудь существенной роли в ходе таких больших процессов, как смена пород, формирование продуктивности и устойчивости естественных биоценозов. И это особенно относится к взаимоотношениям, складывающимся в почве.

Почва — среда, наиболее богатая элементами питания (вода и все элементы питания, включая даже углерод, частично поглощаемый корнями в форме растворенных в воде бикарбонатов). Почва для растений является одновременно и источником питания и местом, куда выделяются экскреты растения — отбросы его физиологических процессов. В таком единстве двух противоположных процессов природа не могла не выработать какую-то третью регулирующую силу, несущую санитарно-гигиенические функции в интересах растения. В противном случае, то есть в случае, когда такого регулятора, обладающего к тому же большой количественной мощностью, не существовало, почва едва ли стала бы тем, чем она есть для растений, — важнейшим источником их плодородия.

Таким регулятором является почвенная адсорбция, изученная К. К. Гедройцем¹. В части, касающейся аллелопатии, наибольший интерес имеет физическое поглощение. Почва поглощает физически (молекулярно) те вещества, которые понижают капиллярное натяжение водных пленок. К этой категории относятся прежде всего и главным образом органические вещества, в частности растворимые продукты корневой экскреции и гниения органических остатков — мертвых корешков, листьев и т. п. Физическая адсорбция органических веществ осуществляется мгновенно. Емкость ее велика даже у песчаных почв, а при переходе к глинистым она возрастает в геометрической прогрессии.

Поглощение растительных (корневых) экскретов осуществляется в почве микрлокально. Создаются участки с преимущественным накоплением корневых экскретов, куда относится и так называемая «микробная ризосфера». Обилие микробов в зоне скопления корневых выделений говорит о том, что с а н и т а р н у ю ф у н к ц и ю в почве несут также и микробы, а физическая адсорбция, предшествующая деятельности микробов, не лишает их возможности использовать органическое вещество, являющееся для микробов их главной пищей и источником энергии.

Следовательно, всякое появляющееся в почве органическое вещество, прежде чем оно вступит в длительное взаимодействие с корешками высших растений, особенно деревьев, претерпевает фиксацию на поверхности почвенных частиц, в зоне, малодоступной всасывающим корешкам деревьев. При всех условиях прямое действие этих веществ на корешки составляет исключение; правило же состоит в том, что органическое вещество сначала подвергается микробной переработке, а затем вступает в контакт с корешками высших растений в виде гуминовых кислот, фульвокислот, продуктов минерализации органических веществ — минеральной пищи растений.

Но свежее органическое вещество, выделенное корнями высших растений, может в ряде случаев отражаться на составе и жизнедеятельности микробного населения аллелопатически. Известно, например, что влиянием избытка

¹ К. К. Гедройц. Избранные сочинения, т. 3. Сельхозиздат, М., 1955.

органического вещества, выделенного организмами, подавляется нитрификация. Распространенный в пахотных почвах высокопродуктивный азотфиксатор — азотобактер чаще всего отсутствует в лесных и целинных почвах. Законно предположить, что отсутствие азотобактера непосредственно связано с обилием видов растений в естественных биоценозах, где какие-то из них выделяют вещества ингибиторные (токсические) по отношению к азотобактеру. Такой вывод и был сделан А. П. Визиром (1958) на основе опытов с подстилкой ясеня, действующей ингибиторно по отношению к азотобактеру.

Если аллелопатическая концепция находит себе место в микробиологии, то другое дело — древесные породы, особенно в их более зрелых, чем семена и всходы, возрастных фазах, когда решаются судьбы состава и структуры растительных сообществ. Другими словами, физическая и биологическая адсорбция почвы ставит преграду сколько-нибудь значительным аллелопатическим влияниям на высшие растения в почвенной среде. Во всяком случае почвенная адсорбция оставляет для этих явлений ограниченные возможности, за ними остается пространственно узкая зона микробной ризосферы.

Нередкие попытки приписать общеизвестным лесоводственным явлениям аллелопатический характер обзаны или незнанию лесоводства, или игнорированию очевидных явлений. Например, устанавливается, что антагонизм дуба и ильмовых пород в степных посадках якобы аллелопатогенный, то есть дуб плохо растет рядом с ильмовыми из-за того, что эти последние будто бы выделяют корешками ингибиторные (ядовитые) для дуба вещества. Достаточно посетить дубово-ильмовые посадки, в которых после вырубki ильмовых дуб поправляется при наличии по соседству буйной ильмовой поросли, а значит, и живых корней ильмовых, чтобы отклонить несостоятельную гипотезу. Подобные же гипотезы высказаны о взаимодействиях дуба и ели, ясеня и лиственницы и др.

Не отрицая наличия прямых химических (аллелопатических) воздействий между породами в надземной сфере, нельзя признать за ними существенного значения в ризосфере. В жизни растительных сообществ преобладают многосторонние взаимоотношения, осуществляющиеся через сложный ряд посредствующих звеньев экологической цепи. Косвенные взаимоотношения преобладают над прямыми, и во всех случаях решающее значение для судьбы отдельных видов в сообществе имеет взаимодействие растений со средой-пищей и источником энергии, а не прямые химические взаимодействия.

Устойчивость леса против вредных влияний. Большое значение для повышения прироста имеет устойчивость насаждений против многочисленных вредных влияний, особенно против вредных насекомых, грибов и бактериальных болезней. Лесовод стремится создавать устойчивые биоценозы, способные собственными силами отражать нападение врагов. Подчеркивая многочисленные трудности, стоящие на пути степного лесоразведения, Г. Н. Высоцкий указывал на необходимость достижения степными насаждениями фазы *ци в и т а ц и и*, то есть такого состояния, когда они как бы получают право гражданства на степной земле. Это право дается им прежде всего их *у с т о й ч и в о с т ь ю* *п р о т и в* *з а с у х и*, вредителей и болезней.

Регулирование состава, густоты и формы насаждений, площади питания деревьев в надземной и подземной среде — важный способ поднятия устойчивости лесов против вредителей-насекомых и болезней. Во всех случаях следует оказывать покровительство насекомоядным птицам — главным союзникам леса в борьбе с массовым размножением вредных насекомых.

В результате естественного отбора в течение длительного времени лесные растения приспосабливаются к местным климатическим, почвенным и другим условиям; из них формируются виды и разновидности (экотипы), биология которых соответствует местной среде и ее сезонным режимам. Поэтому для создания устойчивых насаждений лесоводы стремятся использовать семена местного происхождения, наличный подрост и естественное возобновление.

Лесные растения группируются в биоценозы, состав и структура которых также являются результатом длительного отбора. Естественным лесам свойственно приспособление к большинству местных неблагоприятных климатических условий, устойчивость к вредителям и болезням. Коренные насаждения, образовавшиеся в условиях, типичных для местных естественных ландшафтов, являются наиболее богатыми по составу

растений и животных, наиболее сложными по своей ярусной структуре и самыми устойчивыми по отношению к большинству вредных воздействий.

Как уже отмечалось, смешанные, сложные и разновозрастные насаждения в большинстве случаев обладают повышенной устойчивостью против большинства неблагоприятных условий, а чистые, разновозрастные и простые насаждения наиболее подвержены разным вредным влияниям, в том числе и массовым инвазиям (вторжениям) первичных вредителей и болезней. Вредные насекомые и болезнетворные грибы специализированы по отдельным породам и фазам их развития. В чистых насаждениях они находят однородную среду, благоприятную для своего распространения, питания и размножения.

Обычным для массовых расстройств леса (дигрессий) являются климатические (метеорологические) причины: засухи, сильные зимние морозы, бури, снегопады и т. д. Разведение несоответствующих почвенно-климатическим условиям древесных пород или их разновидностей заканчивается потерей прироста, ослаблением жизнестойкости, нападением вредителей и грибных болезней, усыханием. Не менее распространены вызываемые человеком прямые или косвенные нарушения климата, почв и нормальной структуры леса: сплошные и особенно бессистемные рубки, сельскохозяйственное пользование на лесосеках, лесные пожары, чрезмерный и длительный выпас скота, затопление почвы водой, непривычное для данных насаждений, или, наоборот, внезапное осушение богатых водой почв, перекрытие почвы толстым слоем терригенных осадков — песков и глин, отравление растений вредными промышленными газами и дымами, засорение листьев угольной пылью и т. д. Ослабление насаждений способствует нападению на них вторичных вредителей — короедов, лубоедов, златок и других насекомых, а также болезнетворных грибов, заселяющих ослабленные деревья. Одно из распространенных грибных заболеваний бука, получившее название «буковая смерть», поражает камбий и наносит значительный урон буковым лесам Центральной и Западной Европы. Эта болезнь дает вспышки после засушливых лет, после значительных зимних морозов, после большого урожая семян, истощающего запасы органических веществ в дереве (Е. Georgi, 1965).

Хотя перечисленные причины являются внешними по отношению к лесу, все же их нельзя резко отграничивать от внутренних свойств леса, от состава естественных насаждений и их фауны, возраста древостоя, почвенных условий и т. п. Так, внешний фактор засуха при равных почвенных условиях сильнее воздействует на лес, состоящий из сравнительно влаголюбивых пород — ели, пихты, березы, бука, и менее — на лес из засухоустойчивых пород — сосны и дуба. Внешний фактор буря может вызвать ветровал в лесах, растущих на почвах с близким залеганием грунтовых вод или на мелких почвах ветроударных горных склонов. Однако, как правило, ветровала не бывает в лесах, растущих на глубоких свежих или сухих почвах, исключая действие ветров ураганной силы, возникающих поздней осенью или ранней весной при переувлажнении почв. В засушливое время внешний фактор молнии вызывает пожары в хвойных лесах, между тем как пожары почти никогда не бывают в лесах лиственных.

Лесоводство и лесоустройство располагают разветвленной системой мероприятий против указанных неблагоприятных влияний на лес: против ветра создаются ветроустойчивые опушки и сечи; против пожаров про рубают широкие просеки и устраивают минерализованные полосы; против засухи проводят своевременное прореживание, вводят почвозащитный подлесок и т. д.

Сосна и ель — наиболее уязвимые древесные породы; их леса чаще других подвергаются разным неблагоприятным влияниям. У них имеется много опасных первичных вредителей: шелкопряды, пяденицы, пилиль-

щики и многие другие, питающиеся хвоей насекомые. Большой урон ельникам наносит шелкопряд-монашенка. Дубу и другим лиственным наносит ущерб златогузка, зеленая дубовая листовертка, непарный и кольчатый шелкопряды, многие другие насекомые. Жаркие и засушливые периоды благоприятны для размножения этих вредителей; некоторые из них дают в такое время дополнительную генерацию. Но как бы ни были сильны инвазии массовых первичных вредителей, их размножение ограничивают паразиты вредителей — насекомые-хищники, грибы и бактерии, вызывающие заболевания вредных насекомых, свойственные нормальному здоровому лесу. Только лесам, где нарушена целостность биоценоза, где недостает насекомых-хищников и деревья ослаблены, первичные вредители способны нанести непоправимый урон.

Молодые гусеницы, только что вышедшие из яиц, питаются лиственной древесиной, которые ослабили свой тургор. Энтомологи легко выращивают гусениц непарного шелкопряда на срезанных, подвядавших ветвях дуба; на несрезанных ветвях здорового дерева осуществить это труднее. Первые очаги соснового пилильщика появляются в насаждениях сухих боров, то есть в наиболее страдающих от недостатка влаги естественных сосняках. Очаги листогрызущих вредителей дуба появляются в старых насаждениях сухих дубрав или в суборевых дубняках порослевого происхождения, особенно там, где уничтожен подлесок и вырублены душлистые деревья, служащие местами гнездования для насекомоядных птиц.

Сильно расстроенные редкие насаждения или, наоборот, крайне перегущенные древостои часто заселяются вредителями и страдают от болезней. Насаждения степной зоны подвержены нападению вредителей в результате засухи чаще, чем лесостепной, и, конечно, чаще, чем лесной. Особенно часто повреждаются первичными вредителями чистые искусственные насаждения, причем именно те, которые не соответствуют условиям местообитания. Сосняки, созданные на старопахотных землях, особенно густые, страдают от корневой губки. В сосняках первого поколения на переветренных песках поселяются подкорный клоп, побеговьюны и другие первичные вредители, особенно вредные для сосновых молодняков.

Смешанные и разновозрастные насаждения со ступенчатой структурой более устойчивы, потому что насекомые, паразитирующие на определенных видах растений, находят в таких насаждениях пеструю среду, неблагоприятную для распространения.

Особенно часто очаги вредителей возникают в расстроенных и ослабленных насаждениях. Повреждение насаждений пожарами или промышленными газами, расстройство их бессистемными рубками, уничтожение подлеска, утаптывание почвы и другие нарушения их нормального состояния способствуют размножению первичных, а при дальнейшем ослаблении древостоев — также и вторичных вредителей. Подобные очаги отсутствуют (или, возникая, не получают развития) в коренных древостоях и в заповедниках.

Современные способы борьбы с насекомыми при помощи химических средств высокоэффективны против массового размножения вредителей. Однако от ядохимикатов погибают также и естественные враги вредных насекомых — насекомые-хищники. В древостоях, подвергавшихся неоднократной химической обработке дустами, где уничтожаются энтомофаги, численность вредителей после прекращения химических обработок снова увеличивается. Иногда после дустов начинают размножаться новые вредители из числа тех, которые до этого были малочисленны и не являлись опасными врагами леса (Швердтфегер, 1958).

Энтомофаги предупреждают попытки вредителей увеличивать свою численность, то есть оказывает профилактическое действие. Но их роль велика также и в подавлении массовых вспышек вредителя. Подобное значение имеют патогенные микробы, оказывающие на насекомых

вредителей более сильное прямое воздействие, чем инсектициды. К ним близко примыкают микроскопические черви — нематоды, паразитирующие на насекомых. Для защиты леса первенствующее значение имеют насекомоядные птицы и летучие мыши, о чем подробнее было сказано в главе 6.

Работы П. А. Положенцева, Д. Ф. Руднева, А. И. Ильинского, Д. В. Воронцова и других советских энтомологов внесли много существенного в понимание причин массового размножения вредителей. Среди этих причин ими указано на важнейшее значение состава и физиологического состояния корма для насекомых — хвои, листвы, луба, древесины веточек, стволов и корней деревьев. Изменение биохимического состава листьев в благоприятную для данного вредителя сторону способствует повышению его численности и очень часто выступает в качестве причины массовых размножений.

Следовательно, в лесоводстве не случайно стремятся создавать насаждения, соответствующие условиям местообитания, и всячески оберегать естественные леса, использовать их возобновление, применять для посева семена местного происхождения, сохраняющие наследственное богатство приспособлений к среде, которые выработались в течение тысячелетий. Необходимо развивать биологические методы профилактики и борьбы с массовым размножением первичных насекомых, внедрять новые методы лесоводственной техники возобновления и воспитания леса, направленные на создание устойчивых лесов.

Забота о нормальном состоянии всех звеньев лесного биоценоза, максимальное сохранение его целостности — важнейшие предпосылки для охраны и создания устойчивых и продуктивных лесов.

3 *часть*

**ВОЗОБНОВЛЕНИЕ
И ВОСПИТАНИЕ
ЛЕСА**

Зарождение и развитие лесоводства в СССР. Отечественное лесоводство зародилось на рубеже XVII и XVIII столетий вследствие потребности в корабельном лесе. По указанию Петра I были созданы дубовые рощи на юге России и Линдуловская лиственничная роща на Карельском перешейке (под Ленинградом). Было организовано описание лесов, растущих вдоль больших рек на 50 верст в обе стороны, вдоль малых сплавных рек па 20 верст. Тогда же создано первое лесное управление и приглашены специалисты лесного хозяйства — «лесные знатели».

Первый русский экономист И. Т. Посошков (1652—1726) в своей книге «О скудости и богатстве» указал на необходимость хозяйственного использования леса, и дал рекомендации по его разведению и охране, в частности такую: «Лес, кой годитца в строение, на дрова отнюдь бы не рубили». И. Т. Посошков рекомендовал высевать семена древесных пород, предусматривая необходимость прополки древесных сеянцев, «чтобы степная трава не заглушила ево».

Вопросами лесной науки занимался М. В. Ломоносов и его современники — С. П. Крашенинников и А. А. Нартов. М. В. Ломоносов создал интересный цикл рассуждений о влиянии леса на почву, являющийся первоосновой лесного почвоведения. Он указал на преимущественный дерновый характер почвообразования у лиственных пород, особенно березы, и подзолообразующий у хвойных.

Одобренная к изданию М. В. Ломоносовым книга «лесного знателя» Фокеля «Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов, с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить», появившаяся в 1766 г., была ценным очерком лесов и изложением результатов первых опытов лесоразведения в России. Статья А. Болотова «О рублении, поправлении и заведении лесов», вышедшая в том же году, что и книга Фокеля, описывает опыт ведения лесного хозяйства в Каширском уезде Тульской губернии, свойства древесных пород, излагает принципы рубок леса и искусственного лесоразведения. Она содержит ряд точных наблюдений, свидетельствующих о приоритете русской науки в решении ряда важных вопросов лесоводства.

Акад. А. А. Нартов выступил со статьей «О посеве леса» и другими работами, посвященными лесному хозяйству, где он рассматривал вопросы лесного почвоведения и взаимоотношений древесных пород между собой. В 1767 г. вышла книга Рычкова «О сбережении и размножении лесов».

Начиная с 1804 г. производятся работы по облесению песков Харьковской губернии Данилевским и Легкоступом. В 1809 г. в Полтавской губернии начал закладывать первые лесные полезащитные полосы украинский этнограф В. Я. Ломиковский, получивший доказательства их высокой эффективности для сельского хозяйства. Книга В. Я. Ломиковского «Лесоразведение в селъце Трудолюбие» была основополагающей в этой области. Пионером степного лесоразведения на Украине является также В. П. Скаржинский, облесивший несколько сотен гектаров в Херсонской губернии.

Неурожайные 1834 и 1835 гг. стимулировали работы по степному лесоразведению. Лесовод В. Е. Графф в 1843 г. заложил искусственный лесной массив в степи — Велико-Анадольский, ставший колыбелью степного лесоразведения, образцом покорения степной природы человеком. В те же годы под руководством лесовода Г. Мальгина закладывается

обширный опыт облесения окраин Олешских песков с помощью шелюги и тополевых посадок, давший положительные результаты.

Развертывание степного лесоразведения и искусственного возобновления в лесостепной и лесной зонах с тех пор не приостанавливается. Накапливается практический опыт лесоводства по всем его отраслям, в частности по рубкам главного пользования и рубкам ухода. Попытки обобщения этого разностороннего опыта относятся к первой половине XIX в. Тогда были написаны учебники и наставления по лесоводству Зябловского (1804), Дивова (1809), Перелыгина (1831), Длатовского (1843). В 1856 г. выходит книга крупного лесовода и революционного демократа-шестидесятника Н. В. Шелгунова «Лесоводство». В этой книге и в работах лесовода А. Теплоухова даны зачатки лесной типологии, первые представления о коренных и производных типах насаждений.

Во второй половине XIX в. лесоводство делает дальнейшие крупные шаги, отражающие переход России на капиталистические рельсы развития. Осваиваются разработкой лесные массивы севера, в связи с этим развивается лесоустройство, охватывая ранее малодоступные леса севера европейской части России, появляется лесная типология и лесное опытно-дело.

Крупнейшие ученые того времени — Ф. К. Арнольд, написавший четырехтомный «Русский лес», М. К. Турский, Д. М. Кравчинский, А. Ф. Рудзский, В. Я. Добровлянский, Н. С. Нестеров — вносят свой вклад в развитие отечественного лесоводства и лесоустройства. В конце века, в 1892 г., Лесной департамент создает экспедицию по разработке мероприятий для борьбы с засухой в степях под руководством В. В. Докучаева. В ее состав вошли Г. Ф. Морозов и Г. Н. Высоцкий — корифей современного лесоводства.

Г. Ф. Морозов создает оригинальное учение о лесе, оцененное в качестве крупнейшего достижения лесоводственной науки не только в нашей стране, но и за ее пределами, в частности в Германии, издавна считавшей себя первой в лесоводственном отношении. Г. Ф. Морозов научно обобщил достижения лесной типологии и весь предшествующий опыт рубок леса в России, создал замечательное учение о сменах древесных пород.

Книга Г. Ф. Морозова «Учение о лесе» остается и поныне лучшим из всего, что написано по общему лесоводству в качестве учебников и учебных пособий, несмотря на вполне понятную устарелость некоторых ее материалов и терминологии за истекшее время. Написана она не в традиционном стиле «суммы примеров из лесоводства», а как монолитное учение, теоретическим стержнем которого выступает созданное Г. Ф. Морозовым понятие о лесе как о сложном географическом явлении, где взаимоотношения организмов и среды являются ведущим фактором развития. Более полувека назад Г. Ф. Морозов указывал на первичное, основное значение среды в формировании состава и производительности леса.

Г. Н. Высоцкий — корифей степного лесоразведения, преобразователь его техники, крупнейший лесовод-почвовед и гидроклиматолог, основатель современных представлений о движении влаги в почвогрунтах. Он создал развернутое учение о влиянии лесов на климат соседних полей, исследовал влияние леса на циркуляцию атмосферной влаги, обосновал увлажняющее влияние лесов на климат горных стран и засушливых областей.

Наибольшего развития отечественное лесоводство достигло после Великой Октябрьской социалистической революции. Масштабы работ по лесовозобновлению, развитие сети научно-исследовательских учреждений по лесоводству ставят нашу страну на одно из первых мест в мире в этой области. Развернулась селекция древесных пород, созданы новые ценные быстрорастущие древесные породы, новые способы лесоразведения и ухода за лесом, усовершенствована техника семеноводства и выра-

щивания посадочного материала, достигло небывалых масштабов степное полесозащитное лесоразведение, облесение песков и оврагов, защита леса от вредителей и болезней, лесостроительство. Советские лесоводы достигли крупных успехов в механизации многих трудоемких процессов лесного хозяйства, его химизации, создании комплексных хозяйств, сочетающих лесоводственные мероприятия с лесозаготовительными, осуществляющих идею единства посева и уборки урожая.

Системы лесоводственной техники. Лесоводство, как и другие отрасли растениеводства, претерпевает с течением времени существенные изменения, зависящие от: 1) экономического уровня народного хозяйства и 2) развития лесохозяйственной науки и техники, в частности лесной экономики, лесостроительства, механизации трудоемких лесохозяйственных процессов. Большое влияние на развитие современного лесоводства и лесоводственной техники оказывает разработка лесобихологических проблем, относящихся к генетике и селекции древесных пород, лесной климатологии и лесному почвоведению, лесной экологии и биологии, энтомологии и фитопатологии, лесным культурам и лесным мелиорациям, разделам общего лесоводства, в которых разрабатываются методы естественного возобновления и воспитания леса.

В прошлом столетии лесоводство развивалось эмпирически, путем обобщения и нередко догматизации частных случаев из лесоводственной практики. Многие простые и разумные, единственно приемлемые с биологической и экологической стороны технические приемы, например выращивание посадочного материала на питомниках и посадка на постоянное место 1—2-летними сеянцами, вырабатывались долго и мучительно. До 1870 г. в России преобладала пересадка на постоянную площадь крупномерных деревцев, взятых из подроста или самосева в лесу и на лесосеках. В степном лесоразведении также применяли крупномерный посадочный материал, выращиваемый по садовому способу. Это обстоятельство было одним из тех, которые ограничивали масштабы и темпы лесоразведения в разных районах страны.

Для современного лесоводства могут звучать курьезно проблемы, волновавшие лесоводов прошлого века. На пожелтевших от времени страницах отчетных изданий «Съездов лесничих и лесовладельцев» можно найти удивительные для нашего времени точки зрения и неоправданно горячие споры по таким вопросам, как, например, «какую породу следует разводить — сосну или ель?» безотносительно к условиям места и времени. Кроме сказанного, с историческими документами лесоводства полезно ознакомиться и для того, чтобы полнее оценить научные и организационно-практические подвиги выдающихся лесоводов второй половины прошлого столетия — Н. В. Шелгунова, Ф. К. Арнольда, А. Ф. Рудзкого, М. К. Турского, Д. М. Кравчинского, Н. С. Нестерова и многих других, а также самых молодых из них — Г. Н. Высоцкого и Г. Ф. Морозова, переступивших через порог двух столетий.

Одним из наиболее революционизирующих, наиболее принципиальных и новаторских из всех направлений в лесоводстве было созданное Г. Ф. Морозовым типологическое. Оно связало технику с условиями местообитания и тем самым создало предпосылку для ее дальнейшего развития. Это помогало лесоводу освобождаться от тысячекратно повторявшихся ошибок и неудач получения отрицательных результатов при перенесении рекомендованной техники в те места, где она еще не была испытана. Освоение лесной типологии меняло не только «распределение лесохозяйственных мероприятий по территории», оно меняло самую технику в соответствии с особенностями, которые были свойственны новым географическим условиям, куда ее переносили.

Выбор древесных пород стал проводиться в соответствии с типами местообитания, появились новые, модифицированные приемы семеноводства, питомничьего хозяйства, лесокультурного дела, рубок возобнове-

ния и ухода, борьбы с вредителями и болезнями леса все на той же экологической основе. В ряде мест рождались прогрессивные системы лесохозяйственной техники, оправдываемые биологическими и экологическими соображениями. Они возникали в географически типичных местах, получавших все больший авторитет как центры передовой техники: Лисинское лесничество, Бузулукский бор, Усманский бор, Шипов лес, Тульские засеки, Таллермановская роща, Черный лес, Тростянецкая опытная станция, Каменная степь, Велико-Анадоль и многие другие места, где к началу XX столетия уже сформировались оригинальные системы лесоводственной техники.

В современном советском лесном хозяйстве системы лесоводственной техники еще более тесно связаны с географическими условиями, нередко с типологическими классификациями, но больше всего с принадлежностью к одной из трех групп-категорий, на которые их делят с 1938 г.:

I группа — леса защитно-водоохранные вдоль берегов крупных рек; здесь запрещены главные рубки и проводят только санитарные.

II группа — леса эксплуатационные с использованием в пределах нормальной (расчетной) лесосеки.

III группа — эксплуатационные, допускающие отступления от нормальной лесосеки.

Такое деление на группы по признаку разного значения лесов сыграло положительную роль в истории лесного хозяйства нашей страны, хотя оно не отразило полностью лесоводственную технику в том виде, как она развивалась к настоящему времени.

Лесоводство все еще остается такой отраслью, где трудно составлять технические правила и инструкции, сочетающие в себе точность указаний с творческим простором для их осуществления. Это происходит потому, что в лесоводстве, как нигде в других областях растениеводства, велика зависимость от условий места и времени. Она обуславливается сложностью объекта, многообразием лесов, древостоев и местообитаний, длительным сроком их воспроизводства. Поэтому особенно важно правильно оценить намечающиеся принципиальные различия в его технических системах, предвидеть направление их развития.

В СССР существует шесть типов лесохозяйственных систем. Некоторые из них только намечаются, но спустя небольшой срок, в соответствии с быстрыми темпами развития советского народного хозяйства, они станут распространенными в наших условиях.

1. Лесное хозяйство классического типа в лесах всех групп, базирующееся на использовании естественных продуктивных ресурсов древостоев и местообитаний при сплошно-лесосечной системе рубок и максимальном использовании естественного возобновления. Средняя продуктивность 3 м³ в год на 1 га. Применяется в мало освоенных лесных массивах севера.

2. Интенсивное хозяйство классического типа в лесах I и II групп, базирующееся на сплошно-лесосечной системе рубок и искусственном лесовозобновлении (лесных культурах). Средняя продуктивность 3—5 м³ в год на 1 га. Разные зоны и районы.

3. Лесное хозяйство классического типа в лесах I и II групп, основанное на постепенно-лесосечной системе рубок и естественном лесовозобновлении. Продуктивность 3—5 м³ в год на 1 га. Горные леса и леса зеленых зон вокруг городов.

4. Интенсивно производительное, плантационное лесоводство, полностью механизированное и химизированное, в условиях засушливого юга — орошаемое. Главные породы — быстрорастущие: селекционные сорта тополей, осины, ольхи, робинии, орехов и других пород. Средняя продуктивность 10—25 м³ в год на 1 га.

Малолесные районы юга, юго-востока европейской части СССР, Кавказа и Средней Азии.

5. Мелиоративное лесоводство: 1) полезащитное лесоразведение; 2) облесение песчаных и овражных массивов, речных пойм, рудничных отвалов и т. д. Средняя продуктивность лесов 2—5 м³ в год на 1 га. Лесостепная и степные зоны.

6. Заповедно-природоохранительное, в частности охотничье хозяйство расширенного типа в горных районах, зеленых зонах городов, на курортных землях, включая и нелесные объекты, а также лесные массивы туристического, санитарно-оздоровительного и общекультурного значения. Главное пользование основывается на выборочном принципе лесного хозяйства.

В дальнейшем тексте особенности техники каждого хозяйства отражены лишь в малой степени. За исключением классического лесоводства, другие системы еще не разработаны настолько, чтобы представить их в концентрированном и полном изложении.

Географическая обусловленность лесоводственной техники. Советский Союз настолько обширен, что не может быть единообразных технических систем лесного хозяйства, приложимых ко всем его лесам. Вовлечение в интенсивное использование все новых лесных массивов европейского Севера, Сибири и Дальнего Востока способствует накоплению опыта ведения лесного хозяйства даже в тех районах, которые в недавнем прошлом не знали развитого лесного хозяйства. С нарастанием экономической мощи нашего государства ширится площадь освоения лесного фонда. Накопляя производственный опыт в новоосвоенных лесах, местное лесное хозяйство обогащается также и новой техникой, развивающейся на базе этого опыта.

Следует различать формирующиеся на наших глазах географические системы лесохозяйственной техники: 1) таежное (северное) лесоводство; 2) лесоводство хвойно-широколиственной зоны; 3) сухое лесоводство степной и лесостепной зон; 4) средиземноморское (субтропическое) лесоводство; 5) горное лесоводство Карпат, Кавказа и других горных систем.

Таежное (северное) лесоводство имеет дело с хвойными лесами из лиственницы, ели, пихты, обыкновенной и кедровой сосны, мягколиственных пород — березы, осины, серой и черной ольхи. Его территория наиболее обширная, и оно успело, по крайней мере в европейской части страны, разработать свою техническую систему, на основе которой достигнуты высокие показатели возобновления леса, повышения его качества и продуктивности, охраны от пожаров и вредных насекомых и болезней, повышения водоохранных и защитных свойств лесов. Преобладающими типами леса здесь выступают сосновые боры, ельники-рамени, «кедрачи», «пихтачи», «листяги», в большинстве влажные и сырые. Много в таежной зоне производных насаждений с господством березы, осины, ольхи. Избыточная увлажненность понижает производительность лесов, усиливает дефицит тепла.

Важнейшей задачей лесоводства таежной зоны, или зоны «влажного лесоводства», является обеспечение естественного возобновления хвойных пород на лесосеках разной ширины и прежде всего на лесосеках широких, концентрированных, здесь применяемых. Система рубок с оставлением семенников главных пород надлежащего качества, умение использовать группы подроста, появившиеся еще под пологом леса, очистка лесосек разными способами, в частности огневым, — важнейшие элементы лесохозяйственной техники.

При решении вопросов лесовозобновления большую роль играют способы очистки лесосек, использование освещения для увеличения притока тепла, борьба с излишней кислотностью почвы, с заболачиванием почв после рубок.

В процессе воспитания леса немалое значение имеет уход за составом насаждений, защита хвойных пород от угнетения лиственными, забота о полноте молодняков и жердняков как о важнейшем способе очищения стволов от сучьев.

Лесоводство хвойно-широколиственной зоны, включающей центральные районы европейской части Советского Союза, Белорусскую ССР, Литовскую ССР и Украинское Полесье, имеет дело с пестрыми по составу лесами. Ель и сосна, дуб и ясень, клен и липа береза и осина всюду встречаются как главные породы и во многих местах достигают высокой продуктивности (типы еловых грудов и сугрудков Г. Н. Высоцкого, влажные дубравы, свежие и влажные субори и т. п.). Здесь разработана богатая техника возобновления смешанных насаждений высокой производительности: елово-широколиственных лесов с сосной и грабом, грабовых дубрав, липо-кленовых дубрав Тульских засек и Московской области с их разнообразной техникой возобновления и воспитания леса.

Сухое лесоводство степной и лесостепной зон — исторически самое богатое, так как на его территории работали более чем столетие выдающиеся центры отечественной лесоводственной культуры — Каменная степь и Велико-Анадоль, Шинов лес и Таллермановская роща, Черный лес и Тростянецкая лесная опытная станция, а также разветвленная сеть более молодых опытных станций и опорных пунктов. Расположенные в острозасушливой южнестепной подзоне опытные станции и опорные пункты разрешили в советские годы ряд важных проблем степного лесоразведения для южных районов. Главной особенностью сухого лесоводства является применение высокоинтенсивной техники лесовозобновления, обеспечивающей приживаемость и рост насаждений в условиях недостатка влаги — в сухих прибрежных дубравах, субориях и борах, на летучих песках и оврагах.

Средиземноморское (субтропическое) лесоводство Южного берега Крыма, Черноморского побережья Кавказа и Колхиды, Ленкоранского побережья Азербайджана и некоторых районов Средней Азии также сформировалось в развернутую систему. Главные породы здесь многочисленны: приморская сосна, кипарис, секвойя, кедр, пробковый дуб, железное дерево, фисташка и многие другие.

Горное лесоводство Кавказа, Крыма, Карпат и других крупных горных районов СССР имеет самое близкое родство с лесомелиорацией и системой хозяйств влажного, реже также и сухого лесоводства. Основные особенности его техники — борьба с эрозией, горная мелиорация, облесение склонов, защита лесов, широкое применение семено-лесосечных и группово-выборочных рубок, а на самых крутых ($> 25^\circ$) склонах — правильного выборочного хозяйства. Важнейшие задачи многопородного и пестрого горно-лесного хозяйства — сохранение и повышение почвозащитных, гидроклиматических и водоохраных функций горных лесов. Само собой разумеется, что оно является также источником ценнейших видов древесины и других продуктов леса.

Сказанным не исчерпываются географические системы лесного хозяйства. Если учесть особенности Дальнего Востока с его лесами своеобразного и пестрого состава и районов Южного Сахалина, то и здесь, очевидно, следует предусмотреть свой особый «географический цикл» лесоводственной техники, полностью не повторяющийся в других районах нашей страны.

Различия в географических системах зависят в большой степени от состава типов леса, увлажненности местообитаний, водно-тепловых условий и флористических провинций (породного состава лесов). Немалое влияние на лесоводственную технику оказывают экономические условия районов, стадии развития лесного хозяйства в этих районах, степень населенности районов и другие условия. Возрастающая вооруженность

лесного хозяйства машинной техникой, объединенное его ведение с лесозаготовками и первичной переработкой продукции (к о м п л е к с н о е х о з я й с т в о) открывают широкие перспективы для дальнейшей интенсификации. При этом географические различия не стираются, но приобретают новую форму, отраженную во всем, даже и в способах механизации работ.

Техника возобновления и воспитания лесов является важнейшей в лесоводстве. Задача лесовода — регулировать возобновление спелого, идущего в рубку леса таким образом, чтобы процессы возобновления и рубки леса шли неразрывно, чтобы в момент окончательной рубки спелого леса его место уже занимал полноценный молодой лес. Эта техническая задача имеет два исходных основания: биологическое и экономическое.

Биологический смысл правила «рубка должна быть синонимом возобновления» заключается прежде всего в том, что разрыв между этими двумя моментами приносит значительный вред. Почва, оголенная от леса, теряет лесные свойства, на ней размножается опасная для молодого леса пустырная флора и фауна, почва задерживается, уплотняется, заселяется личинками хрущей и другими вредителями. Лишь в виде исключения возможны случаи, когда недолгое пребывание лесной почвы при полной инсоляции приносит ей пользу; это влажные и сырые боры, субори и сурamenti на севере лесной зоны, накопившие грубый гумус. Но даже и в этих условиях лучше обходиться без полного оголения почвы, вызывающего заболачивание и задержание почвы. В фазе изреживания верхнего полога и в условиях частичного доступа света и тепла к почве разложение грубого гумуса ускоряется, но заболачивание и задержание развиваются не в такой крайней степени.

Экономическое обоснование упомянутого принципа заключается в том, чтобы не допустить потерю времени на выращивание древесины. Разрыв в сроках рубки и возобновления равноценен увеличению оборота рубки или снижению годичного прироста древесины. Между тем важнейшей задачей лесного хозяйства является повышение продуктивности леса, перестройка его на основе расширенного воспроизводства.

Классификация рубок главного пользования. Лесному хозяйству свойственна забота о рациональном использовании своих природных ресурсов, о неистощительном и постоянном пользовании лесом. В лесу постоянство пользования достигается соблюдением двух начал: во-первых, как уже об этом упоминалось, рубки должны быть так организованы, чтобы во время их производства или непосредственно после них возникал новый лес, чтобы рубка и возобновление леса были, как требовал Г. Ф. Морозов, с и н о н и м а м и; во-вторых, в лесу должны быть налицо участки, разнообразные в возрастном отношении, то есть должны быть одновременно молодняки, жердняки, средневозрастные, приспевающие и спелые насаждения, каждая возрастная группа в одинаковом количестве по площади. Возможен, однако, случай, когда леса различного возраста находятся не на разных площадях, а на одной и той же площади. Это разновозрастный выборочный лес, где рядом со спелым деревом располагаются приспевающие, средневозрастные и молодые деревья, последние чаще всего группами.

В лесоводстве существуют два вида пользования — главное и промежуточное и два вида рубок: 1) рубки главного пользования, или рубки возобновительные, когда снимают спелый лес, и 2) рубки промежуточного пользования, или рубки ухода, когда удаляют худшие деревья в целях улучшения роста остающихся лучших. Этому последнему способу рубок будет дано место в отдельной главе (19).

Ранее упоминалось, что в лесу происходит самоизреживание, в итоге которого к возрасту спелости отмирает до 95—99% того числа стволов, которое в молодости составляло данное насаждение. Использование

этого отмирающего материала в живом еще состоянии, удаление больных деревьев и таких, которые могут мешать росту экземпляров главной породы или лучшим экземплярам (в случае чистых насаждений), вызывает промежуточным пользованием. Такого рода рубки не преследуют возобновления, а имеют в виду или только хозяйственное использование естественного отпада, который происходит в лесу, или улучшение роста остающихся, содействие в росте той или иной породе и другие воспитательные цели. Наоборот, рубки главного пользования, осуществляемые в спелом лесу, имеют важнейшей целью собрать урожай древесины. Наряду с этим они связывают эксплуатацию с интересами возобновления, ставят перед собой цель возобновления. Если по тем или иным соображениям выгодно естественное возобновление заменить искусственным, главная рубка не связана так тесно с целями возобновления.

Как известно, естественным называется такое возобновление, когда новое поколение леса возникает в процессе рубки или после рубки в лесоводственно допустимый срок. Следовательно, в этом случае в процессе эксплуатации старого спелого леса возникает естественным путем новый лес. Естественное возобновление, в свою очередь, делится на два рода: семенное и вегетативное. В первом случае молодое поколение леса вырастает из семян, во втором — из пневой поросли и корневых отпрысков. В первом случае хозяйство называется высокоствольным, во втором — низкоствольным. Имеется еще и третий вид хозяйства, которое пользуется и тем и другим, семенным и вегетативным способом и носит соответственно этому название среднего хозяйства.

Порослевое хозяйство называется низкоствольным не потому, что порослевое поколение не могло бы дать высокоствольного леса, а потому, что, как правило, перед ним не ставят задач получать таковой (Г. Ф. Морозов). Способность давать поросль, как известно, сохраняется только до определенного возраста; по миновании его можно не получить поросли, по крайней мере в количестве, необходимом для хозяйства. Поэтому, если имеют в виду вести хозяйство на поросль, не дают насаждениям достигаю до высокого возраста.

Низкоствольное хозяйство технически проще высокоствольного; оно направлено главным образом на удовлетворение потребности в мелком поделочном лесу, химическом сырье, топливе. Быстрота роста поросли и простота возобновления — выгодные стороны этого хозяйства, а худшие качества древесины — отрицательная его сторона.

Приемы семенного возобновления — высокоствольного хозяйства — имеют широкое распространение в лесном хозяйстве. Площадь годичной рубки, обоснованную и вычисленную по правилам лесоустройства, называемую годичной лесосекой, можно реализовать различными путями. Можно представить себе эту реализацию в виде вырубki отдельных узких полос с целью получить новое поколение леса на таких полосах уже после вырубki старого леса, ожидая обсеменения от окружающих (предстоящих) его стен. Такой способ носит название сплошной рубки. Участки сплошных рубок называются сплошными лесосеками, а возобновление получает наименование последующего, так как оно наступает после вырубki леса из семян, налетающих на лесосеку от ее предстоящих стен. Но можно поступить иначе: взять, например, площадь 10 годичных лесосек и рубить всю ее в течение 10 лет; если взять 20 лесосек, то на протяжении такого пространства надо будет вести рубку в течение 20 лет, и т. д. При таких условиях будет соблюдена равномерность и постоянство пользования. Такие рубки называются постепенными, и задачей их является создание нового леса в процессе вырубki старого:

молодняк должен явиться результатом постепенной вырубki материнского насаждения.

После окончательной вырубki последних материнских деревьев на данной площади должен быть готовый молодняк. Ввиду такого характера рубки возобновление, достигаемое с ее помощью, называется предварительным. Такие рубки, следовательно, можно назвать постепенными или рубками предварительного возобновления. Если рубят, например, лес в 100-летнем возрасте, то при организации сплошных лесосек вовлекают в рубку ежегодно одну сотую часть всей площади, назначенной для хозяйства. Если применяют постепенные рубки, то ежегодно пойдет в рубку то же количество леса и берут его точно так же с разных мест, но эксплуатацию приурочивают в этом случае уже не к одной сотой пространства, подчиненного данному хозяйству, а к большой величине. В зависимости от того, будем ли мы рубить в течение 10, 20, 30 лет и т. д. назначенные к пользованию участки, нам придется их соединять в площади, равные 10, 20, 30 годичным лесосекам. Такие соединенные площади тоже носят название лесосек, но только с р о ч н ы х, а не годичных, как при сплошных рубках. При постепенных рубках вырубка может производиться только в пределах таких срочных лесосек; на остальном пространстве леса главное пользование не должно происходить.

При организации всех вышеописанных рубок общей чертой их является то, что рубка может происходить только в одной части леса, на площади, всегда составляющей некоторую дробную часть от всей площади дачи. Если увеличивать срочные лесосеки, то есть растягивать сроки, но вместе с тем и раздвигать пределы площади постепенной рубки, то главное пользование может быть произведено на 40/100, 50/100, 60/100 части всей лесной площади и т. д. Продолжая мысленно такое расширение срока и площади, получаем 100/100, или вы б о р о ч н у ю р у б к у. Это, как видим, тоже постепенная рубка, производимая, однако, на всей площади, подчиненной данному хозяйству, а не только на части ее; эта рубка поэтому не лесосечная. Само собой разумеется, что возобновление, достигаемое с ее помощью, будет также носить характер и название предварительного; здесь будет обеспечена и равномерность пользования.

Из предыдущего вытекает, что существуют две системы рубок — лесосечная и выборочная и два метода возобновления — предварительное и последующее. Из сочетания этих начал образуется основная классификация рубок и семенного возобновления в виде следующей схемы. В ней отражено три вида рубок: 1) сплошно-лесосечная, 2) постепенно-лесосечная и 3) выборочная, соединен принцип лесосечности и нелесосечности рубки с началом предварительного и последующего возобновления:

П о с л е д у ю щ е е в о з о б н о в л е - н и е	П р е д в а р и т е л ь н о е в о з о б н о в л е н и е	
1) сплошно-лесо- сечная	2) постепенно-ле- сосечная	3) выборочная си- стема хозяй- ства
лесосечные системы рубок		

Следует оговориться, что сплошные рубки в некоторых условиях (например, боры-верещатники и особенно свежие дубравы) дают возможность воспользоваться надежным подростом, возникшим под пологом срубленных насаждений, то есть осуществить предварительное возобновление. Равным образом при постепенно-лесосечных рубках, а также при выборочном хозяйстве возможно применение посевов и посадок главной породы на невозобновившихся местах, что отчасти важно для последующего возобновления. Обращая внимание на эти нередкие отступле-

ния, вызванные рациональными соображениями, следует подчеркнуть, что принципиальная классификационная схема в том виде, как она была дана Карлом Гайером (1880), а вслед за ним Г. Ф. Морозовым (1912), не теряет своего познавательного значения, ибо представляет важный этап в истории развития рубок возобновления.

Постепенно-лесосечные рубки могут быть двух существенно разных родов: при одних срок не превышает класса возраста, обычно 20 лет, при других он, наоборот, растягивается, достигая 30—40 лет. В первом случае получают молодняки одновозрастные, так как возраст их колеблется в пределах одного класса. Во втором случае новое поколение леса характеризуется разновозрастностью, то есть колебание возраста отдельных деревьев и их групп превышает класс возраста. Этим обстоятельством второй род рубки напоминает собой выборочную систему, при которой леса имеют разновозрастное строение. Эта последняя разновидность постепенной рубки получила название **выборочно-лесосечной**; первая же в отличие от второй называется **семено-лесосечной**. Эти названия условны: с таким же правом и выборочно-лесосечная рубка и выборочное хозяйство могут быть названы семенными. Но названия давно укоренились, сделались общепринятыми, и ими приходится пользоваться. Если принять во внимание данное разъяснение, то схема приобретает следующий вид:

Последующее возобновле- ние		Предварительное возобновление	
1) силошно-лесо- сечная	2) семено-ле- сосечная	3) выборочно- лесосечная	4) выборочная
лесосечные системы рубок			выборочная си- стема рубок

Прежде чем перейти к характеристике отдельных видов рубок, необходимо указать на те общие требования, которые предъявляются к каждой из них. Во-первых, оценку каждой рубки следует давать с точки зрения успеха возобновления: будет ли достигаться в лесоводственно допустимый срок полное обновление теми **п о р о д а м и**, какие желательно иметь в новом поколении леса? Во-вторых, каждую разновидность рубки следует оценить с точки зрения товарности и **т е х н и ч е с к и х** **к а ч е с т в** выращиваемого леса (древесины) и, в-третьих, с точки зрения **б л а г о с о с т о я н и я** всего леса. Дело в том, что во многих случаях легко получить успешное возобновление какой-нибудь лесосеки, но это не может еще решать дела. Необходимо знать, как изменится структура всего леса после многолетнего проведения в жизнь данной системы. Кроме того, получая лучший результат в данном месте, в другом — вызывают ухудшение, например повреждение леса ветровалом. Легко осуществляя возобновление на первых лесосеках, затрудняют его ход на остальной площади, которая ждет своей очереди и терпит утрату лесной обстановки — задернение почвы, заселение ее пустырной фауной и т. д.

В данной главе, вступительной к прикладной части Общего лесоводства, изложены лишь самые общие принципы классификации рубок возобновления в том виде, как они сложились исторически. Дальнейшее изложение будет посвящено рассмотрению их важнейших типов, а также условий, при которых излагаемые системы способны давать лучшие результаты. Знакомство с особенностями этих технических систем лесоводства очень важно. Особенно важно понимание их творческого существа, помогающего рационально планировать мероприятия во времени и пространстве для решения главной задачи — обеспечения смены лесных поколений с помощью естественного возобновления. При этом смена поколений должна завершаться господством главных для лесного хозяйства древесных пород.

Общие сведения. Возобновлением леса называется смена старого поколения леса новым. Различают естественное возобновление, совершающееся в природе стихийно, но поддающееся хозяйственному регулированию со стороны лесоводов, и искусственное, осуществляемое посевом семян или посадкой сеянцев. Естественное возобновление имеет ряд преимуществ, первым из которых называют сокращение срока лесохозяйственного оборота путем заблаговременного формирования нового поколения леса внутри материнского древостоя — так называемого предварительного лесовозобновления. Второе преимущество — возникновение поколения, генотипически и экологически соответствующего условиям местообитания — климату, почве и их режимам. Кроме того, для естественного возобновления леса в большинстве случаев не требуется больших затрат труда и денежных средств.

Выбор способов возобновления леса — естественного или искусственного — зависит от многих обстоятельств, среди которых экономические соображения чаще всего имеют решающее значение. Увлечение искусственным возобновлением леса, как наиболее дешевым, в Западной Европе началось в прошлом столетии и часто приводило к малоудовлетворительным результатам. Выше уже упоминалось, что при использовании импортированных семян нередко снижается качество стволов и древесины, искусственные насаждения повреждаются вредными насекомыми и грибами, ухудшается рост молодых культур на раскорчеванных и распаханых почвах, потерявших свое естественное сложение и т. д. В наши дни все это должно быть принято во внимание при выборе способа лесовозобновления и его осуществлении.

Различают семенное и вегетативное возобновление леса. В первом случае молодое поколение создается из опавших семян, прорастающих в почве, во втором — после рубки старого насаждения появляется новое поколение в виде поросли на пнях или отпрысков на корнях деревьев предыдущего поколения. Реже новое вегетативное поколение образуется из присыпанных землей нижних ветвей старых деревьев, способных укореняться (отводки). Вегетативное возобновление свойственно листовым породам: дубу, ясеню, липе, грабу, ильмовым, кленам, осине, тополям и др. Хвойные, за немногими исключениями, не образуют надземных побегов от пней и корней; многие из них могут укореняться отводками или черенками в оранжереях и парниках, но в природе этим свойством обладают немногие — тисс, ель, пихта, секвойя.

Издавна принято считать семенное возобновление лучшим, чем вегетативное. Семенное поколение более долговечно, растет более стройно, не поражается сердцевинными гнилями, которым подвержена поросль, унаследующая грибные болезни от зараженных ими пней и корней старого поколения.

Однако и вегетативное поколение имеет ряд преимуществ по сравнению с семенным: 1) порослевое насаждение растет быстрее семенного, нередко в 2—3 раза, по крайней мере в молодом возрасте (см. рис. 58), скорее достигает спелости, что особенно выгодно на почвах низких бонитетов (III—IV); 2) полнее повторяет наследственные качества материнского насаждения, его приспособленность к местообитанию, климату и почве.

Семенное возобновление делят на: 1) предварительное, когда новое поколение появляется из семян еще под пологом материнского насаждения, не затронутого рубкой или предварительно изреженного, и 2) последующее, когда новое поколение создается после рубки старого насаждения.

Самосевом называют молодые растения, появившиеся из семян материнского насаждения естественным путем. Самосев может быть под пологом леса из семян, упавших под кронами деревьев, или на сплошных лесосеках из семян, принесенных ветром от стен старого древостоя, прилегающего к лесосеке, или, наконец, от семенников — одиночных деревьев, оставленных на лесосеке. Появляется он на более благоприятных для прорастания семян местах и вырастает там, где имеются лучшие условия для его роста и сохранности — защита от солнцепека, заморозков, конкуренции трав и др. Самосев под пологом леса называется подростом.

Цветение и плодоношение. Возобновление леса зависит от количества семян, от их урожая. Цветение деревьев дает первые указания на предстоящий урожай семян. Прогноз урожая можно составить по количеству цветочных почек или на основе учета висящих на деревьях женских (или опавших на землю мужских) цветков — сережек.

Плодоношение насаждений зависит от погоды в предшествующие годы, особенно ближайшего года, когда закладываются цветочные почки, а также от погоды в год цветения. Жаркое и сухое лето, как правило, усиливает плодоношение в последующем году. Согласно экспериментам садоводов, подрезка корней и кольцевание деревьев повышают их плодоношение.

Сильное плодоношение свойственно молодым, еще невозмужалым деревьям, если они ослаблены какими-либо внешними условиями. Сосна в сухих борах отличается ранним и обильным плодоношением.

У порослевых деревьев, как у стадийно старых, возраст плодоношения наступает раньше.

Возмужалость. Возмужалость — период вступления деревьев и насаждений в пору обильного плодоношения. Деревья, растущие на свободе, начинают плодоносить раньше деревьев в насаждении. Деревья, оказавшиеся на просторе после вырубki соседних, повышают плодоношение. Раньше других достигают возмужалости светолюбивые породы в возрасте 8—15 лет, на юге скорее, чем на севере. Однако северные их экотипы, выращенные из семян на юге, распускаются, цветут и плодоносят раньше местных представителей того же вида (Патлай, 1965). Затем идут дуб, граб, липа, клен (15—25 лет), ель (25—35 лет), бук (40—45 лет), пихта (50—60 лет). У южных окраин ареалов деревья одной и той же породы плодоносят раньше, чем у северных.

Древесные породы цветут в следующие сроки:

конец февраля — начало марта: орешник (лещина);
март — апрель: ольха, ива, осина, тополь, ильмовые, остролистный клен;

апрель — май: лиственница, ясень, береза, дуб, граб, клен явор;

май — июнь: сосна, пихта, конский каштан, белая акация;

июнь — июль: липа.

В пределах отдельных родов и видов, а также географических районов наблюдаются значительные амплитуды времени цветения. Так, скальный дуб зацветает раньше обыкновенного дуба недели на две. Существующие у обыкновенного дуба его две физиологические расы — ранняя и поздняя — расходятся по сроку цветения на 2—3 недели, аналогичные расы у ели — на 1—2 недели.

Опыление и завязывание плодов. Ясная погода с кратковременными дождями способствует опылению. Сырая, дождливая погода не благоприятствует опылению цветков ветром и насекомыми.

Опыляются с помощью ветра (анемофилы) все хвойные породы, а из лиственных — дуб, бук, ольха, орешник, береза, граб, осина и тополь. Эти породы имеют раздельнополые цветки. Сережки у них длинные и дают много пыльцы. Пчелы посещают только мужские их цветки. Съедобный каштан близок к анемофилам, но сережки у него пахучие, а у женских цветков имеются нектарники.

Обоеполые цветки ильмовых пород ветроопыляемые. Однако однополые и реже двуполые ивы опыляются главным образом насекомыми. Чистые энтомофилы — липа, клен, рябина, яблоня, груша, белая акация, японская софора, почти все кустарники, кроме лещины и можжевельников.

Большинство древесных пород — перекрестноопыляемые растения. Они имеют ряд приспособлений, затрудняющих самоопыление. Цветки разного пола занимают различные места в кроне, например у пихты и ели женские цветки находятся вверху, а мужские — на нижних ветвях; у дуба и бука цветки разных полов сближены, но зато готовности к опылению они достигают в разные сроки, чем устраняется самоопыление.

Как редкий случай возможно взаимопыление географически очень отдаленных друг от друга деревьев. Например, в воздухе над морем, на расстоянии 55 км от берегов Швеции, на 1 мм² клейкой поверхности плоского стекла все еще встречалось по четыре зернышка еловой и березовой пыльцы и по одному сосновой (Г. Гессельман, 1927).

В травянистом покрове леса немало ветроопыляемых растений. Большинство их размножается вегетативно, особенно много в покрове корневищных растений. Низкие кустарники из семейства вересковых (брусника, черника и др.), несмотря на свою энтомофильность, не имеют семенных экземпляров и размножаются почти исключительно вегетативно. Время цветения растений лесного травянистого покрова разнообразно. В тенистых лесах дуба и бука преобладают весеннецветущие виды травянистых растений: *Gagea*, *Scilla*, *Galanthus*, *Muscari*, *Hepatica*, *Asarum*, *Asperula* и др., отцветающие до распускания листьев древостоя. В светлых сосновых и березовых лесах сроки цветения травянистых растений разнообразны, есть даже поздноцветущие растения, например вереск, цветущий в сентябре.

Распространенной серьезной помехой для опыления и оплодотворения многих пород являются весенние заморозки, повреждающие цветки дуба, бука и ряда пород с сочными плодами; цветки чернеют и опадают. Если лето было прохладным, желуди становятся мелкими, с тонкой кожурой и могут быть побиты осенними заморозками. В сухое и жаркое лето буковые орешки подсыхают и в большинстве бывают пустыми. Мы уже упоминали о вредном влиянии на опыление цветков дождливой погоды. Не меньший ущерб цветению причиняют вредные насекомые и грибные заболевания.

Периодичность плодоношения насаждений — закономерное явление. Только отдельно растущие опушечные деревья плодоносят ежегодно, но и у них урожай семян колеблется по годам. Что касается насаждений, то они в возрасте возмужалости приносят большие урожаи семян, но всякий раз спустя несколько малоурожайных или совсем неурожайных лет. Физиологическим основанием этой периодичности является необходимость накопления значительных запасов пластических веществ для большого урожая, что может быть осуществлено в течение периода, тем более продолжительного, чем крупнее плоды у данной породы. Еще Роберт Гартиг (1891) установил, что у бука во время сильных урожаев сердцевинные сосуды полностью разгружаются от запасных питательных веществ. Дубравы в центральной черноземной зоне дают полный урожай желудей в среднем через 6—7 лет, буковые леса в Закарпатье — через 2—6 лет, пихтовые и еловые — через 3—4 года, берест, клен, ясень, липа и сосновые леса в Южном Полесье — через 1—2 года. Береза, ольха, граб, осина

на, большинство тополей почти ежегодно обильно плодоносят, за исключением тех случаев, когда плодоношение снижается из-за крайне неблагоприятных метеорологических условий или из-за массового повреждения цветков и плодов насекомыми и грибами. Проф. С. С. Пятницкий (1958) считает, что дуб способен плодоносить ежегодно, но не дает постоянных урожаев из-за побивания цветков весенними заморозками и повреждения желудей долгоносиком и плодовой жоркой, а также после объедания листьев пасекомыми весной.

На обширных географических пространствах северных и восточных областей Восточно-Европейской равнины урожаи семян древесных пород бывают реже и не такие обильные, как в южных и западных областях. Наибольшие урожаи семян, по Г. Майру, свойственны растениям в климатическом и эдафическом их оптимуме; на севере Финляндии сосна приносит большие урожаи один раз в 10—20 лет, в некоторых местах — даже один раз в 100 лет (Э. Ренваль, 1924).

Колебания величины урожая по годам способствовали возникновению специальной терминологии: полный урожай (или максимальный), полуурожай, четверть урожая, неурожай. Если плодоносят лишь отдельные деревья, урожай называется рассеянным, если только верхушки деревьев — верхушечным.

Созревание семян. Семена у тополей и ильмовых пород созревают весной, в мае и июне, у березы — в июле, но сережки у березы остаются на дереве нередко до осени. Более всхожие семена у березы те, которые опадают раньше. Семена остальных пород созревают поздней осенью, а у сосны и некоторых дубов (*Quercus cerris*, *Q. borealis*) — только осенью следующего года после цветения. У ряда пород семена остаются на дереве до весны, например у сосны, лиственницы, частично у ели (у последней при теплой и сухой осенней погоде семена разлетаются до зимы). У веймутовой сосны, пихты и дугласии семена опадают в начале сентября. Из лиственных пород у ясеня, белой акации, клена явора и мелколистной липы семена держатся на деревьях до весны.

На всхожесть семян положительное влияние оказывает их осеннее опадение. Однако в это время велика опасность поедания семян грызунами, особенно мышами.

Величина урожая семян. Различают урожайность отдельных деревьев и насаждений в целом. Урожай по годам колеблется. Бук, ель и пихта дают колебания урожайности семян по календарным годам.

Приводим средние урожаи за 20 лет (1875—1894) у разных пород (в % к полному урожаю, по А. Шваппаху, 1895).

Порода	Урожай	Порода	Урожай
Береза	44,8	Пихта	34,5
Граб	42,0	Ясень	33,3
Ольха	39,9	Дуб	17,1
Сосна	37,6	Бук	16,2
Ель	37,1		

Зависимость урожая деревьев от классов Крафта иллюстрируется следующими данными А. Н. Соболева и А. Ф. Фомичева:

класс Крафта	I	II	III	IV	V
урожай (%)	100,0	83,0	37,0	0,6	0

На больших 100-летних соснах М. Киниц (1881) насчитывал 1500—3000 шишек, в каждой шишке по 30—40 полноценных семян, то есть одно дерево давало 50—80 тыс. семян. В сомкнутых 90-летних сосновых насаждениях на 42 измеренных соснах было в среднем по 4500 шишек при колебании в зависимости от класса Крафта примерно от 5000 до 0. Г. Ф. Морозов указывал для старых сосен среднее количество шишек

около 900. В старом сосновом лесу при полном урожае семян на 1 м² падает в среднем 290 семян сосны в год среднего урожая при колебаниях от 51 до 537. Береза дает около 30 млн. семян на 1 га.

Р. Гартиг (1891) выяснил, что обильное плодоношение вызвало у бука уменьшение годичного прироста в 1,5—2 раза и уменьшило зимние запасы питательных веществ в древесине в 3—4 раза. Г. Ф. Морозов отмечал, что в густых насаждениях из-за худшего питания, слабого развития крон и корневых систем, уменьшенного доступа света и тепла к кронам, более холодной и сухой почвы под пологом леса возмужалость у деревьев наступает позднее, чем у растущих на свободе.

Проф. В. Д. Огиевский, начавший с 1895 г. систематические исследования плодоношения древесных пород, установил, что выросшие в лесу и впоследствии выставленные на простор 100—150-летние сосновые семенники приносят в 17—20 раз больше семян по сравнению с деревьями в насаждении. Опушечные сосны занимают промежуточное место, поскольку они являются свободнорастущими лишь половиной своей кроны, обращенной к полю, а другой половиной — к лесу. В. Д. Огиевский показал, что кроны семенников за время свободного стояния развивают дополнительное количество несущих шишки мелких ветвей, причем эти ветви у семенника на единице своей длины несут шишек в 4—5 раз больше, чем остальные.

По А. Н. Соболеву и А. В. Фомичеву 98% урожая в еловых насаждениях приходится на долю деревьев I—III классов Крафта. Первое место по плодоношению принадлежит деревьям II класса Крафта (45% всего урожая), второе — III класса (29%), третье — I класса (24%). Эта закономерность определяется не столько интенсивностью плодоношения указанных классов Крафта, сколько количеством деревьев в каждом из них.

А. В. Фомичев показал, что у елей I класса Крафта деревья плодоносят по всей кроне относительно равномерно на всем ее вертикальном протяжении; у деревьев II и III и особенно IV классов плодоносят лишь вершины крон. Следовательно, чем сильнее стеснена крона дерева с боков, тем меньше ее верхушечная часть, способная плодоносить.

Анализируя данные В. Д. Огиевского, А. Н. Соболева и А. В. Фомичева, Г. Ф. Морозов пришел к выводу: «произрастание деревьев в сообществе друг с другом изменяет следующие элементы плодоношения древесных растений: во-первых, повышает возраст возмужалости, во-вторых, уменьшает плодоношение дерева в насаждении по сравнению со свободнорастущим, в-третьих, создает большое разнообразие в семяношении деревьев одного насаждения, но разных классов Крафта и, в-четвертых, влечет за собою оставление потомства только за лучше развитыми деревьями. И далее: «Совместная жизнь деревьев в насаждении изменяет их плодоношение еще в одном отношении — делает более резкой периодичность семенных годов».

Согласно В. Г. Нестерову (1954), для средней полосы европейской части СССР можно принять в качестве средних следующие урожаи семян (в кг с 1 га) в год: береза — 1, сосна — 2, 3, ель — 5—10, лиственница — 10—20, дуб — 500. По А. В. Фомичеву, ель приносит до 20—25 млн. штук семян с 1 га.

Учет количества семян сосны В. Д. Огиевский и А. В. Фомичев проводили на модельных деревьях, срубаемых для данной цели. Проф. М. М. Орлов и лесничий С. И. Замараев применили семеномеры — деревянные ящики с высверленными в их дне отверстиями, прикрытыми жестяными ситами для оттока дождевой воды; сверху ящики закрывали проволоочной сеткой. В. Д. Огиевский изменил семеномеры М. М. Орлова, придав им воронкообразную форму, сделав их из жести. При этом оттянутую часть воронки помещали в землю и она служила приемником опавших семян, предохраняя их от сноса ветром и склевывания птицами.

Способ семеномеров по существу не является способом изучения плодоношения, скорее это учет количества семян, упавших на землю в насаждении, так как часть семян сосны, ели, кленов, ясени и других пород при сильном ветре способна разлетаться далеко в стороны и не попадает в регистрируемые данные.

Исследования плодоношения ели, проведенные С. И. Замараевым, привели его к выводу, что урожай с 1 га исследованного им ельника равен 45 кг, тогда как на 1 га в питомники принято высевать 7—14 кг еловых семян.

Проф. И. И. Сурож, исследовавший плодоношение сосновых насаждений с помощью семеномеров в даче Руда (Люблинское воеводство Польской Народной Республики), установил значительные колебания урожая сосновых семян по отдельным годам. В семенной год старые сосны приносят 2,9 млн. семян с 1 га, что составляет около 13,5 кг.

Обильные урожаи желудей дуба достигают в Белоруссии 3—4 т (И. Д. Юркевич, 1952), в Шиповом лесу около 2 т, в дубравах Среднего Поволжья 0,7—0,8 т с 1 га. Количество желудей при этом колеблется от 1,5 млн. до 400—500 тыс. с 1 га. Исследования Тростянецкой лесной опытной станции (Сумская область Украины) показали, что суборевые дубняки, сменившие коренные сосно-дубовые насаждения, дают урожаи желудей чаще, чем дубравы, но у последних максимальные урожаи более обильны (Г. И. Рудаков, 1950).

Урожаи буковых орешков в Карпатских лесах достигают 5 млн. с 1 га (Ю. Д. Третьак, 1951, П. С. Каплуновский, 1960), при этом 70% их вполне здоровые, неповрежденные. У черешчатого дуба количество здоровых желудей в урожайные годы может достигать 80%, но в средние и малоурожайные годы больше половины их, а иногда 100%, повреждаются желудевым или ореховым слоником и плодовой жоркой. Наиболее поврежденные желуди опадают с дерева в начале периода полного созревания, в сентябре. У скального дуба процент поврежденных насекомыми желудей незначителен; они прорастают сразу же после опадения; иногда во влажную осень желуди этого дуба наклеиваются еще до опадения на землю.

Как показали многочисленные учеты семян на лесных опытных станциях в нашей стране и за границей, лес приносит обильное количество семян, перекрывающее во много раз потребность в них для создания потомства. В урожайные годы гектар леса разных пород производит от 0,5—1 млн. до 25 млн. всхожих семян. Хотя большое количество их поедается животными и повреждается грибными болезнями, все же в семенах не бывает недостатка. «Природа сеет полными руками» — писал Г. Ф. Морозов, подводя итоги исследованиям плодоношения лесов.

Методы учета урожая семян. Существует несколько методов учета урожая семян. Остановимся на некоторых из них.

Глазомерный метод учета проводится с помощью следующей шкалы, разработанной советским лесоводом В. Г. Каппером:

- 1) неурожай — полное отсутствие семян;
- 2) очень плохой урожай — семена или плоды в малом количестве на опушечных, на свободностоящих деревьях и отсутствуют в насаждениях;
- 3) слабый урожай — удовлетворительное плодоношение на опушечных и отдельностоящих деревьях и слабое в насаждениях;
- 4) средний урожай — значительное плодоношение на опушечных и свободностоящих деревьях и удовлетворительное в средневозрастных и спелых насаждениях;
- 5) хороший урожай — обильное плодоношение на опушках и хорошее в насаждениях;
- 6) очень хороший урожай — одинаково обильное плодоношение всюду — в насаждениях и на опушках.

Метод подсчета побегов на пробных ветвях был разработан в 1914 г. проф. Н. С. Нестеровым и нашел применение в практике. За некоторое время до опадения семян нарезают с 10—25 деревьев по одной или нескольку ветвей; учитывают число плодов на них и измеряют общую длину побегов. Вычисляют количество плодов на 1 пог. м побегов и пользуются им в качестве единицы для сравнения урожая данного насаждения в разные годы или при одновременном сравнении разных насаждений.

Хотя метод Н. С. Нестерова имеет лишь сравнительное значение, с его помощью можно точно прогнозировать наступление семенных лет.

Метод модельных деревьев, как было отмечено, впервые применен проф. В. Д. Огиевским, улучшен и детально разработан проф. А. Н. Соболевым. Он годится для хвойных пород и непригоден для лиственных. Модели берут от всех классов Крафта по 10% числа деревьев каждого, срубают и собирают с них семена. Общий урожай равен сумме урожаев модельных деревьев, умноженной на 10. Громоздкость этого метода может быть обойдена уменьшением количества моделей. Так, проф. Л. Ф. Правдин ограничивался взятием пяти моделей и получал достаточно точные результаты.

Семеномеры, по М. М. Орлову, были описаны выше. Точность учета плодоношения семеномерами зависит от их числа на единице площади. Для получения надежных результатов в хвойных насаждениях следует применять не менее десяти семеномеров (площадь 1 м²) на 1 га, распределяя их равномерно.

Для насаждений из пород с крупными семенами применим способ учетных площадок, предложенный проф. М. М. Орловым в 1894 г. для оценки урожая желудей. При однородности полога изучаемого насаждения следует закладывать постоянные (многолетние) учетные делянки площадью от 0,1 до 1 га. На них перед началом опадения желудей снимают лесную подстилку и слегка рыхлят верхний слой почвы, чтобы облегчить учет семян по мере их опадения. При однократном определении урожая применяются малые квадратные площадки 2 × 2, 3 × 3 (и т. д.) м.

Способы и дальность распространения семян. В процессе естественного отбора у деревьев и кустарников выработались разнообразные способы распространения плодов и семян. Приведем классификацию древесных пород по способам распространения плодов, семян и вегетативных частей (Г. Н. Высоцкий, 1927).

1. **Анеморы** (переносимые ветром) — растения, семена которых разносятся ветром. К ним относится многочисленная группа пород с семенами, обладающими парусным приспособлением: тополь, ива, береза, сосна, ель, лиственница, пихта, клен, ясень, ильмовые и др.

2. **Гидрофоры** — семена разносятся главным образом водой — черная ольха, болотный кипарис, ива и тополь (последние две породы анемогидрофоры).

3. **Зоофоры** — семена разносятся животными. Сюда относится обширная группа *орнитофоров* (распространяемых птицами). Это деревья с сочными плодами — черешня, каркас, черемуха, рябина, берека, плющ и др., а также многочисленные кустарники — степная вишня, терн, боярышник, шиповник, жостер, свидина, бирючина, черная и красная смородина, черная и красная бузина, яблоня, груша и др. К зоофорам относятся также орехоносы — бук, дуб, орешник, кедровая сосна, распространяемые белкой, бурундуком, мышами, в известной части также птицами, главным образом сойкой. Часть пород, семена которых разносятся животными, является *гастрофорами*, то есть такими, которым для нормальной всхожести необходимо пройти через пищеварительный тракт животных; к ним принадлежат многие косточковые — черешня, вишня, терн и др.

Для возобновления леса имеет значение также дальность распространения семян. Тяжелые семена дуба, каштана, грецкого ореха, лещины и других пород опадают на землю в узких пределах проекции кроны материнского дерева или недалеко за ее пределами. Однако эти породы — зоофоры, их распространяют на большие расстояния сойки, мыши, белки и др. Семена более легкие и среднетяжелые снабжены теми или иными приспособлениями для полета в воздухе или для плавания в воде. Дальность разнесения семян по воздуху следующая: осина, береза, ива — на десятки километров; сосна, ель, лиственница — на 300—500 м; ясень, клен, граб — на 100—200 м.

По воде семена тополей, ив и ольхи могут переноситься на далекие расстояния. Породы-вегетофоры располагают естественным прототипом разномыслия черенками; к ним относятся тополя и ивы. При размывании песчаных берегов полый водой подмытые деревья и кусты этих пород, нередко в виде разломанных на части ветвей, переносятся водой на значительные расстояния вниз по реке, оседают в местах тихого течения; здесь, будучи прикрыты слоем свежего аллювиального наноса, они прорастают и укореняются после спада воды.

У ряда хвойных пород — лиственницы, ели, сосны, пихты — семена приспособлены с помощью паруса-крыла для дальнего передвижения по снежному насту — скользкой поверхности снежного покрова, образуемой после дневного таяния и ночного заморозания снега. Этим способом парусные семена ели, сосны и других пород могут перемещаться на десятки километров. В результате сосна, ель и лиственница появляются естественно даже в безлесных местностях. Такой способ передвижения семян способствует, например, естественному появлению сосны в степном заповеднике «Михайловская целина» Сумской области на мощных суглинистых черноземах. Источником семян являются старые сосняки, расположенные за 15—20 км от заповедника.

Возобновительная спелость почвы. Попадая на почву, древесные семена при благоприятной температуре и влажности прорастают, и жизнь проростков в дальнейшем зависит в большей мере от того, удастся ли им с самого начала попасть на субстрат постоянно влажный, не пересыхающий чрезмерно и доступный для роста корешков.

Еще проф. В. Я. Добровлянский (1885) указывал на существенное различие хода прорастания семян при колеблющейся влажности лесной подстилки и верхнего слоя почвы. Чем крупнее семена и чем длительнее у них период семенного покоя, тем труднее им использовать короткие периоды оптимального увлажнения субстрата, на который они попадают. Мелкие семена березы и сосны способны быстро прорастать, поэтому они могут использовать подобные короткие периоды даже и на открытых площадях, где гидротермические колебания особенно значительны.

Под пологом леса создается ряд преимуществ для прорастающих семян. Это прежде всего защита от заморозков и солнцепека, важная для чувствительных к ним пород — бука, пихты, ели и др. Семена, опадающие летом и под осень, защищаются осенней листвой от вымерзания и зимней засухи. Для семян, опадающих зимой, в лесу благоприятна рыхлость снежного покрова. Если семена темного цвета попадают на снег в солнечные дни, они вызывают вокруг себя радиационный нагрев и опускаются вместе с талой водой до почвы.

Травянистый покров под пологом леса не является таким сильным конкурентом для всходов, как травы на открытых площадях, образующие дернину. В. Д. Огиевский (1902) первый обратил внимание на густую дернину вейника (*Calamagrostis epigeios*), создающего на почве плотный войлок из своих отмерших частей. Войлок мешает прорастающим семенам сосны достигать минерального слоя почвы. Вейник разрастается не только на открытых местах, но и под пологом старых сосняков, где пасут скот или косят траву (В. Э. Шмидт, 1929).

Под пологом леса минеральный слой почвы покрыт сверху лесной подстилкой. Как уже было отмечено, лесная подстилка, и особенно моховой покров, неблагоприятны для прорастания семян по многим причинам. Например, по данным Карпатской лесной опытной станции (П. С. Каплуновский), под пологом старого разомкнутого букового насаждения было насчитано 8600 2-летнего подростка бука на 1 га. На участке, где с опытной целью была снята лесная подстилка, насчитывалось 43 300 семян, то есть в 5 раз больше (рис. 124). Отрицательная роль подстилки объясняется прежде всего тем, что влажность ее сильно колеблется. В жаркие и засушливые дни лесная подстилка способна пересыхать до полной потери усвояемой влаги. Во-вторых, мелкие корни в ней не могут расти вертикально вниз; они вынуждены многократно извиваться между пластинками отмерших листьев, пока не попадут в лучше увлажняемый субстрат — верхний горизонт почвы. Но на пути к нему они часто застревают и во время засухи отмирают. Отсюда и происходит общеизвестная закономерность: чем тоньше слои лесной подстилки, тем быстрее и в большем количестве проростки укрепляются в почве и выживают; чем подстилка толще, тем меньше проростков достигает своими корнями минерального слоя почвы, тем больше их гибнет от засухи. При этом для маленьких проростков губительным может быть пересыхание подстилки днем в течение нескольких часов.

Рассмотрим данные А. В. Новака, приводимые Г. Ф. Морозовым в «Учении о лесе» для иллюстрации отмеченного явления. Они относятся к смешанным сосново-лиственным насаждениям типа сложной субори (С₂) Бузулукского бора.

Мощность подстилки (см)	Количество самосева в возрасте 2 лет и более на площади одной десятины (шт.)	То же (%)
0,3	11 421	100
1,0	9 948	87
1,5	8 096	27
1,8	5 657	50
2,0	4 416	38
2,5	2 718	24
2,8	2 292	20
3,0	1 228	10
3,5	851	7
4,0	380	3
5,0	132	1

Приведенные данные показывают, что как общее, так и среднее количество подростка увеличивается при уменьшении толщины подстилки. Эта зависимость нарушается неравномерной рыхлостью подстилки. Приведем данные того же исследователя, характеризующие влияние этого фактора на количество подростка: рыхлая подстилка — 3774 шт. (100%), средней плотности — 1700 шт. (45%), плотная подстилка — 442 шт. (12%).

Состояние лесной подстилки, степень ее разложения, рыхлости и минерализованности являются критерием возобновительной спелости почвы, то есть степени ее готовности принять семена и обеспечить «заземление» (укоренение) всходов в первые дни или недели их роста. Главнейшие условия для успешного роста всходов: 1) проникновение их корней в почву как можно быстрее и глубже; 2) постоянное увлажнение; 3) наличие питательных веществ, доступных корням; 4) отсутствие ядовитых веществ (например, слишком большого количества кислот или закисных соединений железа, марганца и других соединений, накапливающихся в результате временного избыточного увлажнения).

Лесная подстилка препятствует возобновлению всех пород, но особенно хвойных, у которых всходы отличаются нежностью. Подстилка из опада широколиственных пород — клена, липы, ильмовых, дуба,

а из мелколиственных — осины плотно покрывает моховой покров, лишает его света и влаги, способствует его отмиранию и благоприятствует возобновлению древесных пород. Однако, если нежные однолетние сеянцы хвойных пород накрываются листьями, их постигает участь мхов (В. П. Тимофеев, 1926). Подстилка из мелких или даже крупных, но сквозистых (например, перистых) листьев ясеня или, наконец, гофрированных по краю листьев дуба дает возможность расти и хвойным породам. В большинстве же случаев развитая подстилка из опада лиственных пород исключает возможность для возобновления хвойных. Лишь красная дичь и дикий кабан, создающие свои «лёжки» и «порби», содействуют поселению очагового (группово-гнездового) подроста хвойных или лиственных пород.

При сборе или сгребании подстилки в хвойных лесах поверхность почвы сплошь зарастает зелеными мхами, по крайней мере в гигротобах рядов 2 (свежих) и 3 (влажных). Удаление подстилки из лиственных лесов приводит к разрастанию густого злакового покрова, что в дальнейшем сказывается неблагоприятно на возобновлении и росте старого леса.

Приведем данные А. В. Новака, иллюстрирующие зависимость количества подроста сосны под пологом средневозрастного сосняка от полноты насаждений (Бузулукский бор).

Полнота	Количество подроста (шт.)	То же (%)
0,9	636	18
0,8	1488	42
0,7	1363	36
0,6	3493	100
0,5	2700	78
0,4	2965	76
0,3	480	13
0,2	312	8

Оптимум возобновления осуществлялся в данном случае при средних полнотах — 0,4—0,6, в обе стороны от которых, как писал Г. Ф. Морозов, «уменьшается количество самосева, хотя и по разным причинам». При увеличении полноты уменьшается количество света и тепла, достигающих до почвы, увеличивается сухость почвы из-за уменьшения поступления осадков под полог леса и иссушения ее корнями старых сосен. При уменьшении полноты ниже оптимума количество света и поступающих в почву тепла и влаги хотя и нарастает, но начинает сказываться солнцепек и сезонное пересыхание верхнего слоя почвы, и, наконец, вследствие разрастания травяного покрова происходит задернение почвы. Действие последнего фактора приводит к гибели большую часть даже тех сосенок, которым удалось прижиться на первом году.

Казалось бы, огонь (пожар) сказывается отрицательно на жизни леса. Однако сжигание порубочных остатков на сплошных лесосеках может влиять положительно на возобновление леса. Такое влияние сжигания остатков наблюдается на лесосеках в хвойных лесах с кислой подстилкой типа грубого перегноя, во влажных и сырых местообитаниях. Пожар озоляет подстилку, нейтрализует избыток кислот, а иногда даже подщелачивает реакцию, устраняет ряд ближе пока не изученных отрицательных влияний почвенной микрофлоры на рост сеянцев, увеличивает подвижность кальция, калия и фосфатов в почве. Места сжигания порубочных остатков быстро заселяются самосевом хвойных пород; самосев березы сосны и ели растет на них лучше, быстро образуя сомкнутые группы.

После пожаров на сплошных лесосеках в борах и суборах лесной зоны густо заселяется иван-чай (*Chamaenerium angustifolium*) — однолетнее травянистое растение. Иван-чай оказывает благоприятное влияние на возобновление хвойных пород, не конкурирует с ними, создает сеянцам легкое притенение. В подобных же послепожарных условиях зачастую

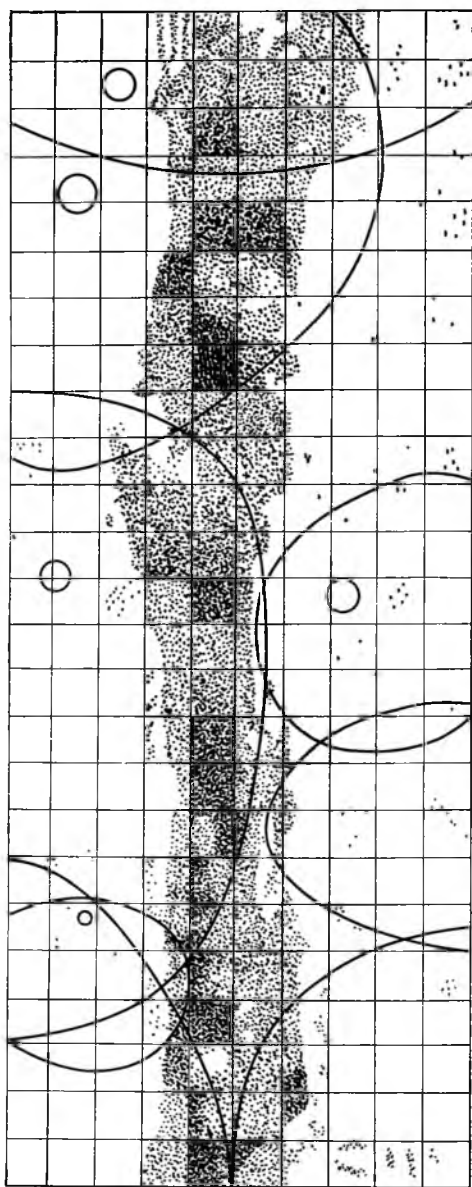


Рис. 125. Нанесен подрост бука и проекции крон и стволов материнских деревьев. Вдоль полосы, где появился подрост, была заранее удалена подстилка и произведено рыхление почвы. Опыты П. С. Каплуновского (Закарпатская лесная опытная станция).

разрастается вереск (*Calluna vulgaris*), который также положительно влияет на возобновление леса. Он — терпимый сосед для сосны, особенно потому, что не дает поселиться дернистым злакам. Верещатники (пустыри, покрытые вереском) — места, наиболее благоприятные для естественного возобновления сосны в Полесье.

При развитом плотном и толстом моховом покрове в хвойных насаждениях или в условиях плотной, «прошитой» гифами грибов лесной подстилки типа грубого перегноя возобновление под пологом леса невозможно вследствие указанных причин: всходы застревают («зависают») в моховом слое и грубом гумусе, погибают во время засухи. В таких случаях применяют различные приемы, способствующие естественному возобновлению, в частности способ, который носит не совсем удачное название «поранение почвы». Этот прием состоит по преимуществу в рыхлении грубого перегноя. Почвообрабатывающими орудиями, чаще всего специальными боронами, разрыхляют лесную подстилку и частично верхний слой почвы. Делают это не сплошь (под пологом леса сплошная обработка почвы невозможна), а местами — бороздами или пятнами. Места «поранений» освобождаются от подстилки, они становятся как бы «минерализованными». В этом состоянии они способны воспринять семена, дать проросткам возможность быстро развить корни, не подвергаться засухе и другим отрицательным свойствам обычной «неминерализованной» почвы.

На сохранность подростка под пологом материнского насаждения большое влияние оказывает полнота этого последнего.

Под сомкнутым материнским пологом подрост хотя и появляется, но вскоре отмирает из-за недостатка освещения, влаги и питательных веществ в почве, поглощаемых корнями материнского насаждения. Под изреженным пологом подрост может быть вытеснен заселяющимися одновременно с подростом светолюбивыми травами, или подростом второстепенных пород, или, наконец, порослью от срубленных пней и корневыми отпрысками той же самой главной породы. Оптимальные для подростка условия создаются при медленном изреживании материнского полога, при средних его полнотах.

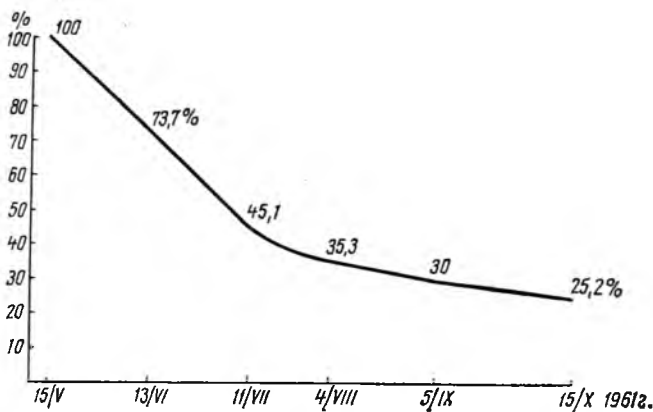


Рис. 126. Уменьшение числа всходов бука под пологом спелого насаждения свежей бучны (D_2) на протяжении вегетационного периода (Закарпатская лесная опытная станция).

Самосев и подрост под пологом леса и на лесосеке. Большинство (60—80%) однолетнего самосева даже и теневыносливых пород под сомкнутым пологом материнского насаждения вскоре погибает из-за недостатка света, застревания в толстой подстилке, засухи и других причин. На рисунке 126 показана диаграмма последовательного уменьшения количества самосева бука под пологом материнского насаждения на первом году жизни. Подрост березы и осины семенного происхождения живет под пологом 1—2 года, сосновый — 2—3 года, еловый, буковый и пихтовый — до 60 лет, не вырастая подчас выше 1 м и развивая зонтикообразные кроны. Дубовый подрост, начиная со второго-третьего года жизни под пологом насаждения, теряет способность верхушечного роста, превращается в так называемые *торчки*, о которых упоминалось выше. При благоприятных климатических условиях на хорошо увлажненных и плодородных почвах жизнь подроста под пологом сомкнутых насаждений более продолжительна.

Различают надежный подрост, способный удовлетворительно расти, и безнадежный, неспособный к поправке после выставления на простор. Так, зачастую еловый и пихтовый подрост, находившийся продолжительное время в затенении, чувствует себя еще хуже после вырубki угнетавших его деревьев. Хвоя внезапно оказавшегося на просторе подроста обжигается солнцем, бурет и осыпается, деревца погибают от заморозков и заглушения травами. Лучший выход возможен при постепенном освещении деревцов при так называемых постепенных рубках, когда старые насаждения рубят не сразу, а в течение ряда лет, выбирая по $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ всех деревьев через 3—5 лет.

Подрост, переживший медленную смену обстановки, в дальнейшем хорошо растет и способен наверстать потерянный прирост. Доказательством этому служат измерения годичных слоев на торцах старых деревьев, в раннем возрасте переживших продолжительное угнетение (рис. 127). Однако факты исправления угнетенного подроста не исключают заботы о постепенном его выставлении на простор, о необходимости его защиты при рубке леса от солнцепека и заморозков. К внезапному выставлению на простор чувствителен подрост ели, бука, пихты или очень угнетенный подрост светолюбивых пород, особенно в тех местах, где климат внутри леса сильно отличается от внешнего. Нередко хорошее впечатление создается от благополучного состояния подроста, перенесшего сплошную рубку материнского насаждения в год с влажным и прохладным вегетационным периодом, но оно обманчиво. Нормы ухода за выставляемым на прос-

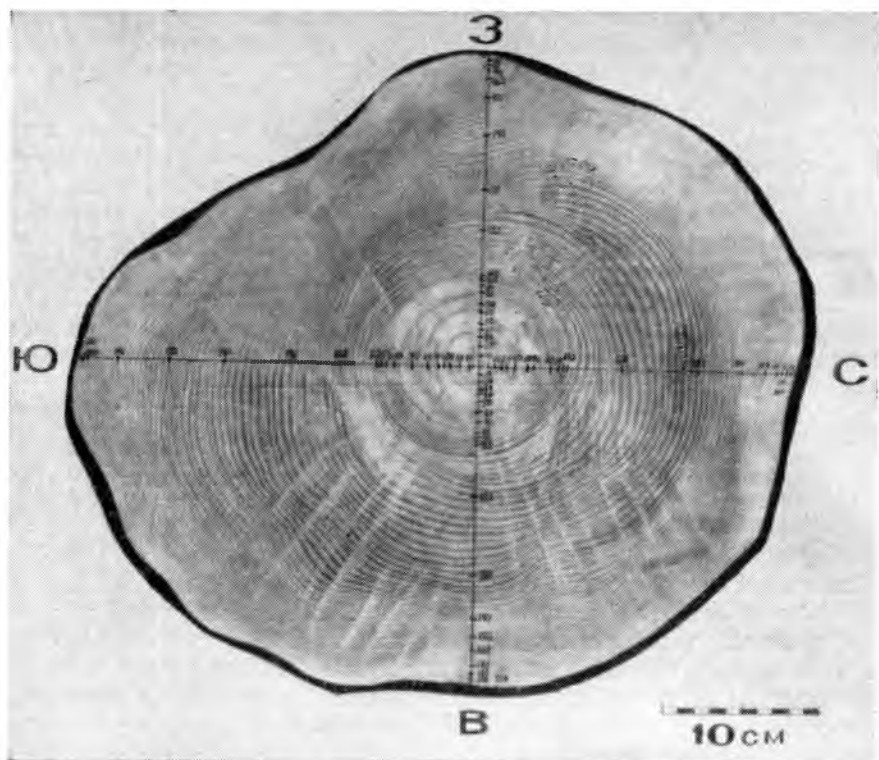


Рис. 127. В течение 90 лет ель росла в угнетении под пологом верхнего яруса и достигла диаметра всего 10 см. 87 лет назад верхний ярус был срублен, и ель поправилась.

тор подростом создавались классическим лесоводством. Они основываются на большом и длительном опыте, критически проверенном и обобщенном выдающимися лесоводами.

Неравномерное распределение подроста в лесу К. Гейер рассматривал как закономерное явление и полагал, что оно имеет много преимуществ по сравнению с равномерным, в частности с рядовыми культурами. Неравномерность появления подроста вызывается многими причинами. Важнейшей из них, быть может, является крупный размер материнских деревьев в возрасте их спелости. В самом деле, сколько бы мы ни старались путем естественного возобновления создать новое поколение леса одновозрастным, предпринимаемое для этого равномерное изреживание полога (например, вырубкой каждого второго, третьего или четвертого дерева) все равно не приведет к цели, и подрост появится группами в окнах и на прогалинах, образовавшихся на месте удаленных деревьев. Каждая попытка молодого поколения заселять участки, занятые старыми, деревьями, встречает трудности, возникающие из-за недостатка света, толстой подстилки, большого количества в верхнем горизонте почвы мелких корней старых деревьев, иссушающих почву, поглощающих питательные вещества. Что же касается окон в пологе и свежих прогалин на месте вырубленных деревьев, то здесь создаются наилучшие условия для прорастания семян, закрепления их в почве и роста самосева. Это и понятно, поскольку в этих местах лучшее освещение, увлажнение и рыхлость подстилки. В почве на таких участках имеются лишь мертвые корни старых деревьев, которые по мере сгнивания освобождают место корням подроста.

О том, насколько неблагоприятно для жизни подроста заполнение почвы живыми корнями материнских деревьев, можно судить из обшир-

ной дискуссии лесоводов, возникшей в начале нынешнего века по поводу экспериментов немецкого лесовода Фрике. О ней было упомянуто в главе 7.

Вегетативное возобновление леса. Из четырех видов вегетативного возобновления леса — порослевого, корнеотпрыскового, отводкового и черенкового — наиболее распространен порослевой. Поросль на пнях образуется из спящих почек, закладывающихся в более раннем возрасте под корой дерева и долгое время не развивающихся. Спящие почки в наибольшем количестве образует дуб по всему стволу и на крупных ветвях. Поросль может возникать на самом торце пня из придаточных (адвентивных) почек. Обильную поросль из придаточных почек дают вяз, граб, осокорь, белая акация, в меньшей степени дуб, ильмовые породы, липа, клены и черная ольха. Приток света и тепла, поступление влаги и питательных веществ от корней к пню способствуют пробуждению спящих и образованию придаточных почек, буйному развитию пневой поросли. Как показали исследования акад. А. Б. Жукова (1927), поросль может в дальнейшем переходить к самостоятельному укоренению.

Порослевая способность свойственна большинству лиственных пород и лишь немногим хвойным. Особенно интенсивно дают поросль ивы, граб, дуб, ильмовые породы, черная и серая ольха, липа, менее интенсивно — бук, осина, тополь, береза, клен. Порослевая способность с возрастом ослабевает, а у старых деревьев исчезает. Продолжительнее других пород (в благоприятных условиях до 100—120 лет) сохраняют ее дуб, ясень, ильмовые, липа, бук; относительно рано ее теряют береза, осина, ольха (до 50 лет). В теплом и влажном климате, на лучших почвах порослевая способность сохраняется долго. В засушливом степном климате у дуба она прекращается рано (С. С. Пятницкий, Н. П. Лохматов, Г. П. Чони). В степной зоне для получения порослевого поколения дубовые культуры рубят в возрасте 35—40 лет.

Поросль нормально образуется на пнях весной после зимней рубки и до осени успевает одревеснеть. При других сроках рубки одревеснение поросли запаздывает, а поросль дуба поражается мучнистой росой и морозами. Особенно неблагоприятна летняя рубка.

Порослевое поколение отличается быстрым ростом, так как наследует от материнского насаждения развитую корневую систему со значительным охватом почвы и запасом пластических веществ. Порослевое возобновление особенно выгодно на почвах низких бонитетов, где оно дает возможность достигать максимальной производительности за половину того срока, который необходим для семенного поколения. Многие дубняки, березняки и ольшаники, особенно на почвах низких бонитетов, образовались из поросли.

Недостаток порослевого возобновления — тесное размещение стволов вокруг пня, отклонение роста стволов от вертикали (рис. 128), иногда саблеобразные изгибы в их нижней части, одностороннее развитие кроны во внешнюю сторону от пня, непрочность прирастания побегов к системе пня и корней, в результате чего у дуба в жердняковом возрасте порослевины вываливаются. Существенный недостаток описываемого способа возобновления заключается в том, что древесина пня часто поражается грибными болезнями, причем порослевое поколение никогда не изолируется от пораженных участков материнского пня и корней.

Каждое повторяющееся порослевое поколение растет хуже предыдущего и сильнее поражается сердцевинными гнилями. Одной из причин ухудшения роста является «уплощение» корневых систем, которое наблюдается даже у дуба вследствие отмирания вертикальных корней. Многократные порослевые генерации, распространенные в искусственных лесах степной зоны, особенно в сухих дубравах Крыма, теряют биологическую устойчивость, преждевременно стареют, часто подвергаются нападению вредных насекомых — усачей, златок, непарного шелкопряда.

Семенное возобновление дуба предпочитают порослевому, особенно на почвах высокой продуктивности, II класса бонитета и выше.

Корнеотпрысковое возобновление свойственно тополям, осине, белой акации, айланту, серой и зеленой ольхе, бересту, многим кустарникам, особенно терну и другим представителям косточковых. Корневые отпрыски появляются у старых деревьев на более тонких корнях. Достоинства и недостатки этого вида возобновления подобны тем, которые свойственны порослевому возобновлению.

Корневых отпрысков не образуют ивы, дуб, ясень, ильм, орех, остролистный клен, береза, черная ольха, граб. Сведения о способности этих пород давать корневые отпрыски основаны на недоразумении.

Размножение отводками не широко распространено в природе. Наблюдается оно у липы, пихты, ели, ряда кустарников, реже у пушистого дуба. Прототип естественного размножения черенками свойствен тополям и ивам в прирусловой зоне речных пойм.

Методы учета естественного возобновления. Для учета подроста под пологом леса и на лесосеке закладывают пробные площадки различной формы и размера. Если подрост молодой, в возрасте от одного до пяти лет, закладывают малые площадки



Рис. 128. Излишне густое порослевое гнездо ясеня в возрасте 25 лет.



Рис. 129. Порослевая дубрава в Шиповом лесу, Воронцовское лесничество. Характерно гнездовое расположение стволов вокруг пней материнских деревьев. Сухая дубрава (D₁) III бонитета с покровом из волосистой осики.

размером 5—10 м², предпочтительно в виде полосы 1 × 5 или 1 × 10 м². Для учета взрослого подроста, старше 5 лет, закладывают пробные площади 0,1—0,2 га, также предпочтительно полосой, проходящей через разные элементы рельефа, освещенности и т. д. При разновозрастном подросте от 1 до 10—15 лет следует комбинировать малые площадки с большими, причем на малых учитывается полностью весь подрост, на больших — только начиная с определенной высоты (например, выше 1 м). Данные малых и больших площадок объединяют и перечисляют на 1 га.

При учете подроста вокруг семенников площадки закладываются полосами от основания семенника в разные стороны горизонта. Подсчет подроста проводится по 1—2—3-метровым секторам полосы с тем, чтобы можно было учесть влияние удаленности от семенника.

Оценка возобновления проводится на основе количества благонадежного подроста — не поврежденного при рубке, валке и трелевке леса, удовлетворительно перенесшего выставление на простор. Для итоговой оценки существуют шкалы проф. Д. И. Товстолеса и другие, в которых принята во внимание лишь общая численность подроста на 1 га независимо от его возраста. Эти шкалы недостаточны для своих целей, так как, например, 3—5 тыс. растений на 1 га в возрасте 1—2 лет свидетельствуют о неудовлетворительном возобновлении леса, а то же самое количество в возрасте 5—10 лет указывает на удовлетворительный или даже хороший его результат.

Проф. В. Г. Нестеров составил шкалу, ныне применяемую для оценки естественного возобновления леса в зависимости от возраста самосева и подроста и его количества на 1 га (табл. 44).

Шкала проф. В. Г. Нестерова

Таблица 44

Оценка возобновления	Преобладающий возраст подроста (лет)		
	1—5	6—10	11—15
	число благонадежных всходов (тыс. штук)		
Хорошее	Больше 10	Больше 5	Больше 3
Удовлетворительное	10—5	5—3	3—1
Слабое	5—3	3—1	1—1/2
Плохое	Меньше 3	Меньше 1	Меньше 1/2

Для оценки порослевого возобновления на лесосеках, срубленных в спелом возрасте, пробы закладываются большого размера — 0,5—1 га, при более молодых — мелкие — 0,2—0,5 га. При этом важно учесть зависимость появления поросли от возраста и толщины пня материнского дерева, чтобы оценить возрастные пределы порослевой способности. Параллельно с учетом порослевых побегов проводится также и учет семенного подраста, отмечается его угнетенность порослью. При всех условиях семенному подросу отдается преимущество.

Искусственное лесовозобновление. В курсе общего лесоводства вопросы искусственного возобновления могут быть рассмотрены лишь с принципиальной их стороны, относящейся к связи между естественным и искусственным возобновлением, к вопросу о преимуществах того или иного из них, о составе пород в культурах и их взаимоотношениях, о рядовых и гнездовых посадках, о густоте культур, а также о дополнении естественного возобновления посевом и посадкой. Техника искусственного возобновления излагается в специальном курсе «Лесные культуры». Здесь не затрагиваются вопросы семеноводства, выращивания посадочного материала и агротехники культур.

Лесные культуры, как правило, являются сплошными и производятся после сплошной рубки, корчевки пней и сельскохозяйственного пользования на лесосеке. Последнее осуществляют в течение нескольких лет, от 3 до 5—6. При этом плугом и другими почвообрабатывающими орудиями уничтожается травянистый покров леса, нарушаются сложение почвы и ее структура, в значительной мере уничтожается комплекс лесной почвенной мезофауны.

Влияние временного сельскохозяйственного пользования на раскорчеванных лесосеках бывает разным, в зависимости от типа леса и типа почвы. Сельскохозяйственное пользование на почвах кислых, с недействительным органическим веществом, вышедших из-под хвойных насаждений (субори, сурамени), нейтрализует почву, усиливает ее микробиологическую деятельность, динамику азота, фосфора и калия. После сельскохозяйственного пользования лесные культуры растут быстро, по крайней мере в первые 2—3 десятилетия, на самых разнообразных почвах. Такой эффект в большей степени свойствен богатым дубравным почвам. Однако на одной из старейших дубравных лесных опытных станций — на Тростянецкой — было установлено значительное ухудшение структуры почвы, снижение ее некапилярной скважности после сельскохозяйственного пользования, а также падение прироста в конце жерднякового возраста (П. К. Фальковский, 1929). В этом случае сельскохозяйственное пользование повлиало отрицательно из-за полного истребления подлеска, лесного травянистого покрова и (частично) живущей в почве подлесной фауны, способствующей улучшению физических свойств почв и ускорению круговорота веществ. Ряд других исследователей отмечают медленное восстановление физических свойств лесных почв после временного сельскохозяйственного пользования. Первоначально восстанавливаются участки, соседние с естественным лесом, откуда проникают представители лесной травянистой флоры и почвенной фауны (А. И. Зражевский, 1955). Отрицательное влияние раскорчевки почвы в дубравах на рост культур дуба и ясеня установил точными исследованиями Б. В. Ткаченко (1965).

Резко отрицательные результаты наблюдаются на песчаных и супесчаных почвах боров и суборей после сплошных рубок, раскорчевок и последующего сельскохозяйственного использования или после длительного пребывания сплошных вырубков в стадии пустыря. В таких условиях развивается обильная пустырная фауна пластинчатоусых жуков, в частности майского, волосатого (июньского) и мраморного хрущей. Их личинки — бич не только для молодых посадок, но и для старших молодняков. Боровые почвы истощаются длительным сельскохозяйственным использованием, и лесные культуры на них растут плохо из-за недостатка питательных веществ (Д. Д. Лавриненко, 1960).

Однако даже и при удовлетворительном состоянии сосновых культур на бывших пустырях боров и суборей их дальнейший рост может быть различный. Нередко в период жердняка в 20—30-летнем возрасте они подвергаются нападению корневой губки (*Fomes annosus*) и опенка (*Agaricus melleus*). Сосна усыхает группами, образуются закругленные прогалины, которые, расширяясь, соединяются в «восьмерки», и вся культура в целом расстраивается. Не исключена возможность, что начало образования прогалин вызвано снеговалами или повреждением молнией, при которых отмирание носит групповой характер (рис. 72). Описываемое явление известно еще с первой половины прошлого столетия. У немецких лесоводов оно носит название «Ackertanne», что означает «сосна на старопахотной земле» (Р. Альберт, 1907, 1922). Многолетнее изучение отдаленных и ближайших причин этого явления не привело лесоводов к единству взглядов.

Следует полагать, что в явлениях «сосна на старопахотной земле» в качестве исходных причин выступают некоторые общие условия, вызывающие ухудшение физиологического состояния сосны и облегчающие губке поселение на корнях. Проведенные нами (1951) исследования показали, что имеет значение не столько сельскохозяйственное пользование, сколько корчевка пней и корней и последующее пребывание почв в состоянии пустыря, продолжавшееся 10 лет и более. В течение этого срока оставшиеся в почве якорные корни деревьев предшествующего поколения гнивают, образующиеся после них пустоты (корневые ходы) заплывают песком, уплотняются, и почвы утрачивают глубинную ризотектонику. Позднее корням появляющегося на пустырях молодого поколения сосны из-за отсутствия свободных корневых ходов приходится разрастаться преимущественно в верхнем горизонте почвы. Песок оказывает большое сопротивление вертикальному росту мелких корней, особенно начиная с 1 м глубины и ниже (см. гл. 12). Это вызывает поверхностное размещение корневой системы сосны в подобных условиях. Поэтому сосновые молодняки и жердняки на старопахотных землях страдают от засух. Древесина их малосмолиста, вследствие чего слабо защищена от нападения грибов и насекомых. Даже частичное поражение корней губкой значительно ослабляет жизненность сосны на старопахотных землях. Частые срастания корней, обусловленные их обилием в верхнем слое почвы, способствуют в соответствии с «гартиговским правилом» распространению губки от больных деревьев к здоровым. Все факты описываемого явления согласуются с общей точкой зрения на него, как на преимущественный результат утраты песчаными почвами г л у б и н н о й ризотектоники — системы корневых ходов, образованной многими непрерывно сменявшимися поколениями сосняков.

На песках и супесях можно применять только такую корчевку пней, которая не затрагивает глубинных корней. Необходимо избегать продолжительного оголения почвы от леса. Чтобы обеспечить молодому поколению сосны почвенные условия не худшие, чем те, которыми пользовалось материнское насаждение, применяют семено-лесосечные рубки, а при ведении сплошных рубок — закультивирование лесосек тотчас после рубки. На давних пустырях, утративших почвенную ризотектонику, следует разводить быстрорастущие листовые породы с энергичным ростом корней — березу, осину, тополь. Эти породы способны в течение сравнительно короткого времени освоить глубокую толщу почвогрунта. После рубки насаждений мягких пород в почвогрунте их корни быстро гнивают и тем самым делают почву пригодной для успешного развития корней сосны.

Состав культур. Чистые и смешанные культуры. На площадях, подлежащих закультивированию лесом, сажают или высевают породы, которые могут развиваться на этих почвах максимальную продуктивность, производить древесину лучшего качества и быть устойчивыми против

неблагоприятных условий. На боровых и суборовых песчаных и супесчаных почвах сеют или сажают сосну, на суглинистых — дуб, ель, ясень и другие породы. По заболоченным низинам создают культуры ольхи, осины, березы и других быстрорастущих пород. Существуют специальные наставления, в которых указаны для определенных географических районов рекомендуемые типы культур, их состав, порядок смешения пород, агротехника их создания на основе типов леса.

Смешение пород следует рассматривать как дополнительный способ повышения продуктивности и устойчивости лесных культур. Так, примесь бука в сосновые и дубовые культуры на песках и супесях повышает плодородие почв и производительность культур. Примесь граба, ели, клена, ильмовых пород в дубовых культурах на богатых почвах способствует подгону и очищению стволов дуба от сучьев, повышает качество его стволов. Введение подлеска в состав дубовых культур в степных засушливых условиях способствует затенению почвы, защите ее от зарастания травами и задернения. Примесь азотсобираателей — белой и желтой акации, черной и серой ольхи, лоха, облепихи и других пород — увеличивает количество азота в почве и способствует повышению продуктивности главной породы. Выше было отмечено, что азотолюбивый тополь, растущий рядом с ольхой-азотсобираательницей, удваивает, а подчас и утраивает продуктивность (Г. И. Редько, 1959).

Примесь лиственницы к ясеню увеличивает прирост ясеня на 50% по сравнению с ясенем, растущим в естественном лесу в смешении с дубом, липой, ильмом и кленом (Д. Д. Лавриненко, 1948). Как показали наши исследования (1939), лиственница на дубравных почвах повышает влажность верхних слоев почвы, способствует увеличению количества подвижного азота в 3 раза, фосфора в 2 раза, калия в 1,5 раза. Подробнее на этом и других подобных явлениях мы останавливались в главе 13.

Со времени Карла Гайера, сторонника и пропагандиста смешанных культур, большинство лесоводов поддерживает его точку зрения. Немало убедительных доказательств преимущества смешанных насаждений по сравнению с чистыми выдвигал Г. Ф. Морозов. Г. Н. Высоцкий вместе с лесоводом Н. Я. Дахновым создали древесно-кустарниковый и древесно-теневой типы культур для степного лесоразведения. Проф. М. Е. Ткаченко (1939), опираясь на многочисленные неудачные смешения пород, распространенные в лесокультурной практике прошлого столетия, выдвинул ряд принципиальных возражений против смешанных культур.

Смешение дуба с ильмовыми породами и ясенем в степи («нормальный способ культур» Барка) привело, как известно из истории степного лесоразведения, к отрицательным результатам: ильмовые и ясень иссушали почву, способствовали ее задернению, дуб засыхал. Можно ли отсюда сделать вывод о непригодности смешанных лесных культур для степных черноземов? По-видимому, нет, так как иные смешения, например смешение дуба с кустарниками, остролистным кленом и липой, дали в ряде степных условий положительные результаты. Превосходны рядовые культуры дуба с ильмом, липой и ясенем (смешение звеньями) в Тростянецком лесхозе Сумской области. Хороши рядовые и полосные смешения между собой тех же пород, гнездовые и рядовые посадки дуба с елью и многие другие, давшие в лесостепных дубравах отличные результаты (А. Б. Жуков и П. К. Фальковский, 1928, В. В. Гурский, 1954).

Уже было отмечено, что самым общим рациональным правилом смешения является сочетание взаимоблагоприятствующих и исключение антагонистических пород. Однако взаимовыгодных сочетаний в природе не так уж много. Чаще встречается такое, когда порода А благоприятствует породе Б, но порода Б антагонизирует с породой А. Пример взаимоотношений сосны и дуба — пород первого яруса — с породами второго яруса и подлеска иллюстрирует этот случай. В упомянутых выше при-

мерах положительного влияния лиственницы на ясень последний в засушливые периоды теснит свою «благодетельницу» (Д. Д. Лавриненко, 1947). Взаимный антагонизм наблюдается не реже, чем взаимное благоприятствование. Очень важна следующая общая закономерность, управляющая этим процессом: *в фазе молодняка и жердняка, когда в чистых насаждениях происходит наиболее интенсивное самоизреживание, в смешанных насаждениях идет самая острая межвидовая борьба. К среднему возрасту она затухает, и оставшиеся породы живут до конца жизни в добром соседстве.*

При посадке в степи дуба с ясенем в возрасте 10—15 лет дуб засыхает под влиянием ясеня, а несколько позже погибает и ясень-победитель, не выдерживающий с определенного возраста создающихся под его воздействием (отсутствие затенения, задержание почвы) засушливых условий. С другой стороны, трудно найти случаи, когда обе соседние древесные породы росли бы лучше благодаря взаимному контакту. Вследствие указанных обстоятельств слабые компоненты быстро выпадают из рядовых культур; например, в сухих и свежих лесостепных дубравах посадки дуба и ели при смешении в рядах или через ряд к 40—50 годам становятся чистыми дубовыми, так как ель выпадает (рис. 130). Между тем находящиеся рядом того же возраста чистые дубовые и чистые еловые культуры растут хорошо и даже почти не изреживаются. Следовательно, в засушливом климате дуб проявляет агрессивность по отношению к ели, а так как наибольший отпад ели в смешанных культурах бывает в засушливые годы, то дуб вытесняет ель путем захвата почвенной влаги. Этот вывод подтверждается еще и тем, что ранний дуб вытесняет ель полностью к 25—30 годам, поздний же дуб в тех же условиях не вытесняет ель до 40—50 лет (В. В. Гурский, 1960). Ранний дуб начинает вегетацию в апреле и сильно испаряет влагу, поэтому он уже в начале лета успевает иссушить под собой почву. Именно это и становится роковым для его соседки — ели, породы с поверхностной корневой системой и влаголюбивой.

Сказанное относится к сухим (D_1) и свежим (D_2) лесостепным дубравам. Дубово-еловые культуры во влажных дубравах (D_3) лесостепи, находящиеся в тальвегах балок с близким уровнем грунтовых вод, показывают иные результаты (рис. 139). Здесь ель доживает до 100—120 лет, достигая нередко 35—40-метровой высоты, дуб же остается в малом количестве или даже совсем выпадает. В тальвегах для ели имеются не только лучшие условия почвенного увлажнения, но и более благоприятный для нее климат: воздух прохладнее и влажнее, жара и засуха здесь не так остры, как на плато и южных склонах. На поражение ели в сухих и свежих местообитаниях и победу ее над дубом во влажных дубравах лесостепных балок впервые указал Г. Ф. Морозов, выдвигая этот факт в качестве экспериментального против точек зрения С. И. Коржинского, А. Ф. Флерова и В. Н. Сукачева, допускавших возможность полного вытеснения дуба елью отовсюду, где только ель может появиться.

Смыкание кроны в молодняках. Существует золотое правило лесоводства, согласно которому надо добиваться скорейшего смыкания кроны в естественных и искусственных молодняках. Эта задача тесно связана с особенностями густых древостоев, так как увеличение густоты — лучший способ достичь раннего смыкания молодняков.

При отдельном стоянии маленьких деревьев-сеянцев или саженцев они подвергаются влиянию многих неблагоприятных для них факторов, среди которых наиболее существенны следующие: 1) чрезмерная радиация, вызывающая перегрев тканей и угнетение фотосинтеза; 2) под влиянием ветра усиливается турбулентный обмен влагой, в результате чего наступает воздушная засуха; 3) в свободном пространстве между деревцами могут поселиться сорные растения и густо-дернинные травы, отнимающие влагу и питательные

вещества; на сильно прогреваемых местах быстро селятся вредные насекомые, наносящие ущерб деревьям.

Смыкание крон в молодняках умеряет интенсивность неблагоприятных радиационных и гидротермических условий, устраняет элементы пустырной флоры и фауны, создает на всем пространстве молодняка лесную обстановку, отличающуюся смягчением гидротермических колебаний, то есть лучшими условиями для леса.

При более строгом анализе смыкания молодняков и последующих процессов следует различать четыре фазы: 1) смыкание корневых систем; 2) смыкание крон; 3) начало фазы очищения от сучьев и дифференциация деревьев по классам роста; 4) самоизреживание. Смыкание корневых систем и даже взаимопроникновение ризосфер соседних деревьев начинается раньше смыкания крон. Сосновые культуры при густоте посадки 10 тыс. 1—2-летних сеянцев на 1 га в климате лесостепной зоны, в типе свежей субори (B_2) достигают смыкания корней на 2—3-м году, а крон на 7—8-м году жизни. Явные признаки угнетения нижних сучьев и начальные этапы дифференциации деревьев по классам Крафта наступают на 10—12-м году жизни культуры. При количестве сосенок 20 тыс. на 1 га те же фазы наступают у сосны на 2—3 года раньше. В еловых молодняках при таких же условиях местообитания они наступают на 5—7 лет позже, чем у сосны. В последнем случае сказывается свойственный ели период «сидения» (медленного роста) в молодости.

Идеальны по влиянию древостоя на среду и взаимоотношениям между деревьями равные расстояния между ними. Однако для более быстрого создания лесной обстановки отступают от этого правила, практикуют широкие междурядья и уменьшают расстояния между деревьями в рядах. Например, при 10 тыс. посадочных мест вместо равномерной посадки по углам метровых квадратов устанавливают междурядья шириной 2 м, при расстоянии между саженцами в ряду 0,5 м (или междурядья через 1,5 м с расстоянием в ряду 0,87 м). Таким приемом ускоряют смыкание крон в рядах, хотя в этом случае срок смыкания между рядами отдалается. Выигрыш, получаемый от ускорения локального создания лесной обстановки, значительный, особенно при широтном размещении рядов ($B - 3$) на жарком и засушливом юге или меридиональном ($C - Ю$) на холодном и влажном севере.

Самоизреживание — существенное преимущество леса, обеспечивающее естественный отбор — устранение менее приспособленных индивидуумов. Оно в значительной мере исправляет недостатки неудачного подбора семян или посадочного материала, особенно если культура заложена очень большим их количеством, собранным если не с элитных деревьев, то по крайней мере в естественных насаждениях. Искусственные насаждения создавались ранее из «товарных» семян, то есть семян неизвестного происхождения, собранных чаще всего с плохих деревьев — невысоких, корявых, многостольных, ширококронных, обладающих ранним по возрасту и обильным плодоношением.

У смыкания есть и отрицательные стороны. Смыкание корневых систем приводит к конкуренции корней за влагу и питательные вещества в почве. На почвах очень бедных, например на свежеперевеянных бугристых песках в зоне сухих степей (Олешские пески), густые сосновые культуры растут туго, а смыкание останавливает их рост. Исправить это можно искусственным изреживанием посадок.

Смешанные культуры по гнездовому способу. Насколько нам известно, первым в лесоводстве обратил внимание на особое значение группового (гнездового) расположения деревьев в насаждении выдающийся немецкий лесовод Карл Гайер в своем «Учении о древостоях» (1880). Ссылаясь на К. Гайера, Г. Ф. Морозов (1912) подчеркивал значительные преимущества распределения деревьев по группам в зависимости от породного состава и возраста: «каждая группа отстаивает себя от соседей, с возрастом

каждая группа становится малочисленной и к возрасту спелости насаждение может приобрести совсем иную структуру: здесь может случиться смещение деревьев поствольное или остаться гнездовое... Такая группировка и по возрасту и по породам создает лесу большую устойчивость, большую консервативность формы и постоянство внутренней среды».

Важнейшим преимуществом гнездового способа для лесных культур является регулирование взаимоотношения между породами. Гнездовым способом посева и посадки можно значительно замедлить или устранить наступление отрицательных результатов антагонистических отношений между видами, использовать благоприятное влияние одной породы на другую. При этом способе древесные породы А и Б высевают или высаживают в гнезда-квадраты со сторонами от $0,5 \times 0,5$ до 5×5 м, чередуя их в шахматном порядке. Фронт взаимодействия между соседними породами А и Б при таких условиях простирается от линии их контакта до центра гнезда. Поэтому даже при антагонизме пород А и Б в молодом возрасте не произойдет наиболее нежелательного результата — полного выпадения какой-либо из них на всей площади.

Допустим, что, как это бывает чаще всего при диффузных (подеревных) смещениях, порода А благоприятствует своей соседке — породе Б, которая проявляет антагонизм по отношению к породе А. Обычный итог таких взаимоотношений при подеревном смещении — выпадение породы А и полное господство на всей территории породы Б. Однако при гнездовом смещении пород такой конец не наступит быстро и полностью. Это гарантируется тем больше, чем глубже фронт встречи пород А и Б, то есть чем крупнее гнезда-квадраты. Другими словами, гнездовой способ замедляет наступление полного вытеснения породы А. Такое замедление необходимо для того, чтобы сохранить часть экземпляров теснимой породы до того момента, когда закончится период антагонистических взаимоотношений и начнется взаимное благоприятствование пород А и Б или, по крайней мере, период их нейтралитета, наступающий обычно во второй половине жизни насаждения (III—IV классы возраста). Таковы, например, посадки сосново-дубовые, грабово-дубовые, лиственнично-ясеновые и др.

Следовательно, гнездовые посадки и посевы создают существенное преимущество для использования смешанных культур в качестве способа повышения продуктивности леса. Это преимущество тем более важно, что взаимоотношения между породами с течением времени могут меняться от крайне антагонистических вначале до взаимоблагоприятных в конце. При этом очень существенно, что ни одна из взаимодействующих пород не получает абсолютного преобладания. Даже в том случае, если одна из них становится угнетаемой вдоль линии контакта с соседней, она не вытесняется полностью.

Гнездовое расположение сравнивают с принципом старинной «круговой защиты» или «каре», заключающимся в том, что окруженные сильным и более многочисленным противником (например, конницей) солдаты-пехотинцы улучшают свою защиту, когда образуют плотную колонну в форме квадрата или круга (Векшегонов, 1950). Аналогия получается довольно полная, так как густые группы растений, во-первых, трудно-проницаемы для агрессивных видов (например, сорняков) как в надземной, так и в подземной среде, а, во-вторых, теснимый вид, располагая значительной глубиной фронта своей защиты, доживет (пусть и в меньшем числе индивидуумов) до того момента, когда обстоятельства изменятся в его пользу. Эти последние могут заключаться в разных изменениях внешней и внутренней среды, чаще всего снижении темпов роста у агрессивного вида, после чего теснимый вид может разрастаться вверх и вширь, а в некоторых случаях даже теснить своего ранее господствовавшего конкурента.

В неблагоприятных условиях (скалистые склоны, малоплодородные и сухие пески, засушливый климат, солонцеватые почвы и т. д.), когда нельзя создать сплошных, быстросмыкающихся культур, гнездовой способ полезен как сочетающий в себе преимущества густых и редких культур: 1) быстрое смыкание и создание лесной обстановки в гнездах и 2) расширенные площади питания за счет междугнездового пространства. В гнездах выгодно применять торфование, гипсование, ячеистый микрорельеф, использовать для защиты от ветра естественный травостой (рис. 85).

Преимуществом гнездового расположения является также срастание корней между деревьями гнезда. Оно выгодно в том отношении, что сросшиеся корнями соседние деревья обмениваются между собой влагой, минеральными и пластическими веществами, и эта своеобразная кооперация делает их более устойчивыми против засухи, мороза, повреждения насекомыми и т. д. При отмирании надземных частей у отдельных сросшихся деревьев их корневая система используется соседними, и это улучшает рост и устойчивость всей группы в целом¹.

На зарастающих травянистых площадях гнездовой способ применяется с успехом для древесных пород, растущих медленно смолоду, — пихта, бук, ель, дуб. Для быстрорастущих пород — береза, осина, тополь, лиственница — этот метод не нужен. Гнездовые культуры сосны применяются только на самых бедных и сухих почвах и там, где по условиям рельефа механизация невозможна.

Дополнение естественного возобновления (частичные культуры). Если на лесосеке сплошной или постепенной рубки естественное возобновление осуществлялось не главной, а второстепенными породами, например не дубом, а его спутниками — грабом, липой, кленами, ильмовыми, кустарниками; не сосной, а березой или же входящими в третий ярус сложных суборей широколиственными породами, то главную породу вводят посевом семян или посадкой сеянцев. Если лесосека сохраняет подлесный покров, свойственный обычной лесной обстановке (например, покров с господством сныти в дубравах, с господством мхов и лишайников в сосняках), и еще не произошло заселения ее сорняками, задернения луговыми или степными, дернинными или корневищными злаками (вейник, освяница, пырей, белоус и др.), можно применить посев главной породы или рядовую ее посадку по частично обработанной почве. Так, хороший результат дает посев желудей на свежих лесосеках в дубравах, где много 1—2-летнего подроста ясеня, липы, остролистного и полевого клена, ильма, лещины и других кустарников, но нет дуба. В таком случае желуди высевают через 0,7 м под малую лопату или сапку. Сапкой делают косую щель, на дно которой кладут 1—2 желудя, придавливая щель ногой. Способ этот, называемый «шпиговкой желудей», применяют и теперь в механизированных вариантах. С его помощью на протяжении последних 70 лет в дубравах создавались превосходные смешанные насаждения с господством дуба.

Если почва на лесосеке частично успела зарости сорной или луговой растительностью, недостающую главную породу вводят площадками или более или менее широкими обработанными полосами, на которых высевают семена или высаживают сеянцы главной породы — сосну, дуб, бук

¹ Иные условия создаются при срастании корней в рядовых посадках и насаждениях, где оно не всегда является преимуществом. Мы уже упоминали о том, что в сосновых жердняках на старопахотных землях опасный вредитель сосны — корневая губка (*Fomes annosus*) — быстро распространяется от дерева к дереву через сросшиеся корни. На это обстоятельство еще в прошлом веке обратил внимание Р. Гартиг, рекомендовавший бороться с губкой путем изоляции зараженных ею сосновых групп канавами, главное назначение которых — устранять контакт корней здоровых сосен с корнями больных. Смешанные культуры, особенно смешанные гнездовые, в большей мере удовлетворяют этому санитарному требованию, так как они разобщают группы пораженных деревьев от здоровых значительным расстоянием.

и др. В зависимости от различных условий площадки делают размером $0,5 \times 1$; 1×1 ; 1×2 ; 2×2 м и т. д., удаляют с них дернину, сеют или сажают в разрыхленную почву. Механизированные работы возможны только при полосном введении главной породы; полосы при этом проводят плугом шириной 0,5 или 1 м на расстоянии 5—10 м одну от другой или закладывают 400—500 площадок на 1 га.

Известен способ «густой культуры дуба местами» В. Д. Огиевского, введенный им в дубравах. Способ этот пригоден для лесосек, заросших спутниками и порослью дуба или задернелых. Для лесосек без семенного дуба, заросших второстепенными породами, А. П. Молчанов разработал «коридорный способ» введения дуба. В естественном дубравном молодняке, где господствуют спутники дуба, но семенного дуба нет или его мало, прорубают просеки-коридоры, по ширине равные высоте молодняка, и по центру полосы высевают или сажают дуб. Аналогичный способ введения сосны посадкой 1—2-летних сеянцев разработал Е. В. Алексеев для низкопроизводительных дубовых молодняков в субориях (на супесчаных почвах). Е. В. Алексеев вводил сосну в полосах гнездовой посадкой 1×1 м через каждые 5 м, высаживая в гнезда по 5—9 сеянцев.

Хорошие результаты дает введение быстрорастущих и ценных иноземных пород площадками размером $0,5 \times 0,5$ м по 1—2 сеянца в естественные молодняки, особенно в период первоначального их роста. Этим способом вводят грецкий орех, орех пекан, лиственницу, дугласию и другие быстрорастущие породы в дубравах и бучинах, реже в сложных субориях. Каждую из этих пород сажают по 100 сеянцев на 1 га единичными экземплярами по обработанным площадкам-квадратам с последующим уходом за ними. У быстрорастущих пород к 50 годам получают значительную прибавку древесины. На склонах обрабатываемые площадки делают прямоугольной формы размером $0,3 \times 1$ м, размещая длинной их стороной по горизонтали склона.

Рассмотренные сочетания естественного возобновления с искусственным на основе рядового, площадочного, гнездового и полосного введения главных и иноземных пород представляют лучший способ лесовозобновления по производительности, качественной ценности и устойчивости создаваемых насаждений. Высокая эффективность такого сочетания в значительной степени связана с сохранением почвы, ее микрофлоры мезофауны, травянистого покрова и древесных пород, свойственных естественному лесу. При этом новые породы, внедряясь в естественный лес, используют благоприятные для них ресурсы, сформировавшиеся в течение длительного существования леса.

ГЛАВА

16

СМЕНА ПОРОД

В жизни леса фактор времени играет большую роль, хотя и не очевидную для единовременного наблюдателя. Темпы изменения состава леса чаще всего настолько медленные, что представление о них можно получить лишь сложным путем, в результате разностороннего исследования и с помощью ряда абстракций. При этом важнейшим признаком существенных изменений выступает смена г л а в н ы х древесных пород. По масштабу времени в лесу имеются по крайней мере три типа изменений.

1. Смена пород как результат онтогенеза древесного, то есть развитие отдельных поколений леса, начиная с самосева-подроста и кончая старыми, достигшими естественной спелости древо-

стоями. В предыдущей главе этот процесс уже рассматривался с некоторых существенных сторон.

2. Смена пород как результат стихийного вмешательства человека и других внешних факторов в жизни леса и противоположные процессы восстановления естественного состава и структуры леса. Эти процессы более длительны, чем упомянутые в предыдущем пункте, так как они охватывают в простейшем случае одно, но нередко два или три поколения древостоев.

3. Смена пород как результат крупномасштабных событий типа изменений климата, происходящих в течение длительных отрезков времени.

В настоящей главе будут рассмотрены лишь смены пород второй категории, важные для понимания причин, порождающих разный состав естественных лесов. На земном шаре почти не осталось лесов, на структуре которых не отразилась бы деятельность человека. Нередки случаи, когда недооценивается влияние человека, современные явления ошибочно приписываются естественным силам природы или, наоборот, явления естественные, спонтанные, возникающие вследствие внутренних причин, не зависящие от человека, рассматриваются как результат человеческой деятельности. Для лесовода же, призванного самой профессией «читать открытую книгу природы», очень важно правильно понимать смены древесных пород, оценивать их происхождение, уметь их предвидеть.

Раздел общего лесоводства о смене пород создан Г. Ф. Морозовым. Мы уже отмечали, что в своем учении о смене пород он привел в движение категории, казавшиеся раньше неизменными, раскрыл внутреннюю связь между лесами разного состава, показал, что одни из них являются производными от других. В изложении данной главы мы придерживаемся классических схем Г. Ф. Морозова.

Смена ели мягколиственными породами — березой и осиной. Одной из самых общих причин смены пород при переходе коренных древостоев в производные выступает разница в темпах роста в высоту. На рисунке 131 изображены кривые роста ряда древесных пород в первое десятилетие жизни на сплошных лесосеках, то есть при полном освещении. В случае одновременного поселения и при совместном росте на лесосеках этих пород господствуют быстрорастущие пионеры леса — береза и осина над дубом, елью, буком и пихтой. Однако в последующем угнетенные и отставшие в росте основные лесообразователи, долговечные и теневыносливые породы, завоевывают господство над породами-пионерами. Такова общая логическая схема большинства явлений смены пород, излагаемая в настоящей главе.

Смена ели березой, осиной, черной и серой ольхой — один из ярких примеров стихийного влияния человека на состав леса. Она происходит в результате сплошной вырубki ельников или пожаров. При этом на оголенных от леса площадях происходят глубокие изменения всей климатической обстановки. Поверхность почвы днем полностью освещается, а ночью сильно излучает; микроклимат становится резко континентальным. Если после сплошной рубки сохранился угнетенный подрост главной породы — ели, то он погибнет от солнцепека и заморозков. Если

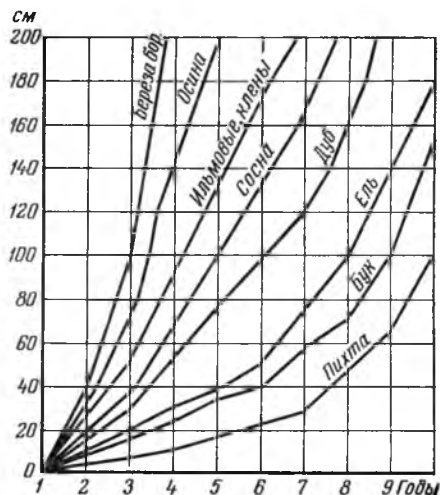


Рис. 131. Рост древесных пород семенного происхождения в первые годы жизни.

всходы ели появятся на лесосеке или горельнике вследствие налета семян, их постигнет та же участь. Вместо травянистого покрова ельников — кислицы (*Oxalis acetosella*), черники (*Vaccinium myrtillus*) и других — здесь разрастается белоус (*Nardus stricta*), щучка (*Deschampsia caespitosa*) и другие представители светолюбивой луговой флоры, являющиеся для молодой ели нежелательными соседями. Ежегодно плодоносящие деревья березы и осины, встречающиеся в ельниках, дают достаточное количество семян для обсеменения всей лесосеки, и на ней появятся их «налет» — самосев. Он устойчив, не боится заморозков, солнцепека и конкуренции со стороны трав. Преимущество березы и осины — обилие семян и всходов, быстрый рост, позволяющий подавлять травы.

Береза начинает заселять вырубki и гари сразу же после рубки или пожара. Этому способствует ее обильное и ежегодное плодоношение. Гари она заселяет интенсивней, чем вырубki, и березняки, сформировавшиеся на гаях, имеют большую густоту (А. Н. Чупров, 1965). Почва на гаях в результате пожаров минерализуется, лесной подстилki почти не остается, и травяной покров в исходный момент полностью отсутствует, а появляющийся впервые иван-чай (*Chamaenerium angustifolium*) относится к самосеву древесных пород скорее как покровитель, нежели конкурент.

Смыкаясь кронами, группы самосева образуют полог, создающий тень и вытесняющий светолюбивую растительность, в первую очередь дернинные злаки. Начинает складываться обычный для леса «мертвый покров» — лесная подстилka. Характеризуя эту фазу, Г. Ф. Морозов писал: «то сильное излучение, которое происходило ранней весной и в ночное время над травянистым покровом, переносится этажом выше и происходит теперь над пологом лиственных пород, не боящихся заморозков».

После образования лиственного молодняка из семян ели, попавших на почву одновременно с семенами березы и осины, и из тех, которые продолжают насаиваться на лесосеку, появляется еловый подрост, который под пологом березняка или осинника защищен от солнцепека и заморозков. С другой стороны, затененный пологом светолюбивых, сквозистых пород еловый подрост, или, как его иногда называют, подсед, не будет настолько лишен света, чтобы попасть в крайнее угнетение. Следовательно, при заселении пород-пионеров вновь создается лесная обстановка, принципиально отличная от условий жизни на открытых местах. Она является посредником, с помощью которого ель снова займет свое место, вынужденно покинутое ею в результате вмешательства человека или стихии.

Поселившись под пологом светолюбивых пород и образовав в нем нижний ярус, еловый подрост со временем смыкается внутри себя (рис. 132, стадии 1 и 2). Тем самым отрезается путь для возобновления недолговечных березы и осины. Придет время их естественной спелости. они выпадут, и ель будет господствовать снова на всей территории.

С известного возраста, достигнув определенной высоты, ель уже перестает нуждаться в защите, и тогда яснее выступает угнетающее влияние верхнего яруса светолюбивых лиственных пород. Опыты с вырубкой части лиственных пород экспериментально доказывают, что угнетающее влияние березы на ель действительно существует: после рубки лиственных пород ель заметно увеличивает свой прирост.

Очень важно и то, что, несмотря на угнетающее влияние верхнего полога, ель благодаря своей теневыносливости все же продолжает расти вверх. По мере все большего и большего изреживания яруса светолюбивых пород для нее создаются все лучшие условия роста. Сквозь верхний полог проникает все больше света, тепла и влаги (последняя в виде атмосферных осадков), а в почвенной среде ель встречает все меньше конкурентов в отношении влаги, связанного азота и зольных элементов.

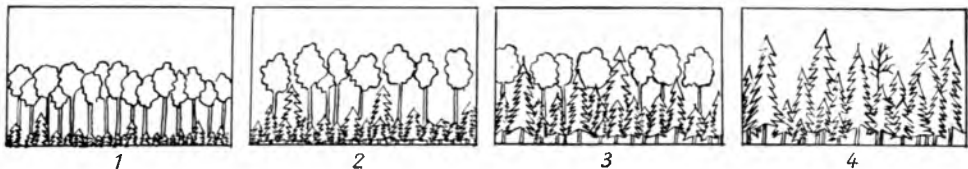


Рис. 132. Стадии смены березы и осины елью.

Впрочем, когда еловые кроны настолько поднимутся, что начнут проникать сквозь лиственный полог, последний найдет новое «оружие» для борьбы с елью: лиственные породы начнут охлестывать еловые кроны. Особенно яркие примеры возникающей при этом новой формы борьбы дает бородавчатая береза. Ее гибкие и длинные ветви легко приходят в движение даже от небольшого ветра, секут хвою соседних деревьев ели, ранят ее молодые побеги, сбивают почки. Хвоя отмирает, крона ели делается ажурной, нередко однобокой. И все же, несмотря на это, ель продолжает расти и, наконец, благодаря наследственной длительности своего роста в высоту перегоняет березу и осину.

После стадии двухъярусного наступает стадия одноярусного хвойно-лиственного насаждения (рис. 132, стадия 3). Но оно постепенно переходит снова в двухъярусное, где верхний ярус теперь хвойный, еловый, с небольшой примесью осины или березы, а нижний состоит из угнетенных елей и лиственных пород. Последние, попав под полог ели, более чувствительно отразят на себе угнетающее влияние верхнего полога. Прежде теневыносливая порода располагалась под светолюбивыми, теперь же более светолюбивые породы оказались под пологом теневыносливой породы, и, само собой разумеется, им не выдержать конкуренции. Если в чистом насаждении, безразлично, какой породы отставшие в росте деревья рано или поздно должны отмирать, то совершенно естественно и понятно, что стволы любой светолюбивой породы, очутившись в роли угнетенных под пологом породы более теневыносливой, не в состоянии так долго бороться, как в первом случае, и потому скорее придут все стадии угнетения вплоть до полного отмирания. В возрасте около 60—80 лет можно еще встретить стадию смешанного насаждения, но позже ель берет верх над прихитившими ее породами. Лет через 20 восстанавливается почти прежняя картина. Чем меньше вырубка или гарь, чем уже она по своей конфигурации, чем ближе к различным ее местам еловые стены, тем скорее произойдет их облесение елью. Для налета семян березы и осины величина вырубки не имеет значения.

Изложенный выше ход смены ели лиственными породами типичен для лесного хозяйства дореволюционной России. Г. Ф. Морозов иллюстрирует его на примерах из истории Лисинской лесной дачи, расположенной под Ленинградом. Здесь господство пород изменялось начиная с 1841—1842 гг. следующим образом (Д. М. Кравчинский, 1898). В 1841—1842 гг. 60% всей площади занимали ельники и 28% — лиственные. К 1896—1897 гг. площадь ельников уменьшилась ровно в 2 раза, стала занимать 30%, а площадь лиственных возросла в 2 раза, стала равной 57%. Лесостроительные описания и наблюдения в природе ясно показывают, что это результат сплошных рубок. По данным современного лесоустройства, подобные явления наблюдались и на концентрированных лесосеках, где с 1937 по 1958 г. ельники сменялись березняками, в ряде случаев на 37—47% площади (В. И. Васильев, 1966). Подобный же результат получается и в том случае, если на только что выставленную на простор стену елового древостоя, не приспособленную к натиску ветра, вдруг налетит буря. Тогда начнется ветровал, зона проникновения которого внутрь ельника, не «привыкшего» к ветру, может быть очень глубокой, особенно в старых ельниках на влаж-

ных и сырых почвах, где укоренение деревьев исключительно поверхностное.

Ельники — хозяева многих плодородных местообитаний в лесной зоне. Они здесь коренные насаждения. Березняки и осинники производные насаждения, появившиеся на месте коренных описанным выше путем. Однако наличие их не во всех случаях свидетельствует о том, что территория раньше принадлежала ели. Березняки и осинники могут появиться и на месте других коренных типов насаждений — сосняков, дубрав, бучин, пихтарников, лиственничников и т. д. Только в виде исключения, в качестве березовых и осиновых колков, встречаются их коренные насаждения в степях Западной Сибири, Казахстана и некоторых других степных местах за пределами ареалов ели, пихты и дуба.

Смена сосны березой и осиной. Береза и осина сменяют сосну чаще всего на лучше увлажненных почвах, которые после оголения их от леса быстро покрываются светолюбивыми злаками и задерневают. Обычное исключение — боры с вересковым покровом. В них после оголения почвы состав покрова не меняется или меняется настолько незначительно, что это не имеет значения для возобновления сосны. По покрову из вереска сосна селится быстро и густо. Вереск господствует после пожаров в свежих, влажных и сырых борах. Иное дело в сухом бору, где пожар или вырубка не приводит к смене пород, потому что в составе сухих боров береза и осина не принимают участие из-за сухости местообитания для этих пород. Если и можно встретить в подобных условиях деревья этих пород, то, во-первых, их обычно немного, а во-вторых, — и это самое главное — они растут очень плохо, кустарникообразны, суховершинят.

Таким образом, арена, где может происходить смена сосновых насаждений лиственными, — это свежие, влажные и сырые боры и субори, сосновые насаждения на песках и супесях. Здесь, однако, смена происхо-



Рис. 133. Естественный березняк 17 лет, образовавшийся из налета семян на сплошной лесосеке после рубки сосново-дубового древостоя влажной субори (С₃). Запас 130 м³ на 1 га. Украинское Полесье.



Рис. 134. Густые заросли наземного вейника (*Calamagrostis epigeios*) под пологом старого сосняка с полнотой 0,5. Старосельский заповедник под Киевом.

дит не из-за чувствительности сосны к заморозкам — она их не боится, а вследствие быстрого задернения почвы. Трава раньше сосны завладевает поверхностью почвы, и образовав свои заросли, задерживает появление сосны (рис. 134). Подобный травяной покров, создавая под собой войлок из отмерших частей, может, как показал В. Д. Огиевский на примере свежих боров Черниговской области, замедлять появление сосны, так как часть ее всходов не достигнет минерального слоя почвы и засохнет в войлоке травы. Травянистый покров, в особенности густой, может сильно затенять и тем самым заглушать светолюбивые всходы. Ложась зимой под давлением снега на сосенки, он искривляет их и тем самым удлиняет время, в течение которого они способны вынести свою вершину над травой.

Придавленная, пригнутая к земле вершина сосны следующей весной в силу гелиотропизма снова будет пробираться сквозь траву к свету, но снежный покров в следующую зиму может снова ее покривить. Получаются извилистые, коленчатые экземпляры молодой сосны — живые документы борьбы, которую они вели с травой. В конце концов одолевает все-таки сосна, и значение травы выразится только в оттяжке того момента, когда сосна снова завладеет территорией. В подобных условиях обычно раньше сосны появляется налет осины и березы, о котором говорилось выше. Эти породы появляются раньше потому, что они ежегодно плодоносят. Благодаря легкости семян и чрезвычайному их обилию береза и осина гуще засевают площадь, чем сосна и ель. Светолюбие березы и осины мало мешает им в борьбе с травяным покровом, так как ко времени их появления конкурирующий с ними травяной покров не бывает еще так густ, как впоследствии, когда начинает селиться сосна. Кроме того, быстрый рост березы и осины — большое преимущество в борьбе с травой. По мере смыкания деревьев увеличивается затеняемая ими площадь, травы редкуют и отмирают.

Попытка обосновать смену сосняков березняками накоплением в иллювиальном горизонте песчано-подзолистой почвы обменного алюминия (П. П. Похитон, 1958) не нашла поддержки среди лесоводов и почвоведов. Видимо, причина этой смены проще и не требует отступлений от морозовской схемы.

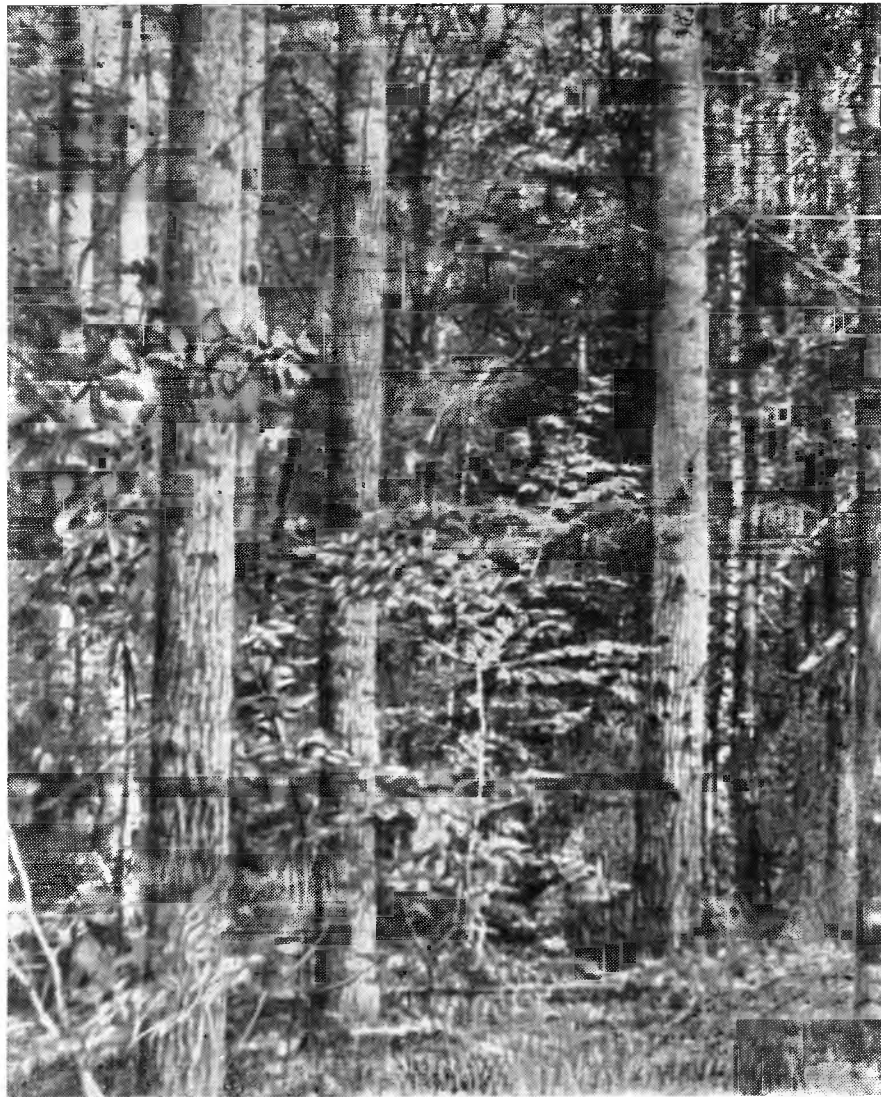


Рис. 135. Естественный осинник 38 лет по преимуществу семенного происхождения (осина зеленокорая) с единичной примесью сосны и дуба. Образовался на месте сосново-дубового насаждения I бонитета влажной субори (С₃). Словечанский лесхоз Житомирской области. Запас 364 м³ на 1 га.

При описываемой смене сосны мягколиственными породами не замечается такого резкого разграничения отдельных фаз этой смены, какое наблюдается при смене ели теми же породами. После сплошной рубки ельника сначала появляется защитный ярус лиственных, а затем уже под его пологом начинает селиться ель. В данном же случае сосна начинает поселяться вскоре после налета березы и осины, иногда даже одновременно с ними; она только отстает в росте вследствие указанных выше причин. Поэтому редко получается та двухъярусная стадия, которая свойственна смене ельников на мягколиственные породы. Сосна, кроме того, в результате своего быстрого роста, выбившись из-под травы, спустя небольшой промежуток времени нагоняет лиственные породы. Явление смены здесь более резко выражается не в последовательности появления двух ярусов, а в степени господства той или другой породы с возрастом.

Так, например, М. К. Турский, осуществляя таксационные описания в одной даче бывшей Пермской губернии, отметил следующие интересные данные. В 5-летних насаждениях, то есть на молодых вырубках, господствовала почти чистая береза с примесью сосны, но в 15-летнем возрасте на долю сосны уже приходилось $\frac{6}{10}$, березы — $\frac{4}{10}$; в 40-летнем возрасте сосны — $\frac{7}{10}$, на долю березы — $\frac{3}{10}$; наконец, в 60-летних насаждениях сосны — $\frac{8}{10}$ и березы — $\frac{2}{10}$.

В более резком виде смена сосны может быть выражена в том случае, если береза и осина вегетативного происхождения: пневая поросль березы и корневые отпрыски осины растут очень быстро, и поэтому, если сосна несколько замедлит с появлением, могут временно образоваться даже два яруса насаждения.

Другой особенностью рассматриваемой смены сосны является то обстоятельство, что с сосной в большей мере ассоциируется береза, чем осина. Это можно объяснить большей биологической близостью указанных пород, одинаковым их отношением к условиям местопроизрастания, а также тем, что на осине появляется паразит *Melampsora*, который переходит затем под названием соснового вертуна на сосну, для которой он опасен только в самом молодом возрасте.

Смена дуба мягколиственными породами. Как ель при известных условиях может сменяться березой и осиной, так и дуб в некоторых случаях под влиянием сплошных рубок может сменяться ими же. Такие явления были типичны для Тульских засек, где сплошные рубки в XIX в. привели к смене дуба осиной и липой. Например, по данным А. Н. Соболева, при ревизии в 1895 г. средний состав насаждений с распределением их по господству пород для семи лесничеств площадью 35 тыс. десятин был следующим.

Возраст насаждений	Дуб	Липа	Осина	Другие породы
Старше 50 лет	$\frac{4}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{2}{10}$	—
Моложе 50 лет	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{1}{10}$
Для насаждений всех возрастов	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{1}{10}$

В насаждениях старше 50 лет господство осины по площади невелико. Наоборот, в насаждениях моложе 50 лет оно значительно (60%) и явно произошло за счет дуба и липы. Г. Ф. Морозов писал по этому поводу: «50 лет — цифра не случайная; в 1895 году как раз мог справляться 50-летний юбилей тех сплошных рубок, которые были назначены в свое время для лесов Тульских засек; и вот результат сказался в виде смены пород... Отчего это произошло? Оттого, что дуб при таких рубках не в состоянии возобновиться семенами, а лишь порослью, последняя же появляется лишь в ограниченном количестве благодаря высокому возрасту дубового леса. Дубовый самосев, который имелся под пологом материнских насаждений, в значительной части своей погибал под влиянием пышной травянистой растительности, поросли лещины и других пород, а может быть также и той осины, которая сейчас же воспользовалась всякими открытыми местами и развилась, кроме того, из корневых отпрысков».

Для характеристики указанного явления большой интерес представляют данные, которые получил В. Н. Штурм (1908). В 1906 г. по его исследованиям, насаждений с господством дуба и осины разных классов возраста было следующее количество (по площади в десятинах) (см. табл. 45).

Приведенные цифры показывают полное соответствие между убылью насаждений с господством дуба и прибылью в те же десятилетия (4-й и 5-й классы) насаждений с господством осины. В более позднее время, несмотря на сохранение той же системы сплошных рубок, подобной смены не происходило. Это объясняется тем, что начали применяться культуры с последующим уходом за ними. На сплошных лесосеках тем или

иным способом вводят дуб, за которым потом ухаживают: периодически освещают, предохраняют от перерастания окружающей его порослью осины и т. д.

Если условия таковы, что дуб сменяется мягколиственными породами, то восстановление дуба (если не иметь в виду вмешательство человека в его пользу) может произойти только при условии, если он относительно быстро поднимается сначала как бы в виде подлеска, а затем второго яруса и в конце концов перерастет и подавит осину.

Таблица 45

Распределение насаждений дуба и осины по классам возраста
(В. Н. Штурм, 1908)

Классы возраста	Площадь	
	дуб	осина
I (1—20 лет)	2900	908
II (21—40 »)	2130	516
III (41—60 »)	1600	1600
IV (61—80 »)	20	2600
V (81—100 »)	270	2200
VI (101—120 »)	1200	1100
VII (121—140 »)	930	94
VIII (141—160 »)	280	304
IX (161—180 »)	270	—

Это может быть в том случае, если рубки производились в семенной год или год спустя, когда под пологом срубавшего материнского насаждения было очень много дубового самосева. Если же дубового самосева нет или его очень мало и под поднявшимся осиновым пологом встречаются лишь единичные дубки, они не в состоянии сменить осину. В последнем случае, если человек не придет на помощь, восстановление дуба может затянуться на очень долгий

срок, пока сойка, белка и другие животные не принесут сюда желудей. Точно так же, как и в еловых лесах, рубки дубравных осинников по низкому обороту могут еще больше укрепить осину и замедлить возвращение дуба на его законное место — господствующей породы в дубравах.

Смена дуба березой и осиной типична для свежих (рис. 136) и особенно для влажных и сырых дубрав. Г. Н. Высоцкий (1906) и А. С. Яблоков



Рис. 136. Естественный березняк 33 лет с примесью сосны и дуба, образовавшийся из налета семян на сплошной лесосеке после срубki сосново-дубового насаждения свежей субори (В₂). Запас 213 м³ на 1 га. Словечанский лесхоз Житомирской области.

(1936) не без оснований указывали на возможность длительного существования осинников и даже перехода их в коренные формы. Во влажных дубравах наблюдались смены дуба также на козью иву (*Salix caprea*), а в сырых дубравах — на черную ольху, составляющую обычную примесь в коренных древостоях этого типа леса. Причиной смен были не только сплошные рубки, но и ветровал дуба, поверхностно укореняющегося в этих условиях (при близком уровне грунтовых вод). Это происходило, когда под влиянием сплошной рубки действию сильных западных ветров открывались неустойчивые к ветру стены старых насаждений — дубняков в типе леса сырой дубравы (D_4).

В сухих дубравах южной зоны, даже и при порослевом возобновлении, никогда не бывает смены дуба другими породами.

Смена сосны дубом. Смешанные сосново-дубовые насаждения широко распространены в пределах ареала дуба, особенно в южном (Украинском) Полесье и в лесостепи. Различают двухъярусные сосново-дубовые насаждения, состоящие из сосны в верхнем и из дуба во втором ярусе или в подлеске, а также многоярусные насаждения на более богатых почвах, где ниже соснового и дубового ярусов находится ярус липы, граба, черешни, остролистного клена, ильма и рябины, а еще ниже — ярус подлеска (лещина, бузина, бересклеты и др.). Двухъярусные насаждения носят название простых суборей, многоярусные — сложных суборей, сугрудков, судубрав, сураменей и т. д. В Поволжье встречается также «бор с липовым подлеском», представляющий собой своеобразный вариант суборей, вероятно, не только эдафического, но и климатического порядка.

В местах, исторически давно заселенных человеком, особенно в лесостепи, сосново-дубовые насаждения зачастую превращены в чистые дубняки с единичной примесью березы. Подобные смены происходят в результате сплошных рубок, а также многовековых рубок на прииск, объектом которых чаще всего являлась более дефицитная в местных условиях и более доступная обработке сосна, чем дуб. В сельских местностях сосна и в наше время остается излюбленной породой для строительства.

Сплошные рубки, эпоха которых в центральной и южной России началась после упразднения рубок на прииск, способствовали тому же направлению смен пород в лесном хозяйстве дореволюционного времени. В лесостепи на супесчаных почвах речных террас, на месте исторически не так давно (100—200 лет назад) существовавших сосново-дубовых насаждений, имеются обширные районы дубовых лесов, где ни одной сосны естественного происхождения уже не осталось. Так, например, крупные лесные массивы на песчаных террасах реки Южного Буга в Винницкой области и реки Роси в Киевской области представлены (за исключением основных посадок) низкопроизводительными порослевыми дубняками с примесью березы, изредка липы. В их травянистом покрове господствует орляк и суборовое разнотравье, изредка можно встретить чернику и даже заросли вереска, но сосны естественного происхождения найти нельзя. В этих местах вслед за вырубкой последних старых сосен рубке были подвергнуты более молодые сосны в том возрасте, который не обеспечивал плодоношения. Естественная сосна была истреблена полностью, вплоть до единичных, уникальных, ее экземпляров. Вещественным доказательством ее бывшего господства в ландшафте являются даже и не очень древние (прошлого века) церковные здания, построенные из крупномерной сосны, и названия сел — Сосны, Сосновка, Боровка, Подборье, Заборье и т. д. в тех местах, где сейчас уже нет сосен естественного происхождения. Подобная же судьба постигла сосну, некогда образовавшую сосновые массивы среди злаковых степей в районе казахстанского мелкосопочника (Л. Н. Грибанов, 1961).

Смена сосны дубом в субориях проходила исключительно как процесс, вызванный деятельностью человека. Сплошные рубки чаще всего проводились в то время, когда сосна была неподготовленной к смене

поколений, так как обычно в рубку шли насаждения, не достигшие возобновительной спелости, задолго до той фазы, когда под изреженным пологом сосны появляется ее надежный подрост. Кроме того, нередко в процессе валки материнских деревьев и их последующей вывозки сосновый подрост вытаптывался и выбивался. Дубовая же поросль, возникавшая после рубки, благодаря свойственному ей быстрому росту заглушала молодой сосновый самосев, появлявшийся из семян последнего плодотворения.

Картины природы резко менялись под влиянием вмешательства человека: вместо трехъярусных сложных лесов в лучшем случае формировались двухъярусные, из порослевого дуба и кустарникового подлеска, в худшем — одноярусные, сильно затравленные дубняки, где подлесок совсем уничтожался неумеренной пастьбой скота. При рубке и постоянной пастьбе скота исчезают даже следы древесной растительности, и ветер, получающий в этом случае прямой доступ к супесям, начинает их развеивать. Выносятся мелкозем, супесь грубеет, становится все более песчанистой, пока, наконец, потеряв связность, не превратится в летучий песок. В любом месте подобных районов можно проследить стадии разрушения ландшафта, начиная от трехъярусного леса до летучих песков, вовсе не принесенных ветром из пойменной террасы, а на месте образовавшихся. Г. Ф. Морозов писал по этому поводу: «...что именно вмешательство человека так изменило лицо земли, тому миллион доказательств: старинные планы насаждений и соответственные им таксационные описания, например, для Хреновского бора; показания старинных путешественников, например, по отношению к Усманскому бору под Воронежем; сказания старожилов, остатки сосновых пней и смолокурных ям, наличие единичных сосен и их групп, а иногда и целых насаждений; ясные признаки отвода сплошных лесосек, наконец, порослевое происхождение дубового яруса. Для каждого, знакомого с этими местами, не может быть никакого сомнения в том, что сосна исчезла в данной полосе лишь под влиянием вмешательства человека, по причине неумелых рубок. Другого результата такие рубки и дать не могли! Но зато там, где или оставлялись случайные сосновые семенники, или где сравнительно близко находится стена старого соснового леса, постепенно начинался процесс обсеменения вырубок сосной. Во многих местах можно видеть то в большем, то в меньшем количестве, то более старого, то более молодого возраста сосновый подрост. Часть его гибнет, пробираясь через дубовую поросль, часть побеждает, т. е. прорывается сквозь верхний ярус дуба, перегоняя его в росте.

Достигнув дубовой кроны, вершина сосны начинает пробиваться сквозь полог дуба, руководствуясь своей чувствительностью к источнику света. Иногда получаются при этой борьбе сосны с дубом искривленные, почти змеевидные побеги у сосны. Необходимо использовать и такой подрост, стараясь его вовремя осветить, т. е. проредить дубовое или другое листовое насаждение, под пологом которого он находится». Г. Ф. Морозов отмечал: «Явление былой смены сложных сосново-дубовых лесов чистыми дубняками — явление весьма распространенное в лесостепи, и его всеобщность, может быть, дала повод думать, что мы имеем дело с естественными, чисто природными явлениями, а не вмешательством человека. Но на всем этом пространстве всюду одно и то же: те же старые акты и планы говорят о былом, те же сплошные рубки, то же порослевое происхождение листовых пород, те же вкрапленные в чернолесье отдельные сосны, свидетели былого соснового раздолья. И вмешательство человека, как и другой агент природы, может быть тоже всеобщим или, по крайней мере, действующим в определенных географических условиях одинаковым образом. Вот это-то явление, столь ясное, столь понятное, было, однако, некоторыми ботаниками понято иначе: по их мнению, здесь происходила «естественная смена сосны дубом».

Г. Ф. Морозов уделил много внимания критике ошибочных взглядов в данном вопросе. Установленная им недолговечность суборевого дуба по сравнению с сосной правильна. Она может быть подтверждена также и лесотехнологическими данными, свидетельствующими о раннем появлении сердцевинной гнили и дуплистости у дуба в суборях и даже у дуба семенного происхождения, растущего на суборевых почвах (Е. В. Алексеев, 1925). Сосна долговечнее суборевого дуба, и в условиях, когда поблизости имеется источник ее семян, она рано или поздно восстанавливает свое господство.

Это справедливо для той климатической области, где спутником сосны в суборях является более светолюбивый черешчатый дуб (*Quercus robur*). Что же касается других видов дуба — горный (*Quercus petraea*) и серии кавказских дубов (*Quercus iberica*, *Q. armeniaca*, *Q. hartwisiana* и др.), то они, образуя более сомкнутый и тенистый полог, способны в возобновительной фазе после сплошных рубок полнее вытеснять сосну с суборевых местообитаний, оставляя за ней лишь мелкие каменистые почвы горных боров (группа А).

Дубовый ярус и вообще ярусы широколиственных пород в сосновых лесах высоко расцениваются лесоводами во многих отношениях (рис. 137). Во-первых, лиственные деревья под сосной являются интенсивными почвоудобрителями, обогащающими почву, в частности литогенными элементами питания из глубоких ее горизонтов. Это имеет особенно важное значение на широко распространенных в области ледниковых отложений двучленных наносах — песок на глине. Во-вторых, лиственные ярусы под сосной отеняют почву, способствуют появлению более многочисленных представителей пернатых — союзников сосны в борьбе с вредными насекомыми (среди насекомых у сосны много врагов). Дубовые и другие лиственные ярусы в сосновых насаждениях повышают производительность и жизнестойкость естественных и искусственных сосновых насаждений. Прерывистый ход смены поколений, участие в этих процессах богатого видами животного мира создают такие условия, при которых сосна в естественном лесу получает возможность возобновляться даже в сложных суборях, где в качестве ее серьезных конкурентов выступают многие лиственные породы и густой подлесок. Разрастание их исключает возможность возобновления сосны.

Следует принять во внимание изобилие в естественном лесу диких травоядных животных — олень, косуля, дикий кабан и др. Питаясь по преимуществу лиственными породами, они способны умерить их конкуренцию по отношению к сосне, создать сгрызанием побегов, вытаптыванием почвы в одних случаях и рыхлением ее в других такие места, на которых сосна могла не только появляться в виде единичных деревьев, но и создавать плотные жизнестойкие их группы. Следует принять во внимание и то, что в девственном лесу лиственные породы и кустарники не дают густую и буйно растущую поросль. Поросль — детище топора, поэтому она способна победоносно конкурировать с сосной только на лесосеках сплошной рубки, то есть в условиях, не свойственных первобытному лесу.

Что касается быстрорастущих конкурентов сосны в подросте семенного и корнеотпрыскового происхождения, то серьезным ее врагом в естественных насаждениях суборей являлись лишь наименее долговечные быстрорастущие породы — береза и осина. Как мы уже убедились в этом из предыдущего текста, береза и осина не могут быть серьезными конкурентами сосны в том случае, когда для ничем не сдерживаемой борьбы за существование между сосной и этими породами предоставлялись столетия. Именно так и складывались условия возобновления сосны в девственном лесу. В его жизни человек не принимал участия так широко, как это произошло при феодализме и капитализме, со свойственным им хищническим отношением к природным богатствам.



Рис. 137. Появление лиственного яруса из дуба и его спутников в сосняке, возникшем естественно на старопахотной почве. Тип леса — влажная суборь (С₃). Чернинское лесничество Верхне-Дубечанского лесхоза Киевской области.

Смена сосны и дуба елью. Относящийся к этим сменам большой дискуссионный материал изложен Г. Ф. Морозовым в его «Учении о лесе».

Критикуя точки зрения С. И. Коржинского, А. Ф. Флерова В. Н. Сукачева, Г. Ф. Морозов показал, что «смена дубрав ельниками» в лесостепной зоне не происходит, что дубравы — устойчивая растительная формация, способная к самовозобновлению. Широколиственным лесам, по Г. Ф. Морозову, свойственна как раз противоположная тенденция — вытеснение ели дубом и другими широколиственными породами.

Эти выводы Г. Ф. Морозова впоследствии были подтверждены изложенными выше (стр. 328, рис. 130) экспериментальными данными смешанных дубово-еловых культур, в которых ель в лесостепной зоне неизменно отставала в росте и выпадала или, в худшем для дуба случае, оставалась расти с ним наравне (рис. 138). Не менее яркие доказательства неустойчивости ели в зоне елово-широколиственных лесов получил также экспериментально В. П. Тимофеев (1926) в Брянском опытном лесничестве. Листопад дуба и широколиственных пород покрывает слабые

всходы и однолетние сеянцы ели, лишает их света и возможности расти вверх.

Что касается смены сосны елью в суборах, то и для этого случая Г. Ф. Морозов привел яркие факты, показавшие несостоятельность попыток доказать естественный (без участия человека) характер этой смены. Г. Ф. Морозов противопоставлял взглядам сторонников смены сосны елью веские факты и основанные на них соображения. Почти не касаясь роли пожаров как условия, благоприятствующего сосне в ее борьбе с елью, Г. Ф. Морозов указывал, что его противники переоценивают роль световой экологии и необоснованно игнорируют такие биологические свойства сосны и ели, как долговечность, особенности плодоношения, отношение к климату, почве, влаге, вредным насекомым и т. д. По Морозову, особенности биологии сосны и ели, с одной стороны, и особенности местопроизрастаний — с другой, определяют исход взаимоотношений между этими породами. «Нельзя сказать, что та или другая порода устойчивее — обе они одинаково устойчивы и одинаково неустойчивы. Сосна на глинистых почвах, давая рыхлую мяндовую древесину и вследствие этого страдая от снеголома и т. д., образует насаждение неустойчивое, ель же на глинистых почвах чувствует себя превосходно, имеет соответствующее ей природное питание. На боровых же песчаных почвах ель благодаря своей поверхностной корневой системе питается гораздо хуже сосны и не имеет, таким образом, никаких преимуществ и, несмотря на свою теневыносливость, не выходит из кустарникового развития... Выборка отдельно стоящих сосновых великанов из елового насаждения, которому они сообщали большую устойчивость, влечет за собой разрушение насаждений, чему способствуют нападающие на ослабленное ветром еловое насаждение короеды. Монашенка, объедая сосну, часто не губит ее окончательно, тогда как ель от монашенки и следующих за ней короедов гибнет всегда... Определяющим моментом в данной смене является долговечность, обуславливаемая, в свою очередь, питанием — почвенно-грунтовыми условиями. Ель под пологом сосны на «нееловых» почвах «едва жива», растет очень плохо, страдает от недостатка пищи, влаги и света; поэтому здесь еще больше снижается ее долговечность, а главное — она не может здесь плодоносить»¹.

Под пологом сосны растет можжевельник — теневыносливый кустарник, плодоносящий в этих условиях. «Как же это сосна не сменяется теневыносливейшей и притом способной плодоносить под ее пологом породой — можжевельником?» — спрашивает Морозов своих оппонентов. «Ель, засевши под сосну, может быть, и не дает последней возобновляться, но и сама она поколения не даст, век ее не длинен и скоро она вынуждена будет незаконно ею занятое место уступить законной обладательнице его — сосне».

Исследования В. Корша, М. Е. Ткаченко, А. В. Тюрина, В. Э. Шмидта, а в Западной Европе К. М. Мюллера показали, что структура девственных лесов из разных пород, особенно из пород светолюбивых, нередко бывает разновозрастной, а если в ряде случаев разновозрастной, то с колебаниями возрастов в узких пределах. Леса из теневыносливых пород обычно разновозрастны, но древостои их в таком случае делятся на возрастные группы, очень часто не связанные между собой переходами. Все это свидетельствует о «скачкообразном», или, как называет этот процесс А. В. Тюрин (1925), «волнообразном» ходе смен поколений.

В северных березняках возможны амплитуды возрастов до 40 лет; ельники, образующиеся в порядке последующего возобновления, проходят через стадию елово-березовых насаждений, и из них уже появляются разновозрастные ельники (Н. П. Чупров, 1965).

¹ Г. Ф. Морозов. «Учение о лесе», 1926, стр. 288—289.

Ельники во влажных и сырых местообитаниях развивают, как известно, поверхностные корневые системы, вследствие чего при достижении наибольших для данных условий размеров деревья становятся ветровальными. Если опушек нет, ветер может вызвать ветровал на большой площади. С изреживанием ельников и расширением открытого пространства ударная сила ветра по отношению к оставшимся на ветровальной площади деревьям и стенам леса нарастает в геометрической прогрессии. Кроме того, старые ельники теряют сопротивляемость к грибным болезням и энтомологическим повреждениям, завершающим собой естественный цикл расстройств одряхлевших насаждений. Все это и создает предпосылки для одновременной смены поколений на обширной площади. Ельники верхней горной зоны на Карпатах подвержены ветровалу на открытых ветроударных склонах даже и в условиях свежих гигротопов. Их разновозрастность отражает влияние сплошных рубок и ветровальности на больших площадях.

Тенденция к перерыву постепенности в ходе смены лесных поколений создается также нерегулярностью семенных годов. Она усугубляется их несовпадением с условиями погоды и подготовленностью к восприятию семян подлежащей возобновлению площади. Кроме того, та или иная степень приближения к разновозрастной структуре еще более ограничивает возможность для из года в год протекающего возобновительного процесса, поддерживающего разновозрастную структуру леса.

Низовые пожары, типичные для ельников, главным образом на более сухих песчаных почвах, способствуют быстрому отмиранию их в этих условиях, между тем как сосна после таких пожаров лишь изреживается. Следовательно, волнообразность смен есть отражение как биологии пород, так и условий местообитания. Она выступает в качестве тенденции, присущей всякому естественному лесу и хвойному в наибольшей степени из-за подверженности его пожарам, ветровалу и нападению насекомых.

Сосна отличается долговечностью — она доживает до 300—400 лет, в то время как жизнь ели ограничена 250—300 годами, а, по данным А. В. Тюрина (1912), предельный возраст ельников севера 180—200 лет. Следовательно, более ветроустойчивая и менее страдающая от пожаров сосна может «переждать» ель не только при одновременном поселении обеих пород, но и в случае более позднего поселения ели под пологом сформировавшихся чистых средневозрастных сосняков в первых стадиях их естественного изреживания. Еще более позднее поселение ели — в стадии изреживания перестойных сосновых насаждений — не дает ей преимуществ, так как подрост образуется смешанный, с участием сосны, и новое поколение получается разновозрастным, со всеми вытекающими отсюда преимуществами для сосны как быстрорастущей и долговечной породы.

При внезапных послепожарных и иных сменах ельников сосняками и последующих обратных сменах, идущих более постепенно, возможны самые разнообразные соотношения сосны и ели в возникающих насаждениях. Эти соотношения регулируются не только биологией пород, но и наличием на том или ином расстоянии от данного участка насаждений и деревьев, служащих источником семян. Последнее, в свою очередь, обуславливает одновременность появления древесных пород на возобновляющейся площади.

Почвенно-грунтовые условия регулируют участие сосны и ели в составе смешанных и двухъярусных насаждений. В южной полосе таежной зоны в качестве решающих факторов выступают климатические условия, определяющие преобладание то одной, то другой породы. Лесные пожары вносили в эту общую закономерность свою долю влияния, способствовали еще более резко выраженной прерывистости в ходе смен поколений. Они уменьшали возможность внедрения ели в сосняки и облегчают «агрессию» сосны даже на более плодородные почвы, занятые елью.

Даже и сторонники смен сосны елью признают, что «там, где мы имеем всхолмленный ландшафт, часто видим при одних условиях рельефа (например, по более возвышенным пунктам) одни, чисто сосновые ценозы, при других (на склонах) — сосновые ценозы с еловым низким или высоким пологом и, наконец, в третьих условиях, по еще более низким местам — сосну и ель совместно в одном верхнем пологе» (В. Н. Сукачев, 1938). Достаточно ознакомиться с любым описанием естественных сосновых и еловых лесов, чтобы в этом убедиться. Соплемея на исследования лесоводов-почвоведов Б. Д. Зайцева, С. А. Ковригина и И. В. Тюрина, показавших зависимость между почвами и соотношением сосны и ели в составе древостоев лесной зоны.

Смена сосны елью может происходить также вследствие более простых причин, как, например, рубок на прииск, широко применявшихся в прошлом и носивших название «подневольно-выборочных». Зачастую вырубке подвергалась сосна как более ценная порода. При рубках на прииск в смешанных насаждениях из сосны, лиственницы, ели, пихты и кедра на образующихся прогалинах возобновлялись только теневыносливые породы. Но этот распространенный случай говорит лишь о том, что наблюдающиеся в природе случаи смены сосны елью на боровых и на менее плодородных почвах простых суборей носят чаще антропогенный, а в условиях естественного леса — временный характер.

Смена дуба его спутниками (грабом и др.) и обратные смены. Грабовые дубравы широко распространены в Белоруссии, на большей части Украины, к западу от линии Новгород-Северский — Полтава, а также в Крыму, Молдавии и на Кавказе. Коренные их насаждения двухъярусные: из черешчатого дуба, ясеня, клена явора, остролистного клена, ильма, липы в I ярусе и из граба во II. Своими вершинами граб обычно входит в нижние пределы I яруса. Из-за сильного затенения грабом полностью отсутствует подлесок, а травянистый покров не густ.

В результате применявшихся издавна сплошных рубок без искусственного введения дуба или без ухода за дубовым подростом большая площадь этих дубрав превратилась в чистые грабняки с примесью ясеня, клена явора, остролистного клена, липы, ильма, черешни, при полном отсутствии главной породы — дуба (рис. 139). В Киевской, Винницкой, Хмельницкой и Ровенской областях имеются крупные дубравные лесные массивы, в которых господствуют грабняки упомянутого состава, а естественного дуба нет. Между тем до сих пор еще сохраняются старые участки коренных насаждений грабовых дубрав, поражающие величием и стройностью дубов, воспитанных в грабовой «шубе». Она — самая лучшая из всех «шуб», так как кроны граба густо отеняют дуб с боков, подгоняют его в росте и способствуют раннему очищению его стволов от сучьев.

Грабовым дубравам свойственно предварительное возобновление. В старом сомкнутом коренном насаждении грабовой дубравы много подроста граба, ясеня, кленов, ильма и других спутников дуба. Однолетнего подроста насчитывается нередко до нескольких сотен тысяч; 2—3-летний представлен десятками экземпляров, но более старый встречается лишь в окнах полога. Вследствие частого плодоношения спутников дуба их подрост имеется всегда в изобилии, но подрост дуба бывает достаточно лишь после семенных лет. Под тенистым II ярусом, состоящим из граба, дубовый подрост живет не более двух лет. Большинство дубков отмирает к весне второго года, еще в однолетнем возрасте. Сплошные рубки, проведенные после неурожая желудей, ведут, естественно, к смене коренных насаждений грабовых дубрав на производные, в которых господствует граб с примесью ясеня и других спутников дуба. Поросль граба, появляющаяся в изобилии не только на молодых, но и на старых пнях, быстро перерастает своих соседей и глушит их. Семенной граб начинает расти быстро со второго года жизни и обгоняет большинство соседей. Густые

грабовые молодняки дают возможность расти лишь тем породам, которые успевают перерасти граб в молодом возрасте, — ясеню, клену, ильму, черешне. Семенной дуб, если он имеется на лесосеке и оставлен без осветлений и прочисток, выпадает из грабовых молодняков полностью в первые же годы после смыкания кроны в молодняке.

Как же формируются естественные грабовые дубравы, как обеспечивается в них участие дуба? Главной предпосылкой для успешного возобновления дуба при соседстве его с грабом является недолговечность последнего. Выпадая из насаждения в возрасте 100—120 лет, грабовые деревья оставляют прогалины, на которых при совпадении возобновительной спелости почвы с урожаем желудей дуб возобновляется обильно, создает групповой подрост и сохраняет за собой площадь. «Поро́и» диких свиней, обильные на прогалинах в семенные годы дуба, создают благоприятную среду для укоренения прорастающих желудей, образования группового подростка. Следовательно, отсутствие сплошных рубок и наличие в грабовых дубравах млекопитающих, главным образом диких свиней, составляли в прошлом важнейшую предпосылку для возобновления дуба. Сплошные рубки, проведенные в грабовых дубравах в фазе, не соответствующей указанным условиям, усиливали как семенное, так и порослевое возобновление граба и других спутников дуба, а это способствовало полному вытеснению «хозяина» дубрав.

Не только граб, но и все другие спутники дуба способны вытеснять его семенной подрост. Очень часто при вырубке перестойных насаждений свежих дубрав в возрасте более 150 лет дуб возобновляется плохо и большая часть его наличного подростка вытесняется остролистным кленом, ясенем, ильмовыми породами и липой. При этом чаще всего образуются насаждения, у которых в I ярусе дуб встречается единично и господствуют его спутники, во II — граб или полевой клен, а при отсутствии граба — густой лещиновый подлесок. Насаждения этого типа Е. В. Алексеев (1927) предлагал относить к коренным дубравам на том основании, что они состоят из долговечных и высокорастущих пород и образуются помимо влияния внешних стихийных причин. Вытеснение дуба его спутниками характерно для дубрав в более мягком климате и на свежих почвах.

На сплошных лесосеках во влажных дубравах часто происходит смена дуба на осину, березу, иногда на козью иву. Эти породы появляются на лесосеке из семян. Высокая влажность почвы создает им условия для быстрого роста и подавления дуба и его спутников. Устранить эти нежелательные для хозяйства результаты можно своевременным применением рубок ухода — осветлением дуба и его спутников (гл. 19).

В лесах Северного Кавказа и Закавказья происходят подобные же процессы смены местных видов дуба грабом, грабинником и другими представителями подчиненных ярусов местных дубрав после сплошных рубок. На Ленкоравской низменности Азербайджана каштанolistный дуб сменяется очень теневыносливым представителем II яруса местных дубрав — железным деревом (*Parrotia persica*).

Смены пород, вызванные изменением условий местообитания. Проф. Е. В. Алексеев (1917) первый указал на наличие «временнослучайных» насаждений, образующихся при утрате почвенного плодородия, вызываемого чаще всего деятельностью человека. Таковы чистые сосняки борового типа, образовавшиеся от естественного налета семян на супесчаных суборевых почвах, истощенных длительным экстенсивным земледелием дореволюционного времени, прототипом исторического древопольного хозяйства. Таковы березняки и сосняки, естественно появившиеся на смытых почвах дубрав. Они образовались в результате сплошных рубок, вызвавших эрозию, которая настолько понизила плодородие субстрата, что оно соответствует в этой фазе уровню боров или в лучшем случае суборей. Согласно Е. В. Алексееву (1928), восстановление плодо-



Рис. 140. Древостой из старых лирообразных сосен, возникший из самосева на песчаном пустыре. Возраст 50 лет, густота древостоя 0,1, полнота (сомкнутость крон) 0,7. Сплошной слой лесной подстилки. Нижние сучья подрублены. Урочище «Мурашкины горы» Старосельского государственного заповедника Киевской области.

родия дубравных почв там, где они были смыты и обнажился лессовидный суглинок, возможно лишь в течение длительного времени. При этом смена господствующих пород происходит в такой последовательности: 1) береза и сосна; 2) те же породы и подлесок дуба; 3) те же породы, но рост их выше; дуб входит во II ярус, в подлеске появляются спутники дуба и кустарники; 4) формируется дубрава, сосна и береза вытесняются дубом и его спутниками. Все эти изменения сопровождаются почвообразованием и нарастанием плодородия от борового до дубравного уровня через промежуточные суборовые фазы.

Первую фазу поселения леса на обедненных почвах Г. Н. Бысоцкий предложил называть пионерной. Процесс расстройств коренных типов леса, их превращения в производные тот же ученый предложил называть дигрессией (то есть нисходящим изменением), а восстановление утраченного плодородия и сложного состава леса — демутиацией (восхождением-восстановлением). Эти понятия нашли широкое применение в ботанике, зоологии и биоценологии.

Из дигрессивных смен, относящихся к данной категории, укажем на лишайниковые боры (*Pinetum cladinosum*), которые во многих случаях появились в результате истощения песчаных почв, некогда происходившего вследствие продолжительного и экстенсивного сельскохозяйственного пользования. Их следует отличать от коренных сухих (лишайниковых) боров, являющихся отражением бедных и сухих почв, возникших без влияния человека.

Истребление естественных сосновых лесов на песках, последующая пахота и пастьба скота приводят к перевеванию песков ветром. При этом почвы или развеваются, или погребаются под мощным наносом кварцевых песков; в обоих случаях плодородие верхнего субстрата становится крайне низким. На таких свежеперевеванных песках, имеющих дюнный рельеф, сосна поселяется с трудом. Чаще ее вводят посадкой с предварительным шелюгованием и внесением в почву торфа. Первое поколение сосны на таких песках растет туго, страдает от засух и нападе-

ния насекомых — мраморного хруща, совки, ногоговьюнов, подкорного клопа и др. Быстрее идет процесс демутации на двухчленных наносах — на песках, подстилаемых на небольшой глубине (1—2 м) погребенными почвами или супесчано-суглинистыми древнеаллювиальными или ледниковыми наносами. Во всех случаях роль первого поколения леса может быть только пионерной; оно существует лишь для закрепления песков, для почвообразования и создания лесной обстановки — лесного микроклимата, покрова из лесных трав, лесной фауны, лесной почвы. Для пионерных сосняков характерны лирообразные стволы сосны (рис. 140), образующиеся в результате повреждения верхушечных почек и побегов совкой и ногоговьюнами, после чего боковые ветви, сделав характерный канделябровообразный изгиб, заменяют утраченную центральную ось.

Процесс демутации разрушенного дефляцией ландшафта сосновых боров идет относительно быстро, в течение одного пионерного поколения. Понятно, что современные приемы искусственного возобновления, в частности интенсивной агротехники и удобрений, способны ускорить его ход.

Описанные явления смен пород никогда не утратят своей поучительности, так как на их примере убедительно постигается динамика леса и оценивается его мелиоративная мощь.

ГЛАВА

17

СПЛОШНО-ЛЕСОСЕЧНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Условия естественного возобновления на сплошных лесосеках. При всякой рубке успех возобновления зависит от: 1) наличия семян, 2) условий для их прорастания и 3) условий дальнейшей жизни самосева. Следует также принять во внимание влияние рубок и создаваемой ими структуры леса на общее состояние последнего и на качество древесины.

Выше отмечалось, что источником семян при сплошной рубке являются ближайшие стены леса, окружающие лесосеку. В качестве обсеменителей они имеют существенные недостатки, так как деревья предстоящих стен не подготовлены к обильному плодоношению и стоянию на просторе. Как известно, у деревьев в сомкнутых насаждениях хорошо развивается ствол и относительно слабо крона. Внезапной рубкой у таких деревьев вызывается развитие семенной функции, но без предварительной подготовки их крон. Из предыдущего (глава 15) известно, что деревья в насаждениях дают достаточное количество семян лишь в семенные годы. Следовательно, для осеменения сплошной лесосеки надо ждать, когда деревья дадут семена.

Другой невыгодной особенностью стен леса как источников семян является неравномерность обсеменения ими соседней площади на лесосеке. Необходимо учитывать и то, что, пока наступит семенной год, лесосека часто успевает покрыться сорной растительностью, а может быть, даже и задернеть. Поэтому обсеменение получится слабым, так как часть самосева главной породы погибнет в борьбе с травянистой растительностью, а также с самосевом и порослью второстепенных древесных пород.

Типичный подлесный покров — травянистый, кустарничковый или лишайниково-моховой — не является врагом подроста. Наоборот, подлесный покров зачастую благоприятен для развития всходов и подроста уже потому, что, не конкурируя с ними, он в то же время не дает разрастаться корневищным и дернистым злакам — самым опасным для самосева. На свежих лесосеках первого и второго года сорняков бывает мало, и подрост не имеет здесь значительных конкурентов. Только с третьего года на дубравных лесосеках начинается смена подлесного покрова

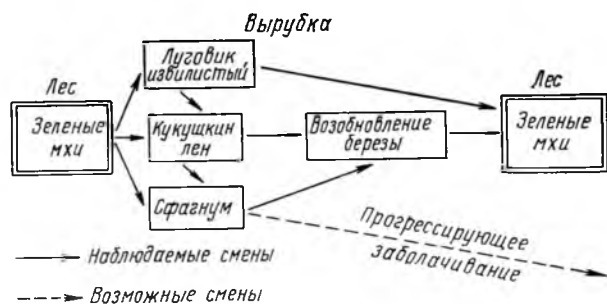
на сорный (полынь, крапива, зонтичные), а при пастбе скота — на дернинные злаки, исключая возможность появления самосева. На этом основывается метод культуры дуба «шпиговкой желудей» (в щель, приготовленную мотыгой или маленькой лопаткой, кладут 1—2 желудя) по нераскорчеванной лесосеке, где имеется обильный подрост из одно-двухлеток граба, липы, клена и других спутников дуба. При «шпиговке желудей» получаются хорошие результаты, если ее проводят за год до рубки или в год рубки насаждения. Однако она не дает удовлетворительных результатов на трехлетних и более старых лесосеках, где подлесный покров сменился сорной или особенно дернинно-злаковой растительностью.

Акад. И. С. Мелехов (1958), исследуя смены растительного покрова и ход возобновления на концентрированных лесосеках севера европейской части СССР, пришел к очень важным и интересным обобщениям (рис. 141). Сосняки и ельники в зависимости от степени увлажнения их местообитаний сменяют свой в основном зеленомошный покров на господство извилистого луговика (*Deschampsia flexuosa*) в свежем, кукушкина льна во влажном и сфагнума в сыром типе. Влажные и сырые местообитания восстанавливают свой коренной тип «через березу», а свежий — с помощью возобновления главной породы. Аналогичный ход смен пород наблюдается и в других местах лесной зоны.

Если рассматриваемая сплошно-лесосечная система рубки применяется к насаждениям из пород с легкими семенами, плодоносящих ежегодно или почти ежегодно, то указанные недостатки ее в значительной степени умеряются. Такое возобновление от стен не применяют обычно к осиновым и березовым насаждениям, но если бы его к ним применили, то получили бы превосходные результаты. К насаждениям дуба и бука, в которых семена тяжелые, такой способ, конечно, неприменим. Для сосны и ели, семена которых отличаются легучестью, этот прием возобновления от стен леса в некоторых случаях может иметь большой успех, в других — средний, в третьих — очень малый. Обстоятельства, обуславливающие успех и неудачу, будут рассмотрены ниже.

Ширина лесосеки имеет важное значение: чем она уже, тем гуще и равномернее происходит обсеменение от стен, и чем шире, тем, наоборот, в большей мере заметны неудовлетворительные стороны предстоящих стен как источников семян.

Своеобразные условия для прорастания семян и развития самосева создаются на сплошных лесосеках. На них быстро изменяется обстановка жизни, сложившаяся в лесу. Почва, прикрытая мертвым покровом, часто заселяется светлюбивой растительностью, сначала сорняками, потом луговыми или степными травами. Прохладная и малоподвижная атмосфера леса заменяется сухим, нагретым и подвижным воздухом. Ослабленные в лесу радиация и излучение теперь могут проявлять себя вполне свободно. Верхние слои почвы на лесосеке, если они обнажены, сильнее нагреваются днем и охлаждаются ночью. Колебания температур как в надпочвенной, так и в почвенной среде становятся резче. Если почва обнажена, она уплотняется, верхний ее горизонт становится суше;



более же глубокие слои становятся, наоборот, влажнее, чем в лесу, так как отсутствует главный потребитель влаги — деревья.

В засушливом климате при отсутствии отенения поверхность почвы на лесосеках может перегреваться, вследствие чего самосев не появляется: семена не прорастают из-за сухости, всходы погибают от засухи, от ожога листьев и т. д. Лишь под защитой стен леса, особенно южной стены, отбрасывающей наиболее длинную и продолжительную тень на лесосеку, семена прорастают, и самосев растет нормально. Из-за сильного ночного излучения на открытых местах всходы чувствительных к заморозкам пород могут страдать от весенних заморозков не только на обнаженной почве, но еще больше при злаковом покрове. Последний, имея большую излучающую поверхность, усиливает ночное охлаждение, вызывает резкие понижения температуры над собой. Пока самосев не вышел из травы, он хотя и испытывает другие невыгодные стороны конкуренции с ней, но бывает защищен от заморозков. Появляясь над травой, он лишается защиты и страдает от заморозков.

Для успешного роста сеянцев имеет значение как радиационный режим, так и (до наступления сомкнутости крон) борьба сеянцев с живым покровом. Травянистый покров может заглушать всходы и сеянцы, отнимать у них свет, конкурировать с ними в отношении почвенной влаги, азота и зольных элементов. При этом возможно и некоторое задерживающее рост влияние корневых выделений трав. Образуя войлок из отмерших частей, травянистый покров способен, кроме того, мешать прорастанию и особенно укоренению всходов. Такое же отрицательное влияние может оказывать и мощный слой мохового покрова. В этом случае неукоренившиеся всходы носят название «завязших».

В лесах засушливых районов самосев на лесосеках может испытывать недостаток влаги, несмотря на увеличенный приток осадков на оголенной лесосеке по сравнению с площадью под лесом и на большую влажность почвы, особенно нижних ее слоев. Объясняется это увеличенным испарением под влиянием перегрева и большей силы ветра на открытых местах. Под пологом же леса, хотя в почве влаги и меньше, подрост защищен от ветра и радиации, не испытывает конкуренции со стороны сорных и особенно злаковых растений, которые являются для него наиболее опасными в отношении влаги. Такие условия жизни — возможность повреждения заморозками, заглушения травой, опасность чрезмерного испарения и т. д. — имеют значение до наступления сомкнутости крон. С момента же смыкания крон неблагоприятные внешние факторы, особенно сорная растительность и злаки, опасная для корней пустырная фауна насекомых ослабляются и исчезают.

Как в отношении условий прорастания самосева окружающие стены леса не выполняют возложенной на них задачи, так и в отношении условий, о которых теперь идет речь, их защитная способность тоже ограничена. Наряду с отенением прилегающих частей лесосеки стены леса на расстоянии около 4—6 м оказывают угнетающее влияние на подрост. Подрост возле самих стен (безразлично притом, будет ли это северная, восточная, южная или западная стена) ниже ростом и хуже развивается. Особенно это заметно в засушливом климате и сухих типах местообитаний.

Как показали ранее изложенные исследования Фрикэ, описанное явление происходит главным образом вследствие иссушения почвы корнями старых деревьев, находящихся близко к лесосеке. Влияние их усиливается задержанием части осадков на кронах, затенением подроста стенами леса, обращенными на север. Если на лесосеках оставляют невыкорчеванные и особенно неокоренные пни, на них могут размножаться насекомые-вредители, а почва в сухих и свежих типах леса густо заселяется личинками хруща, обычными в засушливом климате юга и юго-востока.

Следовательно, на сплошных лесосеках происходит смена покрова, климата и фауны, меняется состояние почвы и динамика ее увлажнения. Создаются новые условия, в которых оказываются более приспособленными другие организмы, а не те, которые жили здесь до вырубки. Для чувствительных к солнцепеку и заморозкам пород вырубка может явиться, как уже было подробно изложено в главе 16, недоступной. Исчезнувшая порода может появиться на ней только тогда, когда другая порода, не боящаяся заморозков, создает защитный полог, который своим затенением вытеснит светолюбивый травянистый покров задернелой вырубки, восстановит те условия жизни на лесосеке, какие были на ней до рубки леса. Это происходит, например, при рубке еловых, пихтовых и кедровых насаждений; при этом на сплошных лесосеках появляются быстрорастущие, светолюбивые, нечувствительные к заморозкам породы — береза и осина, а во влажных и сырых местообитаниях, кроме того, серая и черная ольха. Когда они сомкнутся кронами, создадут защиту от излучения и своей тенью заглушат траву, под их пологом беспрепятственно начнут расселяться хвойные. Следовательно, на сплошных лесосеках может происходить как смена живого покрова, так и смена древесных пород. Однако есть случаи, когда смена покрова несущественна, например в свежих и влажных борах Полесья и лесной зоны, где после беглых пожаров заселяется вереск (*Calluna vulgaris*), создающий очень благоприятные условия для возобновления сосны. Если имеют дело с породами, нечувствительными к заморозкам, например сосной и лиственницей, указанные свойства сплошных лесосек — дневная радиация и ночное излучение — не имеют значения. При рубке лиственных пород, например дуба в нестаром возрасте, лесосека возобновляется порослью главной породы.

Организационные стороны сплошных рубок. Учитывая все сказанное, можно наметить те стороны организации сплошных рубок, без знания которых немислимо их проектировать в каждом конкретном случае. Таких организационных моментов В. Я. Добровлянский и Г. Ф. Морозов указывают шесть: 1) ширина лесосеки; 2) направление лесосеки; 3) направление рубки; 4) срок примыкания лесосек; 5) способ примыкания лесосек; 6) оставление или неоставление семенников.

Лесосеки отводят чаще всего в виде вытянутого прямоугольника. Чем уже лесосека, тем длиннее ее периферия, тем ближе ее центральные части к источникам семян — предстоящим стенам, тем гуще и равномернее она обсеменяется.

Различают узкие, средней ширины и широкие лесосеки. При ширине, равной высоте стен, лесосеки называются узкими; при ширине от одинарной до двойной высоты предстоящих стен — средней ширины; те же, ширина которых превышает двойную высоту леса, называют широкими. Наиболее употребительная ширина лесосек 50—100 м, оптимальная для дубрав — 50 м (А. А. Молчанов, 1965). Лесосеки шириной 250 м и более называют концентрированными.

Направление лесосеки, которое может быть меридиональным (С — Ю), широтным (В — З) или каким-нибудь промежуточным между ними. Оно имеет важное значение потому, что стены леса, обращенные к разным сторонам горизонта, оказывают неодинаковое отеняющее и общее защитное влияние на лесосеку. Южные стены (те, которые «смотрят на север») оказываются более деятельными, чем северные («смотрящие на юг»), совсем не бросающие тени на лесосеку. Наряду с этим в северных широтах, где затенение может быть невыгодным, чаще применяют более широкие лесосеки, вытянутые по меридиану: они получают больше радиации и лучше обогреваются (см. главу 7). В засушливом климате, в сухих борах и суборах самосев сосны появляется вдоль южных стен, а не вдоль северных. Наоборот, в климате влажном и на влажных и сырых место-

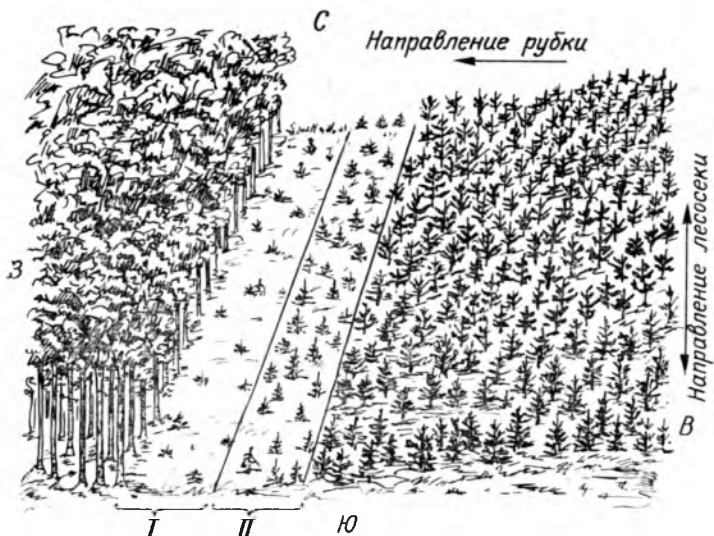


Рис. 142. Схема хода естественного возобновления в сплошно-лесосечном хозяйстве. Направление рубки с востока на запад предусматривает защиту от сильных западных ветров, способных вызвать ветровал. Направление лесосеки с севера на юг обеспечивает ей освещенность в первой половине дня, желательную в данных условиях. I и II и т. д. — отдельные лесосеки, последовательность рубки которых определяется сроком их примыкания (из книги Блянкмайстера и др., 1963).

обитаниях самосев той же породы охотнее поселяется вдоль северных, хорошо освещенных опушек. Иначе говоря, более благоприятные или менее благоприятные условия находит для себя данная порода в разных местах сплошной лесосеки, в зависимости от ее биологических свойств, от климатических и почвенных условий. Направление лесосек и ширина их должны быть сообразованы с биологией породы, климатическими условиями, влажностью и плодородием местобитаний.

Выбор направления лесосеки может определяться не только условиями освещения и теплового режима, но и стремлением создать защиту от суховея, сильных ветров и т. д. Однако направление ветра, особенно сильного, вызывающего ветровал, предусматривается главным образом в направлении рубки (рис. 142).

Направление рубки всегда перпендикулярно к направлению лесосеки. Но, будучи таковым, оно может быть двояким — получающим поступательное движение в одну из двух противоположных сторон. Если первая лесосека направлена с севера на юг, то рубка может подвигаться от нее или к западу, или, наоборот, к востоку. Если лесосека длинной осью расположена с востока на запад, то рубка может подвигаться или к северу от нее, или, наоборот, к югу.

Деревья высокоствольного леса в течение своей долгой жизни в древостое-биоценозе как бы отвыкают от ветра. При внезапном выставлении на простор стен леса, не подготовленных к напору ветра, может произойти бурелом, ветровал или, по крайней мере, раскачивание стволов, приводящее в ряде случаев к ослаблению деревьев, суховершинности, размножению вредных насекомых и т. д. Поэтому первая забота при проектировании направления рубки — обезопасить лес от ветра. Общее правило таково: рубка должна двигаться в направлении, обратном опасным в данной местности господствующим ветрам, или навстречу наиболее сильным ветрам.

Если такими ветрами являются западные, то рубка должна двигаться с востока на запад таким образом, чтобы выставаемая на простор стена леса была бы под защитой лесного массива, на заветренной стороне

(рис. 142). Если нет опасности ветровала, если имеют дело с сухими и свежими местообитаниями, где насаждения ветроустойчивы, то ветер может иметь другое значение, например иссушающее поверхность лесосеки. Если сухой ветер восточный, а западный ветер не опасен, тогда надо двигаться рубкой с запада к востоку таким образом, чтобы лесосека была защищена массивом леса от восточных суховеев.

Особенно ответственны сплошные рубки в горах. В принципе сплошные рубки могут проводиться здесь лишь как исключение и только на незначительных площадях. При этом фактор ветра должен быть учтен в полной мере, так как многие позиции рельефа в горах ветроударны. На рисунке 143 показаны лесосеки сплошной рубки в еловых лесах, заложенных с учетом рельефа и направления ураганных ветров. Здесь оно совпадает с направлением склона долины, и это создаст возможность для регулирования рубки. На склоне, пересеченном рядом боковых ложбин — ущелий, лесосеки были отведены так, что стены леса расположились в защищенных местах — по дну ложбин, а на водоразделах они обращены в подветренную сторону.

Важным моментом является с р о к п р и м ы к а н и я и связанная с ним с к о р о с т ь р у б к и. Общее правило таково: не следует примыкать новую лесосеку к раньше отведенной, пока возобновление первой не закончено. Для того чтобы выполнить его при том условии, когда ожидают возобновления от стен, может проходить 10—15—20 лет. В течение такого периода при необходимости ежегодного отпуска леса следует назначать достаточное число з а р у б о в, а для этого необходимо иметь достаточное число размещенных в пространстве участков леса спелого возраста, подлежащих назначению в рубку.

Из-за того, что не всегда ждут, пока возобновление на первой лесосеке закончится, может сильно страдать не только возобновление на первой, но и на второй лесосеке, так как закладка или примыкание второй



Рис. 143. Сплошные рубки в горных ельниках Карпат, заложенные с учетом направления сильного ветра (Закарпатская лесная опытная станция).

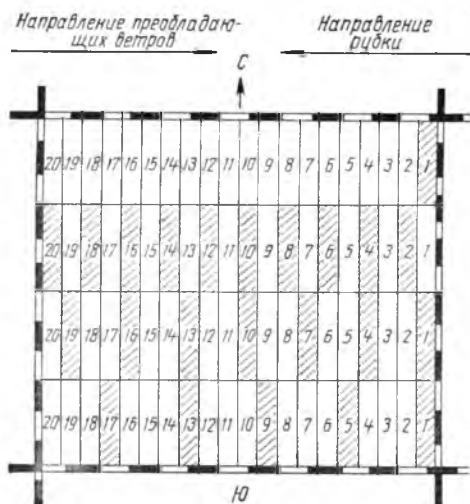


Рис. 144. Схема расположения и чередования лесосек при различных способах примыкания. Направление лесосек с юга на север. Рубка леса производится в направлении с востока на запад, против направления преобладающих ветров.

Первый ряд — непосредственное примыкание (лесосеки примыкают одна к другой в порядке номеров 1—20); *второй ряд* — чересполосное примыкание (лесосеки обозначены четными цифрами и заштрихованы, кулисы — нечетными); *третий ряд* — кулисное примыкание, в котором ширина кулисы равна двойной ширине лесосеки (лесосеки заштрихованы); *четвертый ряд* — кулисное примыкание, в котором ширина кулисы равна ширине трех лесосек (по В. В. Гуману).

равносыльны отодвигания стены леса, то есть источника семян от еще невозобновившейся первой лесосеки. Кроме того, примыкающая к прежней новая лесосека расширяет оголяемое пространство, создает условия для обострения засухи, размножения вредителей и может тем самым значительно повредить неоконченному возобновлению первой лесосеки, задержать его. В старое время сроки примыкания равнялись пяти, в некоторых случаях десяти годам.

Кулисные и чересполосные рубки. Кроме срока примыкания, важен еще способ примыкания. При потребности удлинить срок примыкания необходимо иметь много зарубов, которых может не быть в нужном числе. Как выход из этого положения были предложены чересполосные и кулисные рубки. Последние позволяют закладывать лесосеки в одном и том же насаждении таким образом, чтобы вырубленные места чередовались с полосами древостоя, причем эти полосы могут быть той же ширины, что и лесосеки, или иметь двойную или тройную ширину. Следовательно, при сплошно-лесосечной системе рубок годовичную добычу древесины можно брать из меньшего числа участков леса, чем в том случае, если пользуются большим сроком примыкания. Первый способ носит название системы лесосек непосредственного примыкания, второй, как уже было сказано, — способ чересполосных или кулисных рубок. Различие между двумя последними типами условно. Чересполосной рубкой принято называть такую, при которой стены леса вырубает в течение одного ревизионного периода, то есть обычно десятилетнего срока; если же стены леса вырубает в другом десятилетии, следующем после вырубки первых лесосек, то это будет кулисной рубкой. Последнее обстоятельство весьма существенно во многих отношениях.

При кулисных и чересполосных системах рубки первые лесосеки находятся в более выгодных условиях для возобновления, чем при способе непосредственного примыкания, так как у них не одна, а две предстоящие стены. Лесосеку можно делать шире, сохранив тот же период возобновления, или, сохраняя ту же ширину, как и при непосредственном примыкании, можно сократить период возобновления. Если в промежутке между двумя первыми лесосеками стены леса будут вырублены в два приема, то есть двумя полосами, то вторая лесосека по условиям своего возобновления не будет отличаться от любой лесосеки непосредственного примыкания (рис. 144).

Что же касается третьей или второй лесосеки в том случае, если промежуточная стена леса равна ширине первой лесосеки и потому выру-

бается в один прием, то положение таких вырубок в отношении возобновления самое неблагоприятное: они лишены спелых стен леса, то есть источников семян. Для возобновления этого рода лесосек необходимы, очевидно, другие приемы. На них можно оставить семенники, о которых подробнее будет идти речь ниже, их можно закультивировать и, наконец, в последних кулисах-стенах запроектировать предварительное возобновление, содействуя ему рыхлением почвы и т. д.

Частое явление, сопровождающее кулисные рубки, — ухудшение почвенных условий в кулисах при долгом их стоянии. Сначала именно в таких кулисах или стенах возобновление бывает более удачно благодаря доступу бокового света; в этих условиях подрост, имеющийся под пологом, лучше сохраняется. Возобновление кулис не представляет больших трудностей, если под их пологом уже имеется подрост. Тем не менее систему примыкающих лесосек следует поставить выше, чем систему чересполосных рубок, так как при систематическом проведении этих последних в течение значительного времени лесной массив получает вид решета. Рубки чрезмерно разбрасываются в пространстве, всюду встречаются лесосеки, перемежающиеся с обрывками спелого леса. Лесные массивы теряют свою внутреннюю лесную среду. Закладывать впоследствии какие-либо рубки в кулисах затруднительно. Сами кулисы могут страдать от ветровала на влажных и сырых почвах, а на сухих и свежих — от иссушения, ведущего к размножению вредителей.

С системой чересполосных рубок надо обходиться с большой осторожностью, тем более что успех на первых лесосеках, всегда более обеспеченный, может дать повод радужно смотреть в будущее, которое, однако, не оправдывает надежды. При способе непосредственного примыкания риск меньше, так как если возобновление и будет неудачное, то всегда остается не тронутый рубкой массив. В дореволюционное время системой чересполосных рубок было вызвано обширное распространение хрущей, в частности *Melolontha hyppocastani*, который обильно размножается под пологом изреженных насаждений. Замечательный по продуктивности и один из крупнейших основных массивов лесостепной зоны — Черкасский бор — в дореволюционное время был изрежен чересполосными рубками и утратил многие свои ценные особенности.

Чересполосные и кулисные рубки, выставляющие на простор сразу две стены, имеют еще тот недостаток, что одна из этих стен не будет иметь необходимую защиту от господствующего ветра. Поэтому такие рубки не могут быть рекомендованы для условий ветровальных — для влажных и особенно сырых типов леса.

Если игнорировать отдельные частные случаи, для успеха возобновления желательно сокращать ширину лесосеки и удлинять срок примыкания. Однако многие соображения, хозяйственные и другие, заставляют стремиться к увеличению ширины лесосек и сокращению срока примыкания, например из-за опасения излишней разбросанности рубок.

В прошлом, как было упомянуто, срок примыкания был 5—10-летний. Однако даже и 3—5-летний срок сильно замедлял поступательное движение рубки, что приводило в ряде случаев к накоплению перестойных насаждений. Частично уже было отмечено, что этот недостаток можно ослабить заложением первых лесосек (зарубов) в разных местах одного и того же квартала. Чем больше зарубов, тем при равной величине лесосек скорее движется рубка.

Правила рубок главного пользования 1950 г. рекомендуют в кварталах 1×1 км при ширине лесосеки не больше 100 м делать два заруба, при большей ширине — лишь один заруб. После установленного срока примыкания к каждой лесосеке присоединяют новую с той стороны, куда запроектировано движение рубки, пока не будет вырублена вся полоса леса между двумя зарубами. Каждый ряд лесосек между соседними зарубами носит название с е ч и.



Рис. 145. Сосновые семенники на лесосеке сплошной рубки.

Оставление семенников на лесосеках. Существует выход из перечисленных выше трудностей обсеменения мест, отдаленных от стен леса, — оставление части материнских деревьев на сплошных лесосеках в виде так называемых **с е м е н н и к о в**. Этот прием дает возможность значительно меньше считаться с шириной лесосеки, достигая при этом более равномерного обсеменения на ней. При широкой лесосеке, помимо большей равномерности обсеменения, оно будет достигаться и в более короткий срок.

Семенники оставляют в количестве 30—60, иногда 80 на 1 га, стремясь их распределить или равномерно по площади лесосеки, или неравномерно, применяясь к условиям рельефа и к имеющимся уже группам подроста. Семенники нельзя выбирать случайно. Их намечают заранее, еще до выруб-ки лесосеки, причем избираемые деревья должны обладать нужными для семенных функций качествами, то есть быть здоровыми, хорошего роста, с развитой кроной и стройными полндревесными стволами (рис. 145).

Недостаток, свойственный стенам леса и заключающийся в том, что внезапное превращение их в источники семян застает их неподготовленными, в такой же, если не в большей, мере следует отнести к семенникам. В результате внезапного выставления на простор отдельные деревья еще больше испытывают резкость перехода и могут сильнее болеть. Усиленная транспирация может вызвать кризис в жизни дерева, а раскачивание его ветром — повреждать корневую систему. Такие ослабленные деревья быстрее подвергаются нападению вредных насекомых и ветровалу. На крону дерева иногда неблагоприятно влияет появление водяных побегов вдоль ствола. Семенникам приходится приспосабливаться к **н о в ы м** условиям жизни, за это время они переболевают и перестраиваются, кроны их развиваются, и только тогда увеличивается плодоношение.

Исследование В. Д. Огиевского показали, что для сосновых семенников необходимо в среднем около четырех лет, чтобы они стали семенниками не только по названию, но и по существу. После указанного срока увеличиваются размеры кроны, каждая ветка становится более плодущей, увеличивается интенсивность плодоношения. Урожайность семенников зависит от увеличения массы ветвей и улучшения условий питания. Соответствующие данные приведены в таблице 46.

Плодоношение основных семенников и сосен, растущих в насаждении.
Урожай 1896 г. в Свесском лесничестве Сумской области (по В. Д. Огиевскому)

Группа	Возраст (лет)	Диаметр (см)	Высота (м)	Длина кроны (в % к высоте дерева)	Число шишек на одном дереве	Объем одной шишки (см ³)	Число семян в одной шишке		число всех семян (тыс. штук)	Количество недоразвитых семян (%)	Количество пустых семян (%)	Сколько деревьев исследовано
							всех	годных				
Семенники												
1	83	31,9	22,0	48	693	4,1	17,8	14,2	12	4	20	3
3	111	33,3	22,31	46	1033	3,5	16,3	13,5	17	3	17	6
Деревья среди насаждения												
2	81	33,9	26,58	46	100	—	10,2	6,2	1	2	39	3
4	107	37,9	26,57	42	204	4,2	11,8	8,3	2	3	29	6

Исходя из приведенных данных, В. Д. Огиевский предложил особую меру — выбор и подготовку семенников не перед рубкой, а за 4—5 лет, чтобы усиленным прореживанием вокруг выбранных деревьев дать им возможность подготовиться к свободному стоянию. После выставления на простор они не болеют и не тратят энергии на приспособление к новым условиям и к этому моменту хорошо развивают кроны. Если же пользоваться подготовительным периодом, в течение которого семенники проходят подготовку на вырубке, то это, во-первых, скажется отрицательно на состоянии семенников, а во-вторых, почва лесосеки за это время задержит и эффект обсеменения будет значительно ослаблен.

В ряде случаев семенники неприемлемы и прежде всего для большинства пород во влажных и сырых типах леса, где все породы, кроме черной ольхи, ветровальны. В более сухих местообитаниях семенники дуба страдают суховершинностью, так как побеги под влиянием ветра очень сильно испаряют влагу.

Выше (глава 9) было показано, что влажность почвогрунта на сплошных лесосеках больше, чем она была раньше до вырубki леса, но условия для испарения становятся резко отличными от прежних вследствие доступа света, тепла, ветра. Казалось бы, что большее количество влаги на лесосеке должно обеспечить повышенную транспирацию семенников. Но в первое время, до физиологической перестройки их, пути, проводящие воду от корней через ствол к кроне дерева, остаются прежними, то есть недостаточными для новых условий. Только по мере отложения широких годовичных слоев светового прироста число водопроводящих сосудов и размеры их увеличиваются на единице поверхности поперечного сечения ствола и условия водоснабжения крон нормализуются применительно к новым условиям (А. Г. Марченко, 1907).

Сосна является породой, для которой оставление семенников наиболее применимо, хотя и не всегда. Здесь имеют существенное значение два условия: 1) может ли почва по выставлении на простор покрыться буйной сорной растительностью и дерниной и 2) какова влажность местообитания?

Если на лесосеке не происходит быстрой смены покрова, например в свежем и влажном борах с вересковым покровом или в слабо заболоченных местообитаниях с несплошным слоем сфагнума (сырой бор А₄), то обсеменение будет идти вполне удовлетворительно. Если же почва задер-

небавает, то семенники или бесполезны, или дадут обсеменение лишь через значительный промежуток времени. В сухом же бору, где смены покрова не происходит, семенники могут дать плохие результаты из-за крайней сухости почвы и сильного нагрева ее поверхности. Защитная функция семенников, конечно, слаба и сказывается только с одной стороны — в конусе отбрасываемой их кронами полуденной тени, то есть на северной стороне. Самосев вокруг семенников появляется в непосредственной близости к ним, даже под кронами, если почва влажная или сырая, то есть когда задержание осадков кронами и иссушающее влияние корней семенников не оказывают угнетающего действия на самосев. В сухих и свежих борах южной полосы самосев хотя и располагается концентрическими кругами вокруг семенника, но за пределами проекции кроны дерева. В случае же крайней сухости местообитания (A_0) он появляется с северной стороны и только в конусе полуденной тени.

Когда семенники выполняют свое назначение и вокруг них создадутся устойчивые группы самосева, их убирают. Уборку следует произвести, пока молодняк настолько упруг, что относительно легко перенесет вред от валки и трелевки семенников. Для нанесения возможно меньшего вреда валку и трелевку семенников осуществляют во время снежной зимы, сучья обрубая, ствол разделяют на бревна.

Заготовка леса и очистка лесосек. При заготовке древесины сразу после рубки и разделки вывозят. Иногда допускают перелетование и древесину вывозят в течение года, а иногда и более длительного срока. Перелетование, выгодное для сушки на месте, неблагоприятно отражается на возобновлении лесосеки. Если при этом не будут приняты специальные меры, размножаются вредные насекомые.

Существуют два способа очистки лесосеки: огневой и без применения огня. При первом способе пускали беглый огонь по всей лесосеке или сжигали щепу, мелкий хворост и другие остатки от заготовок, собранных предварительно в кучи. В прошлом сжигали более крупный материал, не имевший сбыта, а мелкую щепу, ветки и опилки разбрасывали более или менее равномерно по всей лесосеке.

В елово-пихтовых лесах Карпат с 1951 г. для очистки сплошных лесосек порубочные остатки укладывают в валы, располагаемые по горизонталям (рис. 146). Это имеет противоэрозионное значение и облегчает лесокультурные работы — посадку и уход. Однако в годы массового развития короедов валы не рекомендуется оставлять, так как они могут служить местом размножения вредителей (проф. Г. Л. Тышкевич, 1959).

В одних случаях очищают лесосеку тщательно, в других предпочитают оставлять на ней покров из мелких остатков от заготовок. В засушливых местностях, на песчаных почвах, в сухих и свежих борах и суборах такой покров играет роль подстилки, оберегающей влагу в поверхностных слоях почвы, отеняющей нежные всходы сосны в первое время их жизни. Влияние сжигания порубочных остатков и образующейся при этом золы на возобновление леса различно. Огневая очистка полезна на кислых почвах во влажных и сырых типах местообитаний с грубым перегноем, если порубочные остатки сжигаются небольшими кучами. При этом в местах сжигания появляется обильный групповой самосев хорошего роста.

Влияние корчевания пней и сельскохозяйственного пользования на лесосеках. Кроме удаления мест гнездования вредных насекомых, при корчевании пней разрыхляют почву, уничтожают частично травянистый покров, создают очаги благоприятных условий для обсеменения лесосеки. В засушливых местностях корчевание содействует накоплению влаги, дает возможность рыхлить почву в междурядьях для сбережения влаги и тем самым ускорять смыкание культур. Глубокая корчевка сплошных лесосек в борах и суборах приносит вред, способствует утрате глубинных ходов в почве, по которым корни сосны могли бы проникнуть в нижние горизонты. Поэтому на песчаных почвах следует применять лишь корчевку пней



Рис. 146. Очистка лесосеки в елово-пихтовых лесах Карпат путем укладывания порубочных остатков в валы по горизонталям склона.

и поверхностных корней, не затрагивая более глубоких стержневых и якорных корней сосны.

Предварительное сельскохозяйственное пользование на лесосеках — превосходная мера в одних случаях, в других же она может оказывать неблагоприятное влияние. Наибольшее положительное значение имеет она в засушливых местностях на глинистых почвах после предварительной раскорчевки. Здесь она способствует накоплению влаги. При возобновлении леса от стен применяется редко. Пример положительного влияния сельскохозяйственного пользования можно видеть в дружном зарастании лесом заброшенных пашен в борах и суборах. Однако после кратковременного пользования плодородные лесные почвы зарастают травяной растительностью, сначала сорной, а позднее корневищной и дернинной, создающей особенно тяжелые условия для возобновления и роста семян древесных пород.

Тростянецкая лесная опытная станция исследовала влияние корчевки пней и корней, а также последующего сельскохозяйственного пользования на суглинистых почвах сплошных лесосек в дубравах (П. К. Фальковский, 1929; Б. В. Ткаченко, 1965). В первые годы корчевка пней и распашка почвы благоприятны для приживания посевов и посадок дуба, а также его спутников. В последующем же эти мероприятия ухудшают рост культур. Изучение показало, что верхняя часть профиля почвы (до 50 см) теряет свое первоначальное естественное сложение, распыляется и уплот-

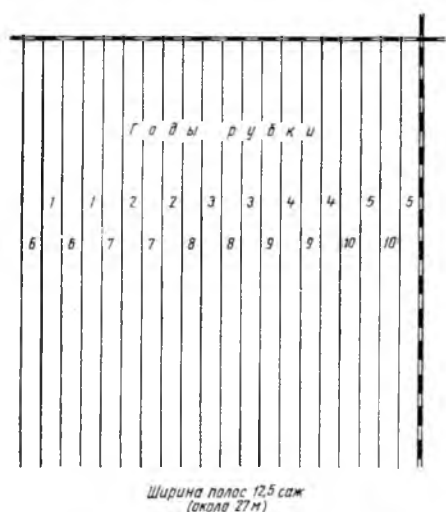


Рис. 147. Схема чересполосных рубок Корнаковского.

чительных случаях могло быть семенным, обычно же оно было порослевого происхождения. Вот почему ценные семенные дубравы на многих сотнях тысяч гектаров превратились в результате сплошных рубок в порослевые. В благоприятных климатических и почвенных условиях дубравы даже при высоких оборотах рубки способны давать поросль. Обычно на сплошных лесосеках вводят семенной дуб с помощью культур и последующего ухода. Г. А. Корнаковский, испробовав постепенную, семяно-лесосечную рубку в дубравах Воронежской области и не удовлетворившись ее результатами, будучи также недоволен результатами культур, стремился выработать простой и дешевый способ, который можно было бы применить на обширной площади и который приводил бы к образованию семенных дубрав.

Наблюдения над живучестью дубового самосева возле просек и опушек в глубь леса на 10—15 м показали, какое большое значение в жизни дубового подростка имеет боковое освещение. В глубине леса самосев дуба живет 2—3 года, а если не погибает совсем, то только благодаря обилию спящих почек, из которых выходят новые побеги. Получаются так называемые торчки, иногда целые пучки сухих побегов с одним или несколькими листьями. Сомневаясь в пригодности дубовых торчков, Г. А. Корнаковский стремился создать такой способ, который, во-первых, дал бы возможность использовать имеющийся в дубовых лесах самосев, не превращая его в торчки, во-вторых, использовать благоприятное влияние бокового освещения. Некоторые случайные узкие кулисы или невырубленные делянки, покрывшиеся обильным и здоровым подростом дуба, подтверждали наблюдения над качеством подростка вдоль стен и опушек. В Таллермановском лесничестве, где работал Г. А. Корнаковский, семенные годы у дуба, по его наблюдениям, бывают в среднем через 7 лет.

Кварталы были величиной в одну квадратную версту, а по лесоустройственной инструкции того времени необходимо было каждый квартал вырубать в течение 20 лет. Желая использовать самосев и будучи поставлен в упомянутые условия, Г. А. Корнаковский осуществил следующий прием (рис. 147). Квартал разбивали на две равные части и одну из его половин длиной 500 м делили на 20 полос по 25 м. Так как рубка велась с северо-запада на юго-восток, против засушливых ветров, то полосы имели направление с северо-востока на юго-запад. Каждый год вырубали по две полосы, как это и обозначено на рисунке 147. Срок примыкая,

няется. Объемный вес почвы возрастает, порозность снижается, и водопроницаемость намного уменьшается. Особенно значительны эти изменения в самом верхнем слое почвы (0—10 см). Годичный прирост дубовых культур за последние 35 лет был наибольшим (6,2 м³) в естественном древостое, сохраняющем исходное сложение почвы, меньшим (5,5 м³) в культуре после двух-трехлетнего сельскохозяйственного пользования и значительно меньшим (4,1 м³) после длительного сельскохозяйственного пользования. Опытная станция рекомендует создавать культуры в дубравах по нераскорчеванным лесосекам (Б. В. Ткаченко, 1965).

Способ рубок Г. А. Корнаковского. Дубравы издавна рубили сплошными лесосеками. При таких условиях новое поколение только в исклю-

следовательно, был 5-летний при ширине лесосеки 25 м. Если первые полосы будут вырублены в семенной год и не произойдет никаких случайностей, то лесосеки почти на всей площади квартала должны быть вполне обеспечены дубовым самосевом. Что лесосеки 1 и 2, а также лесосека 3 будут иметь достаточно самосева, в этом сомневаться нельзя; хуже будет обстоять дело на лесосеках 4 и 5, где часть самосева или погибнет, или обратится в торчки. Здесь могут понадобиться культуры, причем степень участия искусственного возобновления может быть различная. Эти лесосеки — самое слабое место в системе Г. А. Корнаковского.

Что же касается лесосек 6, 7 и 8, то они, будучи выставлены на свет на первом, втором и третьем году, представляют собой те узкие полосы леса шириной 25 м, в которые совершенно свободно проникает боковой свет, и, таким образом, самосев от первого семенного года в них не погибнет и не превратится в торчки.

Лесосеки 9 и 10, если и не сохраняют самосева от первого семенного года, будут иметь такой же от второго семенного года и в то же время представляют собой все те же узкие полосы леса, доступные боковому освещению.

Способ Г. А. Корнаковского относится к категории сплошных, чересполосных, узколесосечных рубок с предварительным естественным возобновлением. Наблюдения подтверждают эффективность рубок Г. А. Корнаковского. В процессе их осуществления наряду с дубом возобновляется ясень, клен и другие его спутники. Они поучительны как пример техники, разработанной на основе разностороннего знания биологии дубрав. Однако этот способ рубки, как отмечал М. В. Колпиков, нельзя переносить на все дубравы. Идея его может быть творчески применена при решении конкретных вопросов рубок возобновления и использования подроста в дубравах.

ПОСТЕПЕННО-ЛЕСОСЕЧНЫЕ РУБКИ И ВЫБОРОЧНОЕ ХОЗЯЙСТВО

При постепенных рубках, как уже было сказано, применяют срочную лесосеку, которую вырубает по мере появления на ней нового поколения леса. Искусство лесовода состоит в том, чтобы сменить старый лес новым в **п а з н а ч е н н ы й** срок. Без этого условия, то есть без ограничения срока, было бы нетрудно, пользуясь старым лесом как источником семян и защитой для подроста, создать его новое поколение. Для постепенных рубок требуется гораздо больше внимания, труда и творческой инициативы, чтобы успешно направить естественный возобновительный процесс в желательную сторону и завершить его в назначенный срок. Предварительное возобновление, осуществляемое при постепенных рубках, следует поставить выше возобновления от стен: оно дает больше возможностей для возобновления пород, чувствительных к нарушению лесной обстановки, и для создания смешанных насаждений.

Постепенно-лесосечные рубки делят на: 1) семено-лесосечные (Schirmschlag) и 2) группово-выборочные (Femelschlag) и 3) выборочно-каемчатые рубки (Blendersaumschlag). Что касается классической выборочной системы, то ее, как безлесосечную, называют выборочным хозяйством (Plenterwirtschaft). Этот термин подчеркивает ее особенности и принципиальное отличие от лесосечных систем.

Семено-лесосечные рубки. Подобно тому, как в каждой лесокультурной работе различают три стадии: 1) подготовка посевного или посадочного материала, 2) производство культур и 3) уход за культурами, так и в предварительном возобновлении различают три стадии: 1) стадию



Рис. 148. Защитная стадия трехприемной семено-лесосечной рубки в буковом насаждении. Снято накануне очистной рубки. (Чудейское лесничество Черновицкой области, Карпаты).

подготовительной рубки, 2) стадию обсеменительных рубок и 3) защитную стадию, когда возобновление уже создано и удаляют последние материнские деревья, освобождая укрепившийся подрост.

Подготовительная стадия рубки применяется лишь там, где она необходима. Обычно же требуется она в том случае, когда насаждения, дожив до спелого возраста, не подвергались совсем (или подвергались в очень малой степени) рубкам ухода. В составе таких насаждений могут быть деревья нежелательных пород, или деревья главной породы, но с плохо сформированными кронами и стволами, или, наконец, большие деревья. Насаждения могут быть слишком густы, и, если это хвойные, мертвый напочвенный покров может быть слишком толст. Чтобы устранить все ненужное и мешающее, чтобы подготовить слаборазвитые кроны к плодоношению и разрыхлить подстилку, необходимо применить подготовительную рубку. Если насаждение состоит из пород, малоустойчивых против ветра, то задачей подготовительной рубки может быть также повышение его ветроустойчивости. Подготовительную рубку осуществляют осторожно, вырубая около одной пятой — одной четвертой наличного запаса. Удаляют прежде всего: 1) большие деревья, 2) второстепенные породы, потомство которых нежелательно иметь в составе будущего леса; сохраняют необходимое количество лучших экземпляров главной породы. Закладывается такая рубка за несколько лет до ожидаемого семенного года.

Обсеменительная стадия рубки закладывается в семенной год. При ней выбирается больше наличного запаса, обычно около одной трети дре-есной массы. Закладывается она до или после опадения семян, но, как уже было сказано, при несомненных признаках семенного года. Последнее необходимо, так как при большем изреживании насаждения, если не появится самосев, на почве появится живой покров

или нежелательные древесные породы. Указывать твердые нормы, сколько должно быть вырублено, нельзя. Степень необходимого изреживания может быть определена только путем наблюдения над тем, как происходит возобновление. Предварительные наблюдения дают лишь начальную поддержку для первой обсеменительной рубки. Но ею одной может дело не ограничиться, обстоятельства могут потребовать новой обсеменительной рубки. Внимательное наблюдение за последующим ходом возобновления должно подсказать лесоводу, что ему следует делать дальше. Общее положение, сформулированное В. Я. Добровлянским, таково: «Характер каждой последующей степени семенной рубки определяется результатами предыдущей». Результаты, которые обнаруживаются через несколько лет после обсеменительной рубки, могут быть различные.

Для успеха возобновления, помимо наличия семян, необходимо, чтобы почва и покров под пологом леса представляли благоприятную среду для развития всходов. Поэтому обсеменительную рубку часто соединяют с поверхностным рыхлением почвы специальными боронами, а в дубовых и буковых лесах — пастьбой свиней. В практике обычно удаляют гнездами подстилку и рыхлят почву; в случае грубого перегноя его сдирают на площадках размером 1×1 м и поверхностно рыхлят нижележащий минеральный слой почвы граблями. На таких местах хорошо возобновляются хвойные, бук и ряд других пород.

Если возобновление достигнуто, наступает защитная стадия, и дальнейшее изреживание ведется для постепенного выставления молодняка на простор (рис. 148). Временное сохранение материнского полога необходимо для защиты молодняка. Но, с другой стороны, всякая защита, как известно, связана с тем или иным угнетением подроста материнским пологом древостоя. Искусство лесовода состоит в том, чтобы, не устранив защиты, умерить, насколько возможно, угнетение.

Защитная стадия в некоторых случаях (буковые, пихтовые и еловые леса) длится до 15 лет, в других же (сосновые и дубовые леса) почти сходит на нет. Иными словами, рубки упрощаются, если возобновляемая порода не боится заморозков и солнцепека. Но и в этих случаях материнское насаждение вырубают не сразу, чтобы не допустить сильного повреждения подроста от валки и вывозки леса. Иногда оставляют часть деревьев как некий резервный фонд на случай гибели самосева и необходимости пополнения убыли. Последняя стадия рубки называется окончательной, или очистной. Общий ход семено-лесосечной рубки показан на рисунке 149.

Рубки предварительного возобновления следует проводить во время глубокого снежного покрова; последний, закрывая подрост, защищает его от механических повреждений во время валки и трелевки. Не следует проводить рубки во время сильных морозов, когда стволы и побеги подроста особенно хрупки. При этой системе рубок древесину подтрелевывают на просеки и свободные места. Перелетование материала во всех случаях не допускается. С пней должна быть снята кора, чтобы не размножались вредные насекомые.

Однако сохранение подроста всегда было «узким местом» семено-

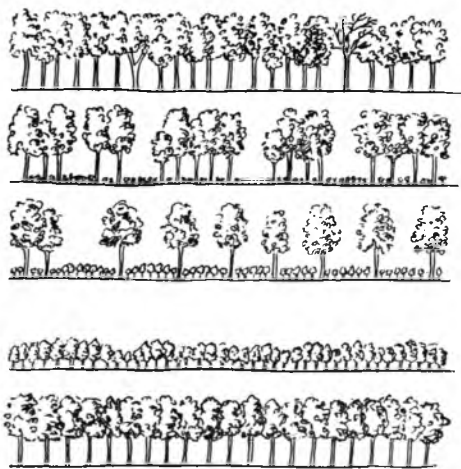


Рис. 149. Схема семено-лесосечной рубки в буковом древостое. Сверху вниз:

1 — сомкнутый старый древостой; 2 — тот же древостой после обсеменительной рубки; 3 — после осветительной и 4 — молодняк после окончательной очистной рубки; 5 — новый взрослый древостой (по Блянкмайстеру и др., 1963).

лесосечных рубок. Нередко после окончательной рубки от обильного подроста на лесосеке мало что оставалось — его выбивали падающие деревья, особенно их кроны. Остатки самосева уничтожались во время трелевки.

Многолетний и широкий производственный опыт ведения семено-лесосечных рубок в свежих борах и суборах (зеленомошниках) Дубечанского лесхоза под Киевом (1912—1930 гг.) сопровождался вначале неудачами описанного типа. Здесь применялись двух- и трехприемные рубки, сокращение осуществлялось за счет подготовительной или защитной стадии или обеих этих стадий вместе. Но из 15—25 тыс. сосенок на 1 га после очистной рубки и вывозки оставалось 2—3 тыс. живых. Большинство поврежденных сосенок было 5—7-летнего возраста. Дабы избежать ущерба, инициатор этих рубок и их руководитель лесничий Б. В. Нарбеков применял перед окончательной их фазой «спускание» вершин и крупных ветвей. При этом во время валки обескроненных стволов подрост выбивался лишь в узкой полосе его приземления, не более 5—10% общего количества. После очистной рубки на лесосеке оставался равномерно густой молодняк с количеством сосенок от 8 до 20 тыс. на 1 га.

Недостатком упоминаемого опыта был немеханизированный ручной способ «спуска» вершин и сучьев, которое проводили специально подготовленные подростки. Однако этот способ несовместим с принципами социалистической охраны труда.

Передовая бригада коммунистического труда Поназыревского района Костромской области, руководимая Г. В. Денисовым, разработала совместно с инженерно-техническими работниками новую технологию лесосечных работ, обеспечивающую сохранение подроста на 60—80%.

Разработку концентрированной лесосеки размером 250×500 м проводят одной малой комплексной бригадой с использованием трелевочного трактора ТДТ-60. Лесосеку делят на пасеки шириной от 35 до 50 м, в зависимости от высоты древостоя. Для валки деревьев применяют бензомоторные пилы «Дружба». Первый заход валщика начинается с зарубки трелевочных волоков шириной 5—6 м со срезкой на них деревьев заподлицо на уровне земли. Валку начинают с дальнего конца пасеки, комлями в сторону верхнего склада. После перехода валщика на зарубку другого волока (во второй пасеке) на первом начинается трелевка срубленных деревьев.

Подготовив упомянутым способом все волоки, начинают разработку самих пасек с дальнего конца с применением подкладочных деревьев (рис. 150). Подкладочное дерево валият первым, вершиной от волока по направлению к границе пасеки под углом около 45° . При этом комлевая часть должна быть на краю волока, а вершина — в полупасеке. Второе дерево валият вдоль волока. Затем на подкладочное дерево, начиная от волока, валият все остальные деревья с лентой шириной 9 м. Валият их вершинами к волоку под углом от 0 до 45° . Набор воя при трелевке начинают с волока; при подтаскивании срубленных деревьев комли их передвигаются по подкладочному дереву, благодаря чему и достигается сохранение мелкого подроста. Подкладочные деревья чокеруют и трелюют вместе с этой же пачкой комлями вперед.

При семено-лесосечных рубках сравнительно редко пользуются имеющимся подростом. Обычно базируются на самосеве, который с помощью этих рубок желают вызвать, предпочитая подрост, возникший при регулируемом пологе, старому подросту, который появился еще до рубки и долго жил под сомкнутым материнским пологом. Другой, еще более важный принцип этого рода рубок — равномерность изреживания

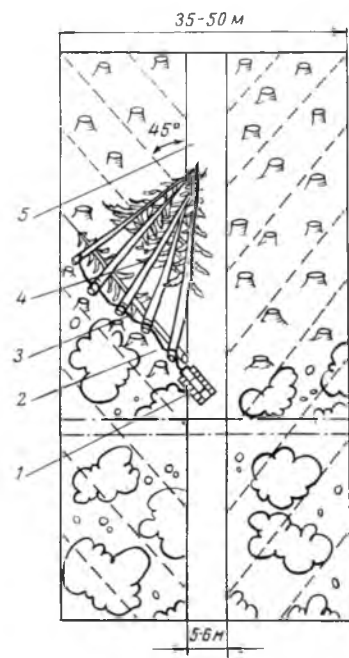


Рис. 150. Схема разработки пасеки по технологии комбината «Костромалес»:

1 — трелевочный трактор; 2 — трелевочный трос с чокерами; 3 — подкладочные деревья; 4 — срубленные и зачокерованные деревья; 5 — трелевочный волок.

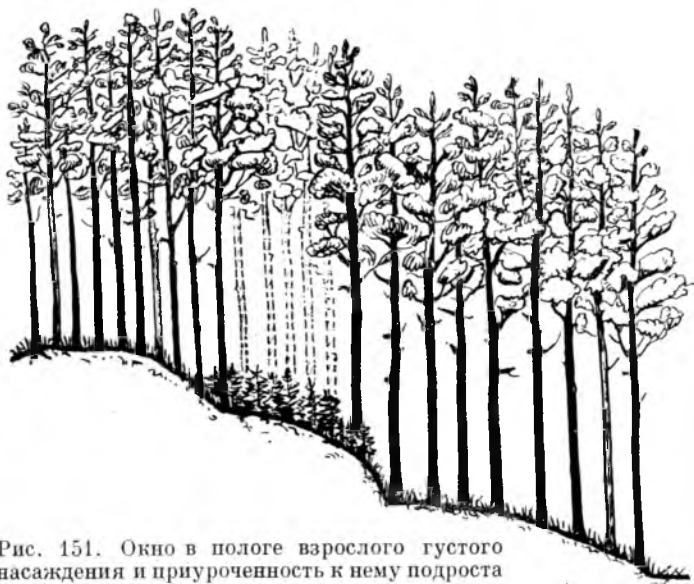


Рис. 151. Окно в пологе взрослого густого насаждения и приуроченность к нему подроста (по Карлу Гайеру).

ния. Требование равномерности нельзя осуществить во всей полноте. Приходится от него отступать, так как иногда различие в спелости лесосеки в разных ее частях очень велико. Приходится считаться с густотой имеющегося древостоя, с рельефом, с особенностями возобновления и т. д.

Особенностью семено-лесосечных рубок является также короткий срок, в течение которого они должны пройти все свои стадии. Период возобновления здесь не должен превышать принятого класса возраста высокоствольного хозяйства, то есть обычных 20 лет. Чем равномернее почвенные условия, чем чаще семенные годы, тем больший успех может быть достигнут при этих рубках. Легче вести их в насаждениях теневыносливых пород, чем светолюбивых. Для семено-лесосечных рубок необходимы благоприятные экономические условия, квалифицированный технический персонал, ведение заготовок самим лесхозом. Родиной их являются буковые леса. Применение таких рубок в этих лесах дает удачные результаты. В Карпатских бучинах с успехом практикуют краткосрочные 2—3-приемные семено-лесосечные рубки, длящиеся 10—15 лет. Применение конной трелевки по волокам повышает сохранность подроста с 20 до 79% (Закарпатская лесная станция).

Эта же система рубок эффективна в дубравах, где также применялись краткосрочные 2—3-приемные их варианты (А. Б. Жуков). Упрощенные 2-приемные семено-лесосечные рубки со значительным успехом применялись в сосновых и дубовых древостоях, особенно во влажных типах леса, где при нормальном подлесном покрове бывает достаточным изреживание до 0,5—0,6, чтобы получить густой подрост.

Группово-выборочные рубки. Принципы группово-выборочных рубок противоположны принципам семено-лесосечных. В природе никогда или почти никогда не бывает, чтобы самосев под пологом леса появился равномерно, одинаково дружно на значительном пространстве. Различия в толщине лесной подстилки, в почвенных условиях, в состоянии покрова и верхнего полога определяют пестроту распределения самосева. Подрост появляется сначала в окнах полога, на месте выпавших старых деревьев, на маленьких прогалинах, которые не успели задержаться и соединяют в себе почти все выгоды как внутренней среды леса, так и открытых мест (рис. 151). Здесь еще не развивается светолюбивая травянистая растительность, еще нет такого режима радиации, который вызывал бы дневной зной и ночное охлаждение подобно тому, как это наблюдается на

лесных полянах; кроме того, самосев защищен от наиболее опасных в е с е н н и х заморозков. На таких прогалинах ослаблено угнетение подроста корнями деревьев верхнего полога и увеличен доступ света, тепла и влаги к почве.

В других случаях распределение групп подроста подчиняется условиям рельефа, например, в холмистых борах, где подрост чаще встречается в низинах (свежий бор, A_2) и может отсутствовать на буграх (сухой бор, A_1). Неодинаковая спелость срочной лесосеки — явление более обычное, чем противоположный случай. Поэтому стремление достигнуть во чтобы то ни стало равномерного возобновления — цель, гораздо более труднодостижимая и искусственная, идущая как бы наперекор природе, чем стремление использовать наличное состояние срочной лесосеки.

Основой, исходным пунктом для разработки группово-выборочных рубок послужили распространенные в горных лесах смешанные древостои из трех теневыносливых пород — ели, пихты и бука. Для них характерно групповое возобновление каждой породы в окнах полога и на прогалинах.

В противоположность семено-лесосечным рубкам при группово-выборочных возводятся в принцип, во-первых, использование наличного подроста, во-вторых, неравномерное ведение рубок. На срочной лесосеке почти всегда можно найти подрост. Его осматривают, оценивают и, наметив годные группы подроста, начинают с вырубki тех материнских деревьев, которые стоят внутри самих групп (рис. 152). Во-первых, эти деревья больше всего мешают подросту, во-вторых, чем их раньше убрать, пока подрост еще относительно молод, тем меньше вреда будет принесено подросту при валке и трелевке.

При первом приеме, кроме удаления намеченных деревьев, обычно слегка изреживают ближайшую периферию материнского насаждения вокруг окон и прогалин, на которых находятся группы подроста. При этом стремятся или сильнее изредить, или захватить более широкую кайму изреживания с какой-либо одной стороны, то есть стремятся к тому, чтобы образующееся окно было не круглым, а вытянутым, эллипсовидным.

В жарком и засушливом климате, в сухих и свежих борах и субориях расширение окон ведут с их южной стороны, используя тень старых деревьев для защиты всходов и подроста от солнцепека и засухи. В условиях влажных и сырых типов леса, во влажном и холодном климате северных широт расширяют окна в направлении на север, увеличивая тем самым количество света и тепла в зоне, где должен появляться самосев. В климате переходном, умеренном, на почвах свежих (не сухих и не влажных) ориентировка расширения окон не регламентируется; она определяется биологией возобновляемых пород. На крутых горных склонах окна расширяют по горизонталям. На остальном пространстве, где встречаются окна и прогалины с группами подроста, или никаких рубок до поры до времени не ведут, если имеющиеся группы подроста распределены равномерно, или проводят их в том случае, если не довольствуются количеством или характером распределения групп подроста, например густым в одной части срочной лесосеки и редким — в другой.

В последнем случае осуществляют легкое изреживание некоторых мест старого древостоя, являющихся более спелыми для воспитания самосева. При этом в равнинных условиях стремятся придавать первоначальным участкам таких изреживаний кругообразную форму. Отсюда и происходит название этого рода рубок — г р у п п о в о - в ы б о р о ч н ы е, или к о т л о в и н н ы е, последние — при более широких начальных прогалинах.

После того как каймы прогалин обсеменялись, лет через 5—10 повторяют рубку, то есть освобождают возобновившиеся каймы от материнских деревьев и снова указанным выше способом расширяют группу. То же делают и с вновь образовавшимися группами самосева — их также осве-

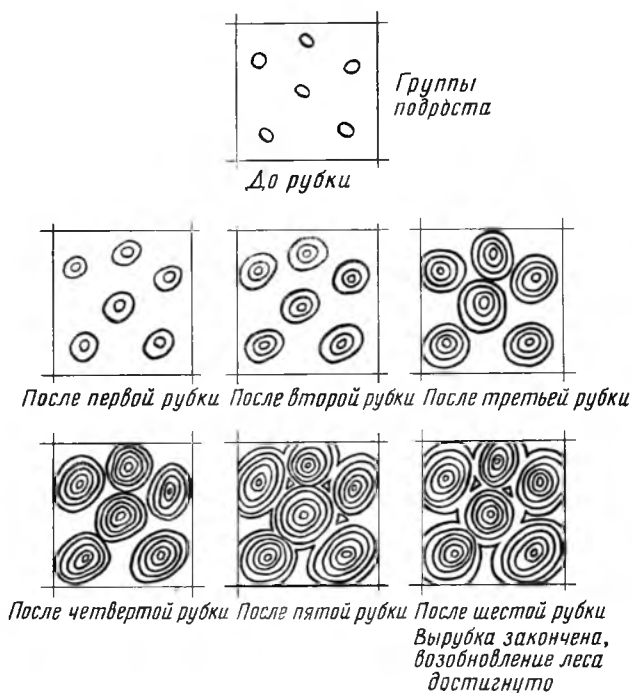


Рис. 153. Схема группово-выборочных рубок по В. Г. Нестерову-Ванзелову.

щают изреживанием кайм-поясов и уборкой материнских деревьев там, где возобновление осуществилось (рис. 153).

Площадки, на которых закладывают возобновительные окна и прогалины, бывают разных размеров, но обычно начальная величина их колеблется между 100 и 500 м². В насаждениях теневыносливых пород применяют малые, у светолюбивых пород — крупные размеры прогалин, то есть в последнем случае проводят котловинную рубку. Хотя при группово-выборочных рубках не применяют тех последовательных стадий — подготовительной, обсеменительной, защитной и очистной, какие присущи семено-лесосечным рубкам, тем не менее отдельные этапы и приемы рассматриваемых рубок напоминают эти стадии.

Так, например, там, где уже имеется группа подроста, сразу же ведут как бы окончательную рубку, то есть убирают все материнские деревья, стоящие внутри группы подроста. Тут же рядом или где-нибудь по соседству проводят легкое изреживание сомкнутого участка древостоя, и оно может носить характер или подготовительной, или обсеменительной рубки с той разницей, что в данном случае используется не только верхнее, но и боковое освещение (рис. 153).

Ведение группово-выборочных рубок — дело сложное, требующее разносторонних знаний и опыта, а также устранения шаблона. Приемы группово-выборочной рубки не поддаются сколько-нибудь исчерпывающей регламентации. Их может проектировать и проводить в жизнь только ответственный за результаты хозяйства специалист. После ознакомления с особенностями срочной лесосеки он может составить обоснованные предложения, учитывающие специфику древостоя и условия его среды, предвидеть ближайшие и более отдаленные результаты рубки.

Помимо неравномерности, отличительной стороной группово-выборочных рубок является их долгосрочность. Один из основателей их Карл Гайер этими рубками стремился сохранить разновозрастность леса и смешанный его характер. По мнению этого выдающегося лесоведа, главные причины, вследствие которых леса Германии в XIX столетии потеряли

нормальную устойчивость и здоровье, заключались: 1) в несоответствии состава насаждений условиям местопроизрастания, 2) в разновозрастном характере насаждений, происшедшем из-за краткосрочных семено-лесосечных рубок, и 3) в преобладании чистых насаждений над смешанными. Как искусственное возобновление, так и семено-лесосечные рубки далеко не гарантируют образования смешанных насаждений. Конечно, многое может сделать уход в виде прореживаний, задачей которых в данном случае явилось бы регулирование взаимоотношений между породами, но непрактично, по мнению К. Гайера, рассчитывать на одни меры ухода. По его идее, проведенной в жизнь в баварских лесах, нужно придать насаждению такую форму или такую структуру, чтобы оно само в себе заключало способность к удержанию смеси.

Такую способность насаждение приобретает при разновозрастности своих составных частей, с одной стороны, и групповой структуре — с другой. Каждая группа должна быть маленьким, чистым насаждением, а совокупность групп дает устойчивое смешанное насаждение. В каждой группе происходит своя дифференциация, поэтому с возрастом в ней уменьшается число стволов, но групповой характер распределения отдельных пород сохраняется до возраста спелости. Большая или меньшая прочность смеси зависит, как об этом было указано выше (глава 13), от величины групп: чем они крупнее, тем устойчивее и долговечнее данное смешанное насаждение.

Обе указанные особенности — разновозрастность и групповая структура, — изменяющиеся, в свою очередь, в зависимости от биологии древесных пород и условий произрастания, могут быть точно определены в своих количественных показателях в каждом отдельном конкретном случае. Если с увеличением размеров групп увеличивается устойчивость смеси, то в то же время утрачивается характер смешанного леса. Дифференцирование по возрасту является в таком случае средством, позволяющим сохранять устойчивость смеси при небольшой величине групп. Чем больше разнятся породы по теневыносливости и скорости роста, тем большей изоляции требуют они, тем больше должны быть группы или, в противном случае, разница в возрасте между ними должна увеличиваться. Над промежуточным между имеющимися группами подростом пространством материнский полог долго держат в сомкнутости именно для того, чтобы позднее дать возможность возобновиться на этих местах другой породе, имеющейся в составе материнского насаждения, но по каким-либо причинам еще не давшей самосева.

Естественный процесс возобновления, который наблюдается в девственном (не тронутом человеком) лесу, по К. Гайеру, — медленно идущее возобновление группами. По его мнению, в хозяйстве следует использовать этот процесс при условии, во-первых, неравномерного ведения рубок, притом группами, во-вторых, использования надежного подростка желательной породы и, в-третьих, при продолжительном сроке ее возобновления. Последнее определяется сообщением сохранить устойчивость образующихся групп, достигнуть такой разницы в их возрасте, какая при данных условиях породы и местопроизрастания достаточна, чтобы удержать смесь до среднего возраста насаждения. Если долгий период возобновления невыгоден в хозяйственном отношении, то компенсацией ему является усиленный световой прирост на той части материнских деревьев, которая образует изреженные насаждения.

Обычный период возобновления при выборочно-лесосечных рубках около 30, иногда 40, а в некоторых случаях и 60 лет. Длительность рубки, придающая новому поколению разновозрастной характер, сближает эту систему рубок с выборочным хозяйством, откуда и соответственное название рубок. Г. Ф. Морозов подчеркивал, что прием возобновления группами не есть что-либо измышленное одним лицом, он выработался практикой во многих хозяйствах Шварцвальда и Баварии.

Главнейшие преимущества группово-выборочных рубок состоят в следующем: 1) непрерывное сохранение производительности почв — почва никогда не обнажается от леса; 2) самая форма изреживания обеспечивает больший доступ атмосферных осадков, больший доступ верхового и бокового освещения при сохранении лесных условий; 3) подрост выставляется на простор постепенно, а не сразу; 4) условия для отложения светового прироста на остающихся деревьях находятся в оптимуме; 5) качество выращиваемой древесины выше, чем в других формах хозяйства; 6) ход возобновления успешнее, так как используется большее число семенных лет; 7) структура леса получается разновозрастная, что полезно для его здоровья; 8) легче достигается смешанный характер также и в новом поколении леса; 9) при группово-выборочных рубках чаще идут следом за природой, приравниваясь к ее условиям и особенностям, благодаря чему и обеспечивается успех возобновления; 10) группово-выборочные рубки пригодны на крутых горных склонах, где они не нарушают почвозащитных функций леса и усиливают влагонакопление, приуроченное к окнам полога и прогалинам; 11) эти рубки хорошо служат эстетическим целям — созданию живописных пейзажей, меняющихся на коротких расстояниях.

Медленность изреживания насаждений, связанная с долгосрочностью группово-выборочных рубок, делает насаждения более устойчивыми к ветру, который, как известно, действует тем пагубнее, чем быстрее совершается переход от сомкнутого насаждения к прореженному. Сложность техники ведения группово-выборочных рубок требует хорошо обученного персонала. Организация же валки и трелевки с точки зрения

1 Исходный древостой



2 Спустя 5 лет



3 Спустя 10-15 лет



4 Спустя 15-25 лет



5 Спустя 25-35 лет



6 Спустя 40-50 лет



7 Спустя 50-70 лет



Рис. 154. Схема группово-выборочной системы хозяйства в ее последовательных стадиях (по Бланкмайстеру, Киницу и др., 1963).

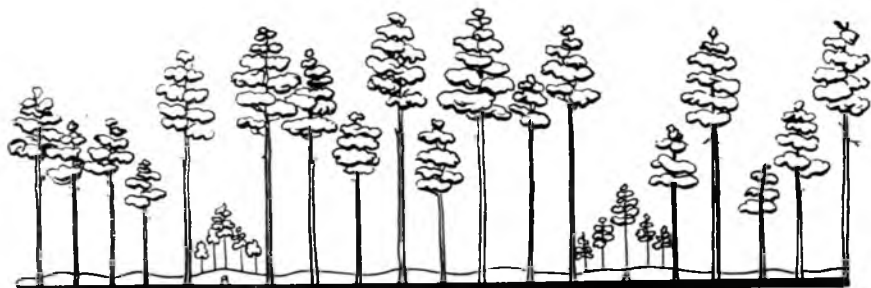


Рис. 155. Схема группово-постепенной четырехприемной рубки в свежем бору (A_2) перед вторым приемом. Полнота 0,8, возраст 100 лет (по М. А. Краснову).



Рис. 156. Та же рубка после четвертого приема. Резервные деревья (семенники) старше 120 лет, молодняк 20—40 лет (по М. А. Краснову).

сохранности подроста здесь легче. Группово-выборочные рубки нельзя подчинить шаблону, они сложнее в техническом отношении, но зато более универсальны, чем семено-лесосечные.

Группово-выборочные рубки дают возможность возобновляться как светолюбивым, так и теневыносливым породам; первые заселяются в освещенном центре расширенной прогалины, вторые — под пологом изреживаемой ее периферии. С их помощью успешно возобновляются дубравы (особенно грабовые) бучины, и сложные субори всех градаций увлажнения. Эти рубки очень ценны для возобновления чувствительных к крайностям освещения и температур древесных пород — бука, пихты и ели. Незаменимы они на горных склонах. Общий ход смены поколений при группово-выборочных рубках показан на рисунке 154.

Особенно эффективны группово-выборочные рубки в сухих борах и суборах. Расширение прогалин к югу обеспечивает отенение возобновляемой площади кронами материнских деревьев в полуденное время. Появляющийся здесь сосновый подрост выживает, образует сомкнутые группы. В сосняках Бузулукского бора была разработана группово-постепенная четырехприемная рубка (Кузнецов, Савицкий, Краснов), давшая удовлетворительные результаты. Окна создавались диаметром, равным половине высоты деревьев, расширялись к югу. Рубки проводились в течение 40 лет с 10-летними промежутками между отдельными приемами. Существо их можно видеть на рисунках 155 и 156. При первом приеме образуются окна диаметром 10—12 м, при втором — до 20—25 м, при третьем — 30—35 м. Полнота снижалась последовательно до 0,75; 0,6; 0,3.

Проф. В. Г. Нестеров разработал для дубрав короткосрочные группово-выборочные рубки продолжительностью 6—15 лет. При этих рубках на 1 га закладывают в просветах с дубовым подростом 4—5 очагов возоб-

новления диаметром 15—20 м, а вокруг них отводят «пояса» шириной 10—20 м. В очагах вырубают все деревья, а на поясах изреживают древостой в первом приеме до полноты 0,5—0,6. Последовательность рубки показана на рисунке 153.

Поучителен также ход возобновления смешанных пихтово-буково-еловых насаждений при группово-выборочных рубках (исследования З. Кадлуса, Чехословакия). При последовательном расширении первичных очагов возобновления первой заселяется пихта, довольствующаяся наименьшим освещением. За нею идет бук, поселяющийся в микроклиматически для него более благоприятной южной стороне прогалины. Позднее других возобновляется ель, поселяющаяся на всех поясах прогалины, но преимущественно с лучше освещенной северной стороны. При этом ель появляется в фазе большей освещенности всей прогалины в целом. Создаются как бы зоны-пояса размещения отдельных пород, но в целом новое насаждение не утрачивает смешанного характера (рис. 157).

Выборочно-каемчатые рубки. Автор этого метода Христиан Вагнер различал пользование на больших площадях (хозяйство больших участков) и пользование на малых участках (хозяйство малых участков). Первое требует одновременного возобновления на всей площади, и ему соответствуют сплошно-лесосечные и семено-лесосечные системы рубок. При втором роде хозяйства требуется медленное, но постоянное возобновление только на малых участках, и ему соответствует выборочная рубка в различных своих формах. Все системы рубок Х. Вагнер рассматривал с точки зрения естественного возобновления, причем целесообразность ведения рубок на больших площадях он совершенно отрицал, потому что оно, по его мнению, «не соответствует природе леса». Только рубки на небольших участках, при которых обсеменение постепенно охватывает возобнов-

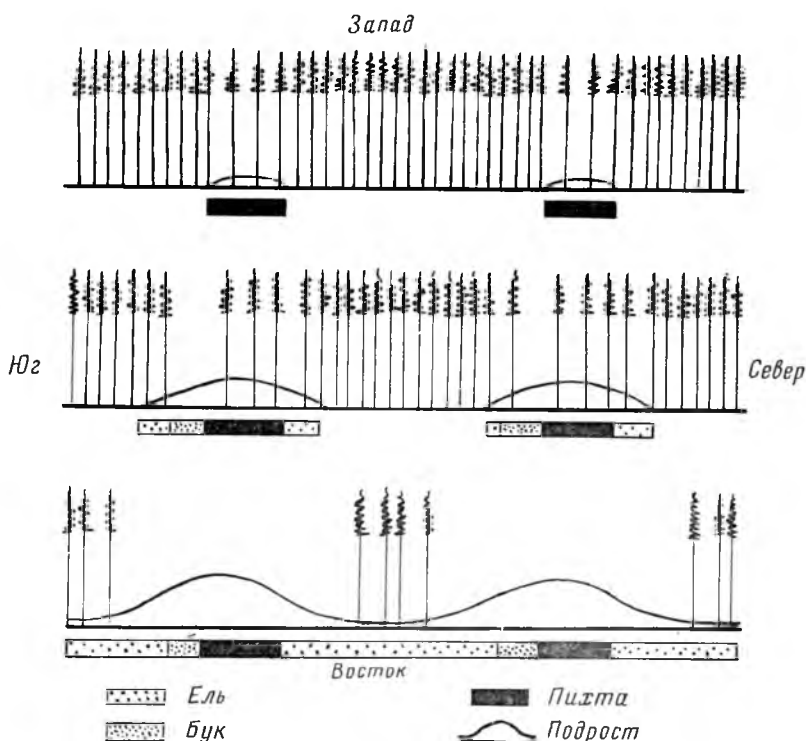


Рис. 157. Ход возобновления лесосеки в процессе группово-выборочной рубки в смешанных пихтово-буково-еловых древостоях Чехословакии. На схеме показаны три ее последовательные фазы (по З. Кадлусу, 1962).

ляемую площадь, есть форма пользования, соответствующая природе леса. Выборочно-семенные рубки Шварцвальда и Вогез и группово-выборочные рубки Баварии хотя и имеют много преимуществ, но требуют благоприятных условий и поэтому не везде применимы. Исходя из предпосылки, что появление и жизнь самосева зависят главным образом от влажности местообитаний, Вагнер рассматривает все системы рубок по отношению к этому фактору.

Под пологом равномерно изреженного насаждения влажность почвы находится не в оптимальных условиях, потому что кронами задерживается часть атмосферных осадков, и корни оказывают иссушающее влияние на почву. При группово-выборочных рубках увлажнение почвы находится в лучших условиях, самосев в группах пользуется этим и хорошо развивается. Однако, когда приходится расширять эти группы, света получается слишком много, и почва иссушается. Зато узкая лесосека, находящаяся в затенении от стены леса, находится в оптимальных условиях влажности. От регулирования отношения солнечного света к осадкам, достигающим почвы, зависят увлажнение почвы и связанное с ним появление и рост самосева. Но это отношение неодинаково для появления и для дальнейшего развития самосева. Поэтому Вагнер предлагает такой способ рубки, при котором самосев появляется под пологом неравномерно изреженного насаждения, а дальнейшее развитие его — на узкой лесосеке с боковым затенением. Он ставит, таким образом, лесосеки в оптимальные условия увлажнения, придав им известное направление и форму. Разработанную им систему рубки Вагнер назвал **выборочно-узкополосной (каемчатой)**.

Вагнеровская рубка проста и состоит в том, что на краю возобновляемой площади закладывают узкую лесосеку, а рядом с ней, в прилегающей стене леса, изреживают такую же узкую полосу-кайму насаждения. По мере обсеменения прилегающей к лесосеке каймы закладывают рядом с ней следующую полосу, и так подвигаются далее в глубь нетронутого насаждения.

Полосы, на которых обсеменение произошло, постепенно освобождают от материнских деревьев. Валят стволы в глубь леса, а не на возобновившуюся площадь. При этом ширина полосы должна быть незначительной, а возвращение с рубками как можно более частое. На рисунке 158 дано схематическое изображение рубок Вагнера. При необходимости выбирать большее количество древесных запасов закладывают больше зарубов.

Особенное внимание уделяют направлению рубок. Общепринятое направление рубок с востока на запад имеет, по мнению Вагнера, много недостатков. При таком направлении самосев не будет защищен от заморозков, верхние слои почвы сильно высыхают, а дожди, приносимые западными и юго-западными ветрами, задерживаются и не достигают почвы лесосеки. Лесосека находится в оптимальных условиях лишь тогда, когда

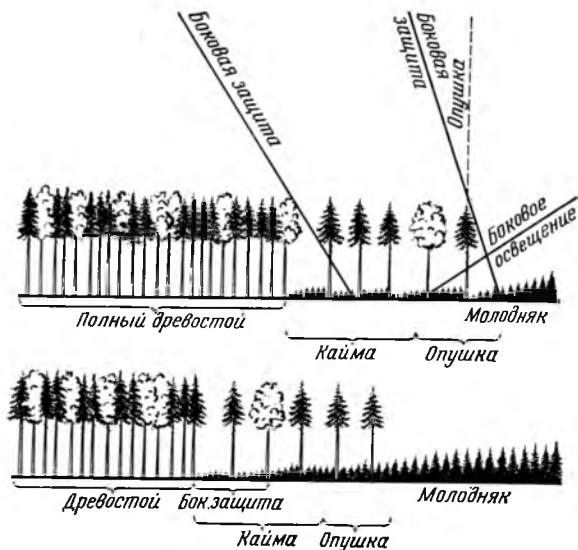


Рис. 158. Схема выборочно-каемчатой рубки. Внизу отражена стадия, наступившая спустя 20 лет (по Г. Кенигу, Техника лесоводства, 1963).

она открыта для дождей и лежит в области тени. В Средней Европе, где господствуют западные и юго-западные ветры, приносящие дождь, самой лучшей возобновительной способностью отличаются стены леса, обращенные на северо-запад и север. Под их защитой не бывает иссушающего влияния полуденного освещения, уменьшается опасность заморозков, скаплиется снег, который, медленно стаявая, способствует сохранению и использованию самосева зимней влаги. Кроме того, у северных стен леса росы бывает больше и она дольше сохраняется. Эти стены находятся в оптимальных условиях увлажнения. Между тем восточные и южные края насаждений, находясь в зоне сильного и долгого освещения и излучения, страдают от засухи и заморозков. Для естественного возобновления они неблагоприятны.

Вагнер точно не определяет тех условий эдафического увлажнения, где целесообразны рекомендуемые им мероприятия для накопления влаги. По-видимому, это сухие и свежие гигротопы хорошо дренируемых горных склонов. Что же касается влажных и сырых местообитаний, то здесь не требуются сложные мероприятия для естественного возобновления. На этих местах возобновление идет быстро и густо при проведении обычных сплошных рубок на узких и средних по ширине лесосеках. В планировке рубок Вагнера нетрудно заметить сходство с планировкой котловинно-выборочных рубок в сухих борах, применяемых в нашей стране.

На основании изложенных соображений Вагнер пришел к заключению, что наиболее благоприятным для возобновления было бы направление рубок с северо-запада на юго-восток, но из-за опасности ветровала, возникающего от западных ветров, он дает направление рубкам с севера на юг. Гарантию от ветровала Вагнер видит в воспитании ветроупорных опушек, формировании смешанных насаждений, в неравномерном и осторожном разрыхлении полога, способствующем постепенному приспособлению деревьев к свободному стоянию. Так как рубки разбросаны по всему лесу и на каждой возобновительной площади рубке подвергаются только незначительные узкие полосы, то вред от ветровала в одном месте не может быть значительным. Выборочно-каемчатые рубки имеют то преимущество, что они позволяют воспользоваться не одним, а несколькими семенными годами и что их можно приспособлять к удовлетворению разных требований хозяйства. Одним из важных достоинств этих рубок является то, что они дают возможность воспитывать смешанные насаждения в любых желательных для хозяйства комбинациях. Если нужно иметь преобладание теневыносливых пород, то изреживают полог в полосах осторожно и постепенно; если же, напротив, желательны светолюбивые породы, то изреживают энергичнее и продвигаются с рубкой быстрее.

Выборочно-каемчатые рубки пригодны для многих древесных пород; наиболее подходят они для бука, пихты, ели и других теневыносливых пород, лучше всего возобновляющихся при боковом освещении в нешироких каймах. Особенно подходят выборочно-каемчатые рубки для горных лесов, где каймы закладывают по горизонтали и рубка движется вверх по склону (рис. 159). Для этих условий разработаны многочисленные их варианты — ленточные, клиновидно-каемчатые, комбинированные каемчатые и многие другие, которые представляют развитие здесь описанного метода применительно к особенностям тех или иных конкретных условий горного рельефа.

Выборочное хозяйство. Обычно применявшаяся в прошлом «выборочная рубка» сводилась к изъятию пригодных для главного пользования спелых и, как правило, наиболее крупных деревьев на всей площади лесного массива. Такой род вырубки носил также название «рубка на прииск» или «подневольно-выборочная рубка» и представлял собой равнозначность хищнической эксплуатации леса, безразличной к его дальнейшей судьбе. При этом вырубали все лучшие по качеству крупномерные деревья — стройные, высоко очищенные от сучьев, полнодревесные, лишенные био-



Рис. 159. Возобновление ели в опушечной части каймы при рубке типа выборочно-каемчатой в Карпатах (Надворнянский лесхоз)

логических и технических пороков. На месте оставались тонкомерные, суковатые, корявые, больные и поврежденные деревья, сломанные при валке крупных стволов. При известной живучести леса такие рубки, повторяющиеся веками, приводили к вырождению деревьев. Сосны, ели, буки и дубы в районе древних населенных пунктов (например, старые буковые леса в окрестностях Копенгагена и Стокгольма, монастырские леса) представлены ныне кривоствольными и плакучими формами, непригодными для лесного хозяйства. Они, впрочем, могут быть использованы в качестве оригинальных декоративно-парковых объектов.

В настоящем разделе речь идет о правильном выборочном хозяйстве, воспитывающем смешанные (многопородные) многоярусные и разновозрастные древостои с групповым расположением составных элементов и ступенчатым строением полога. Рубку здесь ведут единичными стволами или группами спелых стволов, прекратившими или резко уменьшившими прирост, обращая при этом внимание на ход возобновления и наличие подроста.

По техническим приемам рубка в этих хозяйствах схожа с выборочно-лесосечной, то есть тоже имеет групповой характер, но регулируется не по площади, а только по массе древесины. Существенным отличием является то, что процесс возобновления происходит на всей площади хозяйства, точно так же, как и промежуточное пользование. Здесь лес не испытывает резких потрясений в своей жизни. Смена его поколений происходит с наибольшей постепенностью, почва никогда не оголяется от леса даже на короткое время. При выборочном хозяйстве лес сохраняет разновозрастность и смешанный характер, если это было присуще ему, или приобретает их (рис. 160). Для большого выборочного хозяйства невыгодной с эксплуатационной точки зрения является разбросанность рубки. Но зато успех возобновления из-за возможности более гибкого использования имеющихся условий и большей длительности периода возобновления достигается наилучший.

В таком хозяйстве рубку ведут ежегодно по всей площади и этим стремятся придать лесу однородное строение. В действительности же из-за исходной неоднородности древостоев и местообитаний эта цель не достигается полностью. Лес приходится делить на участки с коротким оборотом в 3—5 лет (иногда 10 лет), после которого возвращаются с рубкой на старые места.

Выборочное хозяйство применяют в высокогорных лесах и особенно на склонах больше 25°, где необходимо защитить почву от эрозии и предупредить появление снежных лавин. Применяют его также в пригородных зеленых зонах, курортных и парковых лесах, где выборочное хозяйство может служить эстетическим целям.

Лесоводы уделили много внимания оценке и разработке выборочного хозяйства, и вокруг этого вопроса возникали разнообразные дискуссии. Г. Ф. Морозов, Карл Гайер, Мёллер и другие выдающиеся лесоводы указывали на преимущества сложных и разновозрастных древостоев и на выборочное хозяйство как один из лучших путей к их воспитанию. Для большинства лесоводов преимущества выборочного хозяйства несомненны в следующих отношениях: 1) защита почвы от эрозии; 2) защита от опасностей, в частности повышение устойчивости леса против насекомых и болезней леса; 3) создание смешанных и многоярусных насаждений, прежде всего из теневыносливых пород (пихта, бук, ель). Такое хозяйство — в высшей степени тонкое и сложное искусство, приближающееся к уходу за отдельными деревьями.

Однако выборочный лес не имеет преимуществ по продуктивности. Из-за того, что молодое поколение деревьев растет первые десятилетия под угнетением верхних ярусов, а в дальнейшем в результате рубок оказывается на просторе, стволы выборочного леса имеют плохое строение: ядро у них мелкослойное, а периферическая древесина (вследствие светового прироста) — крупнослойная. Это вызывает трещины — отлупы в бревнах и досках по границе упомянутых двух областей роста. Кроме того, если не применять прижизненную обрезку сучьев, древесина получается суковатая.

Для сложного выборочного хозяйства требуются небольшие площади, увеличенный штат специалистов и рабочих. Оно не годится для возобновления светолюбивых пород в смешении с теневыносливыми, так как первые при этом выпадают. Но это хозяйство пригодно для лесов, состоящих из одних светолюбивых пород, — для боров, дубовых суборей, дубрав, ольсов и т. д.

К идее выборочного леса примыкает идея «непрерывно-производительного леса» (дауэрвальд). Она была выдвинута в двадцатых годах немецкими лесоводами Мёллером и Вибеке. Ее существо состоит в удовлетворении следующих основных требований к составу и состоянию леса, обеспечивающих его продуктивность, устойчивость и возобновляемость: 1) равновесное состояние всех свойственных лесу элементов, 2) здоровые и деятельные почвы, 3) смешанный состав древостоев, 4) разновозрастность, 5) всюду (на площади хозяйства) достаточный древесный запас для продуцирования крупной древесины.

Дауэрвальд ставит своим первым условием избежать оголения почвы, то есть сплошных рубок в любой форме. В хозяйстве Беренторн (ГДР), являвшемся образцом проведения этой системы, были достигнуты значительные показатели высокой продуктивности и превосходного возобновления. Здесь песчаные почвы, подвергавшиеся в прошлом усиленному сельскохозяйственному использованию и закультивированные впоследствии сосной.

В густых сосновых культурах производились рубки ухода, не допускавшие перегущенности. Сучья и мелкие части стволов оставались на месте в качестве удобрения, сгребание подстилки было запрещено. В чистые сосняки вводились лиственные — дуб и бук. Во взрослых насаж-

дениях применялась семено-лесосечная рубка, давшая превосходное возобновление. Беренторнское хозяйство привлекло внимание лесоводов разных стран мира. Критика внесла много поправок к первоначальной трактовке дауэрвальда, но за ним прочно осталось большое значение ухода за почвой и ее удобрения органическим опадом и разбрасыванием сучьев. В. Э. Шмидт (1928) указал, что эффект Беренторнского хозяйства был особенно разителен на фоне песчаных почв, истощенных длительным сельскохозяйственным использованием.

Современным продолжением идей дауэрвальда является пропагандируемое западными лесоводами «сообразное местообитаниям лесное хозяйство» и «переход от лесоводства к уходу за лесом». Эти направления пытаются объединить все мероприятия по повышению продуктивности леса в единой системе. Она призвана сочетать в себе знание условий местообитаний, интенсивное использование его плодородия, удобрение и уход за почвой, животным миром, внутрилесным климатом и даже почвенной флорой. Она сродни ранее возникшей и развитой в учении Г. Ф. Морозова идее целенаправленного хозяйства в лесах, как в растительных сообществах-биоценозах.

ГЛАВА

19

РУБКИ УХОДА ЗА ЛЕСОМ

Задачи рубок ухода. Техника лесоводства имеет два важнейших раздела: 1) возобновление и 2) воспитание леса. Возобновление леса делится на естественное, принципы которого были изложены в разделе рубок возобновления, и искусственное, составляющее предмет лесных культур. Техника воспитания леса излагается в настоящей главе.

Мероприятия по воспитанию леса начинают применять в молодом насаждении с момента смыкания его крон до приспевающей стадии насаждения, в среднем с возраста 5—10 до 60—80 лет. Это период борьбы за существование между деревьями, очень острой вначале и затухающей в конце. Одна из основных задач рубок ухода как раз и состоит в нужном для хозяйственных целей регулировании взаимоотношений между деревьями: устранение острой борьбы и конкуренции, невыгодной для главных пород и ее лучших представителей, содействие развитию благоприятных взаимоотношений между деревьями, особенно в случаях, когда это способствует развитию главной породы и ее лучших экземпляров.

Борьба за существование представляет собой необходимый процесс в жизни каждого древостоя. Она начинается дифференциацией деревьев и заканчивается регрессией их количества, самоизреживанием.

Существует мнение, что на каждом этапе борьбы за существование самоизреживание якобы полностью снимает противоречие между избыточным количеством деревьев и ограниченной площадью питания. Поэтому нет надобности вмешиваться в естественный ход развития леса, регулировать взаимоотношения между деревьями. Такое мнение ошибочно и легко опровергается ходом роста насаждений разной густоты (см. гл. 2 и 13).

На предоставленных самим себе, своевременно не изреженных густых насаждениях отрицательно сказывается влияние излишней густоты до конца жизни. Равным образом и очень изреженные насаждения разрастаются в сучья и до конца жизни отличаются неполноценностью вследствие обеднения их исходного генотипического разнообразия. Только в редких насаждениях нет необходимости применять рубки ухода, поскольку здесь нет тесных взаимоотношений между деревьями, в частности борьбы за существование, да и изреживать в редкостоях нечего.

Борьба за существование между деревьями необходима и полезна для леса, правда, не полностью и не во всех случаях: при очень большой густоте древостой ухудшается из-за острой конкуренции деревьев между собой, в целом возрасте продуктивность его снижается, деревья ниже ростом и тоньше в диаметре. С другой стороны, полное исключение взаимного подгона деревьев и конкуренции между ними путем закладки очень редких насаждений приводит не только к суковатости, сбежистости стволов, но и понижению продуктивности леса. Следовательно, взаимодействие деревьев необходимо, и вмешательство лесовода в жизнь древостоя с рубками ухода сводится в простейшем случае к устранению излишней густоты, что уже само по себе имеет большое положительное значение.

«Рубки ухода, увеличивая площадь питания дерева и улучшая условия среды, повышают эффективный прирост до 33% в сосновых и до 23% в дубовых насаждениях. Общая продуктивность (без учета отпада) повышается в результате рубок в сосняках до 19%, в дубняках до 13%». (П. П. Изюмский, 1966).

Результаты естественного взаимодействия деревьев в лесу, их естественного отбора, не всегда положительны. В некоторых отношениях они отрицательны, например выживание крупных деревьев с плохими техническими качествами; двойчаток, ширококронных деревьев типа «волк», о которых подробнее будет сказано ниже.

Естественный отбор под влиянием взаимодействия деревьев в лесу представляет собой как бы естественный процесс воспитания. Поэтому рубки ухода считаются искусственным приемом воспитания, осуществляемым на основе знания закономерностей естественного процесса и поставленной перед лесоводом цели. Практически у лесовода, если не считать сбора семян и селекционного воздействия, нет другого способа воспитывать деревья и древостой, кроме рубок ухода. Пила и топор — далеко не тонкие инструменты, но при умелом их использовании получают достойные восхищения результаты. Спелые древостой, воспитанные с помощью рубок ухода, поражают своей стройностью, полнотой, равномерным размещением стволов, здоровьем и высокой товарностью (рис. 161).

Рубки ухода, или рубки промежуточного пользования, возникли из двух оснований: 1) экономической целесообразности использования некоторой части деревьев задолго до главного пользования и 2) технической и биологической необходимости удалять из насаждения худшие деревья — малоценные породы, больные, двойчатки, отстающие в росте, кривоствольные и т. д. Удаление деревьев, худших по качеству, уже само по себе является активным способом покровительства деревьям, лучшим по качеству, так как пространство в наземной и почвенной среде, освобождаемое после вырубki плохих деревьев, осваивается остающимися лучшими деревьями. Эти последние, получая большую площадь питания, дают дополнительный прирост. Следовательно, ценность прироста повышается также и по качеству, поскольку прирост откладывается на лучших стволах.

Главные цели, которые достигаются рубками ухода, следующие:

- 1) регулируется состав насаждения — обеспечивается господство главных пород;
- 2) улучшается качество деревьев, составляющих насаждение, повышается его товарность и технические качества древесины;
- 3) благодаря изреживанию устраняется излишняя загущенность древостоя, усиливается прирост лучших деревьев, а это позволяет раньше достигнуть технической спелости;
- 4) повышается устойчивость деревьев к снеговалу и снеголому, воспитываются более ветроустойчивые и лучше сопротивляющиеся нападению насекомых и болезней насаждения;

5) с помощью рубок ухода увеличивается доступ света, тепла и влаги к почве, усиливаются почвенные биологические процессы, ускоряется обмен веществ между почвой и растениями, увеличивается общая производительность насаждений;

6) рубки ухода повышают продуктивность леса в засушливом климате, в свежих и больше всего в с у х и х типах леса (типах местообитания);

7) эти рубки являются одним из важнейших условий повышения засухоустойчивости искусственных лесонасаждений в степи, в частности защитных лесных полос;

8) в последней фазе рубок ухода, предшествующей главному пользованию, можно подготовить деревья к обильному плодоношению для предварительного возобновления леса или в качестве семенников;

9) рубки промежуточного пользования удовлетворяют спрос на некоторые древесные сортименты;

10) они могут создать условия для поднятия доходности лесного хозяйства.

Кроме обычных приемов воспитания насаждений, к категории ухода относятся также санитарные рубки, заключающиеся в удалении ослабленных, больных и сухостойных деревьев, которые опасны как среда для размножения насекомых-вредителей и грибных болезней, переходящих затем на здоровые деревья. К рубкам ухода относят удаление семенников, растущих среди создавшегося вокруг них молодого подроста, устранение недорубов; омоложение (посадка на пень) подлеска; борьба с суковатостью путем обрезки сучьев и снятия боковых почек с верхушечных побегов.

На Украине, по данным П. И. Изюмского (1966), ежегодно при рубках ухода выбирается в среднем около 2,15 млн. м³ древесины, а включая и санитарные рубки — 4,24 млн. м³, что составляет около 50% общей годичной лесосеки в лесах УССР. С 1 га покрытой лесом площади при рубках ухода здесь вырубается 0,73 м³, при средней вырубке по СССР 0,043 м³.

Русская лесоводственная наука имеет еще с XVIII века приоритет во всех областях лесоводства и, в частности, в методах воспитания леса. Высокой зрелости она достигла в конце прошлого века и начале нынешнего, опираясь на накопленный к этому времени широкий производственный опыт. В. Я. Добровольский и Г. Ф. Морозов создали в упоминаемый период разветвленную систему рубок ухода. В главе рубок ухода, как и в предыдущих, мы придерживаемся системы изложения Г. Ф. Морозова, не превзойденной по глубине и логической последовательности, ясности и простоте литературной формы.

Пизовой принцип рубок ухода. По Г. Ф. Морозову, самая общая естественная основа, на которой базируется промежуточное пользование, — естественный отбор деревьев — самоизреживание насаждения. Этот процесс состоит в отмирании до 95—98% того количества деревьев, которое было в насаждении первоначально. В первобытном лесу он протекает совершенно свободно. В начальной стадии неразвитого еще лесного хозяйства, при избытке леса и отсутствии сбыта тонкомерных лесоматериалов немыслимо хозяйственное использование закона уменьшения количества деревьев с возрастом, эксплуатация хотя бы отмирающих деревьев. По мере того, как хозяйство становится более интенсивным, появляется возможность использовать не только объекты главной рубки, но и тот тонкомерный материал, который в возрасте жердняка и в среднем возрасте образует отставшие деревья.

При этом сравнительно рано получают доход, хотя и небольшой, но периодически повторяющийся, так как рост деревьев в лесу никогда не замирает. Взяв некоторую часть угнетенных или даже все их, лет через 5 или 10 снова получают некоторое число отставших деревьев, перешедших в эту категорию из более высоких классов роста. Такое регулярное — через 5—10 лет — повторяющееся промежуточное пользование в сумме

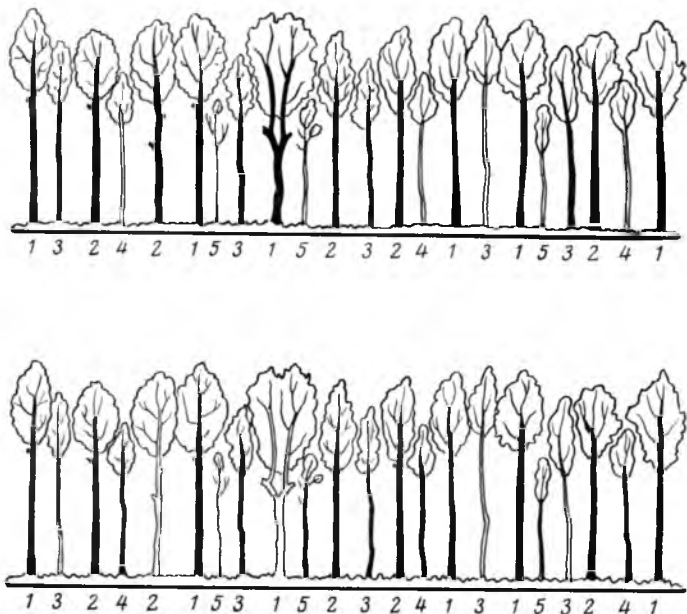


Рис. 162. Схемы низового и верхового прореживания по Денглеру.

Вверху — умеренное низовое прореживание. Удаляются все отмершие и отмирающие деревья (5), угнетенные, но жизнеспособные (4), более слабые из верхнего полога (3). *Внизу* — умеренное верховое прореживание. В качестве деревьев будущего намечают лучшие деревья I и II классов Крафта; удаляют худшие деревья этих же классов, а также представителей III класса, если они охлаждаватели, тертики, больные или конкурируют с лучшими деревьями. Сохраняются все деревья подчиненного яруса. У оставляемых деревьев стволы зачернены.

может дать значительный выигрыш. Экономисты подсчитали, что он может составить 10—20%, а в некоторых случаях — и больше от дохода главного пользования.

Выше уже отмечалось, что, удаляя угнетенные деревья, тем самым улучшают рост остающихся, ибо наличие хотя и ослабленных соседей все же отнимает у деревьев I—II класса Крафта часть ресурсов и в некоторой степени задерживает их рост. Кроме того, устранение заглушенных и больных деревьев улучшает гигиенические условия леса.

Приведенными самыми общими примерами иллюстрируется случай, когда лесовод регулирует естественный процесс, совершающийся в том же направлении и без его участия. Но, идя следом за самоизреживанием, удаляя только угнетенные деревья, лесовод еще не вмешивается активно в процесс, а повинуетя указаниям природы. Те деревья, которые природа выдвигает в качестве представителей большой энергии роста, остаются неприкосновенными на том основании, что из числа этих элементов со временем сложится главное пользование.

Только что изложенный принцип следования природе носит название **низового прореживания** («Niederdurchforstung» — по-немецки, «éclaircie par le bas» — по-французски, «thinning in the lower story» — по-английски). Это название подчеркивает, что деревья выбираются из угнетенного полога древостоя или из нижних его ярусов. Слабыми прореживаниями называются такие, когда периодически рубят только деревья, принадлежащие к V классу Крафта; средними, когда убирают деревья не только V класса, но и IVб, и, наконец, сильными, когда рубят деревья, принадлежащие к IV и частично к III классу. На рисунке 162 (вверху) показана схема прореживания по низовому принципу.

Верховый принцип рубок ухода («Hochdurchforstung» — по-немецки, «éclaircie par le haut» — по-французски, «thinning in the higher story» — по-английски). Сказанное выше касалось чистых насаждений.

В чистом насаждении, даже если бы никаких мер ухода не принималось, сосна осталась бы сосной, ель осталась бы елью, так как при всех условиях господство обеспечено наиболее сильно растущим экземплярам одной и той же породы. С м е ш а н н о е насаждение вводит новый существенно важный элемент. В смешанном насаждении условия могут складываться наперекор тем целям, какие ставит лесовод. Например, в насаждении осины с дубом считают главной породой дуб, но осина растет быстрее и может в такой мере угнетать дуб, что к возрасту спелости от него останется очень мало, причем кривые и низкорослые экземпляры.

Можно привести примеры, когда борьба разных пород дает результаты, нежелательные с хозяйственной точки зрения. Много примеров на эту тему было приведено в главе 16 о смене пород. В этих случаях вмешательство лесовода крайне необходимо, и оно носит другой характер, чем описанный выше при низовых прореживаниях. Там было простое следование за процессом естественного самоизреживания насаждений; здесь, наоборот, лесовод, ведущий хозяйство, активно вмешивается в ход естественного отбора, регулирует его в своих интересах. Наметив главные породы, он стремится создать им наилучшие условия роста и развития или во всяком случае защищает их от заглушения более быстрорастущими второстепенными породами.

Такая мера ухода носит название о с в е т л е н и я г л а в н ы х п о р о д. Она ставит задачу обеспечить господство главной породы в том случае, если ей угрожают вытеснением второстепенные породы и кустарники. Вопрос о наборе пород и о главных породах должен быть решен еще в раннем возрасте насаждения. Перерастание второстепенных пород является в это время наиболее опасным и наблюдается только в отсталых хозяйствах.

Принцип покровительства избранным породам может быть применен также к чистым насаждениям, где вместо избранных г л а в н ы х п о р о д объектами ухода становятся л у ч ш и е д е р е в ь я, относящиеся к одной и той же породе. При этом приходится удалять крупные деревья, если они плохие и угнетают лучшие. В лесоводстве такой способ (точнее принцип) называется в е р х о в ы м, который в отличие от низового регулирует взаимоотношения деревьев главным образом в верхнем ярусе насаждения.

Опишем ранее других возникший ф р а н ц у з с к и й способ ухода, при котором деревья делят на следующие три группы:

1) и з б р а н н и к и, или д е р е в ь я б у д у щ е г о, из них, как из деревьев с наилучшей формой ствола и кроны, должно со временем образоваться будущее спелое насаждение;

2) д е р е в ь я, « в ы п о л н я ю щ и е н а с а ж д е н и е », играющие только в с п о м о г а т е л ь н у ю роль подгона, «шубы» или почвоотенители для избранников;

3) д е р е в ь я, м е ш а ю щ и е и з б р а н н и к а м или неспособные дожить до следующего прореживания.

Уход концентрируют вокруг избранников. При уходе каждый раз решают, какие деревья считать избранными, какие нужно удалить из насаждения в интересах избранников, какие могут остаться до следующего прореживания и какие должны остаться в качестве полезного элемента подгона или «шубы» для лучших деревьев-избранников или в качестве отенителей почвы.

При верховом принципе ухода считают, что все насаждение сгруппировано из: 1) избранников, 2) деревьев, полезных им, 3) деревьев, вредных для них, 4) индифферентных. Вредные элементы чаще всего принадлежат к I и II классам Крафта. Если имеют дело со смешанными насаждениями, то не удивительно, что вредные элементы находятся в господствующем пологе, так как второстепенные породы (осина, береза и др.) в молодости нередко растут быстрее главных (сосна, ель, дуб).

И если второстепенные породы являются полезным элементом в качестве подгона, то при недостатке внимания и ухода легко обращаются в угнетателей. Поэтому в смешанных насаждениях с самого раннего возраста принято регулировать взаимное отношение пород таким образом, чтобы полезное действие второстепенных пород осталось, а вредное было устранено.

У чешских лесоводов практикуется два способа отбора деревьев в рубку при уходе за лесом: позитивный и негативный. В первом случае внимание сосредоточивается вокруг стволов, лучших по хозяйственным и биологическим признакам, и все мешающие им стволы удаляют, оставляя лишь те неудовлетворительные стволы, которые не вредят лучшим. При негативном способе внимание направляется на нежелательные для будущего древостоя древесные породы и плохие деревья, и их без колебаний удаляют. Позитивный отбор применяется в сформированных по составу взрослых насаждениях. Негативный подходит при прочистках в молодняках, при уходе за их составом, когда допустимы значительные степени изреживания, вплоть до изъятия 50—70% первоначального числа деревьев.

Как уже упоминалось, верховой принцип может применяться к чистым насаждениям на основе того обстоятельства, что деревья I и II классов Крафта неоднородны, среди них есть стволы лучшей и худшей формы. Если догматически проводить верховой принцип, то хорошо растущие, но худшие по качеству деревья вследствие своей принадлежности к хорошо растущим должны остаться на корню до спелого возраста. Но это нецелесообразно, так как прирост в этом случае откладывается на стволах плохой формы и тем самым обесценивается. Следовательно, промежуточное пользование по верховому принципу имеет то существенное преимущество, что при нем убирают худшую часть господствующих деревьев, откуда и сам способ получил название верхового.

При верховом принципе удаляют в первую очередь те господствующие деревья, которые угнетают избранников, и те из угнетенных, которые не могут дожить до следующего прореживания; остальная часть угнетенных сохраняется как подлесок, сохраняется также и часть господствующих деревьев как подгон (рис. 162, нижний ряд).

Намечающаяся при дифференциации любого насаждения двухъярусность усиливается применением верхового принципа прореживания и, наоборот, ослабляется применением низового. В первом случае лесовод не определяет числа и избранников и не отмечает их каким-нибудь знаком, это просто лучшие экземпляры главной породы или (в чистых насаждениях той же породы) те, которые образуют насаждение, деревья, лучшие по форме ствола и кроны. Они — деревья будущего. Но это вовсе не должно означать, особенно в молодом возрасте, что они же и деревья главного пользования. Ход самоизреживания или какие-нибудь случайные обстоятельства могут ухудшить форму их ствола и кроны, перевести в разряд отстающих, и тогда они перейдут в подчиненную, выполняющую часть насаждения.

Французские лесоводы различают два понятия: *sujet d'avenir* — деревья будущего и *sujet d'élite* — собственно избранники, то есть (во втором случае) та небольшая часть, которая доживет до возраста спелости и составит главное пользование.

При прореживаниях по верховому принципу стремятся к тому, чтобы усиленный прирост отлагался только на стволах лучшей формы, для чего прежде всего заботятся о правильном развитии их кроны — свободном и равномерном во все стороны, с большой ассимилирующей поверхностью и преобладанием световой листвы. Кроме того, избранники постоянно растут «в шубе», то есть окружены деревьями II яруса и подлеска. При соблюдении этих требований естественный отбор не исключается, но регулирование его отличается гораздо большей актив-

ностью, чем при низовом принципе.⁸ При верховом принципе ухода в чистых насаждениях до главного пользования доживают только деревья наилучшего роста и наилучшей формы ствола, удаляют значительную часть господствующих, не удовлетворяющих требованиям качества. Две задачи рубок ухода за лесом: 1) получение древесины; 2) воспитание леса — сливаются друг с другом то в большей, то в меньшей степени. Больше внимания элементу воспитания уделяет бесспорно верховой принцип ухода. Вместе с тем он подходит для более интенсивных форм хозяйства, позволяющих в большей мере индивидуализировать отдельные технические приемы. Низовой принцип, напротив, является признаком вялого хозяйства, заставляющего по необходимости во многих случаях довольствоваться удовлетворением тех простейших требований, которые лежат в его основании.

Большинство лиственных пород, в частности дуб, ясень, береза и осина, а также сосна в южных борах отличаются индивидуальной пестротой роста и обилием неровнорастущих (плагиотропных) особей, особенно среди 1-го и 2-го классов Крафта. Сюда относятся деревья с развилками ствола и другие, утратившие прямоствольность, а также ширококронные крупносукроватые особи, не способные дать высоко-товарных кряжей. Понятно, что к ним более подходит верховой принцип ухода. *Стройный, вертикальный рост ели и пихты, необходимость сохранения в их насаждениях равномерной полноты для очистки стволов от нижних сучьев делают в ряде случаев целесообразным применение к ним низового ухода*, с некоторыми отступлениями в отношении отдельных недостатков стволов верхнего полога, подлежащих уборке.

В таблице 7 (гл. 2) приведены данные среднего относительного представительства деревьев по классам Крафта в чистых древостоях дуба, бука, сосны и ели. Большое количество деревьев 1-го класса свойственно дубу (около 20%). Это обстоятельство, а также то, что дуб растет главным образом в смешанных и сложных насаждениях, указывает на верховой принцип, как на наиболее подходящий для этой породы. Сосна и бук занимают переходное положение, но все же более близкое по этому признаку к дубу. Ель, у которой около 60% деревьев относится ко 2-му классу роста, ближе отвечает низовому принципу.

Итак, верховой принцип ухода концентрирует внимание вокруг лучших деревьев, но лесовод избирает их из числа тех, которые выделены самой природой в процессе естественного отбора. При этом он ухаживает за всеми такими отмеченными природой экземплярами, а не только за некоторыми из них. Постепенно круг их суживается, так как самоизреживание идет своим чередом. Внедряющееся в него искусственное изреживание имеет целью благоприятствовать развитию относительно малого количества отборных стволов из большого числа деревьев будущего. При этом главными признаками для удаления деревьев являются технические дефекты: раздвоенность стволов, кривоствольность и другие, не имеющие прямого отношения в борьбе деревьев за существование.

В противоположность описанному выше верховому французскому методу лесоводы Вагенер и Фишбах заменили уход за отдельными, отмеченными краской лучшими стволами. Правда, как и французские, эти лесоводы обращали большое внимание на развитие кроны, не смешивая густоту древостоя с сомкнутостью крон, отличая выполняющие насаждения деревья от деревьев, которые должны составить главное пользование. Однако в возрасте 20—30 лет они уже отмечали около 400 лучших стволов, вырубая около них деревья таким образом, чтобы с одной стороны сохранить «шубу», с другой — дать возможность развиваться кроне как в целях увеличения поверхности листы, так и ее выгодного расположения. Здесь в отличие от французского верхового метода деревья главного

пользования отмечаются очень рано, и, следовательно, естественный отбор не только регулируется, но и заменяется искусственным. При долгой жизни леса и его сложности замена естественного отбора искусственным связана с риском. Французский способ эластичен, он дает только основную идею и никаких шаблонных указаний. В способе же Вагенера и Фишбаха утрачивается гибкость, устанавливается жесткий догматический порядок. Он идет вразрез с требованием использовать естественный отбор для воспитания древостоя.

Закрепление избранных в натуре допустимо, но лишь в позднем возрасте, когда процесс конкуренции деревьев, их естественного отбора закончился.

Новонемецкий и датский способы ухода. В конце XIX в. французский способ повлиял на постановку дела прореживания в Германии, где главенствовал низовой принцип, при котором удаляли отставшие деревья и оставляли господствующие. Теперь же, не ограничиваясь этим, стали обращать внимание на форму ствола и кроны господствующих экземпляров. Внимание лесоводов направляется в сторону ухода за лучшими стволами, и элемент использования ближе соединяется с элементом воспитательным. В соответствии с этой тенденцией была разработана классификация стволов так называемого новонемецкого метода ухода. В ней к I классу относят деревья с нормально развитой кроной и хорошим стволом, ко II классу — деревья с отклоняющимися типами крон и плохими стволами. Эта группа расчленяется в свою очередь: 1) на деревья с чрезмерно сильно развитыми кронами, очень суковатыми стволами и двойчатками; мы узнаем в них частью деревья I, частью II класса Крафта; 2) деревья с очень слабыми кронами и тонкими стволами; сюда может относиться частью III, частью IV класс Крафта; 3) деревья с угнетенными кронами: а) ущемленные, б) стесненные с обеих сторон, в) односторонние в виде флага, г) очутившиеся совсем под пологом, д) отмирающие.

Из этой классификации получило наибольшее распространение представление о деревьях типа «волок» — крупных ширококронных и суковатых деревьях I класса Крафта, угнетающих своих, зачастую лучших соседей. «Волки» подлежат удалению при всех условиях, за исключением плохо формирующихся мелиоративных посадок на песках и оврагах.

Низовой принцип называется иногда старонемецким способом в отличие от кратко описанного новонемецкого, который, однако, в существенных чертах представляет собой улучшенный и исправленный вариант старого метода. В новом методе большое внимание уделяется концентрации прироста на лучших стволах, характеру кроны, уход индивидуализируется, убирают, если это нужно, господствующие деревья.

Большое сходство с французским имеет датский способ, где различают: 1) главные стволы, которые благодаря хорошей форме ствола и кроны должны быть сохранены; 2) подчиненные, притом вредные, подлежащие удалению, так как они мешают в росте первым; 3) тоже подчиненные, но полезные, которые временно сохраняют, и, наконец, 4) индифферентные; их можно или удалить, или сохранить, в зависимости от разных условий и соображений.

Способ Борггреве. Немецкий лесовод Борггреве разработал способ рубок ухода, который может быть назван ультраверховым. Борггреве исходил из того положения, что деревья II и особенно III класса Крафта имеют наиболее стройные и полнодревесные стволы, очищенные от сучьев на большую высоту. Он предложил сосредоточить уход вокруг этой категории стволов, направляя рубку главным образом или даже исключительно на деревья I класса Крафта. Господствующие деревья, худшие по большинству своих относительных показателей качества,

способны давать ценный средномерный, а частично и крупномерный материал в порядке промежуточного пользования, то есть до главной рубки.

Какими бы экономическими соображениями ни пользовался автор рассматриваемого способа ухода за лесом, наибольший интерес в данном случае имеет выдвинутый им принцип удаления крупных деревьев I и частично II класса Крафта, ориентация на III класс с оставлением угнетенных стволов IV и V классов в почвоотеняющих (почвозащитных) целях. В качестве объекта Боргрreve избрал сосняки, где дифференциация деревьев, как известно из шкалы Крафта, очень выразительна, а III класс Крафта имеет наибольшую частоту встречаемости — 30 и выше (гл. 2).

В принципе нельзя отказать способу Боргрreve в смелости и оригинальности замысла. Главное возражение, которое было выдвинуто против его способа, — ненадежность деревьев III класса Крафта в качестве объекта для ожидаемого светового прироста. Работами Торсунова было показано, что при удалении соседей отстающие деревья слабее реагируют на осветление, чем господствующие, которые в большей мере увеличивают рост. Следовательно, была поставлена под сомнение перспективность деревьев средних классов Крафта в качестве основы для продуктивного хозяйства. Было высказано не лишнее основание предположение, что при постоянном удалении быстрорастущих экземпляров оставшиеся не смогут восполнить потерю прироста, вызванную удалением I и II классов роста. Срок технической спелости будет запаздывать, главное пользование даст значительно меньший урожай древесины.

В работах В. Г. Нестерова способ первоочередного удаления быстрее растущих стадийно-старых деревьев в принципе соответствует идее Боргрreve, но в отличие от последнего опирается на закономерности, установленные мичуринским учением. То же самое явление лежит в основе упомянутой выше новонемецкой классификации, намечающей к удалению деревья типа «волк» — ширококронные, быстрорастущие, подавляющие своих лучших по качеству ствола соседей.

Хотя идея Боргрreve не имела успеха в качестве способа промежуточного пользования, но лежащий в ее основе принцип еще ожидает своего точного изучения и экспериментальной проверки в разных условиях. Возможны такие древесные породы и местообитания, где идея, выдвинутая Боргрreve, — получение значительной доли урожая (урожая в смысле «общей продуктивности древостоя») за счет промежуточного пользования — может быть оправдана с биологической и лесоводственной стороны.

Комбинированный способ был разработан применительно к условиям лесов центральных промышленных областей Г. Р. Эйтингенем на основе датского способа в 30-х годах. Особенность этого способа — отбор деревьев в каждой густой биогруппе. Применяется он при прореживаниях и проходных рубках.

Деревья здоровые, с ровным полндревесным бессучковым или малосучковым стволом, с хорошо развитой компактной кроной оставляют для формирования древостоя. Не вырубает также деревьев полезных, выполняющих роль подгона или «шубы» для лучших, содействующих отмиранию нижних сучьев кроны у лучших деревьев главной породы, а также подлесок, выполняющий почвоулучшающую и почвозащитную роль.

При этом способе вырубает деревья любой породы и размера, если они угнетают лучшие экземпляры главной породы. Из деревьев главной породы удаляют деревья со стволами уродливой формы, суховершинные, буреломные, отмирающие и больные, способствующие распространению вредных насекомых и болезнетворных грибов, а также деревья с чрезмерно развитой кроной (типа «волк»), если только при удалении этих последних не образуется широких прогалин. Так как при комбинирован-

ном способе вырубают деревья из всех классов роста и ступеней толщины, древесный полог приобретает ступенчатое строение. Последнее может быть легко достигнуто в смешанных насаждениях.

Как видим, данный метод принадлежит к типу верховых. Главные его черты — исключительное внимание к биогруппам и стремление к созданию ступенчатого полога.

Сравнивая верховой принцип рубок ухода с низовым, нельзя оценивать любой из них как лучший для всех условий. Оценка верхового принципа как более активного также относительна, так как возможен случай, когда из насаждения выбирают все подчиненные классы роста плюс значительную часть деревьев III класса Крафта, и этот прием, относящийся к категории низовых, нельзя не назвать активным. К этому последнему приему относится, в частности, чешский способ ухода за словыми молодняками по Богданецкому, также имеющий свое обоснование (о нем будет сказано ниже). С другой стороны, ультра-верховой способ Боргреве не получил ни принципиальной, ни практической поддержки, хотя бы в каком-либо частном случае.

Следует сказать несколько слов о системах рубок ухода.

«Хозяйство на быстрый прирост». Цель этого хозяйства заключается в том, чтобы с помощью рано начатых (еще в жердянке) интенсивных прореживаний стимулировать рост деревьев по диаметру, обеспечить свободное развитие крон и такую площадь питания, какая необходима дереву в каждой его возрастной фазе. Опасность увеличения суковатости устраняется обрезкой сучьев. Полное смыкание крон не должно наступать до старого возраста. Автор этого метода Э. Гергардт рассчитывал не только поднять прирост древостоя, но главным образом ускорить наступление технической спелости у деревьев и, следовательно, снизить оборот рубки. Первая цель не была достигнута из-за уменьшенного количества стволов на гектар, вторая же достигнута вполне. Хозяйство на быстрый прирост было испытано в буковых и еловых лесах. В наших условиях на той же основе были разработаны модификации этой системы Б. А. Шустовым и Г. Р. Эйтингеном для дубрав и хвойных лесов. Они не получили широкого распространения.

Рубки ухода как метод искусственного отбора. Идеи искусственного отбора как бы сами собой включены в процесс рубок ухода: вырубается все худшее и оставляется лучшее. При этом только из семян лучших деревьев формируется новое поколение леса. Однако бесполезно вводить в самую технику ухода за лесом сознательное пользование признаками, имеющими генетическое значение, способными указывать на важные с лесохозяйственной стороны наследственные особенности древесных пород, их разновидности и сорта, на индивидуальные особенности деревьев. Речь идет не только о тех разновидностях и формах древесных пород, которые получили официальное признание в ботанической систематике, например ранние и поздние разновидности дуба, ели, бука, но и о не менее важных с лесохозяйственной точки зрения формах березы, осины, сосны и других пород, еще не получивших широкого признания и заслуженного ими внимания. Эти «более мелкие» разновидности и сорта имеют подчас не меньшее лесохозяйственное значение, чем уже установленные единицы, поскольку они являются носителями интересных для лесного хозяйства преимуществ — высокой продуктивности, лучших форм ствола и качеств древесины, выгодных экологических свойств и т. д.

На важность упоминаемых признаков у наших отечественных пород неоднократно указывал акад. А. С. Яблоков, считающий необходимым пользоваться ими в процессе рубок ухода. Известный швейцарский лесовод и друг Г. Ф. Морозова — Э. Шеделин написал книгу о «Селекционном прореживании леса» (Auslesedurchforstung, 1937). В ней он обратил внимание на следующие положительные признаки крон и стволов деревьев, дающих основание числить их в категории деревьев будущего и избран-

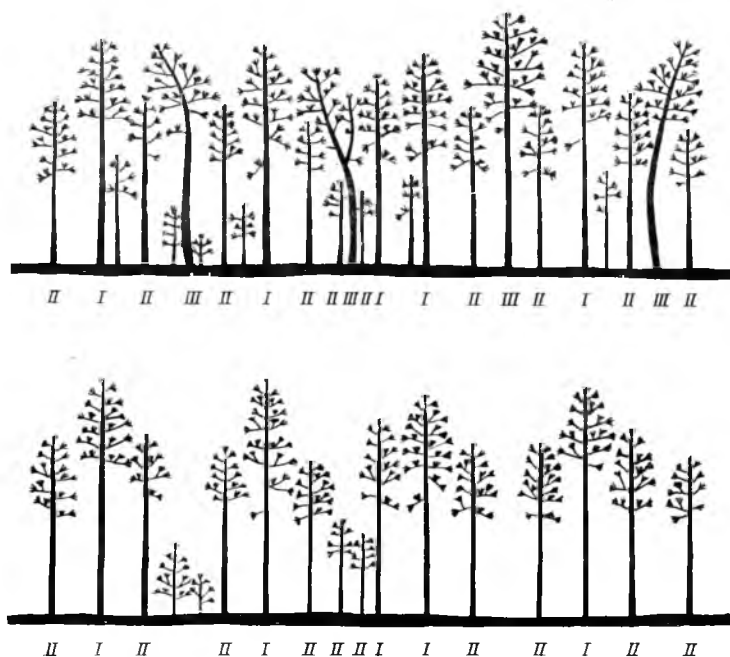


Рис. 163. Комбинированный способ рубок ухода по В. Г. Нестерову
Вверху — до рубки, внизу — после рубки.

ников: 1) ясная ось ствола, от его основания до верхушечной почки, 2) прямоствольность, 3) вертикальность, 4) отсутствие пороков, 5) правильный круглый поперечник ствола, 6) гладкий ствол без трещин и отлупов, 7) тонкие сучья и равномерное строение кроны.

Первое указание на необходимость различать узко- и ширококронные сосны сделано Киницем (1922) и впоследствии развито А. Денглером (1930), К. Рубнером (1953) и М. Шреценмайром (1957). В горных условиях, как отмечалось, ширококронных сосен совсем нет из-за подверженности их снеголому. В условиях нашей страны отбор сосен по признаку узкокронности развили А. В. Альбенский (1959), М. М. Вересин (1963) и особенно Б. Д. Жилкин, посвятивший этому вопросу ряд разносторонних исследований и монографию «Классификация деревьев по продуктивности» (1965). Узкокронные географические расы сосен характерны для более северных широт, для влажных (черничных) типов леса; они растут в высоту энергичнее, имеют древесину лучших качеств, ядровой древесины у них больше.

Аналогичные идеи в области рубок ухода развили М. Д. Данилов, П. В. Воропанов и В. Г. Нестеров. «Способ омолаживания» разработан В. Г. Нестеровым для чистых насаждений любых пород. При нем исходят из разнокачественности по физиологическому состоянию и стадиям развития деревьев в чистых одновозрастных насаждениях. При рубках по этому способу оставляют деревья стадийно (по отношению к соседнему дереву) более молодые, жизнестойкие, неповрежденные и высокопродуктивные, удаляют деревья стадийно более старые, пораженные разными болезнями, усыхающие, сильно отстающие в росте. Для классификации деревьев служит следующая схема (рис. 163). При рубках ухода по способу В. Г. Нестерова оставляют, как правило, деревья островершинные, с менее шероховатой корой (классы I, II, III), удаляют деревья туповершинные, ширококронные, с прямым или тупым углом ветвления, худшие класса III. Рекомендуются вырубать однократно 10—20% по массе. Уменьшение сомкнутости полога насаждения ниже 0,7 не допускается.

Способ В. Г. Нестерова вызвал ряд критических замечаний, указывающих на необходимость исследовательской и опытной проверки его классификации. С другой стороны, Б. Д. Жилкин, относящийся критически к классификации В. Г. Нестерова, признает что «стадийно-старые» ширококронные деревья В. Г. Нестерова относятся к категории ширококронных деревьев, рекомендуемых всеми для удаления. В известной новонемецкой классификации деревья этого типа относятся к категории «волк», подлежащей удалению.

При рубках ухода лесоводы имеют дело с древесными ценопопуляциями, зачастую очень пестрыми. Поэтому уместно при всех условиях считаться с необходимостью разносторонней оценки всех форм, составляющих популяцию, и применения к ним сознательного отбора для улучшения состава, продуктивности и качественной ценности древостоя.

Учение о возрастных этапах воспитания леса. Русской лесоводственной науке принадлежит приоритет в важнейшей проблеме воспитания леса — его периодизации по возрастным этапам жизни насаждения. Это учение способствовало углублению теории и коренной рационализации практики рубок ухода. Выше упоминалось, что основателями его являются В. Я. Добровлянский и Г. Ф. Морозов. В самом конце прошлого века (1899) оно вошло в общепринятую технику ухода, сделалось ее важнейшим содержанием.

В течение своей жизни насаждение проходит три фазы роста и развития: 1) формирование состава насаждения, нормально происходящее в самой первой фазе возраста — в молодняке после его смыкания; 2) формирование кроны и стволов, происходящее в жердняках и средневозрастных насаждениях, и 3) развитие прироста по диаметру в фазе затухания прироста в высоту и так называемого естественного изреживания, что соответствует средневозрастным и приспевающим насаждениям.

Рубки ухода в молодняках носят название осветлений и прочисток и имеют главной задачей уход за составом насаждения, обеспечение господства главной породы. Рубки ухода во второй фазе — в жердняках и средневозрастных насаждениях — носят название прореживаний и имеют своей основной задачей уход за формой ствола и кроны. Рубки ухода в приспевающих насаждениях называются проходными и имеют главной задачей уход за приростом по диаметру, обеспечение светового прироста лучшим деревьям.

Уход за составом, проводимый в молодняках, носит название прочисток, а самая первая его фаза, проходящая в возрасте до 10 лет, — осветление ценных пород. Цель этих мер ухода — удаление нежелательных примесей, покровительство главным породам, создание для них «шубы», но с предохранением их от перерастания второстепенными породами. Из сказанного, естественно, вытекает, что при прочистках вырубает по преимуществу господствующие деревья, не принадлежащие к главным породам, но угрожающие им угнетением и вытеснением. При осветлении дуба приходится «садить на пень» граб, липу, лещину и другие кустарники, козью иву, осину, березу и ряд других древесных пород. При осветлении ели и сосны удаляют березу и осину.

Собственно прочистки крайне необходимы также и в чистых перегушенных молодняках с тонкими вытянувшимися стволиками. Им угрожает навал снега и ожеледь. Способ ухода за молодыми ельниками, разработанный чешским лесоводом Богданецким (1880), сводится к низовому, но в конечном итоге сильному изреживанию густых еловых молодняков с оставлением более крупных стволиков в количестве 2000—3000 на 1 га. Это способствует значительному приросту по диаметру и повышает устойчивость ельников против снеговала. При своевременных и сильных прочистках повышается также устойчивость перегушенных

осняков, дубняков и других молодняков и жердняков, которым угрожает снеголом или снеговал. Способ Богданецкого следует назвать ультранизовым.

Различают два вида прочисток: сплошную и коридорную. При сплошной прочистке стремятся к освещению всех экземпляров главной породы, при коридорной ставят ограниченную задачу — оказывать покровительство только определенному числу экземпляров главной породы, которые притом размещают в порядке, удобном для проведения ухода.

Возник коридорный метод в Тульских засеках на лесосеках, где высаживалось 2400 дубков на 1 га. Появившаяся в таких условиях обильная поросль лиственных пород являлась, с одной стороны, желательным и необходимым подгоном, с другой — при отсутствии ухода она заглушала высаженный дуб. При посадке рядами и последующем осветлении дубков свободные вокруг последних пространства сливались в общий коридор, который, однако, не должен быть широким, иначе не будет осуществляться подгон. Впоследствии автор этого способа А. П. Молчанов рекомендовал проводить посадку с запозданием, чтобы дать лесосеке *приспеть*, то есть покрыться порослью. Как только это осуществлялось, надо было прорубать коридоры среди поросли, в которые, как в «шубу», высаживали дубки. Само собой разумеется, что коридорный метод более примитивен, чем сплошная прочистка, но он был технически применим и экономически доступен. Когда хворост еще не имеет сбыта и прочистки не могут себя окупить, производство несет большие расходы на осветление дуба. Сокращение расходов, проведение осветлений ценных пород на больших площадях молодняков возможно в таких случаях с помощью коридорного способа. При нем удастся спасти гораздо меньшее число экземпляров ценной породы, чем при сплошной прочистке. Но в упоминаемых условиях лучше поставить себе достижимую цель и работать коридорным методом, чем методом, может быть, и более совершенным, но в данных условиях неосуществимым. В идеале коридоры должны быть так узки, чтобы укутывался весь ствол дуба, кроме самой его вершины, выпуская только ее на свободу. Это условие не всегда достижимо, и коридор чаще всего бывает более или менее широким.

Как при сплошном, так и при коридорном методе уход должен повторяться периодически. Степень силы и срок повторений определяются местными условиями, входящими в состав молодняка породами и т. д. Чем раньше начинается такой уход, тем лучше.

В случае пород светолюбивых, но в первые годы жизни растущих не быстро, например дуба, нельзя ждать того времени, когда материал от прочисток окупит себя. Расход необходим, и на него надо смотреть как на всякий расход, который вовсе не должен окупаться сейчас же. Коридорный метод применяется, не только к культурным, но и к естественно возникшим молоднякам, к дубовому самосеву и подросту, освобожденному от затенения материнским пологом, но растущему совместно с породами, обгоняющими его в росте.

Экономические затруднения, на которые наталкивались при проведении прочисток и осветлений до самого последнего времени, начинают уменьшаться благодаря достижениям химии. С помощью химикатов-арборицидов можно удалять второстепенные породы, заглушающие главную. В настоящее время с успехом применяется при осветлениях хвойных молодняков аэрозоль бутилового эфира и другие химикаты. При дозировке его 3 кг на 1 га целиком погибают деревца серой ольхи и бородавчатой березы, на 70—80% осины.

Уход за формой ствола — это *проживание* в тот период жизни насаждения, когда происходит быстрый рост в высоту и энергичное очищение стволов и сучьев. В этот период формируется ствол, поэтому нарушение сомкнутости полога нежелательно, так как оно вызовет

ослабление естественного процесса очищения от сучьев и увеличение сбежистости ствола. В эту раннюю пору важно удалить деревья плохой формы, и поэтому, будем ли мы держаться только принципов низового прореживания, то есть удалять только отставшие и отстающие деревья, или верхового прореживания, или комбинированного метода — безразлично, прореживание в этой ранней поре жизни насаждения до возраста кульминации прироста в высоту одинаково заслуживает наименования ухода за формой ствола.

Рубки ухода в этот период жизни насаждений отличаются временем начала, сроком повторения, степенью изреживания (силой вмешательства) и, кроме того, самим принципом — верховой или низовой и, наконец, их сочетаниями.

При низовом прореживании время начала проведения рубок ухода определяется тем сроком, когда в насаждении накапливается достаточное количество угнетенных деревьев или когда второстепенные породы в смешанных насаждениях начинают неблагоприятно влиять на главные породы. Тростянецкой лесной опытной станцией (Л. Н. Бобраков, 1965) установлено, что рано начатыми прореживаниями в густых насаждениях общая продуктивность свежих дубрав повышается на 10—15%. Под их влиянием повышается также и выход деловой древесины, возрастает диаметр ствола и выход крупной древесины.

Время начала рубок ухода зависит прежде всего от породы; в сосновых насаждениях раньше выделяются низшие классы роста, чем в еловых, а в последних раньше, чем в пихтовых, что определяется теневыносливостью пород (см. рис. 17, гл. 2). Условия местопроизрастания также влияют на время начала рубок, так как чем лучше местообитания, тем раньше начинается самоизреживание и тем энергичнее оно происходит.

То же самое следует сказать и относительно сроков повторения прореживаний; они лежат в пределах 5—10 лет. Повторяемость (частоту) рубок ухода, прореживаний и проходных рубок рекомендуют определять по формуле $\frac{\text{возраст древостоя}}{10}$. Однако частота отдельных изреживаний, вычисленная по этой «десятичной» формуле расчета, в ряде случаев (например, для медленнорастущих чистых древостоев) велика, и лучше пользоваться знаменателем 5 или 8. Норма выборки при разовых изреживаниях не должна превышать 50% прироста за срок, истекший после предыдущего изреживания. Изреживание в размере, превышающем 50% текущего прироста, снижает как эффективный прирост, так и эффективную продуктивность насаждения (П. П. Изюмский, 1966) ¹.

Что же касается степени изреживания, то общим правилом является соблюдение постепенности, то есть следует начинать со слабых прореживаний или средней силы, постепенно переходя к сильным. Превосходно правило Юнака, относящееся к прореживаниям в сосняках: начинать их следует рано, проводить часто и умеренно. При низовом способе, как уже отмечалось, степень силы прореживания связывается с классами Крафта: слабые с удалением только V класса, средние с удалением классов V и IVб и сильные с удалением всех угнетенных, то есть до IV класса включительно. Сроки повторений зависят, помимо породы и условий местопроизрастания, еще от степени прореживания, так как при умеренных прореживаниях периоды между отдельными рубками могут быть короче, а при сильных должны быть длиннее.

Когда более или менее сформирован состав насаждения и обеспечено господство деревьев с хорошей формой стволов, можно приступить к рубкам ухода, имеющим задачей поднятие прироста на стволах преобладающей лучшей формы. Этого рода уход типичен для третьего перио-

¹ Под эффективной продуктивностью древостоя разумеют запас древесины в наличном древостое, безотносительно естественного отпада деревьев и промежуточного пользования.

да жизни насаждения, когда оно уже прошло кульминацию прироста в высоту, и называется он про ход н ы м и р у б к а м и. Здесь применимы сильные степени изреживания, например при низовом методе удаление всех деревьев V—IV и части деревьев III классов Крафта. Если ствол сформирован на достаточную для данного хозяйства высоту деревьев, то уменьшение видового числа благодаря изреживанию и световому приросту не может иметь значения. Для поднятия прироста необходимо позаботиться и об улучшении развития крон. Как было упомянуто, проходные рубки этого периода заметно увеличивают диаметр стволов и могут приблизить возраст технической спелости.

Рубки простора, или рубки свободного стояния, или, иначе, рубки светового прироста, являются заключительной фазой проходных рубок и проводятся за 10—20 лет до главной рубки. Эта мера ухода вызывается необходимостью дать крупномерную древесину в более короткий срок, чем это достигается при обычных формах лесного хозяйства. Можно вырастить крупномерный лес, повышая обороты рубки. Но это невыгодно в экономическом отношении, и потому эффективнее решать задачу с помощью светового прироста.

При обычных прореживаниях или проходных рубках сомкнутость полога не нарушается или нарушается на короткий срок (не более пяти лет), после которого она восстанавливается. При рубках простора, наоборот, сомкнутость специально нарушается, притом на срок не менее десяти лет, и поэтому полнота доводится до 0,5—0,6. Благодаря такому значительному изреживанию на оставшихся деревьях резко увеличивается прирост в толщину, но откладывается он по преимуществу в нижних частях ствола, свободных от живых сучьев. Образование толстомера как раз и желательно в нижней части ствола, из которой получается самое крупное, комлевое бревно.

Сильное изреживание допустимо, однако, только в насаждениях сложных, имеющих подлесок; иначе сильным освещением почвы воспользуется светолюбивая травянистая растительность, а это может иметь отрицательные последствия для прироста. Если в насаждении отсутствует подлесок или второй ярус, то такая мера, как рубка простора, должна всегда соединяться с искусственным введением подлеска еще до начала рубок простора. Для этого в дубовые и сосновые леса вводят бук, веймутову сосну, иногда пихту, ель, лещину, бузину и ряд других кустарников. Другая особенность рубок простора состоит в том, что они могут применяться только на лучших почвах — в дубравах, сложных суборях, раменах. В борах и суборях, а также на сырых и заболоченных местобитаниях они не могут дать желательного эффекта.

Рубки простора применяются в дубовых и сосновых насаждениях упомянутых типов леса, начиная с приспевающего возраста. В насаждениях, воспитанных по французскому или комбинированному способу, рубка простора проводится по низовому принципу. В несколько приемов удаляют деревья IV, III и частично II классов Крафта; выбирают до половины запаса. Световой прирост получается не только благодаря большому доступу света, тепла и влаги, быстрому разложению подстилки и уменьшению конкуренции крон и корневых систем, но и лучшего развития крон.

Воспользоваться световым приростом можно двояко: или выделяя в особое хозяйство с повышенным оборотом рубки и системой сильных прореживаний целые насаждения на лучших почвах, или делая объектом хозяйственного ухода только отдельные деревья. Последнее опять-таки может применяться двояко: или простым оставлением так называемых резервных деревьев на второй оборот, или оставлением таких же деревьев, но с предварительной их подготовкой к свободному стоянию более сильными прореживаниями около них, чем во всем насаждении. В последнем случае еще в относительно молодом возрасте (50—60 лет) намечают необходимое число лучших деревьев на гектаре. Их отмечают каким-нибудь

знаком для того, чтобы во время проходных рубок на них обращать особое внимание. В этом случае возможный упрек в догматизме был бы неуместным, так как фиксация деревьев осуществляется в том возрасте, когда формирование стволов и крон закончилось.

Борьба с суковатостью деревьев и насаждений строго логически не входит в понятие рубок ухода, так как единственный практический способ последних — изреживание насаждений — увеличивает суковатость у оставшихся деревьев. Что же касается удаления суковатых деревьев в порядке рубок ухода, то оно не может быть отнесено по крайней мере к радикальным способам борьбы с суковатостью. Однако в условиях интенсивного хозяйства удалять сучья надо во время рубок ухода, устраняя вызываемую ими излишнюю суковатость.

Естественное очищение стволов от ветвей и сучьев делится на две стадии: 1) отмирание ветвей (образование сучьев) и 2) опадение сучьев. Отмирание нижних ветвей вызывается недостатком освещения. Чем гуще насаждение, тем быстрее идет этот процесс. Сучья опадают от разных причин, но преимущественно под влиянием медленного гниения и тления древесины у основания сучка. Исследования Н. С. Нестерова показали, что мертвые сучья у сосны могут в сухом состоянии оставаться на стволе в течение 180—200 лет. Зарастая у основания живой древесиной ствола, они обесценивают строевой материал (рис. 164). Поэтому удаление сучьев считается полезным.

Что касается удаления живых ветвей (речь идет об угнетенных или отмирающих ветвях нижней части кроны), то Н. С. Нестеров, М. Е. Ткаченко и большинство современных исследователей этого вопроса — В. П. Тимофеев, П. П. Изюмский, П. Г. Кроткевич — считают его вполне целесообразным и не опасным в отношении грибных болезней.

Выше (гл. 7) указывалось, что нижние ветви кроны слабо ассимилируют. Интенсивность фотосинтеза у них располагается ниже компенсационной точки, где фотосинтез равен дыханию. Другими словами, нижние ветви являются в большей степени потребителями, нежели производителями пластических веществ. Как показал П. П. Изюмский (1955), обрезка ветвей нижней трети кроны оздоравливает насаждение, усиливает фотосинтез,



Рис. 164. Суковатое редкостойное насаждение обыкновенной сосны, возникшее из самосева на поляне, Крымский заповедник.



Рис. 165. Борьба с суковатостью по методу П. Г. Кроткевича в сосновом насаждении. На пятом году у сосен снимаются боковые почки, и они до высоты 5—6 м растут одной верхушечной почкой. В дальнейшем снятие почек прекращается для формирования кроны. Культура смолистой сосны — *Pinus resinosa* на лесной опытной станции в Петававе, провинция Онтарио, Канада.

дыхание, отток ассимилятов и транспирацию. Несмотря на то, что расход воды с единицы оставшейся листовой поверхности у деревьев с удаленными нижними ветвями более высокий по сравнению с контролем, общий расход воды насаждением вследствие уменьшения транспирационной поверхности ниже, чем на контроле.

Удаление нижних ветвей не ослабляет прирост, а в некоторых случаях повышает его. П. Г. Кроткевич и П. П. Изюмский рекомендуют начинать удаление сучьев и обрезку нижних ветвей в 5—10-летнем возрасте древостоя.

Более радикален для борьбы с суковатостью способ П. Г. Кроткевича (1930), называемый «выращиванием бессучковой древесины». Он состоит в удалении боковых почек на протяжении будущего комлевого бревна (0—5 м). Этот способ был испытан с положительными результатами на обыкновенной сосне, на смолистой сосне (рис. 165), на тополе (рис. 166) и других породах, образующих мощные молодые побеги. Удаление боковых почек у вершинной мутовки сосны начинается на деревьях 5—8-летнего возраста, образовавших крону, которая будет главным источником пластических веществ в последующие 5—7 лет, пока центральный побег сосны не достигнет заданной высоты — 5—6 м. После этого снятие боковых почек прекращается, и дерево образует нормальную крону. Нетрудно представить себе, что на первом бревне в этом случае не будет сучьев. Таким путем может быть обеспечено получение идеальной бессучковой древесины.

Способ П. Г. Кроткевича не дал положительных результатов на соснах, образующих тонкие побеги (*P. virginiana* и др.). При росте одной



Рис. 166. Осокорь, выращенный по П. Г. Кроткевичу со снятием боковых почек до высоты 6 м.

вершинной почкой их стволы искривляются в сторону. Это, однако, не уменьшает перспективность применения данного способа на подходящих для него породах и особенно в лучших условиях местообитания. Имеющийся опыт должен быть использован и подытожен.

Рубки ухода и условия местообитания. Долгое время дискуссируемый вопрос о возможности повышения общей и наличной продуктивности древостоев рубками ухода не мог быть решен на той основе, которая была принята диспутантами — без учета условий местообитания и особенно их увлажнения. Выше было отмечено, что рубки ухода повышают общую продуктивность лесов в засушливом климате, на сухих и свежих местообитаниях, а в последнем случае — при разных климатических условиях, как засушливых, так и умеренно влажных. Что же касается влажного климата, а также влажных и сырых местообитаний, то рубки ухода в этих условиях, особенно с и л ь н ы е степени изреживания, снижают общую продуктивность насаждений. Это происходит вследствие подъема грунтовых вод, а в некоторых случаях и з а б о л а ч и в а н и я, вызванного уменьшением расхода влаги в изреженных насаждениях. Только в более сухом и теплом климате изреживание насаждений влажного и сырых типов леса не дает этого отрицательного эффекта. Исключением является черная ольха, переносящая подъем грунтовых вод и заболачивание и в ряде случаев отзывающаяся на него повышением прироста.

Рубки ухода оказывают заметное влияние на режим микроклимата и почв. Гансен (1933, 1934) установил, что период вегетации на секциях с умеренными рубками ухода начинался на 9 дней раньше, а на секциях с сильными рубками — на 15 дней раньше, чем на контроле. Объясняется это увеличенным поступлением солнечной радиации к поверхности почвы. При изреживании, как уже отмечалось, увеличивается количество осадков на поверхности почвы, по Гансену, на 7,2% при более интенсивных рубках, но примерно на такую же величину повышается испарение с поверхности почвы. Если же в конечном итоге после рубок ухода запасы влаги в почве увеличиваются (об этом свидетельствуют яркие данные И. К. Свиридовой, 1961), то это получается за счет уменьшения транспирации древостоя.

С помощью рубок ухода повышаются в почве количество и подвижность ряда питательных элементов (Са, Mg, K, P), но количество валового и подвижного азота в дубравных почвах уменьшается (П. С. Погребняк и Н. П. Мельник, 1949). При расчете на площадь питания отдельного дерева получается выигрыш от рубок ухода (Н. П. Ремезов, 1961). В целом меры ухода за лесом в сухих, свежих и влажных местообитаниях ускоряют обмен (круговорот) веществ системы почва-древостой, а это равноценно увеличению продуктивности древостоя (гл. 12).

Применение рубок ухода в насаждениях разных пород. Д у б. Какой способ ухода наиболее отвечает дубу? Следует принять во внимание большую пластичность его ствола, потребность или способность куститься, склонность к образованию водяных побегов на стволах, необходимость своевременного развития кроны, а также то, что дуб растет обычно в смешанных насаждениях, и, наконец, его светолюбие. Воспитание дуба не может обойтись без участия подгона, за которым, однако, надо внимательно следить, дабы он не превратился в угнетателя. В связи с наличием у дуба периода «сидения» в первые годы жизни весьма важен уход за составом, осветление дуба в молодняках. Но и в дальнейшем дуб должен быть объектом большего внимания, чем, например, ясень, так как из-за пластичности ствола он продолжает нуждаться в «шубе» и подгоне для выращивания стройных стволов.

Если фиксировать все внимание на формировании ствола дуба и очень поздно обратить его на надлежащее развитие кроны, то резким и неумеренным прореживанием достигают противоположного: стволы покроются водяными побегами, вершины начнут усыхать. Уход за дубом надо начинать в возможно раннем его возрасте, проводить часто и постепенно переходить от слабых степеней прореживания к сильным, сохраняя, особенно со среднего возраста, подчиненные древесные ярусы, а при их отсутствии — также и подлесок. Верховой принцип ухода, возникший в дубовых лесах Франции, как нельзя больше подходит для дубовых насаждений. «Крона на свету, ствол в затенении, а корни в свежей почве» — условия, оптимальные для дуба.

Отмеченная выше тенденция к формированию значительного количества (18—20%) прегосподствующих стволов также говорит о необходимости применения к дубу верхового принципа ухода, начиная с молодого возраста. Во влажных и сырых дубравах нельзя допускать больших выборок по массе. Что касается сухих дубрав, то они, начиная с жерднякового возраста в очень сухих дубравах (D_0) и со среднего возраста в сухих (D_1), должны подвергаться сильным степеням изреживания и проходных рубок, а в приспевающем возрасте — рубкам простора, очень для них эффективным. Во всех случаях должны быть сохранены или введены второй ярус и подлесок.

Сказанное относится к высокоствольным смешанным и сложным дубовым насаждениям. В дубовых низкоствольниках, например в дубняках суборей, применимы иные способы. В приспевающих насаждениях сухих и свежих дубрав эффективны рубки простора.

С о с н а. Прочистки в сосновых молодняках необходимы для укрепления деревцов от навала снега и ожеледи, для устранения излишней густоты. Верховой метод неприменим к чистым соснякам, так как светолюбие сосны не дает возможности воспользоваться ее угнетенными классами для образования II яруса. При использовании низового метода нужно соблюдать упомянутое выше правило Юнака: раннее начало, частое повторение, умеренная сила прореживания. Так как деревья I и II классов Крафта в сосновых насаждениях нередко образуют двойчатки и деревья типа «волк», за этим необходимо внимательно следить и удалять такие деревья возможно раньше, пока просветы от их удаления еще невелики и вокруг них есть жизнеспособные деревья, которые, оправившись от угнетения, могут их заменить. Двойчатки и лирообразные стволы сосны нельзя удалять из первого поколения мелиоративных посадок на летучих песках.

Сосновые насаждения подвержены в течение всей своей жизни стольким случайностям, что желательнее всегда иметь большее число деревьев. Так как угнетенные деревья сосны недолговечны, опасны в пожарном и других отношениях и вырубать их рано или поздно необходимо, пока они не ушли в отпад, то целесообразным выходом являются умеренные прореживания с тенденцией своевременной уборки угнетенных деревьев.

Все сказанное о прореживаниях в сосняках имеет только относительное значение, представляет собой как бы среднюю равнодействующую, касающуюся только чистых сосновых насаждений. Условия местопроизрастания сосны так различны и сочетания ее с другими породами так многообразны, что должны подробно рассматриваться в курсе лесной типологии (Е. В. Алексеев, 1928; Г. Ф. Морозов, 1931; Д. В. Воробьев, 1954).

Е л ь. Для еловых молодняков в условиях, когда распространенным способом главной рубки является сплошная с возобновлением от стен, необходимы прежде всего прочистки. В прежние времена экономические условия были таковы, что нельзя было применить их в раннем возрасте. Приходилось ждать до тех пор, пока листовая примесь или верхний ярус древостоя достигнет размеров, при которых вырубка их окупается. Благодаря теневыносливости ели и светолюбью тех лиственных пород, которые растут вместе с нею, помощь по отношению к ели можно отодвигать и на более отдаленный срок — годам к 20—30 и позже. При химических способах удаления лиственных пород прочистка становится вполне доступной и в молодняке. Освобождение ели от защитного полога лиственных пород никогда не следует проводить сразу, то есть в один прием, так как иначе ель может стать жертвой заморозков, если она еще низка, или сильной радиации, так как хвоя ее, появившаяся под пологом лиственных пород, приспособлена к фотосинтезу в условиях затенения.

Что же касается чистых ельников или ельников с небольшой примесью других пород, то здесь задачей прореживаний и проходных рубок (помимо обычных задач) должно быть воспитание ветроустойчивых насаждений. Это особенно важно в горных условиях. Для этого необходимо равномерное развитие крон и надлежащее развитие стволов в толщину. В таких случаях целесообразнее низовой метод, который может начаться с умеренных прореживаний, чтобы перейти потом к сильным рубкам.

Еловые молодняки должны быть густыми, чтобы будущие стволы не имели нижних сучьев. При переходе в жердняковый возраст целесообразны сильные изреживания по низовому способу Богданецкого, открывающие возможность интенсивного роста как в высоту, так и в толщину для оставляемых при этом лучше растущих и более стройных деревцов. Заботы о «шубе» и отенении почвы в данном случае не требуется, так как чистые ельники сами для себя обеспечивают эту функцию. Уже

уоминалось, что такие рубки повышают устойчивость ели против снеголома и бурелома.

Б у к. Период очистки от крупных сучьев нижней трети букового ствола длится до 50 лет. Поэтому необходимо сберегать большую густоту и полную сомкнутость древостоя в течение всего этого возраста. Следует очищать от сучьев стволы бука на высоту 12 м в первом бонитете, на 10 м во втором, на 8 м в третьем и на 6 м в четвертом. В возрасте до 30 лет буковый древостой из-за медленного роста находится в фазе молодняка, но к концу этого периода необходимо удалять «волков», а также глубокие (почти до основания ствола) двойчатки, большие раком стволы бука и нежелательных его спутников (козья ива, осина, береза), оставляя при этом породы, желательные в качестве примеси к буку (лиственница, ель, пихта, явор и др.). Повторяемость прочисток 2—3 года.

Прореживание проводят между 30-ю и 50-ю годами с повторением через 3 года. При этом убирают также те деревья, что и в предыдущем периоде, и, кроме того, крупносуковатые, охлестыватели, тёрщики, то есть угнетателей лучших стволов. К концу этого периода (в возрасте 50 лет) допустимо наметить избранников бука в количестве 150—200 штук на 1 га.

В следующем, третьем, периоде, длящемся от 50 лет до возраста спелости, осуществляют проходные рубки через 5—7 лет, цель которых — постепенное расширение крон у избранников при продолжающемся очищении стволов от сучьев. Выбирают деревья из господствующего полога (не избранников), сохраняя II ярус и подчиненную часть древостоя. Удаляют по преимуществу стволы суковатые, с морозобоинами, поврежденные во время валки и трелевки соседних деревьев и т. д.

ГЛАВА

20

ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ

Зарождение лесной типологии. Классификация лесов — основная задача лесной типологии. Исходной точкой для возникновения лесной типологии как самостоятельной ветви лесоводственных наук послужила появившаяся в русской лесохозяйственной практике еще в прошлом столетии идея «типов насаждения». Как возникновение идеи, так и рождение науки о типах леса осуществились в России значительно раньше, чем в других странах. Еще А. А. Нартов различал типы леса «по суходолу» и «по мокрому», подразумевая под последним термином заболоченные почвы.

От типологической классификации лесов следует отличать их морфологическую классификацию, опирающуюся на методы лесной таксации. Таксационная классификация насаждений строится на внешних и преимущественно количественных признаках: состав, преобладание пород, полнота, ярусность, деление ярусов на господствующий и подчиненный полог, добротность, бонитет, происхождение насаждений (порослевое, семенное и т. д.), продуктивность и ход роста. Таксационная характеристика является ценной основой для суждения о составе, строении и производительности леса, для оценки его местообитания. Но в тех случаях, когда практика лесного хозяйства нуждалась в том, чтобы связать все признаки леса в целое и объяснить причины разнообразия естественных насаждений, таксационная методика не удовлетворяла лесоводов. Отсюда и возникла необходимость в лесной типологии, призванной классифицировать насаждения по существенным признакам на широкой биологической и географической основе.

Зарождение идеи о «типах насаждения» обязано обстоятельствам в значительной мере внешним, случайным по отношению к требованию развития лесоводственных наук. Лесничество и лесоустроители, которым приходилось организовывать хозяйство в естественных, мало измененных влиянием человека крупных лесных массивах, первыми пришли к необходимости выделять и описывать лес по «типам насаждений» прежде всего в интересах более быстрого решения своих технических (инвентаризационных) задач. Так, известный лесовод Н. К. Генко при проведении лесоустроительных работ в Беловежской пуще в 1889 г. впервые ввел деление насаждений на типы. Для этого он использовал народные названия и представления, вкладываемые в них местными крестьянами: бор-лядо, груд, елосмыч и др.

Несколько позднее, в 1893 г., при организации хозяйства в крупных лесных массивах Вологодской губернии лесовод И. И. Гуторович, независимо от Н. К. Генко, применил деление на типы насаждений. В статье «Заметки северного лесничего», опубликованной в «Лесном журнале» (1897), И. И. Гуторович обосновал необходимость пользоваться типами насаждений при устройстве и ведении хозяйства в лесах Севера. Он указал на крайнюю трудность удовлетворить требования устройства этих лесов, если лесовод исходит из обычных кропотливых таксационных приемов описания насаждений.

Большие площади лесных массивов, подлежащие устройству, низкая экономическая база, при которой возможна только выборочная эксплуатация лучших деревьев, недостаточное количество лесоустроительного персонала по сравнению с огромными площадями, на которых надо было проводить инвентаризацию и устройство, — все это заставляло искать иного выхода. Необходимо было опереться на простой, доступный и вместе с тем синтетический метод, позволяющий по немногим признакам оценивать состав и продукцию лесов, состояние и перспективы развития лесного хозяйства в данных условиях.

Как и Н. К. Генко, И. И. Гуторовичу помогло местное население. По этому поводу он писал в упомянутой статье: «Человек, имеющий дело с крестьянским населением северных губерний, не может не обратить внимания на то, что крестьяне, говоря о лесе, употребляют для характеристики его различные названия, свойственные данной местности. В Вологодской губернии слова: «едома», «сузём», «койдома», «ровнядь», «согра» и т. п. постоянно слышались мною, но я сперва не придавал им особого значения. Поинтересовавшись затем и спросив крестьян, я узнал, что народная мудрость давно уже справилась с интересовавшим меня вопросом и установила вполне определенные типы встречающихся на севере насаждений. Занявшись изучением этих типов, я заметил, что классификация их сделана по почве и по топографическому положению местности. Насаждение может быть молодым или старым, полным или редким, но оно во всяком случае «бор», и это название уже достаточно характеризует как само насаждение, так и почву, на которой оно произрастает».

В другом месте упоминаемой статьи И. И. Гуторович следующим образом обосновывает актуальность типов насаждений. «Северные леса весьма часто истребляются пожарами. Бороться с этим злом пока нет возможности, потому что некому тушить возникающие пожары. Лес на поврежденных огнем участках высыхает, и участок обсеменяется сначала березою. Если почва боровая, то со временем, конечно, будет там сосновое насаждение, в данное же время участок покрыт березою. Неужели подобный участок, представляющий собой прекрасное боровое место, должен быть причислен к листовым насаждениям, непригодным для выращивания сортиментов пиловочного леса? Очевидно, нет». Из этих слов ясно, что даже на заре появления типологии лесоводы стремились не к формальной констатации и фотографированию насаждений (березняк, осинник, сосняк и т. п.), а к более глубокому, научному познанию леса

как отражения его местообитания, его среды. Другими словами, они стремились не только с м о т р е т ь, но и в и д е т ь.

И. И. Гуторович разработал классификацию северных лесов, в основу которой положил народные представления о них: болото, рада, согра, ровнядь, холм, лог, биль, суболоть (табл. 47). В своей практической работе он убедился в четкости этой классификации: «не отличать борowego места от холмового может только тот, кто не желает этого сделать».

Из высказываний И. И. Гуторовича о генетической связи (общности происхождения) сосновых и березовых насаждений, о закономерной смене одних насаждений другими становится ясным, что северные лесоводы-типологи уже в свое время, в конце XIX в., ставили вопрос о коренных и производных типах насаждений, о необходимости рассматривать их в связи между собой, а не разобщенно.

В дальнейшем лесничие и лесоустроители Севера увеличили список типов леса и детализировали их описание. Сюда относятся работы Рожкова, Успенского, Бергера, Серебренникова, Битриха и др. Несколько позже описаниями типов насаждений охватывается средняя и южная полоса России. Более полная сводная классификация типов лесов Севера была дана П. П. Серебренниковым значительно позже — в 1913 г. и А. А. Крюденером в 1916 г.

Большое значение для понимания дальнейших путей развития лесной типологии имеют высказывания П. П. Серебренникова, подводящие итог первому периоду развития лесоводственной типологии. Он отметил, что рождение идеи о типах леса на Севере было связано с инвентаризационными потребностями местного г р у б о г о лесного хозяйства, с его преимущественными интересами к эксплуатации; в средней и южной России эта идея опирается на необходимость глубже разобраться в ходе естественного возобновления. П. П. Серебренников (1913) писал: *«В то время как ботаник или фитогеограф будет изучать лесные сообщества больше в отношении систематизации и классификации или территориального распространения, лесовод, несомненно, будет стараться проникнуть в условия роста этих сообществ, в причинную зависимость между фактом существования того или другого лесного сообщества и теми агентами природы (для естественных типов), которые вызвали в свет появление определенного вида сообществ»*. Из приведенного высказывания ясно, что П. П. Серебренников на первое место ставил п о з н а в а т е л ь н о е значение лесной типологии, а описательно-инвентаризационным задачам отводил второстепенное место.

Полемизируя с И. И. Гуторовичем, П. П. Серебренников подчеркнул необходимость использования состава растительности в качестве важнейшего к р и т е р и я для оценки почвенно-грунтовых условий. И. И. Гуторович выделял типы леса не по составу насаждений, а непосредственно по внешним признакам рельефа и почвенно-грунтовых условий, ибо, рассуждал он, разнообразие состава насаждений вызывается особенностями почвенно-грунтовых условий и, следовательно, при выделении типов леса нет надобности пользоваться составом и бонитетом насаждений.

По этому поводу П. П. Серебренников писал: «Непонятно, почему И. И. Гуторович и другие, полагая совершенно справедливо, что разнообразие типов насаждений вызывается главным образом разнообразием почвенно-грунтовых условий, не доводят логически свою мысль до конца; тогда само собой выилось бы заключение, что п р е ж д е всего р а з л и ч и е в п о ч в е н н о - г р у н т о в ы х у с л о в и я х д о л ж н о о т р а з и т ь с я н а с о с т а в е н а с а ж д е н и я». (Разрядка наша. — П. П.).

Таким образом, П. П. Серебренников поставил на разрешение еще один важнейший вопрос лесной типологии: что является главным критерием для оценки почвенного плодородия в лесном хозяйстве — внешние признаки рельефа и почв или состав леса? П. П. Серебренников решал

Перечень типичных для северных лесов насаждений (по Н. И. Гуторовичу, 1897)

Местное название	Состав насаждения	Топографическое положение участка	Напочвенный покров	Почва	Примечание
Болото	Совершенно чистое или поросшее корявой сосновой	Верховое, низовое и равнинное	Мхи, клюква, карликовая береза, морошка, костяника, багульник	Торфяная, глубокая	—
Рада	Корявая сосна и ель	Низкое, с некоторым уклоном	Мхи, клюква и вообще то же, что на болотах	Торфяная, глубокая	Представляет собой плотное болото
Согра	Корявая сосна, ель и береза	То же	Травянистый	Перегнойная, сырая местность кочковатая	Местность, пригодная для сенокосения
Ровиядь	Ель с незначительной примесью сосны и березы	Ровное	Кукушкин лен (долгомошник), черника	Подзол, подпочва глинистая	Лес плохой, увешан лишайником, пиловочных размеров не достигает
Холм	Ель, иногда с небольшой примесью березы	Возвышенное, холмистое	Желтый мох, грибы, брусника и реже черника	Серый суглинок, подпочва также суглинок, более плотный	Лес прекрасных качеств — гладкоствольный, оболонь тонкая
Лог	Ель с примесью березы	Низкое, логовое	Травянистый	Перегнойная, глубокая, местность кочковатая	Древесина тяжелая, красная, крупнослойная; лес хуже холмового
Бор	Сосна, иногда с незначительной примесью ели (0,1)	Высокое	Моховой или травянистый, а иногда мертвый, брусника и голубика	Песчаная, глубокая, сухая, с мелкими камнями	Лес прекрасных качеств
Биль	Сосна и ель в разных пропорциях смещения	Высокое, местность сухая	Мхи, брусника и черника, съедобные грибы	Глинистая, цветом беловатая. В дождливое время к ней прилипает нога	Лес высокоствольный; если есть примесь осины, то сосна часто поражается «губою»
Суболоть	Сосна, иногда с незначительной примесью ели и березы	Ровное	Мхи и багульник	Песчаная, глубокая, сырая	Лес высокоствольный, древесина дряблая, крупнослойная, часто поражена гнилью

поставленный вопрос в пользу состава насаждений как главного критерия. Это мнение П. П. Серебренникова вполне созвучно с высказыванием К. А. Тимирязева (1905), который, полемизируя с современными ему почвоведом-морфологами, указывал, что не следует видеть в почве само-довлеющий предмет изучения, что «значения свойств почвы получает смысл лишь с того момента, когда нам становится понятным их значение для растения».

Рассмотрим вкратце основное классификационное построение П. П. Серебренникова (1913).

Схема типов насаждений лесов севера

I. С преобладанием сосны		III. С преобладанием лиственницы	
А. По суходолу:	Б. По мокрому:	А. По суходолу:	Б. По мокрому:
1. Бор-беломош- ник.	4. Сурадок.	12. Новина.	13. Уйта.
2. Бор-ягодник.	5. Суболоток.		
3. Бор-островной.	6. Рада.		
	7. Моховое бо- лото.		
II. С преобладанием ели		IV. Смешанные, с преобладанием хвойных	
А. По суходолу:	Б. По мокрому:	А. По суходолу:	
8. Холм-рамень.	11. Согра.	14. Бплъ.	
9. Ровнядь.		15. Черничник.	
10. Лог.			

Классификация И. И. Гуторовича является простым перечислением девяти наиболее распространенных на Севере типов леса с указанием их важнейших признаков: состава насаждений, рельефа, почвенного покрова, почвы и лесоводственных свойств. В классификации П. П. Серебренникова приведено 15 типов насаждений, распределенных на группы по признаку господства пород (сосна, ель, лиственница, сосна с елью), а в пределах групп по увлажнению. Увлажнение почвы П. П. Серебренников считал главным фактором разнообразия лесов Севера. Он принимает установленные еще А. А. Нартовым две большие категории увлажнения: А — «по суходолу» и Б — «по мокрому». В наиболее разнообразной группе сосновых типов леса Серебренников различал семь более дробных, чем у И. И. Гуторовича, категорий увлажнения: три в пределах суходолов и четыре в пределах заболоченных почв.

Следовательно, классификация П. П. Серебренникова уже содержит в элементарной форме принцип деления типов леса на категории увлажнения и богатства почв. Как было отмечено, увлажнение в ней представлено двумя крупными категориями, что же касается богатства почвы, то оно дано в неразвернутой по своему содержанию категории «преобладающей породы» — от сосны через ель к лиственнице и смешанным насаждениям. Приведенные выше высказывания П. П. Серебренникова о роли состава пород как «показателя почвенно-грунтовых условий» не оставляют сомнений в том, что под категорией состава пород он подразумевал именно фактор почвенного плодородия, тем более что категории влажности классифицированы им отдельно.

Учение о типах насаждений Г. Ф. Морозова. В самом начале своей деятельности, примерно с 1901 г., проф. Г. Ф. Морозов обратил особое внимание на работы северных лесничих и лесоустроителей, рассматривая их как важнейшее событие в лесоводстве того времени и зародыш нового типологического направления в лесоводстве. Хотя и до Г. Ф. Морозова отдельные лесоводы-ученые высказывали мысль о необходимости деления леса на некоторые общие единицы, подобные «типам насаждения» (Н. В. Шелгунов, А. Ф. Рудзкий, Д. М. Кравчинский и др.), но именно под влиянием Г. Ф. Морозова эта идея, опирающаяся на соб-

ранные лесоводами материалы, приобрела научное содержание и получила в его работах и работах его учеников широкое развитие.

По мнению Г. Ф. Морозова, краеугольным камнем лесной типологии является провозглашенная им борьба с «генеральными правилами» старого лесоводства. В ряде своих книг и статей, особенно в «Учении о лесе» и «Учении о типах насаждений», Г. Ф. Морозов критиковал господствующий лесохозяйственный шаблон, показывая на многочисленных примерах, насколько успех всякого лесохозяйственного мероприятия «зависит от условий места и времени». Он подчеркивал, что отрицательные результаты применения новой лесохозяйственной техники получаются чаще всего в тех случаях, когда игнорируют природу леса, особенности древесных пород и условий местопроизрастания, когда придерживаются «генеральных правил», требующих всюду одинаковых мероприятий, «лечащих все болезни по единоспасующим рецептам».

Г. Ф. Морозов был не только выдающимся ученым-мыслителем и знатоком природы леса. Выступая против засилия иностранных шаблонов в русском лесном хозяйстве, он боролся за создание отечественного лесоводства. Г. Ф. Морозов писал (1905): «Наше медленнодвигающееся вперед лесное хозяйство и лесоводство, усвоив себе заподноевропейские начала, стало в последнее время все более и более обнаруживать черты самостоятельного развития... и делает попытки примениться к особенностям наших лесов и нашей страны. Один из шагов в этом направлении, определяющий собой основное направление всего дальнейшего пути, — есть... учение о типах насаждений. Мощный и первый шаг на этом пути был сделан у нас, на нашем Севере... Учение о типах выросло не только из жизни, но и притом — из русской действительности. И потребность ориентироваться среди больших пространств Севера, и потребность разобраться в вопросах возобновления наших, в значительной мере естественных лесов, и большой вопрос о возобновлении сосны в особенности, и потребности степного лесоразведения, и обесценивание нашего лесного имущества переводом насаждений во временные типы, и общая потребность знать прежде всего объект своего хозяйства,... — все это влекло последовательно и неизбежно к учению о типах леса».

Используя учение В. В. Докучаева о факторах почвообразования и дарвиновское учение об эволюции органической природы, Г. Ф. Морозов показал, что существуют породы-пионеры и породы — основные лесообразователи. Ему принадлежит ясная формулировка понятия об основных и производных (по его терминологии, «временных») насаждениях. Он мастерски воспроизвел и научно объяснил ход смены ельников, дубрав и сосняков березняками, осинниками и дубняками. Это была история обесценения русских лесов под влиянием хищнической деятельности частных землевладельцев — помещиков и капиталистов. В учении о сменах пород Г. Ф. Морозов подвел итоги отрицательного опыта применения в русских лесах иностранной лесоводственной техники, опирающейся на догматические «железные законы» и «генеральные правила», обосновываемые расчетами финансовой спелости леса, и все это вопреки биологии наших лесов, вопреки интересам их возобновления, сохранения и улучшения.

По мнению Г. Ф. Морозова, «природа леса складывается из природы пород, природы их сочетаний, природы условий местопроизрастания». Но «состав пород и сочетания их в древостой той или иной густоты, той или иной формы обуславливается прежде всего условиями местопроизрастания». Г. Ф. Морозов требовал, чтобы были установлены «различия между функциональными и основными лесообразователями, придавая последним доминирующее значение». «Природа пород, образующих насаждения, и свойств этих сложных образований — суть факторы лесообразования функциональные, зависящие от третьего или основного — условий местопроизраста-

ний»¹. «Жизнь леса может быть понята лишь в связи с условиями, в которых он живет и под непосредственным влиянием которых он находится»².

Г. Ф. Морозов считал необходимым: «не вырывать леса из его обстановки», «смотреть одновременно на лес и на почву», «забраковать принцип господства породы как основной для хозяйственного расчленения леса». Другими словами, он требовал устранить традицию смотреть на лес, как на простую группировку деревьев, считаться с тем, что лес является функцией условий местопроизрастания и может изменяться под влиянием последних, как это бывает, например, в случае временных типов, переходящих в коренные. Г. Ф. Морозов писал: «Необходимо уметь сразу смотреть и на лес и на занятую им среду; такое обобщение давно уже живет в вековой мудрости народа, крылатыми словами отметившего совокупность территории и его лесного населения, степень их соответствия друг другу в таких терминах, как *рамень, сурамень, суборь, согра и т. д.*».

Необоснованными являются многочисленные упреки, адресованные Г. Ф. Морозову за «несостоятельность» предложенного им критерия возобновляемости насаждений для выделения типов леса, за игнорирование климатического фактора и таксационных характеристик, отказ от «характеристики типов леса по составу пород», приписывание «временным типам леса» экономической малоценности за то, что Г. Ф. Морозов не дал определения типа леса и т. п. Не обоснована также попытка оправдать консервативных противников Г. Ф. Морозова тем, что они-де исходили из «естественного желания ошибочной новизной не ухудшить хорошего старого» и т. п. (М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство, 1952). При оценке роли Г. Ф. Морозова в развитии лесоводства нельзя исходить из поверхностного и предвзятого рассмотрения его деятельности, хотя она и не была лишена недостатков, но как раз тех, которые были свойственны его времени. Эти недостатки следует выяснять в интересах дальнейшего развития науки, а не для оправдания противников Г. Ф. Морозова, стоявших уже в его время на отсталых позициях.

Противопоставляя две крайности — принципы сторонников всюду обязательных генеральных правил и принципы «замыкающегося в провинциальную ограниченность местного лесоводства», Г. Ф. Морозов обоснованно указывал, что «... выходом из дилеммы, из двух крайностей генерализирующего и «местного» лесоводства может быть только путь географического или генетического лесоводства». «Местный элемент, столь ценный для лесоводства, удесятерится в своей цене, когда станет географическим элементом».

«Типы насаждений, — указывал Морозов, — мы определяем по признакам из них внешним — по рельефу и почвенно-грунтовым условиям». Типологи того времени клали в основу классификаций рельеф и типы почв, в их пределах описывали насаждения: «дубравы на деградированном черноземе», «дубравы на темно-серых лесных суглинках» и т. п. В этом сказалась слабая сторона, ибо задача смотреть на почву с точки зрения потребностей леса была разделена на две части: сначала исследовали рельеф и почву как самостоятельные явления, а затем к ним присоединяли насаждение в качестве дополняющего признака. Рассмотрение в единстве сторон, которое требовал Г. Ф. Морозов, заменялось суммой типа почв, рельефа и насаждений; одно прибавляли к другому, причем в качестве главного критерия типов леса выдвигались внешние признаки местопроизрастания, а не растительность.

П. П. Серебренников (1913) указывал Г. Ф. Морозову на то, что в его типологии «из-за почвы не видно леса» и что лесоводу для того, чтобы

¹ В другом месте книги «Учение о типах насаждений» (1930), на странице 66, Г. Ф. Морозов писал о двух основных факторах, «каждый из которых есть самостоятельный, не сводимый на другой. Это жизненные свойства пород и внешняя среда».

² Г. Ф. Морозов. Учение о типах насаждений. 1930, стр. 11—19.

объяснить лесоводственные явления, необходимо смотреть на почву с точки зрения ее плодородия. А это последнее точнее всего определяется по урожаю — по составу и бонитету древостоев.

Частная и скорее техническая, чем научная, задача выделения и описания типов леса занимала в типологических исследованиях того времени главное место; классификация же лесов мыслилась лишь на описательной, морфологической, а не экологической основе. Между тем экология включает в себя морфологический элемент, оцененный с точки зрения потребностей растения, а не взятый с одной только внешней его стороны. В лесной типологии не был поставлен вопрос о разработке собственного метода.

В связи с изложенным уместно вспомнить о том, что В. В. Докучаев предсказал возникновение научной отрасли, посвященной изучению взаимоотношений между живой и мертвой природой. Он писал, что эта отрасль «займет вполне самостоятельное и почетное место, с своими собственными, строго определенными задачами и методами, не смешиваясь с существующими отделами естествознания ни, тем более, с растекающейся во все стороны географией»¹. Лесная типология относится к очерченной Докучаевым обширной научной отрасли и не может решать своих определенных задач только заимствованной методикой, она выработала собственные методы. Это методы сравнительной экологии растений. Они изложены в главе 6 настоящей книги (Растительные индикаторы, экологические шкалы, эдафическая сетка, климатические формы и др.).

Классификация дубрав. Одним из лучших образцов типологических классификаций и подробных геоботанических описаний морозовского периода является составленная самим Г. Ф. Морозовым классификация дубрав лесостепной зоны. Она построена на основе данных, полученных при изучении таких известных в лесоводстве дубравных массивов, как Шипов лес, Таллермановская роща, Тульские засеки, Черный лес, причем главным образом двух первых. Приведем краткое описание Шипова леса Воронежской области (рис. 167).

Шипов лес тянется полосой вдоль правого нагорного берега реки Осереды — притока Дона. Ширина этой полосы составляет 5—10 км, длина около 40 км. Юго-восточной опушкой Шипов лес выходит к речной долине, где абсолютные высоты падают до 80 м над уровнем моря; северо-западная опушка выходит на высокий водораздел, где отметки достигают 280 м. Рельеф сильно расчлененный, особенно в придолинной полосе, к которой направляются балки. Почвообразующей породой почти везде является тяжелый лёссовидный суглинок, подстилаемый валунной глиной.

По данным П. В. Отоцкого (1894) и В. А. Бальц (1916), почвы располагаются следующим образом: в приводораздельной полосе черноземы, за ними ближе к долине реки последовательно идут полосы темно-серых, серых и светло-серых лесных суглинков. В придолинной полосе снова появляются черноземы, связанные с расположенными выше лесными суглинками гаммой переходных почв (узкая полоса этих черноземов на рисунке 167 не показана).

Кроме того, в Шиповом лесу были выявлены «аллювиальные почвы» в тальвегах балок, представляющие собой черноземовидный аллювий с высоким горизонтом карбонатов, и почвы солонцевато-осолоделого комплекса. Среди последних наиболее распространенными являются столбчатые солонцы безлесных полей, приуроченные чаще всего к верхним карнизам склонов. Поляны с солонцами окружены дубняками на солодах и на почвах, переходных между солодами и лесными суглинками.

Г. Ф. Морозов выдвинул следующую классификацию дубрав.

1. Дубравы на черноземе и темно-сером суглинке I бонитета. В их составе преобладает поздний дуб; ясеня

¹ В. В. Докучаев. Соч., т. VI, 1952, стр. 417.

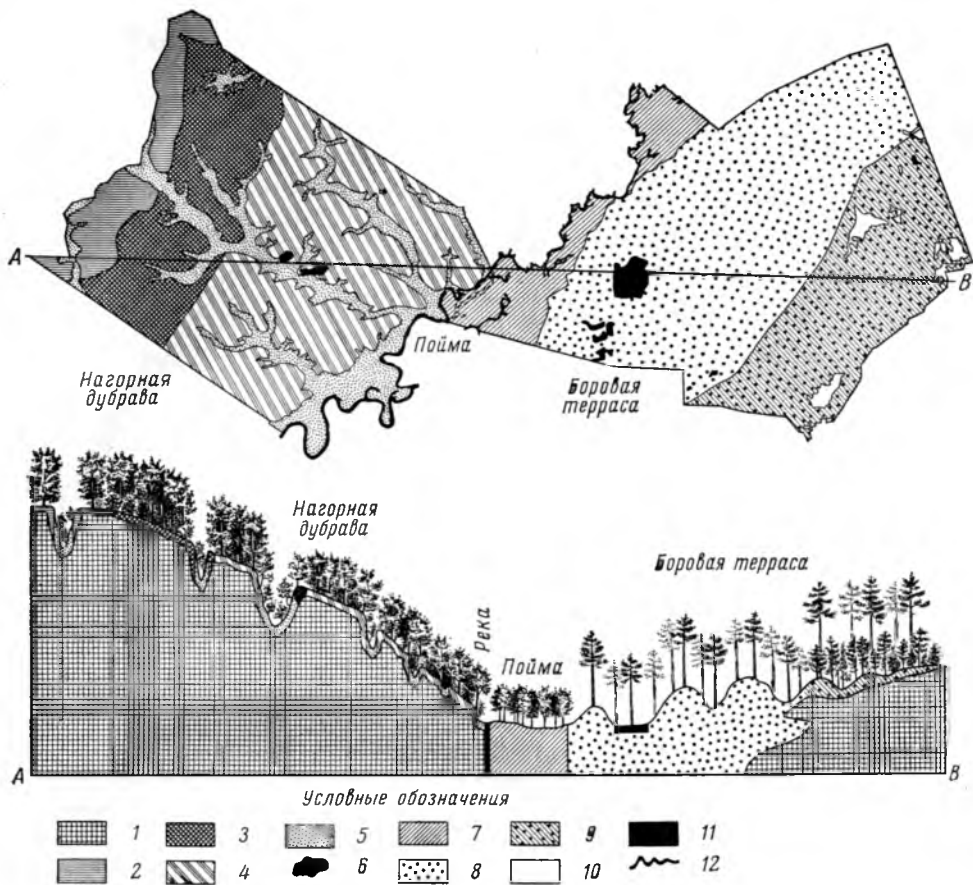


Рис. 167. Схематический план и профиль речной долины в лесостепной зоне, по Г. Ф. Морозову (Шипов лес). Экспликация:

1 — лессовидный суглинок и морена; 2 — дубравы на черноземе; 3 — дубравы на темно-серых суглинках; 4 — дубравы на светло-серых суглинках; 5 — дубравы на аллювии тальвегов балок; 6 — дубравы на солонцевых суглинках правобережья; 7 — лиственные леса на аллювиальных отложениях поймы; 8 — боры и простые субори на песчаных всхолмлениях; 9 — сложные субори на черноземовидных супесях; 10 — дубняки на тех же почвах; 11 — низинный бор по торфянику; 12 — река.

составляет 30—40% общего запаса. Второй ярус состоит из липы, кленов, ильма, подлесок — из лещины и др. В покрове преобладает сныть.

2. Дубравы на темно-серых и светло-серых лесных суглинках II — III бонитетов. Примесь ясеня невелика, встречаются те же спутники дуба, что и в предыдущем типе, однако растут они хуже. Подстилка худшего качества, но более мощная. Карбонаты расположены выше, мощность рыхлого слоя почвы меньше. В покрове наряду со снытью встречается много волосистой осоки и звездчатка.

3. Дубравы на солонцеватых суглинках. Это чистые дубняки IV бонитета, с небольшой примесью ясеня. Рыхлый слой почвы составляет 35 см, вскипание наблюдается с глубины 60 см. В покрове преобладает осока и звездчатка.

4. Дубравы на солонцах. Представлены чистыми дубняками V бонитета. Рыхлый слой почвы составляет всего 10—15 см, вскипание наблюдается с глубины 60 см. В покрове — осока, тонконог и др.

5. Дубравы в тальвегах балок с дубом высокого бонитета, но часто с господством осины. В покрове преобладает сныть, крапива, ежевика, распространен хмель.

Дубравы на черноземах (1-й тип) по всем их показателям являются мезофильными (свежими) дубравами, местами переходными к влажным D_2 , D_{2-3} . Дубравы II—III бонитетов на лесных суглинках (2-й тип), где в покрове преобладает осока волосистая (для них ошибочно указывается тот же самый покров, что и в первом типе), являются мезоксерофильными дубравами (D_{1-2}). Дубравы на солонцеватых суглинках (3-й тип) по всему составу индикаторов являются ксерофильными дубравами (сухими, D_1).

Дубравы на солонцах (4-й тип), как показали исследования и рассмотрение детальных списков растительности, составленных Г. И. Танфильевым (1911), Г. Н. Высоцким (1913) и др., имеют в своем составе немалое количество мезотрофных индикаторов, в частности красильный дроп (*Genista tinctoria*), персикolistный колокольчик (*Campanula persicifolia*), очиток (*Sedum acre*) и ряд других с у б о р е в ы х видов покрова, встречающихся здесь наряду с дубравными видами — осокой волосистой и звездчаткой. Следовательно, перед нами уже не дубрава, а тип леса с более бедной почвой — сухая судубрава C_0 . В этих условиях целесообразно сажать сосну, способную образовать здесь насаждения II бонитета. Почвы в этом случае не солонцы, а солоди, без избытка растворимых солей и кислой реакцией в верхнем горизонте.

Дубравы тальегов (5-й тип) во многих отношениях похожи на дубравы черноземов (1-й тип); это мезогигрофильные (влажные) дубравы (D_3). Они представлены нитрофильным вариантом — с крапивой, хмелем и другими азотолюбами. Дубравы тальегов отличаются от дубрав на черноземах главным образом лучшим увлажнением и иными климатическими (тепловыми) условиями — более резкой континентальностью микроклимата, вследствие чего из их состава выпадает ясень.

Разнообразие описываемых типов дубрав ранее объяснялось следующим образом. Дубравы на черноземах достигают наибольшей производительности и наиболее сложного состава потому, что почвы в данном случае мало оподзолены. По мере развития «процесса деградации чернозема» почва теряет известь, обедняется, переходит в серый или светло-серый лесной суглинок, на котором из-за уменьшающегося плодородия почвы падает производительность и ухудшается состав насаждений. Что касается «дубрав на солонцеватых почвах» и «дубрав на солонцах», то причиной плохого роста дуба здесь считалась щелочность почвы и грунта.

В действительности же причиной ухудшения состава и роста леса в описанном ряде дубрав Шипова леса выступает не уменьшение плодородия почвы (трофности), а увеличение сухости местообитаний. Об этом свидетельствуют упомянутые выше индикаторы — состав насаждения, подлеска, покрова и бонитеты насаждений. Разница в увлажнении местообитаний объясняется тем, что почвообразовательный процесс, развивающийся в условиях Шипова леса на тяжелом по механическому составу покровном суглинке, влечет за собой образование нарастающего кверху плотного, плохо водопроницаемого иллювиального горизонта. На осолоделых почвах и настоящих солодах вследствие совсем иных исходных причин этот признак уплотненности иллювиального горизонта и укороченности рыхлого поверхностного слоя выражен еще в большей степени.

В дубравах, как это впервые разъяснил Г. Н. Высоцкий (1930), главным показателем приходной части водного баланса является наибольший весенний запас влаги в почве. Он определяется количеством осенне-зимне-весенних осадков и в тем большей мере, чем глинистее и плотнее почвы. Количество зимних (снежных) осадков в Шиповом лесу относительно велико. По данным Г. Ф. Морозова (1930), летние осадки мало сказываются на запасах влаги в почве. Чем плотнее и мощнее уплотненный горизонт почвы, тем меньше глубина ее весеннего промокания и меньше запас влаги. Следовательно, ряд почв от черноземов через лесные суглинки к солодам является рядом уменьшающегося исходного (весен-

него) увлажнения. На ра с т а н и е у п л о т н е н н о с т и и л л ю в п а л ь н ы х г о р и з о н т о в и у м е н ь ш е н и е р ы х л о й в е р х н е й ч а с т и п р о ф и л я п о ч в ы (о т 125 с м в ч е р н о з е м е д о 15 с м в с о л о д я х) с о к р а щ а ю т г л у б и н у в е с е н н е г о п р о м о к а н и я п о ч в ы и в о в с е б о л ь ш е й м е р е с п о с о б с т в у ю т п о т е р е в л а г и н а с т о к и ф и з и ч е с к о е и с п а р е н и е.

Сказанное подтверждается глубинами уровней вскипания, отражающими приходную часть водного баланса почв, в частности глубину весеннего промокания (табл. 48). Оно подтверждается уменьшением количества более влаголюбивых спутников дуба, переходом господствующей роли от более влаголюбивого позднего к засухоустойчивому раннему дубу, полнее использующему весенние запасы влаги. Следовательно, основной экологический ряд дубрав Шипова леса не т р о ф о г е н н ы й, как предполагалось первоначально, а г и г р о г е н н ы й. Лишь в одном последнем звене (солоди) он смещается, кроме того, и по трофности, причем в сторону обеднения — от D к C.

Т а б л и ц а 48

Глубина залегания карбонатов (вскипание почвы от кислоты) в почвах Шипова леса (по данным Л. Г. Кирюкова и В. В. Трегубова)

Почва	Глубина вскипания (в см)		Средняя мощность рыхлого (водопроницаемого) горизонта	Гигротопы	Бонитеты дуба
	измеренные глубины	средняя			
Чернозем приводо-раздельный . . .	125, 141, 128, 132	132	125	2—3	I
Темно-серый суглинок	110, 122, 130, 108, 133	121	80	2	II
Серый суглинок . .	112, 115, 109, 117, 110	113	50	1—2	II/III
Светло-серый суглинок	88, 110, 96, 112, 94	97	30	1	III
Солодь	62, 51, 72	61	15	0	IV—V

Типы и бонитеты. Учение о типах леса Г. Ф. Морозова, с интересом принятое большинством лесоводов, встретило возражения со стороны крупного представителя лесной таксации и лесоустройства проф. М. М. Орлова. Согласно взглядам М. М. Орлова, нет надобности в типах насаждений, так как исчерпывающую оценку условиям местопроизрастания дает бонитет — показатель естественной производительности почвы.

Точка зрения М. М. Орлова была односторонней. В дискуссии с ним Г. Ф. Морозов показал, что количественной характеристики продуктивности почвы с помощью бонитетов недостаточно, так как наблюдаются случаи, когда р а з н ы е типы леса имеют о д и н а к о в ы й бонитет. Например, насаждения сухого и сырого бора в конце жизни имеют одинаковый IV бонитет, между тем как по своим лесоводственным свойствам и по ходу роста они различны. У них по-разному откладывается прирост, древесина неодинаковая по качеству, различный ход лесовозобновления и т. д. Коренной тип сырого бора — сосняк; после сплошных рубок он может замещаться березняком. Но сосняк сухого бора не может сменяться на березу.

Высоко оценивая классификации типов леса, составленные П. П. Серебренниковым (1913) и А. А. Крюденером (1916), Г. Ф. Морозов излагал на их основе также и свои представления о борах и суборах, раменах

и сураменях, с теми же разделениями на категории увлажнения. Позднее эти типологические единицы более последовательно и детально разрабатывали Г. Н. Высоцкий, Е. В. Алексеев, Д. В. Воробьев, П. П. Кожевников, В. Э. Шмидт, Д. Д. Лавриненко, П. П. Посохов и др.

Классификация Е. В. Алексеева. В своей классификации типов леса Е. В. Алексеев является продолжателем Г. Ф. Морозова, П. П. Серебренникова и А. А. Крюденера, развивая подробнее прикладную сторону. Его взгляды значительно расходятся со взглядами предшественников. Классификация Е. В. Алексеева должна быть признана оригинальной не только в том отношении, что она создана для особого географического района, но прежде всего по самой методике построения.

По Е. В. Алексееву, «тип лесного участка» — это единство леса и занятой им территории — почвы. В основу классификации он кладет те же две ординаты, что и А. А. Крюденер, — влажность и механический состав почвы. Однако Е. В. Алексеев оговаривается, что сопряженность типов леса с механическим составом почвы может быть установлена на основе исследования более глубокой почвенной толщи и что в природе существуют не только «дубравные», но и «боровые суглинки». Вводя бонитет как существенный показатель типа леса, используя виды напочвенного покрова в качестве индикаторов, считая, что механический состав почвы не всегда прямолинейно связан с лесорастительным эффектом, Е. В. Алексеев тем самым становится на точку зрения признания растительности в качестве главного критерия для оценки типов леса и их местообитаний. В этом заключается важнейшая и наиболее прогрессивная сторона его типологии.

Классификация Е. В. Алексеева построена в виде двумерной схемы с делением, согласно А. А. Нартову и П. П. Серебренникову, на две категории: 1) «типы леса по суходолу» (незаболоченные почвы), 2) «типы леса по мокрому» (сосняки, березняки и ольшаники на торфяных болотах). Типы леса по суходолу подразделяются на боры, субори, грабовые дубравы, дубравы на лесных суглинках и дубравы на черноземе с соответствующим делением каждой группы по увлажнению. Кроме того, Е. В. Алексеев (1928) впервые описывает «бучины» — б у к о в ы е л е с а к а к к л и м а т и ч е с к и е ф о р м ы д у б р а в.

Принципы установления типов по классификации Е. В. Алексеева просты и доступны, они получили широкое признание в производстве. Классификация Е. В. Алексеева использовалась как основа для разработки рациональных методов культур, ухода за лесом и для лесоустроительных работ.

Е. В. Алексеев исследовал леса, возникшие после эрозии, дефляции и длительного истощения почвы экстенсивным сельскохозяйственным использованием («временно-случайные формы типов насаждений»), обосновал иной, чем ранее существовавший, подход к культурам на этих почвах, необходимость садить сосну на смытых глинистых почвах. Он же выяснил многие стороны зависимости типов леса от механического состава почвы, показал, какое большое значение для минерального питания древесных пород имеют супесчаные и суглинистые прослойки в кварцевых песках.

В дальнейшем лесоводы — последователи Г. Ф. Морозова и Е. В. Алексеева — развили их идеи в классификациях типов леса на основе эдафической сетки и методов сравнительной экологии растений, кратко изложенных в главе 6.

Типологические единицы. Установление и формулировка типологических определений, уточнение их объемов не являются первостепенными. Конечно, задача эта не безразлична. В определениях должна быть отражена динамика леса, его многообразие и наиболее существенные (менее изменчивые, «остающиеся») черты. Для этих целей вовсе нет особой необходимости в их обилии и пространной декларации, так как лесоводы давно

уже пользуются выкристаллизовавшимися, содержательными, гибкими и точными определениями. Перечислим те из них, которые имеют наиболее частое употребление в лесной типологии.

1. **Н а с а ж д е н и е** (древостой) — группировка древесных растений в том смысле, как это разработано лесной таксацией. По бонитету, полноте, форме, строению, а также по происхождению насаждения подразделяются (таксационно) на коренные и производные, семенные и порослевые, естественные и искусственные и т. д. (ср. главу 1).

Насаждению (древостою) по объему соответствуют фитоценоз, растительное сообщество, растительная ассоциация, биогеоценоз, ценоз и другие единицы, установленные ботаниками. Насаждения и фитоценозы обозначаются двумя названиями: п е р в о е дается по господствующей породе (например, сосняк, ельник, дубняк и т. д.), в т о р о е — по господствующему виду почвенного покрова (например, сосняк лишайниковый, сосняк-зеленомошник, сосняк-брусничник, сосняк-черничник, сосняк сфагновый и т. д.; ельник-черничник, ельник-кисличник и т. д.; дубняк снытевый, дубняк осоковый и др.; березняк молиниевый; осинник майниковый, бучняк мертвопокровный и др.).

2. **М е с т о о б и т а н и е** — внутренняя среда леса. Сюда относятся почва и атмосфера в пределах насаждения, ограниченные снизу корнедоступной толщей почвы, а сверху вершинами деревьев. При этом необходимо учитывать нерезкость этих границ и взаимное влияние (взаимопереходы) внешней и внутренней среды леса.

Местообитание лесоводы понимают как категорию плодородия в широком экологическом смысле, то есть как совокупное влияние климата и плодородия почвы. Конкретная и детальная характеристика местообитания по признакам плодородия дается в понятиях: химические условия плодородия (трофотопы), увлажнение (гигротопы) и климатические условия (термотопы — общий, контрастный и др.). Как было отмечено выше, климатические формы типов леса устанавливаются в тех случаях, когда речь идет о климатической смене древесных пород, относящихся к разным ботаническим родам (например, смена дубрав бучинами); в случае же климатического замещения одного вида соседним, относящимся к тому же роду (например, смена черешчатого дуба скальным), речь идет о менее существенных изменениях климата, и можно говорить о климатических вариантах. Кроме того, местообитания характеризуются по внешним признакам и по их происхождению.

3. **Л е с** — взаимопроникающее единство насаждения и местообитания. Лес — «древостой, погруженный в местообитание», биоценоз.

Местообитание — важнейшая сторона леса. Всюду при одинаковом наборе древесных пород местообитание в конечном итоге полностью определяет состав и строение типов леса. Но следует отметить, что однородные местообитания могут быть представлены однородными насаждениями только в том случае, если перед нами естественные коренные насаждения. Чаще же всего в пределах однородных типов местообитаний находятся не только коренные, но и различные производные насаждения, а иногда даже только производные, например на месте боров — березняки, на месте дубрав — осинники и т. д. Следовательно, местообитание, как более устойчивая часть (сторона) леса, во всех случаях должна быть основой для классификации лесов. Поэтому, говоря о типе леса, удобнее всего следовать Г. Ф. Морозову и иметь в виду в составе типа леса все насаждения, коренные и производные, даже вырубки, подлежащие возобновлению, с одинаковыми исходными местообитаниями.

Следовательно, в пределах территории, относящейся к данному типу леса, различаются участки леса (лесной площади), отличающиеся по своему лесоводственному состоянию: 1) насаждения (коренные, производные, культуры и т. д.) и 2) вырубки, подлежащие возобновлению. Таким обра-

зом, тип леса является обобщенной категорией. Он отражает данное конкретное местообитание всеми своими древостоями, коренными и производными, и даже лесосеками и вырубками. Тип леса указывает лесоводу на необходимость единства лесохозяйственных мероприятий в пределах всех участков всех насаждений и вырубок, относящихся к данному типу леса. Важнейшая задача такой широкой единицы, как тип леса в изложенном здесь лесоводственном понимании — удержание связи между древостоями и их местообитанием, между коренными древостоями и производными, между древостоями и рубками и т. д.

Таким образом, тип леса является синонимом (тождеством) типа местообитания и типа древостоя, единством организмов и среды. Поэтому нет надобности создавать особую терминологию отдельно для растительности и отдельно для среды. Так, например, к типу леса «свежая суборь» (B_2) — дубовой климатической формы (в лесостепи) — должны быть отнесены все участки, представленные как коренным сосновым насаждением с дубовым ярусом, так и производными насаждениями — чистыми сосняками, дубняками и березняками. Сюда же должны войти и вырубки, по крайней мере недавние, не истощенные длительным сельскохозяйственным использованием, а также культуры любого состава, удачные и неудачные, созданные на почвах той же свежей субори. Неоднородность, пестрота насаждений этого типа леса легко устанавливается как в натуре, так и по плану лесонасаждений. Она самоочевидна и легко обнаруживается без применения типологии. Но установление принадлежности каждого участка к его типу леса, в данном случае — к свежей субори, требует квалифицированного типологического анализа и является прежде всего оценкой местообитания. Свежая суборь (B_2) означает «свежие относительно бедные почвы». На основе этой оценки лесовод может судить, насколько наличные древостои отвечают задачам максимального использования их местообитаний в хозяйственных целях, какие главные породы для них избрать, какие способы возобновления и воспитания насаждений следует в них применять.

Более дробные подразделения в пределах территории, относящейся к данному типу леса (если исключить указание на коренные и производные насаждения), не должны регламентироваться лесной типологией. Они гораздо обстоятельнее учитываются методами лесоустройства и лесной таксации, равным образом как и выбор масштаба для дробности выделов, проведение границ между участками и т. п. *Основной задачей лесной типологии является экологическая оценка естественных почвенно-климатических ресурсов лесного хозяйства, оценка дифференцированная, позволяющая разобраться в причинах того или иного состава, производительности и устойчивости насаждений.*

Более подробные сведения о системе лесоводственных мероприятий по типам леса могут быть почерпнуты из специальной литературы по лесной типологии и типам лесных культур¹.

Пойменные леса. Пойменные леса широко распространены в природе. Они расположены вдоль речных долин, от истоков до устьев рек, в виде множества сплошных и прерывистых лент. В пределах степной и полупустынной зон, в низовьях Днепра, Дона, Волги и Урала древесная растительность представлена почти исключительно пойменными лесами.

¹ Е. В. Алексеев. Типы украинского леса, изд. 2. Киев, 1929; Е. В. Алексеев. Об основных понятиях лесоводственной типологии. Киев, 1929. Д. В. Зоробьев. Типы лесов европейской части СССР. Киев, 1953; П. С. Погребняк. Основа лесной типологии, изд. 2. Киев, 1954; проф. В. Э. Шмидт. Лесные культуры в главнейших типах леса. М., 1948; Д. Д. Лавриненко, А. М. Флоровский, А. К. Ковалевский. Типы лесных культур для площадей гослесфонда. Киев, 1950; П. С. Погребняк. Общее лесоводство. М., 1963, стр. 364—386 (характеристика боров, суборей, дубрав, раменей и др., не повторенная в настоящем издании).

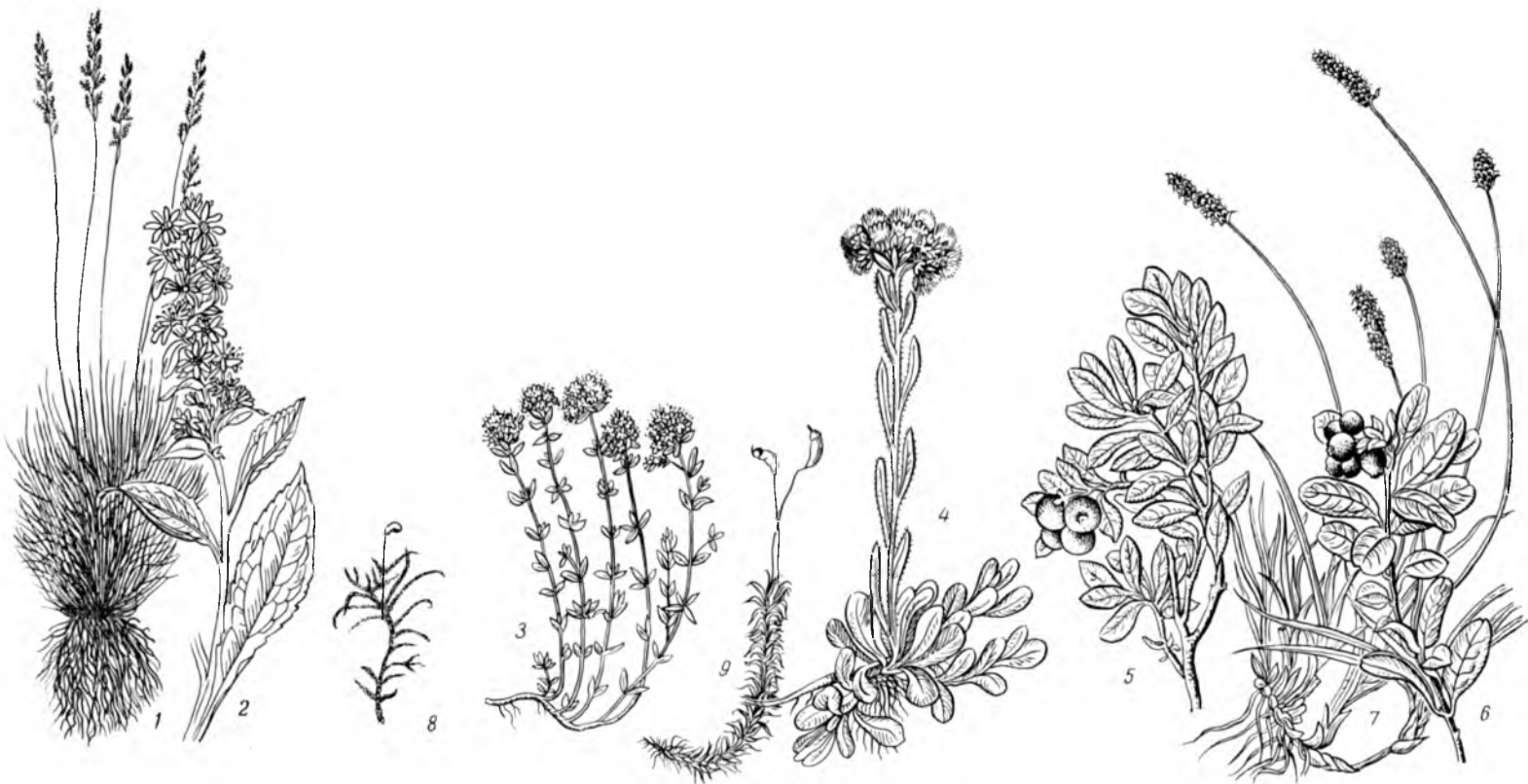


Рис. 168. Растения-индикаторы типа леса — свежий бор (A_2):

1 — овечья овсяница; 2 — золотая розга; 3 — тимьян (чабрец); 4 — кошачья лапка; 5 — толокнянка; 6 — брусника; 7 — верещатиновая осока; 8 — мох плевроциум Шребера; 9 — волнистый мох-дигранум (8 и 9 — зеленые мхи) (по Д. В. Воробьеву).



Рис. 169. Растения-индикаторы типа леса — влажный бор (А₃):

1 — вереск; 2 — молиния; 3 — черника; 4 — лапчатка-узик; 5 — плевроциум Шребера; 6 — волосистая ожика; 7 — брусника; 8 — кукушкин лен; 9 — волнистый дикранум (по Д. В. Воробьеву).



Рис. 170. Растения-индикаторы типа леса — сырой бор (А₄):

1 — голубика; 2 — сфагнум; 3 — многолистный подбел; 4 — влагалищная пушица; 5 — багульник; 6 — кукушкин лен; 7 — черника (по Д. В. Воробьеву).



Рис. 171. Растения-индикаторы типа леса — влажная суборь (B_3):

1 — перистый мох птилиум; 2 — двулистный майник; 3 — папоротник-орляк; 4 — однобокая грушанка; 5 — молиния; 6 — лапчатка-узиц; 7 — северная линнея; 8 — черника; 9 — вероника (по Д. В. Воробьеву).



Рис. 172. Растения-индикаторы типа леса — свежая дубрава (D_2):

1 — многолетняя пролеска; 2 — весенняя чина; 3 — обыкновенная печеночница; 4 — многоветковая купена; 5 — копытень, 6 — душистый ясменник; 7 — европейский подлесник (по Д. В. Воробьеву).

Рис. 173. Растения-индикаторы типа леса ольс-лог
(D₅):

1 — поручейник; 2 — болотный белокрыльник; 3 — береговая осока; 4 — желтый касатик; 5 — ложносыть-осока;
6 — болотная калужница (по Д. В. Воробьеву).





Рис. 174. Свежая суборь (B_2), коренное насаждение из сосны в I и дуба во II ярусах. В покрове ярус папоротника-орляка. Старосельский заповедник Института леса АН УССР.

Даже в пустынных областях Средней Азии поймы Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи, Чирчика и других рек покрыты тугайными (пойменными) лесами и кустарниковыми зарослями. В сухих областях возрастает хозяйственное значение пойменных лесов — единственного или по крайней мере главного местного источника древесины.

Пойменные леса формируются под влиянием тех же экологических факторов, что и леса плакоров, но сезонные режимы этих факторов иные. На плакоре они более или менее равномерны в течение года, в пойме же имеют контрастный ход, особенно режим увлажнения и почвенной аэрации. Одной из самых общих черт, заставляющих выделять пойму в особую категорию местообитаний, является контрастность (амплитудность) водного режима — смена периодов переувлажнения (паводков) периодами значительного пересыхания почв или по крайней мере верхних их горизонтов.

Второй, не менее важной отличительной чертой поймы является подвижность субстрата, вызываемая постоянным чередованием во времени эрозии и аккумуляции. В результате этих процессов почва может размываться и переотлагаться, что сопровождается резким изменением условий поселения и роста леса. Размыв может совершенно уничтожать значительные площади насаждений, подготавливая одновременно почву для их естественного образования в другом месте. Поток полых вод местами обнажает корни деревьев, местами же погребает лес под толщей рыхлого наноса.

Менее общей, но все же достаточно характерной отличительной чертой поймы является дополнительное увлажнение. Его роль постепенно возрастает по мере движения в сторону более засушливых местностей. В этих последних только эрозия и дополнительное увлажнение дают возможность лесам появляться и существовать. В результате процессов эрозии разрыхляется субстрат, устраняется конкуренция травянистых растений, создаются условия для вымывания вредных солей. Дополни-

тельное увлажнение покрывает тот водный дефицит, который имеет место на внепойменных участках степных и пустынных местностей. Хотя пойма после спада полых вод попадает как бы в зональную обстановку, однако это происходит позднее, во второй половине вегетационного периода, когда недостаток влаги уже не столь ощутителен для растительности, по крайней мере для взрослых деревьев.

Для поймы характерна ритмичная пульсация увлажнения: смены паводковых и меженных периодов. Но существенны и типичны также и периодические нарушения этого ритма, связанные с годами крайне слабых разливов. В эти годы (иногда периоды лет) может происходить массовое усыхание пойменных лесов, особенно тех, которые произрастают в южных районах среди засоленных почв.

Условия роста леса в пойме весьма разнообразны. Прежде всего как климатические, так и почвенно-гидрологические условия изменяются в направлении течения реки. В долинах главных рек европейской части СССР, текущих с севера на юг (Урал, Волга, Дон, Днепр), происходит ухудшение гидроклиматических условий роста леса по мере приближения к устью. В том же направлении нарастают длительность затопления и степень участия в аллювии мелкозема. Меженные берега становятся более низкими и пологими, дренаж ухудшается, засоленность почв увеличивается. В общем обстановка для роста леса ухудшается, лесные площади сокращаются, количество участвующих в насаждениях пород уменьшается, их бонитет падает.

Пространственные изменения лесорастительных условий поймы типичны также для ее поперечного профиля. Территорию поймы подразделяют на три зоны: 1) прирусловую зону поймы, 2) центральную пойму, 3) притеррасную пойму.

1. В прирусловой зоне процессы эрозии и аккумуляции протекают особенно энергично. Наносы здесь преимущественно рыхлопесчаные, рельеф ярко выражен в форме песчаных гряд, кос, островков, водоросин и пойменных оврагов-ериков. Характеристику этой зоны можно дополнить указанием на исключительно благоприятные условия дренажа.

2. Центральная пойма характеризуется преобладанием более мелкоземистых поверхностных наносов, повышенной плотностью почв, ухудшенным дренажем, а на юге — нередко и засолением.

3. Притеррасная пойма чаще всего представляет собой полосу заболотей с иловатыми почвами.

Однако такое разделение является лишь схематическим. Дело в том, что вся пойма прорезана системой стариц и вытянутых понижений различной глубины и конфигурации. Наряду с этим имеются всевозможные возвышенности — песчаные гряды, останцы второй террасы, кучугуры и т. д. В связи со столь большой сложностью рельефа поймы, а также неоднородностью паводкового режима, зависящего от высотного положения каждого элемента рельефа, возникла необходимость различать уровни, или вертикальные ступени, поймы, или типы

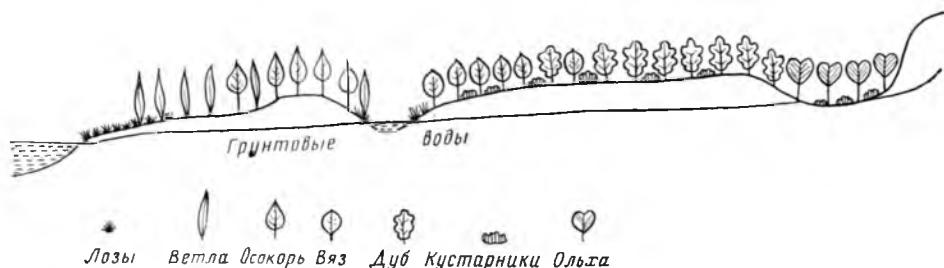


Рис. 175. Схема расположения древесных пород в пойменных лесах (по Ю. Ф. Готшалку—соавтору характеристики пойменных лесов).



Рис. 176. Гигантская ветла в Днепровских плавнях, возраст около 40 лет. Кучумовское лесничество Запорожского лесхоза.

ее гидрологических режимов. Уровни выделяются по частоте и длительности затопления, а вместе с тем и по характеру эрозионных и аккумуляционных процессов.

В прирусловой зоне для древесных пород складываются наиболее беспокойные условия произрастания; в глубине же поймы, особенно на более высоких местах рельефа, динамичность ослабляется. Наиболее уравновешенным почвенно-гидрологическим режимом отличаются участки, выходящие из полосы разливов, то есть представляющие собой переходную ступень от поймы к незаливаемой речной террасе. Кроме того, каждая из поперечных пойменных зон по мере приближения к верховью реки приобретает все более и более мягкий гидрологический режим, так как период поемности (затопления) уменьшается в этом направлении.

Наиболее низкие места возле основного русла реки и ее стариц заселены кустарниковыми ивами (лозами), в частности корзиночной и миндалелистной, а по краям заболотей — серой и пятитычиночной ивами. Широкие песчаные косы и острова нередко находятся под зарослями шелюги. Несколько выше располагаются ветловые насаждения. На богатых иловатых наносах они относятся к первому бонитету (рис. 175), на более бедных — ко второму. В первом случае обычно образуются чистые насаждения, во втором — часто с примесью осокоря. В закрытых затонах, где река во время паводка отлагает наиболее плодородный иловатый нанос, ветла развивается особенно пышно, образуя чистые, высокопроизводительные насаждения.

На песчаных гривах прирусловой зоны располагаются осокорники, представляющие собой чистые и простые насаждения. Местами

среди осокоревых и ветловых насаждений встречаются куртины серебристого тополя, редко образующего самостоятельные насаждения.

Дальше от действующего русла реки, на местоположениях, не всегда более высоких, но, как правило, отличающихся спокойным режимом, распространены вязовые насаждения — в я з о в н и к и. Здесь в связи с отложением более тонких наилок и более или менее заметным развитием процесса почвообразования субстрат приобретает новые свойства и в состав насаждений входит больше пород, к вязу примешиваются белый тополь, берест, татарский клен, терн, боярышник, крушина, шиповник и др.

При продвижении далее в глубь поймы почвы становятся более устойчивыми; параллельно с этим возрастает их плодородие, а иногда и засоленность. Такое изменение условий местопроизрастания обуславливает постепенную смену вязовых насаждений дубняками. Пойменные дубравы представляют собой смешанные насаждения, в состав которых, кроме долинного (черешчатого) дуба, входят вяз, составляющий в них зачастую II ярус, берест, обыкновенный ясень, остролистный, татарский и полевой клены, осина, липа. Граб, бук, горный дуб, явор даже в зоне своего распространения сюда никогда не проникают. Во II ярусе и в подлеске чаще всего встречаются дикая груша, реже — яблоня, ломкая и слабительная крушины, черемуха, свидина, боярышник, лещина, а также бородавчатый и европейский бересклеты.

Таким образом, пойменные дубовые леса лесостепной полосы по своему составу приближаются к плакорным дубравам, с которыми их соединяет ряд переходов. В южном направлении вследствие нарастания сухости и засоленности из состава пойменных дубняков последовательно выпадают липа, ясень, остролистный клен, осина и другие древесные и кустарниковые породы; попутно с этим падает бонитет насаждений. Но далее и дубняки становятся непостоянным членом пойменного лесного комплекса. В низовьях больших рек полоса дубняков сначала делается прерывистой, а затем примерно в северных пределах каштановой зоны совершенно выклинивается. Далее к югу, в область зоны полупустыни и пустыни, продвигаются лишь леса прируслового ряда — ветляники и осокорники.

Последним членом пойменного лесного комплекса в поперечном профиле поймы являются черноольховые насаждения (ольсы). Они обычны для заболотей притеррасной поймы, питаемых ключевыми водами, вытекающими из-под террасы. Ольшаники поймы мало отличаются от ольшаников в плакорных условиях и могут быть классифицированы по тем же типам, что и плакорные. По своим экологическим особенностям ольха не является типичным представителем пойменного леса, так как требует постоянного избыточного увлажнения. Если в некоторых условиях она составляет преобладающий тип леса на первой речной террасе, это характерно для мягкого режима рек лесных областей, а в лесостепной и южнолесной зонах — для затухающих рек и древних пойм уже исчезнувших речных артерий. Например, мертвые долины Выдра, Замглай, Ирдынь и другие в бассейне Днепра представляют собой относительно недавно (в голоцене) покинутые рекой русла, занятые сплошными низинными (ольховыми) торфяниками.

Пойменные местообитания пригодны для культуры тополей и ив. Однако пойма — не самое лучшее место для этих пород. В пойме они неспособны давать средний прирост 15—20 м³ в год на 1 га, который они производят в плакорных условиях на местах влажных и сырых дубрав (D₃, D₄) и на слегка осушенных низинных торфяниках (C₅, D₅). Плавневые леса, распространенные на ограниченных площадях в приустьевой зоне больших рек, состоят главным образом из ветляников относительно невысокой продуктивности и тростниковых зарослей.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Госполитиздат, М., 1962.
- Энгельс Ф. Диалектика природы. Госполитиздат, 1953.
- Алексеев Е. В. Рубки ухода в связи с типами леса. Киев, 1926.
- Алексеев Е. В. Лесоведение. Киев, 1929.
- Воробьев Д. В. Типы лесов европейской части СССР. Изд. Института лесоводства АН Украинской ССР, Киев, 1953.
- Воробьев Д. В. Методика лесотипологических исследований. Харьков, 1967.
- Высоцкий Г. Н. Избранные труды. Сельхозгиз, М., 1960.
- Высоцкий Г. Н. Сочинения. Изд. АН СССР, т. I и II, 1962.
- Георгиевский Н. П. Рубки ухода за лесом. 1957.
- Герасимов И. П. и К. К. Марков. Четвертичная геология. Учпедгиз, М.—Л., 1939.
- Горшенин Н. М. и Бутейко А. И. Определение типов условий местопроизрастания. Изд. Львовского университета, Львов, 1962.
- Калесник С. В. Общее земледование. Учпедгиз, М., 1955.
- Каппер О. Г. Хвойные породы. Сельхозгиз, М., 1938.
- Кптредж Дж. Влияние леса на климат, почвы и водный режим. Пер. с английского, Изд. иностранной литературы, М., 1951.
- Кравчицкий Д. М. Лесовозращение. Спб., 1883.
- Кротевич П. Г. Выращивание высококачественной древесины. Гослесбумиздат, М., 1955.
- Лавриненко Д. Д. Взаимодействие древесных пород в различных типах леса. М., 1965.
- Мелехов И. С. Рубки главного пользования. Гослесбумиздат, М., 1963.
- Мелехов И. С. и др. Руководство по изучению типов концентрированных рубок. Изд. «Наука», М., 1965.
- Молчанов А. А. Гидрологическая роль леса. Изд. АН СССР, М., 1960.
- Морозов Г. Ф. Учение о лесе, изд. III под ред. В. В. Матренинского. Госиздат, Л., 1926.
- Морозов Г. Ф. Рубки возобновления и ухода. Госиздат, Л., 1922.
- Морозов Г. Ф., проф. Учение о типах насаждений, под ред. В. В. Гумана. Сельхозгиз, М.—Л., 1930.
- Нестеров В. Г. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949.
- Нестеров Н. С. Очерки по лесоведению. Сельхозгиз, М., 1960.
- Пенев Никола. Общо Лесовъдство, Земиздат, София, 1956.
- Погребняк П. С. Основы лесной типологии, изд. II. Киев, 1954.
- Ремезов Н. П. и Погребняк П. С. Лесное почвоведение. Изд. «Лесная промышленность», М., 1965.
- Сибирякова М. Д. Типы леса лесорастительных районов. Гослесбумиздат, М., 1962.
- Сукачев В. Н. Болота, их образование, развитие и свойства. Изд. «Новая деревня», Л., 1924.
- Ткаченко М. Е. с сотр. Общее лесоводство. Гослестехиздат, Л., 1939.
- Турский М. К. Лесоводство. М., 1891.
- Эйтинген Г. Р. Избранные труды. Сельхозгиз, М., 1962.
- Яблоков А. С., акад. ВАСХНИЛ. Селекция древесных пород. Сельхозгиз, М., 1962.
- Яблоков А. С. Воспитание и разведение здоровой осины. Гослесбумиздат, М., 1963.
- Яблоков А. С. Лесосеменное хозяйство. Лесная промышленность, М., 1965.
- Яшнов Л. И. проф. Краткий курс лесоведения и лесоводства, изд. 4. М., 1931.
- Baker Frederick. Theory and Practice of Silviculture, New York, 1934.
- Dengler Alfred. Waldbau auf ökologischer Grundlage, III Auflage, Berlin, Springer Verlag, 1944.
- Gayer Karl. Waldbau, IV Auflage, Berlin, P. Parey, 1898.
- Rubner Konrad. Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, Neuman, 5-te Auflage, Berlin, 1960.
- Sokolowski Stanisław. Hodowla lasu, wyd. III, Lwów, 1930.
- Spurr Stephen H. Forest Ecology, New York, 1964.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Аальтонен В. 280
 Акопов В. И. 208
 Александров В. Г. 183
 Алексеев Е. В. 9, 34, 35, 43, 118, 119, 240, 332, 343, 350, 402, 414, 416
 Альбенский А. В. 271, 393
 Альберт Р. 325
 Анри Э. 203
 Арефьева З. Н. 258
 Арипушкина Е. В. 247
 Арнольд Ф. К. 298, 299
 Аррениус С. 112
- Бальц В. А. 410
 Барк Л. Г. 275, 326
 Бергер С. Ф. 405
 Березин А. Н. 271
 Битрих А. А. 405
 Блэнт А. 59
 Блянкмайстер Э. 356, 367, 374
 Бобраков Л. Н. 396
 Богашова Л. Г. 260
 Богданецкий Ю. 392, 394, 395, 402
 Бодров В. А. 228
 Болотов А. Т. 297
 Большаков А. Я. 55
 Боргреев Б. 390, 391, 392
 Борковский А. 219
 Борнебуш К. Г. 88
 Брикнер Э. 232
 Брокман-Еронн Г. 151
 Брынцев П. И. 214
 Бургер Г. 202
 Бурксер Е. С. и В. В. 214
 Бэкьюзис И. В. 128, 129
 Бюлер Л. 132, 141, 197
 Бялый А. М. 205
- Вагенер Г. 389, 390
 Вагнер Х. 376, 378
 Вакарони Е. 274
 Варминг Э. 101
 Васильев В. И. 335
 Васильев И. С. 202
 Векшегонов И. И. 330
 Вересин М. М. 271, 393
 Вибекке Э. 381
 Визир А. П. 246, 291
 Визнер Ю. 130, 131, 134
 Вильде С. А. 173, 247, 280
 Вильямс В. Р. 104, 105, 233
 Виртанен Г. 261, 280
 Вислиценус О. 216
 Воейков А. И. 151
 Воробьев Д. В. 124, 150, 240, 402, 414, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422
 Воронцов Д. В. 294
 Воропанов П. В. 393
 Ворошин Л. Е. 262
- Высоцкий Г. Н. 5, 6, 9, 54, 63, 73, 88, 95, 96, 99, 106, 112, 116, 117, 119, 125, 156, 173, 174, 175, 182, 188, 189, 195, 197, 199, 200, 202, 203, 206, 207, 208, 234, 240, 280, 289, 291, 298, 299, 302, 314, 326, 340, 351, 412, 414
- Габайдуллин Х. З. 184, 185
 Гаврилов Б. И. 209
 Гайер Карл 320, 326, 329, 372, 373, 381
 Гансен Г. Л. 128, 129, 401
 Гартиг Роберт 40, 309, 311, 331
 Гартиг Теодор 188
 Гаэль А. Г. 232
 Гедройц К. К. 265, 280
 Гейгер Р. 107, 161, 170
 Генко Н. К. 404
 Генри 161, 162
 Генце А. 92
 Георгиев Ж. 274
 Георгиевский Н. П. 217
 Герасимов Д. Г. 60
 Гергардт Э. 392
 Герлях Э. 216
 Геродот 61
 Гессельмани Г. 280, 309
 Гёнель Ф. Р. 188
 Гильф Г. 231, 232
 Гиляров М. С. 88
 Гиндич О. В. 166
 Гоппе Э. 197
 Гордягин С. В. 181
 Горшенин Н. М. 228
 Готшалк Ю. Ф. 202, 424
 Гофманн Г. 261
 Гоцуляк В. Д. 260
 Графф В. Е. 91, 297
 Гребе К. 101
 Гречук В. П. 58, 59
 Грибанов Л. Н. 341
 Громан 216
 Губер В. 213
 Гуман В. В. 358
 Гумбольдт А. 152
 Гурский В. В. 10, 326, 327, 328
 Гуторович И. И. 404, 405, 407
 Гюнтер Э. 101
- Данилевский 297
 Данилов М. Д. 393
 Данько В. Н. 234
 Дарвин Чарльз 37, 75, 88
 Дахнов В. Я. 289, 326
 Денисов Г. В. 368
 Денглер А. 46, 61, 148, 213, 253, 386, 393
 Джорджи Э. 292
 Дивов П. 298
 Динесман Л. Г. 94

- Длатовский А. 298
 Добровлянский В. Я. 298, 315, 355, 366, 385, 394
 Докучаев В. В. 99, 106, 182, 203, 298, 408, 410
 Дроздов О. А. 204
 Дуглас А. Э. 61
 Егоров С. В. 257
 Елисеев Л. В. 205
 Жилкин Б. Д. 261, 393, 394
 Жуков А. Б. 110, 321, 326, 369
 Журбин А. И. 271
 Журбицкий З. И. 217
 Зайцев Б. Д. 280, 348
 Замараев С. И. 311, 312
 Захаров Н. Г. 202
 Зеленский В. Р. 183
 Зелёный В. 201
 Зеров Д. К. 61
 Зражевский А. И. 89, 324
 Зражевский М. Н. 205
 Зябловский Е. 298
 Иванова Н. Е. 137
 Иванов Л. А. 132, 139, 140, 142, 145, 146, 181, 189
 Иенни 115
 Изюмский П. П. 383, 385, 396, 398, 399
 Ильинский А. И. 294
 Кадлус З. 376
 Калгин П. Г. 135, 160
 Каплуновский П. С. 10, 312, 316, 318
 Каппер В. Г. 312
 Каппер О. Г. 10
 Катрушенко Н. В. 144
 Качинский Н. А. 233
 Кашеев А. Л. 266
 Каяндер А. К. 117
 Келлер Б. А. 101, 183
 Кеппен В. 75
 Кёниг Г. 377
 Киниц М. 310, 374, 393
 Кирхнер 101
 Кирюков Л. Г. 413
 Киттредж 198
 Клаубрехт 188
 Клинцов А. П. 169
 Ключевский В. О. 62
 Кнухель О. Г. 133
 Кобендза А. 232
 Ковалевский А. К. 243, 244, 246, 255, 416
 Коваленок А. В. 215
 Ковригин С. А. 348
 Кожевников П. П. 124, 414
 Колпиков М. В. 202, 365
 Колпикова Н. М. 146
 Конардов С. 196
 Корецкая З. М. 113, 257
 Коржинский С. И. 327, 344
 Корнаковский Г. А. 364, 365
 Корчагин А. А. 41
 Корш В. 346
 Коссович Н. Л. 139, 142
 Костин С. И. 61
 Костычев П. А. 54, 182, 203, 268
 Костычев С. П. 45
 Костюкевич Н. И. 180
 Кох В. 213
 Кравков Н. П. 214
 Кравчинский Д. М. 298, 299, 335, 407
 Краснов М. А. 202, 375
 Крафт Густав 34—38, 131, 310, 311, 314, 329, 386, 387—390, 391, 392, 397, 402
 Крашенинников С. П. 297
 Кроткевич П. Г. 273, 398, 399, 400
 Крупеников И. А. 53
 Крюденер А. А. 75, 66, 240, 405, 413, 414
 Кузнецов К. И. 375
 Кузнецов В. И. 180
 Кузнецов В. Н. 204
 Купчинский Ю. Г. 94
 Лавриненко Д. Д. 10, 67, 160, 240, 258, 260, 278, 283, 324, 326, 327, 414, 416
 Лебедев А. Ф. 207
 Легкоступ 297
 Леонов Л. М. 8, 62
 Лёв Э. 101
 Лизе Ю. 232
 Литвак П. В. 109
 Лобанов А. А. 230
 Ломаева Е. Т. 59
 Ломиковский В. Я. 227, 297
 Ломоносов М. В. 297
 Лохматов Н. П. 321
 Любименко В. Н. 138, 139, 140
 Лундегорд Г. 133, 203, 212
 Лысенко Т. Д. 290
 Ляйэль 203
 Лярхер В. 141, 147
 Львович М. И. 206
 Майнеке Т. 212, 213
 Майр Г. 141, 148, 172, 173, 310
 Максимов Н. А. 183
 Малянов А. П. 244
 Мальгин Г. 297
 Мальчевский А. С. 91
 Маргвелашвили Н. С. 26
 Матренинский В. В. 146
 Матякин Г. И. 228
 Маржан М. 280
 Марченко А. Г. 361
 Махарачек 279, 281
 Медведев Я. С. 136, 137, 139, 140
 Мельник Н. Ф. 33
 Мелдерс К. 142
 Мёллер С. М. 381
 Мелехов И. С. 353
 Мигунова Е. Э. 264
 Мильков Ф. Н. 54
 Мичурин И. В. 48, 165
 Молиш Г. 290
 Молотковский Г. X. 158
 Молчанов А. А. 188, 189, 191, 197, 201, 202, 355
 Молчанов А. П. 332, 395
 Морозов Г. Ф. 5, 6, 7, 8, 20, 30, 31, 36, 43, 62, 63, 66, 99—102, 105, 126, 182, 189, 190, 197, 198, 203, 223, 225, 234, 238, 254, 268, 275, 278, 298, 299, 303, 304, 306, 310, 311, 312, 316, 317, 326, 327, 329, 333, 334, 335, 339, 342, 343, 344, 346, 355, 373, 381, 382, 385, 394, 402, 407, 408, 415

Морохин Д. И. 366
Мошков Б. С. 166
Мраз К. 280
Мэтьюз Ч. 37
Мюллер К. М. 346
Мюллер П. Э. 248

Нарбеков Б. В. 325, 368
Нартов А. А. 297, 403, 407, 414
Немец К. 280
Нестеров В. Г. 9, 311, 323, 372, 391, 393, 394
Нестеров Н. С. 6, 159, 199, 201, 224, 225, 226, 228, 298, 299, 314, 398
Никитин К. Е. 10, 73
Никольский В. И. 137, 138
Новак А. В. 316, 317
Нойвирт Г. 131, 217

Оболенский В. Н. 198
Оверстрит Д. 115
Огневский В. Д. 66, 311, 314, 315, 332, 337, 360, 361
Оныськин Н. И. 147
Оперман А. 41
Орлов М. М. 26, 27, 311, 314, 413
Отоцкий П. В. 203, 410

Панфилов Я. Д. 228
Пастернак П. С. 261, 284
Пенев Н. 67
Погребняк П. С. 61, 249, 253, 256, 263, 401, 416

Положенцев П. А. 294
Полянский Б. 279
Пономарева В. В. 248, 251
Поплавская Г. И. 266
Попова Е. И. 242
Попов М. А. 56
Посохов П. П. 10, 414
Посошков И. Т. 297
Похитон П. П. 245, 246, 337
Правдин Л. Ф. 66, 314
Пфальц В. 187
Пьявченко Н. И. 195
Пятницкий С. С. 310, 321

Работнов Т. А. 40
Рамани Э. 76, 257, 258, 280
Раменский Л. Г. 129
Раскатов П. Б. 133, 189, 205
Раунер Ю. Л. 130, 168
Рахтеенко Л. 242
Рац И. И. 202
Ревут И. В. 202
Редько Г. И. 10, 85, 261, 274, 284, 285, 326

Рейтер 101
Ремезов Н. П. 202, 237, 238, 242, 244, 248, 253, 258, 260, 263, 280, 401
Ренваль Э. 310
Риглер 197
Рихтер Г. Д. 180
Рода А. А. 115, 200, 202, 203, 204, 205, 280

Рожков, 405
Ромедер Э. 66, 85, 86
Роммель Л. Г. 252, 280
Росинский В. Г. 269
Ропина В. Д. 214
Ройс Т. 216
Рубнер К. 198, 393

Рубцов В. И. 270
Рубцов С. И. 247
Рудаков В. Е. 61
Рудаков Г. И. 312
Рудзкий А. Ф. 141, 298, 299, 407
Руднев Д. Ф. 294
Руднев Н. И. 168
Руднев Е. В. 257
Рюбель Э. 130

Сабинин Д. А. 115
Савицкий И. 375
Савич Ю. Н. 274
Самек В. 280
Свиридова И. К. 202, 401
Серебренников П. П. 240, 405, 407, 409, 413, 414

Сернандер Р. 59
Симонов Е. Ф. 171
Синская Е. Н. 41
Ситникова А. С. 217
Скаржинский В. П. 297
Скородумов А. С. 10, 195, 200, 245
Скрябин М. П. 61, 133
Соболев Л. И. 129
Соболев А. Н. 310, 311, 314, 339
Соболев С. С. 209
Соколовский М. 280
Солдатенков Г. В. 186
Солодухин Е. Д. 124
Степанов Н. Н. 198, 255, 260
Стойко С. М. 76
Стоклаза Ю. 216
Судаков А. В. 202
Сукачев В. Н. 290, 327, 344
Сурож И. И. 137, 139, 312
Сухих В. И. 40

Тамм О. 280
Танфильев Г. И. 101, 412
Теплоухов А. 298
Тимирязев К. А. 5, 129, 182, 198, 272, 407

Тимофеев В. П. 146, 245, 317, 344, 398
Ткаченко Б. В. 324, 363
Ткаченко М. Е. 9, 10, 140, 326, 346, 398, 409

Товстолес Д. И. 323
Токпи Б. П. 213, 215
Тольский А. П. 38, 199
Топчевский А. В. 209
Трегубова В. В. 413
Третьак Ю. Д. 312
Туманов И. И. 158, 166
Тургенев И. С. 159
Турский М. К. 6, 133, 137, 138, 141, 272, 298, 299, 339

Тышкевич Г. Л. 362
Тюлин А. Ф. 261
Тюрин А. В. 24, 33, 40, 61, 112, 346, 347
Тюрин И. В. 118, 248, 250, 251, 257, 280, 348

Успенский 405
Утенкова А. П. 260

Фальковский П. К. 200, 324, 326, 363
Фатер Г. 232
Федец И. Ф. 10
Фетер А. 247
Фукс Ф. 45

Фипсбах К. 389, 390
Флеров А. Ф. 327, 344
Флоровский А. М. 416
Фокель 297
Фомичев А. В. 311
Формозов А. Н. 179
Фрпкэ К. 145, 321, 354

Ходзипкий Э. 280

Цаценкпи И. А. 129
Цвзляр А. 138, 139

Чекановская О. В. 88
Чердымов Н. П. 38
Черкащенко Н. П. 90
Чермак Л. 217
Читашвили С. Ш. 130
Чони Г. П. 321
Чубатый О. В. 10, 55, 67
Чупров И. П. 346
Чупров А. Н. 334

Шабак Э. 188
Швапнах А. 310
Швердтфегер Ф. 293
Шевырев И. Я. 91
Шеделин Э. 392
Шелгунов Н. В. 298, 299, 407
Шефер-Сафонова Е. А. 190

Шидловский И. Л. 217
Шиллингер 54
Шимпер А. Ф. 181
Шмидт В. Э. 315, 346, 382, 414, 416
Шрам Д. 138
Шредер К. 216
Шрётер К. 101
Шреценмайр М. 393
Шталь Э. 140, 217, 219
Штурм В. Н. 339, 340
Шуберт Ю. 167, 168
Шумаков В. С. 244
Шустов Б. А. 40, 267, 268, 392

Эбермайер Э. 188, 196, 203, 208, 238, 243

Эвальд Э. 280
Эглите С. 286
Элькерс И. 37, 133
Энгельс Ф. 38, 208
Энглер А. 142, 143, 202
Эйдман Г. 212
Эйтинген Г. Р. 25, 36, 272, 273, 391, 392

Юнак К. 402
Юнгганс Г. 131
Юркевич И. Д. 312

Яблоков А. С. 10, 84, 271, 340, 392
Янович Т. Д. 215
Яшинов А. И. 6, 8, 9

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абиотические факторы среды 102, 103
 Адвентивные почки 76
 Азотный баланс в лесу 211
 Азотонакопители 261
 Азотособиратели 239, 260
 Азотфиксаторы 185
 Акклиматизация 165
 Алкалифилы 239
 Аллелопатия 290—291
 Альпийская опушка леса 55
 Аммонификация 283
 Анаэробизис 210
 Анаэробные микроорганизмы 186
 Анаэробные условия 252
 Анемофоры 314
 Анемохора лесная 222
 Антагонизм между древесными породами 39, 280, 328, 330
 Антропогенные факторы 102
 Архитектоника почвы 235
 Атмосферная засуха 182
 Атмосферные осадки 190, 200, 373, 377
 Аффинная фаза развития ландшафта 57—59
 Ацидофилы 239, 242
 Ацидофильные формы типов леса 242
 Аэрация почвы 109, 128, 191
- Баланс (круговорот) влаги в лесу 55, 188, 201, 203, 205—208
 Баланс минеральных питательных веществ 254
 Баланс тепла 166—169
 Безлесье степей 54—55
 Биологические методы борьбы с вредными насекомыми 90, 92
 Биологический круговорот веществ 259, 260, 264
 Биология древесных пород 373
 Биотические факторы среды 102, 103
 Биотип (см. экотип)
 Биоценоз лесной 43, 44, 105
 Биотенотические факторы 44
 Близководные местообитания 204, 205
 Болота (торфяники) 185, 194, 426
 Бонитет леса и насаждения 25—27, 234, 267, 268, 270, 322, 323, 413
 Бонитировочная шкала 128
 Боргрреве, способ рубок ухода 390
 Боровой ряд 110, 111
 Боры 110—116, 118, 126, 210, 240, 260, 262, 336, 370
 Борьба с суковатостью деревьев 398, 399
 Борьба за существование 37, 38, 101, 128, 382, 383
 Бризы лесной и полевой 226
 Бурелом 56, 224—225
 Буферный принцип смешения 289
 Быстрорастущие породы 39, 270—275, 332, 333, 355
- Быстрота роста древесных пород 265, 267, 270, 273, 274
- Валка деревьев 362
 Вегетативное возобновление 304, 307, 321
 Вегетофоры 315
 Величина урожая семян 310—315
 Верхний горизонт лесной почвы 263
 Верховой принцип рубок ухода 386, 390, 392, 401
 Весеннее промоkanie почвы 413
 Ветер (классификация по силе) 221
 Ветер в лесу 219—226, 228
 Ветляник 425
 Ветровал 223, 224, 335, 347, 359, 377
 Ветролом 224, 227—229
 Взаимотношения между породами 277—280, 330
 Видовое число 18, 271
 Влагоемкость почв 183, 190, 191, 209
 Влагодубные древесных пород 180—181, 188—191
 Влажная дубрава 268—269, 412
 Влажная суборь 336—338, 344
 Влажность воздуха в лесу 171—173, 182
 Влажность местообитания 208—210
 Влажный бор 108—112, 286
 Влияние ветра на форму дерева 223
 Влияние ветра на фотосинтез 219, 220
 Влияние леса на ветер 224
 Влияние леса на осадки 204, 205
 Внутривидовые и межвидовые взаимоотношения 39—42
 Водоохранная роль лесов 201, 203
 Водопроницаемость лесных почв 200
 Водорегулирующая роль лесов 201, 208
 Воздушные корни 187
 Возобновительная спелость почвы 315—316
 Возрастная структура леса 33—36
 Возрастные фазы древостоя 26—28, 346
 Возрастные фазы рубок ухода 394—396
 Воспособление естественному возобновлению 365—368
 Временные типы насаждений 408
 Второстепенные породы 22
 Выборочно-каемчатые рубки 365, 376—378
 Выборочно-лесосечные рубки 306, 373, 378
 Выборочное хозяйство 305, 365
 Выпотный режим увлажнения 106
 Вырапивание бессучковой древесины 397—399
 Высокоствольное хозяйство 304
 Высота деревьев 136, 146
 Вязовник 425
- Газоустойчивость древесных пород 215, 216

- Галогенные формы типов леса 242
 Гастрофоры 314
 Гелиотропизм 337
 Географические зоны лесов 117—118
 Геологические факторы 103
 Геоморфологический профиль 124
 Гигрогенный ряд лесов 110—111, 191
 Гигромезофиты 181
 Гигротопы 126, 191, 193—195, 269
 Гигрофиты 121, 181, 185, 186, 191, 193
 Гигрохора леса 174
 Гидроклиматическая роль леса 207, 208
 Гидротермические условия 118, 153
 Гидрофоры 314
 Главные древесные породы 22
 Глубина леса 15
 Глубина (мощность) почв 233—235
 Глубина почвенной толщи (ризосферы) 414
 Глубина укоренения древесных пород (шкала) 231—233
 Глубина шероховатости леса 225
 Глубоководные местообитания 204
 Гнездовой способ размещения древесных пород 210, 222, 287, 329—331, 373
 Горная поясность лесов 55
 Горные леса 55, 370
 Господствующая порода 20, 21
 Громовые окна 219
 Грубый перегной 250, 252
 Груды (грабовые дубравы) 113
 Грунтовые воды под влиянием леса 106—109, 175, 188, 200, 207—209, 240, 252, 292
 Группово-выборочные рубки 365, 369—372, 374—377
 Групповая структура древостоя 373
 Густота и продуктивность древостоев 25, 369
 Густота насаждения и влажность почв 206—207
 Густота и рост 271—275, 324
 Густота облиствения 133
 Густота оптимальная 272
 Густота стояния 17
 Датский способ рубок ухода 390
 Дауэрвальд 381
 Двучленные наносы 236
 Демутация типов леса 351, 352
 Деревья-избранники 387, 388
 Дефляция и лесовозобновление 352
 Дигрессия типов леса 292
 Диспульсивный горизонт 177, 203
 Дифференциация деревьев 34, 41, 254, 329
 Дождевые леса 49, 51, 52
 Дождевые черви 88—90, 248
 Долговечность древесных пород 14
 Дополнение естественного возобновления 331, 332
 Дочетвертичные леса 56
 Древесно-кустарниковый тип культур 289
 Древостой 20—23, 29, 33, 136, 364, 377, 379, 415
 Дубняк снытевый 115
 Дубрава влажная 412
 Дубрава свежая, сухая 127, 202, 349, 401
 Дубравы и рамени 240
 Дубравы (классификация) 113—118, 371, 410—412
 Дубравы на солонцах 410—412
 Дубравы на солонцеватых суглинках 401
 Дубравы на суглинках лесных 411
 Дубравы на черноземе 410, 412
 Дым и его влияние на лес 215
 Единство организмов и среды 100
 Естественное возобновление 34, 110, 304, 331, 332, 352, 365, 376
 Естественные древостои 22
 Естественное и искусственное изреживание древостоя 35, 329
 Естественный отбор в лесу 30, 35, 383, 385
 Жердняк 25, 27, 106, 269, 289, 321, 392, 401, 402
 Живой покров 22
 Жизнестойкость леса (см. Устойчивость леса)
 Заболачивание лесосек 193, 400
 Завязшие всходы 354
 Завязывание плодов 308
 Задержание осадков кронами 196, 197
 Закалка холодом 158
 Закладывание окон в пологе 372
 Закон увлажнения склона 108
 Заморозки 162
 Запас влаги в почве 191
 Заруб 357, 359
 Засекание семян 222
 Засоленность почвы и лес 264, 265
 Засухоустойчивость древесных пород 181—184, 383
 Защитная стадия рубки 367, 372
 Защитное значение леса 208
 Защитные лесные полосы 227—229
 Зимнеголые леса 49, 148
 Зимние осадки 178—180
 Зимний покой 159
 Зимостойкость 158
 Зольные вещества в древесных породах 237—239
 Зольность листьев 188
 Зональность лесов вертикальная 152—156
 Зональность лесов горизонтальная 148—152
 Зоофоры 314, 315
 Зооценоз 43
 Зооэдафон 88—90
 Избыточное увлажнение 185, 426
 Известкование почвы 252, 261
 Изменение обстановки на лесосеках 353, 354, 357, 361
 Изобонитеты 124, 266
 Изотопы Г. Н. Высоцкого 101, 116, 117
 Изотрофность 112
 Изреживание по низовому способу Богданецкого 402
 Иллювиальный горизонт 413
 Индикаторы плодородия почвы 112, 114
 Индикаторный спектр 125—127
 Индикаторы трофности 112, 114
 Индикаторы увлажнения 115
 Индикаторы экологические 123, 181
 Интродукция новых пород 129

- Инфильтрация атмосферной воды в почву 201
 Искусственное возобновление 307, 324, 373, 382
 Искусственные древостои 22
 Искусственный отбор 392
 Испарение с поверхности почвы в лесу и в поле 199
- Кабан дикий 343, 350
 Калиефосфорофилы 239
 Кальциефилы 104, 239, 242
 Кальциефильные формы трофотопов 242
 Кислотолюбы 104, 239, 242
 Классы возраста 25, 26, 340, 369
 Классы Крафта 34—38, 131, 310, 311, 314, 329, 386, 387, 388—392, 397 402
 Климатенный ряд лесов 155—156
 Климатические факторы среды 103, 104, 115
 Климатические формы и варианты типов леса 415
 Климатический профиль 155
 Климатическое замещение 415
 Комбинированный метод рубок ухода 391
 Конденсация влаги в лесу 198, 207
 Конкуренция деревьев 32—40, 354
 Континентальность климата 155—156
 Кора дерева как признак светолюбия 136
 Коренные древостои 19—20, 31, 336, 341, 415
 Коридорный метод А. П. Молчанова 332, 395
 Корневая губка 325
 Корневые вывороты 186
 Корневые системы 229—233
 Корневые ходы 235, 326
 Корни якорные 230—231
 Корчевка пней 324—325, 362
 Котловинно-выборочные рубки 370
 Коэффициент влажности климата по Г. Н. Высоцкому (OK) 173
 Красная дичь 92—93
 Круговорот веществ в лесу 253—255, 263
 Круговорот влаги в лесу 206, 207
 Ксеромезофиты 127, 181, 191
 Ксероморфизм 182
 Ксерофильный лес 55, 118, 155
 Ксерофиты 121, 181, 183, 190, 191, 205
 Ксерохора лесная 172
 Кулисное примыкание лесосек 355—360
 Кулисные рубки 358—359
 Культуры чистые и смешанные 325—327
- Лес (дефиниции) 13, 44, 99, 156, 415
 Леса аридные 54
 Леса влажных субтропиков 46
 Леса в голоцене 59
 Леса дождевые 46, 51, 149
 Леса дочетвертичные 56
 Леса жестколистные 46
 Леса зимнеголые 46, 149
 Леса муссонные (летнеголые) 46, 50, 149
 Леса пойменные 416, 422—426
 Леса саван и степей 46
 Леса Севера 45, 148, 406
 Леса Средиземья 46, 148
- Леса тропические и субтропические 46
 Лесная обстановка 18, 365
 Лесная опушка 29, 55, 153, 165, 179, 200, 209, 224, 226, 292
 Лесная подстилка 22, 24, 170, 182, 200, 244—245, 248, 251, 261—262, 316, 317, 334, 369
 Лесная площадь 30
 Лесная типология 298, 402, 403, 408, 410
 Лесной гумус (см. Перегной)
 Лесной ландшафт 15, 55
 Лесной массив 28, 29
 Лесной опад 242, 243
 Лесные болота 194, 195
 Лесные зоны 148, 151
 Лесные площади 29
 Лесные пожары 182, 317, 347, 402
 Лесообразователи 31
 Лесоводственные свойства древесных пород 62
 Лесополье 59, 61
 Лесополосы 201, 223, 227, 228, 265, 383
 Лесосеки 29, 82, 203, 258, 259, 304, 308, 319, 324, 339, 352—365, 368, 370, 372, 376, 378, 416
 Лесостепь 55, 149
 Лесогундра 148
 Лесохозяйственные системы 301—302, 352
 Летние осадки 175—178
 Лёсс 58, 231, 241, 246
 Лиственничник (листвяг) 20, 48
 Листопад 344
 Литогенные элементы питания растений 343
 Лось 93
 Люпинизация 261
- Мегатрофы 114, 126, 237, 239
 Мезогигрофилы 121, 127, 191, 19
 Мезорельеф 107
 Мезотрофы 80, 114, 237, 239, 240
 Мезофауна почвы 88—89, 249
 Мезофиты 73, 121, 127, 181, 183, 186, 190, 191, 205
 Мелиоративная мощь леса 352
 Мертвый покров 334
 Местообитание 26, 43, 101, 117, 128, 188, 190, 191, 194, 203, 210, 239, 253, 265, 269, 291, 300, 307, 350, 361, 377, 378, 415, 426
 Метод возобновления 305
 Метод сравнительного изучения 102
 Микробная ризосфера 229, 234, 290
 Микроклимат 147, 401
 Микрофлора 112, 246, 257
 Минерализация растительных остатков 247
 Модер («мор») 249—251, 263
 Мокрый (заболоченный) бор 109, 112
 Молния (повреждения) 217—219
 Молодняк 25, 27, 377
 Морозные катастрофы 159
 Морозные повреждения 160, 161, 164
 Морозобойные трещины 160
 Морозобойные ямы 163
 Морозостойкость деревьев 164, 165
 Морфология леса (древостоя) 20, 72
 Мощность почвы 233—235
 Мульч 248, 250, 251, 263, 289

- Нанорельеф 186
 Направление лесосек и рубки 170, 355, 356, 358, 377
 Насекомые и лес 90—92
 Некапиллярная скважность почвы 324
 Непосредственное примыкание лесосек 358
 Низинные болота (см. Ольс)
 Низкоствольное хозяйство 304
 Низовой пожар 347
 Низовой принцип рубок ухода 385, 386, 392
 Нитрификация 255, 258, 283
 Нитрофилы 239, 251
 Нитрофосорофилы 239
 Новонемецкий способ рубок ухода 390
 Облигатные ксерофиты и гигрофиты 115
 Оборот рубки 364
 Обсеменительная рубка 366, 372
 Общая производительность насаждения 383, 385
 Огневая очистка лесосек 258, 259, 361
 Одновозрастные насаждения 28
 Ожеледь 178
 Ожог корневой шейки 166
 Озон в лесном воздухе 214, 215
 Окно в пологе 28, 29, 369
 Оледенение материковое и лес 48
 Олешье 209, 210, 219, 221
 Олиготрофы 64, 82, 114, 126, 237—240.
 Ольс 43, 128, 194
 Ольховые (низинные) болота 128
 Омброхора 172
 Омброзавонометрический коррелятив (ОК) 172
 Онтогенез древостоев 332
 Опад в лесу 22, 242, 256
 Опушка леса 29, 55, 56, 364, 377, 378
 Опушка леса альпийская 55
 Опыление цветков у древесных пород 308
 Орнитофоры 314
 Осветление и прочистка 385, 387, 394
 Освещение в лесу 129, 131, 132, 134, 141, 145, 365
 Основные лесообразователи 30, 31
 Осушение лесных болот 188
 Относительная влажность воздуха 198
 Относительная высота ствола 136
 Отпад деревьев (такс.) 35, 145
 Охлестывание ветвей 32, 222
 Очистка лесосек 258, 259, 361
 Очищение от сучьев (естественное) 18, 32, 134, 136, 329
 Пастьба скота 56, 93, 342, 353
 Перегной лесной 113, 233, 248—251, 256, 262
 Перестойные насаждения 27
 Пески — водный режим 175
 Пески — облесение 188
 Пески — торфование 262
 Пермацидный режим увлажнения 106
 Пионерные древостои 30, 351
 Пионеры леса 333, 334
 Плагнотропные формы стволов 66
 Плаккат 106—108
 Плакор 106—108, 422, 423, 426
 Плато бессточное 107
 Плодоношение насаждений 308, 309, 311, 312, 342
 Плодородие почвы 113, 258, 347, 350
 Площадь питания 209, 210, 331
 Поверхностный и внутренний сток 108, 199, 200
 Подгон (взаимный) стволов и корней 19, 33
 Подготовительная стадия рубки 366, 372
 Подкладочное дерево 368
 Подлесный живой покров 22, 352
 Подлесок 14, 22, 189, 200, 224, 289 340, 341, 401
 Подрост 22, 136, 308, 319, 320, 323, 334, 350, 354, 367, 368, 370—377
 Пожары лесные 182, 317, 347
 Пойменные леса 195, 416, 423—426
 Полезащитные полосы 226—229
 Полнота насаждения 17, 24
 Полнодревесность ствола (см. Видовое число)
 Полог леса (господствующий, подчиненный и т. д.) 22, 25, 35, 134, 136, 145, 147, 198, 315, 334, 335, 342, 346, 355—366, 368, 369, 375 377, 379, 392
 Полупустыня 172
 Поляна лесная 17, 28, 29, 169, 203
 Популяции 40, 42
 Поранение почвы 318
 Порозность почвы 187, 364
 Порослевое возобновление 321, 324, 342—343
 Порослевые древостои 22, 39, 144
 Порубочные остатки 258, 317, 361
 Посадка на пенё 385
 Постепенно-лесосечные рубки 304—306, 365
 Потребность во влаге 190
 Потребность растений в питательных элементах 236, 238
 Потускулы 180
 Почвенная аэрация 110
 Почвенная засуха 182
 Почвенная температура 166
 Почвозащитная (противоэрозийная) роль леса 207—210, 391
 Почки (придаточные, спящие) 321
 Правило Юнака (рубки ухода) 396, 402
 Примыкание лесосек 358
 Принципы рубок ухода 382—398
 Приспевающие насаждения 28
 Проголина 17, 28, 29
 Производные древостои 20, 336, 415
 Промышленные газы и дымы, их влиянии на лес 216, 217
 Прореживания 391, 394, 395—396, 402, 403
 Проходные рубки 391, 394, 397, 398
 Прочистки 394, 395
 Птицы лесные 90—92
 Птицы насекомоядные 91, 92
 Пустыня 13, 46, 53, 153
 Разбрасывание порубочных остатков 171
 Разновозрастные насаждения 373
 Рамень 202, 413
 Регулирование ветра 226
 Редина 25
 Реликты третичные лесные 49
 Рельеф как экологический фактор и лесообразователь 105—108, 131, 163

Рефугиумы 34, 39
 Ризоаэробы 185, 191
 Ризосфера по Висоцкому 24, 99, 106—107, 113, 229, 236, 240, 247
 Ризосфера микробная 24
 Ризотектоника почвы 235
 Рубки в борах и суборах 375
 Рубки возобновления 305, 382
 Рубки на прииск 342, 348, 378
 Рубки промежуточного пользования 303, 383
 Рубки простора 334, 335, 397, 401
 Рядовые культуры 324

 Саванны 149, 153 184
 Самоизреживание древостоя 136, 329, 382
 Самомелиорация леса 265
 Самосев 22, 146, 308, 319, 334, 339, 340, 353, 354, 361, 364, 365, 367—370, 373, 377
 Сбор семян 383
 Свежая дубрава 17, 21, 268, 276, 282, 283, 384
 Свежий бор 108—110, 112, 270, 370, 375
 Свежие местообитания 115
 Световой прирост 141, 142, 144, 145, 373
 Светолюбие и теневыносливость 139, 355, 372
 Сгребание лесной подстилки 261, 262
 Сезонные миграции животных 87
 Сельскохозяйственное пользование на лесосеке 361—364
 Семена и способы их распространения 315, 350
 Семенники 323, 359—361, 375, 383, 385
 Семенные годы 347
 Семенные древостои 20
 Семено-лесосечные рубки 306, 365—373
 Семенное возобновление древостоев 304, 307, 308, 322
 Сеча 359
 Сердцевинная гниль 85
 Сжигание порубочных остатков 258, 259, 317
 Система лесосек непосредственного при-
 мыкания 358
 Сложные древостои 20
 Сложные суборы 23, 113—116, 240, 270, 316, 340, 342
 Смена живого покрова 355
 Смешанные насаждения 264, 282, 327, 329, 341, 365, 378, 387
 Смешение древесных пород 260, 283—289
 Смолы в лесном воздухе 215
 Смыкание корневых систем 32, 329
 Смыкание крон 32, 327—329, 354, 382
 Снеговал 179, 180
 Снеголом 179
 Снежный покров в лесу 178—180
 Созревание семян 310
 Солеустойчивые расы древесных пород 265
 Солодь 412
 Соловец 265, 412
 Солончак 265
 Сомкнутость полога (верт. горизонт. ступенчатая) 25, 397
 Сомкнутый древостой 20, 25

Сообщество растительное 43
 Состав лесного воздуха 211—213
 Сохранение подроста 368
 Спектр освещения в лесу 132, 133
 Спелость леса 334
 Спелые насаждения 27
 Сплошные рубки 251, 258, 304, 305, 324, 335, 338, 341, 343, 350, 365, 376—377
 Способ Боргреве 390, 391
 Спускание крон 368
 Сравнительная экология растений 101, 114, 116, 126, 130, 140, 191, 239
 Срастание ветвей 223
 Срастание корней 331
 Средневозрастные насаждения 28
 Среднее хозяйство 304
 Срок примыкания лесосек 355, 357, 359, 364
 Стадии развития леса 17
 Стена леса 359, 360, 377, 378
 Степное лесоразведение 302
 Степь 13, 46, 53, 54, 55
 Сток 198—202, 204, 208
 Стромосфера 24, 99, 229
 Структура почвы 324
 Суборь 65, 113, 114, 126, 180, 186, 232, 262, 270, 287, 341, 346, 413, 416, 423
 Судубрава (сугрудок) 65, 113, 341
 Сурамень 65, 113, 341
 Сухая дубрава 143, 323
 Сухой бор 26, 43, 108—113, 241, 261, 375
 Сфагновые болота 82, 109, 128
 Сырой бор 108, 109, 112, 361
 Сырая дубрава 268, 341

 Таблица Орлова (бонитировочная) 26
 Тайга 44—48, 148
 Таксационная формула состава древес-
 ных пород 20
 Тальвер балки 345
 Тектоника почвы 235
 Телетрофия у растений 54, 55, 141
 Теневыносливость 335, 372, 378
 Тепловой баланс леса 130, 161, 162
 Тепловой фактор 169
 Теплолюбие древесных пород (шкала) 155—157
 Теплые и холодные почвы 167
 Термогенный ряд 156
 Термохора 148, 154, 174
 Техническая спелость 391
 Тип земель 99
 Тип леса 269, 359, 413, 414, 416
 Тип насаждения (древостой) 101, 404—407, 409, 416
 Типологические единицы 414
 Типологический профиль 124
 Типы освещения 131
 Торф 110, 351
 Торфование песков 362
 Травянистый покров 269, 317
 Транспирация леса 189, 202, 204—206, 219
 Трелёвка 361, 370, 374
 Трофность 112, 113, 115, 116, 126, 128, 240
 Трофогенный ряд 113, 114, 118
 Трофотоп 239
 Тундра 46, 55, 148

- Углекислота воздуха 139, 211—213
- Углеродное питание леса 232
- Узколесосечные рубки 365
- Ультрагигрофиты 181
- Ультраксерофиты 181, 191, 205
- Уплотненный (иллювиальный) горизонт 410, 411
- Уровень грунтовых вод 111, 187, 189, 268
- Уровень поймы 424—425
- Урожай семян 312
- Урочище 99
- Устойчивость леса 265, 291, 321
- Учет естественного возобновления 322
- Учет урожая семян 314

- Фазы роста и развития насаждения 394
- Факторы «прямые и косвенные» 105—106
- Фанерофиты 13, 15
- Фауна почвы 88—90
- Фитоклимат лесной 167
- Фитонциды древесных растений 213—214
- Фитоэкология 123
- Форма ствола 18, 223, 224, 396
- Форма (строение древостоев) 22
- Фотопериодизм 166
- Фотосинтез 130, 131, 139, 141, 142, 144, 211, 219, 220, 398
- Фототропизм 19
- Французский способ рубок ухода 387, 389, 390
- Фрике (критика светолубия) 145, 321
- Фульвокислоты 251, 251, 256

- Хемосинтез 229
- Химическое плодородие 112
- Хроноизоплёты 176, 177
- Хрущи 359

- Цветение древесных пород 308
- Ценоз (сообщество организмов, биоценоз и т. д.) 121, 126, 348
- Ценотип 30, 41
- Ценотические (ценологические) факторы 38, 103
- Цивитация леса 291

- Частота встречаемости (фреквенция) 129
- Частота (повторяемость) рубок ухода 395

- Чересполосное примыкание лесосек 358
- Чересполосные рубки 358, 359, 364
- Чистые и смешанные насаждения 287, 373

- Шахматно-гнездовые посадки 287—289
- Шейка корня 166
- Шкала быстроты роста 333
- Шкала влаголюбия 191
- Шкала газо- и дымоустойчивости древесных пород 217
- Шкала долговечности древесных пород 14
- Шкала оценки естественного возобновления 323
- Шкала повреждаемости молнией 219
- Шкала теневыносливости 133—135, 137, 139, 140
- Шкала теплолюбия и морозостойкости 157
- Шкала требовательности к почве 239
- Шпиговка желудей (метод посева) 331, 353

- Эдатоп 116, 144
- Эдафическая сетка типов леса и местообитаний 127, 128, 185
- Эдафические границы ареалов растений 129
- Эдафические факторы 103, 104
- Эдафон почвенный 103
- Экзосмос листьев и корней 229, 257
- Экологическая роль увлажнения 111
- Экологические ряды 105, 112, 114, 124, 126
- Экологические факторы 31, 38, 102, 105
- Экологические фигуры 121, 127—129
- Эколого-климатические ряды 155
- Экотипы 40, 42, 127, 291
- Электрическое поле атмосферы, его влияние на лес 217
- «Энтопия» 105
- Эпифиты 52
- Эрозия 54, 55, 105, 118, 201, 204
- Эуриксерофиты 181
- Эффективная продуктивность древостоя 396

- Якорные корни 230—231
- Ярусы леса 22, 39

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие		(5)

ЧАСТЬ I. БИОЦЕНОЛОГИЯ

Глава 1.	Понятия о лесе и его компонентах Морфология леса (13). Рост деревьев в лесу и на просторе (17). Морфология древостоев (20). Морфология (структура) лесного массива (28)	(13)
Глава 2.	Лес — растительное сообщество Учение Г. Ф. Морозова о породах пионерах и основных лесообразователях (30). Взаимное влияние деревьев в лесу. Закон регрессии числа деревьев с возрастом (31). Дифференциация деревьев в насаждениях (34). Острота конкуренции в древостоях (38). Древостой как комплекс популяций (39). Лес — биоценоз (42)	(30)
Глава 3.	Лес как географическое явление Хвойные леса Севера (44). Змиегольские широколиственные леса умеренного пояса (49). Леса Средиземноморья и его климатических аналогов (49). Летнеголые (муссонные) леса (50). Леса влажных тропиков и субтропиков (51). Взаимоотношения между лесом, степью и пустыней (53). Граница леса с тундрой (55). Горная поясность лесов (55). Четвертичные леса (56). Леса в четвертичном периоде (квартале) (57). Леса в голоцене и в историческое время (59)	(44)
Глава 4.	Растения — компоненты леса Сосна (63). Ель и пихта (67). Дугласия (71). Лиственница (71). Дуб (73). Бук (75). Граб (78). Ясень (79). Клен (80). Ильмовые — берест, пльм, вяз (80). Липа мелколистная (81). Береза (82). Ольха (83). Тополь (83)	(62)
Глава 5.	Лесная фауна Роль животных в жизни леса (86). Почвенные животные (88). Вредные и полезные насекомые, насекомоядные птицы (90). Млекопитающие (92). Пастбища скота (94).	(86)

Часть II. ЭКОЛОГИЯ ЛЕСА

Глава 6.	Лес и среда (методы сравнительной экологии) Лес — единство организмов и среды (99). Зарождение сравнительной экологии в лесоводстве (101). Классификация факторов среды (102). Специфичность (качественность) экологических факторов (103). Рельеф и возраст как формы взаимодействия экологических факторов (105). Рельеф как распределитель увлажнителя (106). Боровой экологический ряд (108). Боровой ряд как результат разных степеней увлажнения (110). Изотрофность борового ряда (112). Трофогенный экологический ряд (113). «Изотопы» Г. Н. Высоцкого (116). Развитие лесов и местообитаний (117). Эдафическая сетка (119). Растения — экологические индикаторы (120). Пример экологического ряда и индикаторных спектров (126). Эдафическая сетка как метод изучения экологии древесных пород (127).	(99)
Глава 7.	Свет (географическое распределение освещения и его влияние на формирование лесной растительности) Прямая и рассеянная радиация (129). Рельеф и освещенность (131). Классификация типов освещения и использование света деревьями (131). Признаки светолюбия и теневыносливости древесных пород и методы их определения (133). Шкала теневыносливости (139). Баланс продуктивности леса и его регулирование в зависимости от освещения (141). Световой прирост (142). Теневая угнетенность подроста под пологом леса и выставление на простор (144). Взаиморасположение деревьев и освещенность (146).	(129)
Глава 8.	Тепло Горизонтальная зональность лесов (148). Вертикальная поясность лесов (152). О лесных термохорах (154). Эколого-климатические ряды (155). Шкалы отношения древесных пород к теплу (156). Крайности температур, зимнее вымерзание и зимостойкость (158). Морозобойны	(147)

на стволах и другие виды зимних повреждений (160). Влияние рельефа на тепловой режим (161). Заморозки (162). Способы повышения морозо- и зимостойкости древесных растений (164). Температурный режим почвы (166). Лесной фитоклимат (167). Регулирование теплового фактора в лесном хозяйстве (169)

- Глава 9. Влага** (171)
Влияние осадков на распространение лесов. Лесная ксерохора (172). Сезонный ход осадков и испарения, его влияние на водный режим (175). Твердые осадки (178). Засухоустойчивость и влаголюбие древесных пород (180). Отношение деревьев к засухе (181). Избыток влаги в почве и заболачивание (185). Потребность древесных пород во влаге и отношение к влажности местообитаний (188). Гиротопы — экологические степени увлажнения местообитаний (191). Пойменные условия и влажность местообитания (195). Задержание осадков кронами (196). Относительная влажность воздуха и горизонтальные (конденсационные) осадки в лесу и в поле (198). Испарение с поверхности почвы. Поверхностный и внутренний сток в лесу и в поле (199). Транспирация и общий расход влаги древостоями (202). Баланс влаги и его регулирование лесом (206). Влияние густоты древостоя на влажность почвы, на сток и гидробаланс (208)
- Глава 10. Состав воздуха, его электрическое поле** (211)
Углекислый газ (211). Фитогенные вещества и другие примеси атмосферы (213). Влияние промышленных газов и дыма на лес (215). Повреждение молнией (217)
- Глава 11. Ветер** (219)
Положительное влияние ветра (219). Отрицательное влияние ветра (221). Влияние ветра на форму дерева и ствола (223). Влияние леса на ветер. Лесная опушка (224). Лесохозяйственное регулирование ветра (226). Полезащитные лесные полосы — ветроломы (227)
- Глава 12. Почва** (229)
Корневые системы (229). Мощность почвы (233). Потребность древесных пород в питательных веществах и отношении их к почве (236). Классификация местообитаний по плодородию (трофности) (239). Органический спад в лесу (242). Лесная подстилка (244). Типы лесного перегноя (248). Круговорот азота и зольных элементов (253). Кислотно-щелочной баланс лесных почв (255). Сезонные явления в лесной почве и сезонное питание растений (256). Влияние сплошных лесосек на плодородие почв (258). Влияние мелколиственных пород — березы и осины — на почву (259). Влияние на почву широколиственных пород, кустарников и травянистых растений (259). Роль азотособирателей в лесу (260). Сгребание лесной подстилки (261). Обобщения по круговороту веществ «почва — древостой» (263). Лес и засоленные почвы (264)
- Глава 13. Рост, продуктивность и устойчивость леса** (265)
Ход роста насаждений и условия местообитания (265). Быстрорастущие породы (270). Зависимость роста от густоты древостоя (271). Рост чистых и смешанных насаждений (275). Сосново-дубовые культуры и буферный принцип смешения (287). Взаимоотношение подлеска с древесными ярусами (289). Экологические взаимоотношения между растениями и аллелопатия (290). Устойчивость леса против вредных влияний (291).

Часть III. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ И ВОСПИТАНИЕ ЛЕСА

- Глава 14. Лесоводственные системы** (297)
Зарождение и развитие лесоводства в СССР (297). Системы лесоводственной техники (299). Географическая обусловленность лесоводственной техники (301). Классификация рубок главного пользования (303)
- Глава 15. Возобновление леса** (307)
Общие сведения (307). Цветение и плодоношение (308). Возмужалость (308). Периодичность плодоношения насаждений (309). Созревание семян (310). Величина урожая семян (310). Методы учета урожая семян (312). Способы и дальность распространения семян (314). Возобновительная спелость почвы (315). Самосев и подрост под пологом леса и на лесосеке (319). Вегетативное возобновление леса (321). Методы учета естественного возобновления (322). Искусственное лесовозобновление (324). Состав культур. Чистые и смешанные культуры (325). Смыкание крон в молодняках (327). Смешанные культуры по гнездовому способу (329). Дополнение естественного возобновления (частичные культуры) (331)
- Глава 16. Смена пород** (332)
Смена ели мягколиственными породами — березой и осинкой (333).

	Смена сосны березой и осиной (336). Смена дуба мягколиственными породами (339). Смена сосны дубом (341). Смена сосны и дуба елью (344). Смена дуба его спутниками (грабом и др.) и обратные смены (348). Смены пород, вызванные изменением условий местообитания (350)	
Глава 17.	Сплошно-лесосечное хозяйство	(352)
	Условия естественного возобновления на сплошных лесосеках (352). Организационные стороны сплошных рубок (355). Оставление семенников на лесосеках (360). Заготовка леса и очистка лесосек (362). Влияние корчевания пней и сельскохозяйственного пользования на лесосеках (362). Способ рубок Г. А. Корнаковского (364)	
Глава 18.	Постепенно-лесосечные системы и выборочное хозяйство	(365)
	Семенно-лесосечные рубки (365). Группово-выборочные рубки (369). Выборочно-каемчатые рубки (376). Выборочное хозяйство (378)	
Глава 19.	Рубки ухода за лесом	(382)
	Задачи рубок ухода (382). Низовой принцип рубок ухода (385). Верховой принцип рубок ухода (386). Новонемецкий и датский способы ухода (390). Способ Борггреве (390). Комбинированный способ (391). «Хозяйство на быстрый прирост» (392). Рубки ухода как метод искусственного отбора (392). Учение о возрастных этапах воспитания леса (394). Рубки простора (397). Борьба с суковатостью (398). Рубки ухода и условия местообитания (400). Применение рубок ухода в насаждениях разных пород (401)	
Глава 20.	Лесная типология	(403)
	Зарождение лесной типологии (403). Учение о типах насаждений Г. Ф. Морозова (407). Классификация дубрав по Г. Ф. Морозову (410). Типы и бонитеты (413). Классификация Е. В. Алексеева (414). Типологические единицы (414). Пойменные леса (416)	
	Список рекомендуемой литературы	427
	Именной указатель	428
	Предметный указатель	432

Погребняк Петр Степанович

ОБЩЕЕ ЛЕСОВОДСТВО. 2-е, перераб. изд. М., «Колос», 1968.
440 с. (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).