

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ПРОДОВОЛЬСТВУ И ЗАКУПКАМ  
НОВОЧЕРКАССКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА»  
ИНЖЕНЕРНО-МЕЛИОРАТИВНЫЙ ИНСТИТУТ им. А. К. КОРТУНОВА

В. М. ИВОНИН

# ЭКОЛОГИЯ И ЛЕСНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее развивающимся направлением биологической науки является экология, занимающаяся изучением растений и животных (как отдельных особей, так и их сообществ) во взаимодействии с окружающей средой.

Термин «экология» происходит от греческого слова «ойкос» — местожительство. Впервые экологические положения сформулированы в 1866 г. Э. Геккелем. Как самостоятельная наука экология сформировалась к 1900 г.

Теория эволюции Ч. Дарвина способствовала развитию представлений о том, что форма и поведение организма соответствует той среде, в которой он существует, т. е. организм стал рассматриваться в неразрывной связи с окружающей средой. Стало понятным, что изменение окружающей среды вызывает реакцию растений или животных в виде приспособительных эволюционных преобразований.

Это привело к сути «экологической системы» (А. Тенсли, 1935) как единству физической среды и биологического мира, в пределах которого идет непрерывный круговорот необходимых для жизни веществ между почвой, атмосферой, гидросферой, растениями и животными. При этом живые организмы экосистемы выполняют определенные функции: продуценты перерабатывают и накапливают солнечную энергию в органо-минеральных веществах; консументы потребляют эти вещества; биоредуценты обеспечивают минерализацию органического вещества. На основе этих представлений был сформирован общий принцип экологической системы — одни организмы служат пищей другим, которые в свою очередь являются пищей третьих и т.д.

По современным понятиям, биосфера Земли является глобальной экологической системой, где в процессе геологической истории существует равновесие, основу которого составляет непрерывный круговорот энергии и веществ (В. И. Вернадский).

Изменения структуры экосистем происходят в результате преобразования природных условий в ходе эволюционного развития планеты. В последнее время усиленная хозяйственная

деятельность человека способствует возникновению нарушений в сложившихся экосистемах.

Поэтому отличительной чертой современных технологий (в т. ч. и сельскохозяйственных) должна быть их экологизация, обеспечивающая при высоком качестве продукции сохранение экологического равновесия, природный круговорот веществ и энергии, предупреждение загрязнения окружающей среды.

Основой экологизации лесохозяйственного и сельскохозяйственного производства является: ресурсосберегающие почвоохранные технологии; бессточные системы; биологические защиты растений; экологические мелиорации, среди которых ведущее положение занимают лесные мелиорации.

В целом, как научная дисциплина, экология состоит из разделов: а) общая экология, исследующая основные принципы организации и функционирования различных надорганизменных систем — глобальная экология и др.; б) частная экология, изучающая конкретные системы известного таксономического ранга — экология растений, экология животных, экология человека и т. п.

Взаимоотношения отдельных организмов с окружающей средой определяет аутэкология, а биологических сообществ — синэкология.

В лесных науках аутэкологические исследования обычно проводят в рамках дендрологии (объекты изучения — древесный организм, как член сообщества, развивается под воздействием лесной окружающей среды), а синэкологические — лесной мелиорации и лесоведения (объекты изучения — лесные экосистемы или биогеоценозы, системы лесных полос; противоэрозийные инженерно-биологические системы водосборов).

Анализ систем защитных лесных насаждений необходим для рационального обоснования хозяйственных мероприятий, экологизации сельскохозяйственного производства, выбора оптимального ассортимента древесных пород при создании культур, поддержания оптимального состава и густоты древостоев в защитных насаждениях, повышения их средозащитной эффективности и др.

Под влиянием экологии развивается теория лесной мелиорации (представления о лесных полосах и др. видах защитных насаждений как экосистемах, противоэрозийных инженерно-биологических системах водосборов).

Она базируется на положениях общей теории систем (Л. Берталанфи, У. Эшби и др.), общей экологии (Ю. Одум, Р. Ринклефс и др.), биогеоценологии (В. Н. Сукачев и др.), фитоценологии (Л. Г. Раменский и др.) и др.

## **I. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ СУШИ И ЛЕСНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ**

Более 99% всей биомассы Земли сосредоточено на суше. Эта биомасса определяется растительными и животными организмами (растения образуют около 98% биомассы, животные—2%). Вместе с органическими остатками и гумусом сухое органическое вещество Земли составляет  $5,5 \times 10^{12}$  т.

Продуктивность высших растений равна  $115 \cdot 10^9$  т/год сухо-го органического вещества, что составляет 7,6 т/га.

В биосфере живут 640 видов голосеменных, 200 тыс. видов покрытосеменных, 9 тыс. видов папоротников, 23 тыс. видов мхов, печеночников и роголистниковых, 200 тыс. видов грибов. Культурные растения Земли составляют 6 тыс. видов.

Растения полевой культуры образуют около 90 видов, дающих человеку продукты питания, сырье для технической переработки, корм для скота.

### **1.1. Ресурсы агрикультуры, лесного фонда и животного мира**

Известно, что зерновые культуры используются при производстве около 60% мирового производства продуктов питания. Для обеспечения продуктами население Земли после 2000 года следует удвоить мировое производство продовольствия на современных уже освоенных площадях культивируемых земель. В нашей стране пашня занимает площадь 228 млн. га. При интенсификации производства зерновых, картофеля и бобовых на этих площадях производство продуктов питания может быть увеличено в три раза. Однако при этом возможно усиление эрозионных процессов.

По почвозащитным свойствам все культуры подразделяют по группам: 1) озимые зерновые; 2) яровые зерновые сплошного сева, технические лубоволокнистые культуры (лен, конопля), однолетние травы и кормовые смеси; 3) высокостебельные про-

пашные (подсолнечник, кукуруза, хлопчатник); 4) низкорослые пропашные (картофель, бахчевые, сахарная свекла, овощные культуры); 5) многолетние травы.

Повышение производства продуктов питания происходит и за счет ресурсов сенокосов и пастбищ, площадь которых в нашей стране составляет 375 млн. га. Однако более половины этой площади расположено на крутых склонах, в балках и оврагах. Поэтому увеличение биопродукции этих угодий (примерно в 5—10 раз) возможно лишь при проведении противоэрозионных мероприятий, основу которых составляют лесные мелиорации.

Важнейшим биологическим ресурсом являются леса. Общая площадь лесных земель мира равна 4 млрд. га, в т. ч. сомкнутых лесов — 3 млрд. га. На одного жителя земли приходится 0,67 га сомкнутых лесов. Общая лесистость составляет 22,8% запасы древесины — 356,7 млрд. м<sup>3</sup>, общий годовой прирост древесины—3217 млн. м<sup>3</sup>, заготовки древесины—3020,3 млн. м<sup>3</sup>.

В нашей стране общая площадь лесных земель равна 938 млн. га, в т. ч. сомкнутых лесов — 810,9 млн. га. Общая лесистость страны составляет 37,8%. На душу населения приходится 2,7 га покрытой лесом площади. Запасы древесины в СССР равны 85,9 млрд. м<sup>3</sup> (в т. ч. хвойных лесов—66,7 млрд. м<sup>3</sup>) общий годовой прирост древесины — 906, а заготовки древесины — 356 млн. м<sup>3</sup>.

Наша страна занимает первое место по площади лесов, их запасам и приросту (27% сомкнутых лесов, 24% общего запаса древесины, 28% ее мирового годичного прироста).

В СССР велики ресурсы животного мира. Здесь обитает 359 видов млекопитающих, более 700 видов птиц, 138 видов пресмыкающихся, свыше 80 тыс. видов насекомых. Все они отнесены к категории реально или потенциально значимых биологических ресурсов. Однако основное значение для удовлетворения пищевых и др. потребностей человека имеют домашние животные.

Всего на Земле (на 1.1.71 г.) насчитывалось 1,12 млрд. голов крупного рогатого скота; 1,1 млрд. овец; 627 млн. свиней; 100 млн. лошадей.

## 1.2. Почвенные ресурсы

Общая площадь суши Земли равна 149 млн. км<sup>2</sup>. Из этой площади доступно для хозяйственного использования 134 млн км<sup>2</sup>. На начало 70-х годов XX века было распахано 1,5 млрд га (10,8%), луга и пастбища занимали 3 млрд. га (22,3%).

Ежегодно исключается из хозяйственного пользования 5—7 млн. га и к 2000 г. для сельского хозяйства может быть по-

теряно 650 — 700 млн. га земель. Однако при этом в активный сельскохозяйственный оборот будет вовлечено такое же количество земли и распаханность суши возрастает до 20—25%. Освоение новых земель (за счет вырубки лесов и др.) приведет к нарушению и преобразованию экосистем биосферы.

Общая территория нашей страны составляет 2231 млн. га. Из этой площади сельскохозяйственные угодья занимают 607,8; болота — 116; оленьи пастбища — 343,3 млн. га.

Почвенный покров земельного фонда страны включает около 100 типов почв. Максимальную площадь занимают северные подзолистые, подзолисто-болотные, тундровые и арктические почвы. Степные и лесостепные почвы занимают: черноземы — 8,2%; каштановые — 3,9%; серые лесные — 3,2%.

Земледелие сосредоточено на 28—30% площади. Причем, около 20% пашни подвержены эрозии, 30% — представлены солонцеватыми или засоленными почвами, около 30% обладают кислой реакцией и 5% — заболочены (Г. В. Добровольский, Л. А. Гришин, 1985).

Овраги занимают площадь около 6 млн. га. Они исключают из хозяйственного пользования около 12 млн. га земель.

Кроме этого, в результате водохозяйственного строительства общая площадь земель затопленных, подтопленных, разрушенных береговой абразией и просадками у водохранилищ, достигла в 1934 г. около 100 млн. га (А. С. Некрасов, 1985).

За последние 20 лет обеспеченность пашней на душу населения в нашей стране снизилась с 1,4 до 0,82 га.

Считают, что продуктивность почвенных ресурсов может быть повышена за счет орошения засушливых и осушения заболоченных земель, проведения культурно-технических работ и улучшения технического состояния действующих оросительных систем.

Соответственно в последние годы (1981—1983 гг.) на сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации было направлено 2/3 всех капитальных вложений в сельское хозяйство. В этой отрасли мелиорации занято 30% экскаваторов, 70% бульдозеров и скреперов, работающих в стране. Объем земляных работ при этом (7 млрд. м<sup>3</sup>) сравним по масштабам с работой всей горнодобывающей промышленности (К. М. Сытник и др., 1987).

Однако на степных почвах требованиям экологии в полной мере пока отвечают лишь лесные мелиорации.

### **1.3. Лесные мелиорации**

Известно, что леса служат основой стабилизации основных природных процессов биосферы. В условиях усиливающейся хс-

зяйственной деятельности людей все более ощущается необходимость в ее экологизации с помощью средозащитной роли лесов и искусственных лесных насаждений.

Этим целям служит лесная мелиорация, которую, наряду с орошением и осушением, относят к основным видам мелиорации. Помимо рационального использования, повышения продуктивности биологических ресурсов суши, лесные мелиорации предназначены для охраны почв, вод и приземного слоя атмосферы, защиты путей транспорта, каналов, рек, населенных пунктов, промышленных и др. предприятий от неблагоприятных проявлений окружающей среды — суховеев, сильных ветров, снежных и песчаных заносов, загрязняющего воздействия промышленных предприятий и транспорта, шума и др.

Основным понятием лесных мелиорации служит система защитных лесных насаждений в пределах водосбора реки или временного водотока (в степной и лесостепной зонах система защитных лесных насаждений является основой противоэрозионной инженерно-биологической системы водосбора). Высшим уровнем иерархии служит система защитных лесных насаждений страны, объединяющая соответствующие системы лесных насаждений в бассейнах крупных рек и озерных котловин, которые включают системы защитных насаждений нижнего уровня (подсистемы): притоков, средних и малых рек, временных водотоков (балок, лощин, ложбин).

Элементами таких систем и подсистем разного уровня служат естественные и искусственные насаждения гослесфонда — водоохранные и берегоукрепительные, санитарно-гигиенические и рекреационные, поле- и почвозащитные, притундровые и горные (на горных склонах и селевых бассейнах), колковые, байрачные и пойменные, государственные лесные полосы, курортные леса и зеленые зоны вокруг населенных пунктов и промышленных предприятий, в полосах отвода железных, автомобильных дорог, каналов и водохранилищ, на рекультивированных землях и др.

К числу элементов таких систем разного уровня относятся массивы колхозных лесов, а также агролесомелиоративные насаждения — полезащитные, стокорегулирующие, прибалочные, приовражные лесные полосы и кустарниковые кулисы, насаждения по склонам и днищам оврагов и балок, вокруг прудов, на берегах малых рек и песках, пастбищезащитные лесные полосы, затишки, древесные зонты, прикошарные и прифермские, а также мелиоративно-кормовые насаждения.

В нашей стране создано более 5,5 млн. га защитных лесных насаждений. Кроме этого около 100 млн. га лесных насаждений

гослесфонда отнесены к различным категориям защитности.

Однако для экологизации производства (особенно сельскохозяйственного) в ближайшее время (к 2000—2010 гг.) в стране необходимо создать около 3 миллионов га полезащитных лесных полос, около 5 миллионов га овражно-балочных насаждений, около 8 миллионов га мелиоративно-кормовых насаждений и пастбищезащитных лесных полос, на миллионе гектаров осуществить уход за защитными лесными насаждениями на полях колхозов и совхозов.

## **2. ЭКОЛОГИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ИХ ОБЩИЙ И ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ**

### **2.1. Основные понятия экологии растений**

Условия существования растений во взаимосвязи со средой их обитания изучает экология растений. Растения на определенной территории именуют флорой (флора района, страны, континента, Земли).

Флору подразделяют на дикую и культурную. Видовой состав древесных растений на определенной территории образует дендрофлору (арборифлору).

Наука, изучающая закономерности формирования растительных сообществ и их взаимодействие со средой, называется фитоценологией. Главнейшим результатом существования фитоценоза является накопление биомассы или фитомассы. Фитомасса служит объектом хозяйственного использования. В лесах главнейшую часть фитомассы образует древесина.

Элементы окружающей среды (воздух, почва, вода, свет, тепло и др.), влияющие на растения, называются экологическими факторами.

Эти факторы в комплексе образуют окружающую среду обитания (условия местопроизрастания) растений. Реакции на среду обитания составляют экологические особенности растений. В связи с экологическими особенностями каждый ботанический вид занимает место, которое в максимальной степени соответствует оптимуму для роста и развития. Это место называется экологической нишей. Растения могут приспосабливаться (адаптироваться) к различным условиям окружающей среды, расширяя свои экологические ниши. Чем больше у растения возможности адаптации, тем экологически пластичнее вид.

Организмам присуща способность существовать в разнооб-

разных условиях среды: эврибионтные или эвритопные (от греч. эври — широкий); стенобионтные или стенотопные (от греч. стено — узкий). Первые характерны широкой приспособленностью, вторые — узкой. Соответственно существуют эвритермные и стенотермные (по отношению к температурам), эвригидридные и стеногидридные (по отношению к влажности), эвригалинные и стеногалинные (по отношению к засолению) организмы.

По отношению к любому экологическому фактору растение характеризуется областью устойчивости, ограниченной минимумом и максимумом значений фактора, в пределах которых оно существует.

Экологические факторы подразделяют на основные группы: 1) климатические; 2) эдафические или почвенно-грунтовые; 3) орографические или топографические; 4) биотические, связанные с биологическими организмами; 5) антропогенные.

Климатические, эдафические и орографические факторы образуют абиотическую, а биотические (растения, животные, микроорганизмы) — биотическую среду обитания растений.

Если какой-либо фактор является в минимуме или максимуме, то он ограничивает действие остальных благоприятных факторов и определяет конечный результат воздействия окружающей среды на растение.

Подобное явление в экологии называют законом ограничивающего фактора, а в земледелии — законами минимума и максимума.

Неблагоприятное воздействие окружающей среды растение преодолевает благодаря пластичности своей структуры и физиологии, выработке приспособительных изменений. Происходит адаптация организма, приводящая к морфологическим или физиологическим изменениям. Эти изменения носят характер модификаций, наследственных (фенотипических) или наследственно закрепленных (генотипических) признаков).

Растения, в свою очередь, являются преобразователями окружающей среды (деревья затемняют почву, изменяют микроклимат, иссушают корнеобитаемый слой почвы, усиливают впитывание воды почвой и изменяют ее химический состав и др.).

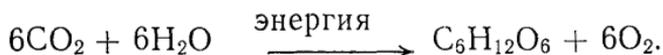
Это свойство растительности используют лесные мелиорации.

В связи с этим существуют понятия экотопа (первичный комплекс факторов абиотической среды) и биотопа (комплекс абиотических факторов среды, трансформированный средообразующей деятельностью живых организмов).

## 2.2. Климатические экологические факторы

К климатическим экологическим факторам относят свет, тепло, воду, воздух.

Источником света является электромагнитное излучение солнца в диапазоне волн от ультрафиолетовых до инфракрасных. Проникающая сквозь атмосферу радиация является энергетическим фактором процесса фотосинтеза. Это главный процесс преобразования биосферы на протяжении геологических эпох, который выражают как



В результате растения ежегодно выделяют в атмосферу около 400 млрд. т свободного кислорода, поглощают 600 млрд. т углекислого газа и образуют около 450 млрд. т органического вещества.

Леса, покрывая 9 % земной поверхности, обеспечивают на 51 % содержание кислорода в атмосфере.

По отношению к свету, все растения подразделяют на: светолюбивые, теневыносливые и тенелюбивые.

Высоким светолюбием отличаются растения открытых местообитаний (луговые травы, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, береза повислая, тополя, акация белая, ясень обыкновенный, саксаул черный и белый, тамарикс и др.). Их световой минимум составляет 10—15 % полной освещенности.

Теневыносливые растения растут и развиваются при ограниченной солнечной радиации. Они выдерживают освещенность, равную 1—3 % от полной дневной освещенности (липа мелколистная, ель обыкновенная, пихта сибирская, тис ягодный, бук восточный и др.).

Теневыносливые растения лучше ассимилируют при освещенности менее 1—3% (лесные травы — кислица обыкновенная, копытень и др.; кустарнички — брусника обыкновенная, черника и др.).

Полное прекращение фотосинтеза происходит при освещенности менее 0,01 %.

Растения реагируют на астрономический фотопериодизм (соотношение продолжительности дня и ночи). Отношение растений к этому явлению называют реакцией фотопериодизма, которая должна учитываться при интродукции растений (растения, культивируемые из районов с коротким днем в районы длинным днем, развиваются ненормально).

Растение представляет собой оптическую систему. Солнеч-

ный свет, попадающий на поверхность листа, имеет лучи разной длины волны (разные цвета) и не все они используются при фотосинтезе. Поглощают свет и используют его энергию зеленые пигменты листа (хлорофиллы) и желтые пигменты (каротиноиды).

Каротиноиды поглощают свет в синей и зеленой областях спектра, а хлорофиллы — в красной и фиолетовой областях. При этом отражаются лучи зеленой области, которые воспринимаются нами как зеленый цвет листьев.

Тепло — экологический климатический фактор, определяющий жизнь растений. Интервал температур для жизни растений ориентировочно ограничен пределами 0—45° С (от температуры замерзания воды до температуры денатурации белка).

Основным источником света является лучистая энергия Солнца (световые лучи сопровождаются тепловыми). На земной поверхности возрастание теплообеспеченности происходит закономерно от полюсов к экватору. Выделены четыре основных термических пояса: тропический (приэкваториальный) субтропический, умеренный и холодный.

Потребность растений в тепловой энергии называется теплолюбием. Соответственно выделяют экологические группы по отношению растений к теплу. Применительно к древесным породам выделены следующие группы (по П. С. Погребняку, 1968):

- очень теплолюбивые (эвкалипты, кипарисы, кедры, секвойя, саксаулы и др.);
- теплолюбивые (каштан съедобный, айлант, платан восточный, дуб пушистый, орех грецкий, гледичия, акация белая и др.);
- среднетребовательные к теплу (дуб черешчатый, граб обыкновенный, клен остролистный, ясень обыкновенный, ольха черная и др.);
- малотребовательные к теплу (ольха серая, тополь бальзамический, осина, береза повислая и пушистая, рябина обыкновенная, сосна обыкновенная и др.).

Устойчивость растений к очень высокой температуре воздуха и почвы называется жаростойкостью (джузгун, песчаная акация, эфедра и др. выдерживают температуры до 60° С).

Устойчивость растений в состоянии покоя к отрицательным температурам понимают как морозоустойчивость или холодоустойчивость (без образования льда).

Существует еще и понятие зимостойкости — способности различных органов растений переносить в осенне-зимне-весенний

период не только длительное воздействие морозов, но и резкие перепады температур.

Способность растений переносить в вегетирующем состоянии поздневесенние заморозки получили название заморозкоустойчивости.

Вода — составляющая часть растений (30—95%) и один из важнейших климатических факторов. Она участвует в процессах фотосинтеза и обмена вещества со средой, что является основой жизни. На каждый грамм первичной продукции растений транспирируется примерно 500 г воды.

Для оценки водообеспеченности растений водой применяют годовое количество осадков в данной местности и соотношение осадков и испаряемости. Районы, где испаряемость больше годовой суммы осадков, называют аридными (пустыни, полупустыни, степи), а районы, где растения обеспечены влагой в достаточной степени — гумидными (влажными). Переходные районы от аридных к гумидным именуют семиариадными.

По отношению к воде все наземные растения подразделяют на три основные экологические группы: гигрофиты, ксерофиты и мезофиты.

Гигрофиты — растения влажных местообитаний, у которых корни и корневища находятся в воде или избыточно влажной почве (ивы, ольха черная и др.). Ксерофиты — растения, произрастающие в условиях постоянного или сезонного дефицита влаги. Они крайне экономно расходуют влагу (саксаулы, джужун, дрок безлистный, лох узколистный, тамарикс и др.). Мезофиты — растения среднеувлажненных местообитаний с завядающими при недостатке влаги листьями (осина, береза и др.). Ряд деревьев занимает промежуточное положение между гигрофитами и мезофитами — береза пушистая, чермуха обыкновенная и др.

Воздух — экологический фактор, воздействующий на растения через газовый состав и циркуляцию (движение). Воздух атмосферы на 78,08 % состоит из азота, 20,95 % — из кислорода, 0,94 % — из аргона и 0,03 % из углекислого газа и др.

Основу материального обмена между атмосферой и растениями составляют кислород и углекислый газ. Кислород поглощается растениями при дыхании и выделяется при фотосинтезе. Углекислый газ поглощается растениями при синтезе органического вещества — фотосинтезе. Растения ежегодно ассимилируют примерно  $105 \times 10^{15}$  г углерода.

В связи с загрязнением атмосферы промышленностью древесные растения подразделены на дымо- и газоустойчивые и

негазостойкие. К первым относят ель колючую, лиственницу сибирскую, липы, тополя и др., ко вторым — ель европейскую, пихту сибирскую, сосну обыкновенную, дуб черешчатый, катальпу и др.

Циркуляция воздуха — ветер влияет не только на транспирацию растений, но участвует в жизненных процессах (перенос семян, перекрестное опыление у анемофильных видов) и механически воздействует на деревья.

### 2.3. Эдафические экологические факторы

Эдафическими факторами являются почвы, материнские породы и грунтовые воды. Почва — гигантская экологическая система, активно участвующая в природном круговороте вещества и энергии. Ее основными взаимосвязанными компонентами являются: горные породы, растения, животные и микроорганизмы.

Растения извлекают из почвы минеральные вещества только в виде ионов растворимых солей, связанных с почвенными частицами. Используют они также почвенную влагу и воздух.

Режимы воздуха и влаги в почве тесно связаны с ее гранулометрическим составом, определяемым размером и содержанием песчаных и глинистых частиц горных пород.

Сочетания органических веществ почвы образуют гумус, возникновение которого происходит в процессе разложения растительных и животных остатков. При этом непрерывно происходят биологические процессы и химические реакции, создающие условия для произрастания растений.

По отношению к почвам, выделены эдафические типы растений: олиготрофы (на бедных минеральными веществами почвах) — сосна обыкновенная, можжевельник обыкновенный и др.; эутрофы (на богатых почвах) — орех грецкий, дуб черешчатый, лещина и др.; мезотрофы (на почвах среднего плодородия) — ель европейская, осина, бук лесной, береза повислая и др.

Растения, обитающие на солонцах и солончаках, называют галофитами (солянка, гребенщик и др.), на песках — псаммофитами (акация песчаная, джужун и др.), на известковых почвах — кальциефитами (дуб пушистый, сосна крымская, вяз шершавый и др.).

Можно проводить индикацию почвенно-грунтовых условий с помощью растений. Так, наличие малины или иван-чая пока-

зывает, что в почве много азотистых веществ; голубика, клюква и багульник указывают на торфянистые почвы с застойным избыточным увлажнением.

Показателем местообитания может служить высота деревьев. В США индекс местообитания определяют как среднюю высоту господствующей и согосподствующей части одновозрастного древостоя в определенном возрасте.

## **2.4. Орографические (топографические) экологические факторы**

Крутизна и экспозиция склонов часто определяют температуру и содержание воды в почве. Так, на крутых склонах почвенная влага содержится в минимуме, а в понижениях рельефа — в максимуме.

В аридных областях по речным долинам растет лес, резко контрастируя с окружающей пустынной растительностью.

Даже в степных условиях (Ростовская обл.) растительные сообщества склонов северной и южной экспозиций различаются между собой: на южных склонах обитают ксерофиты, на северных — мезофиты.

Известно, что с повышением высоты местности на каждые 1000 м температура воздуха снижается на  $6^{\circ}$  С. Если на высоте уровня моря температура воздуха равна  $30^{\circ}$  С, то на высоте 5000 м можно зарегистрировать отрицательные температуры.

Даже микрорельеф местности оказывает большое влияние на формирование растительного покрова. -

## **2.5. Биотические экологические факторы**

Факторы жизнедеятельности одних организмов (растений или животных), влияют на другие организмы. Биотические факторы лежат в основе трофических (пищевых) цепей, определяющих взаимосвязь растительного и животного мира.

Исторически сложившуюся совокупность растений и животных, объединенных общей областью распространения, называют биотой (в иностранной литературе — биом). Этот географический термин идентичен экологическому термину «биогеоценоз».

Постоянная циркуляция веществ и движение энергии между почвой, растительностью, животным миром и микроорганизмами называется биологическим круговоротом.

Биомасса наземных животных не превышает 1—3 % био-

массы растений (около 95 % биомассы животных приходится на беспозвоночных).

В биологическом круговороте происходят круговороты кислорода, углерода, водорода и др. элементов, вызванные рождением, питанием, гибелью и разложением организмов.

## 2.6. Антропогенные экологические факторы

Выделяют следующие основные направления влияния человека на растения: 1) преднамеренное преобразование растительного покрова; 2) преобразование среды обитания растительности; 3) защита растений от неблагоприятного воздействия факторов внешней среды; 4) планомерное сохранение растительности и видового состава флор.

Искусственными фитоценозами считают посевы сельскохозяйственных культур, плодовые или ореховые сады, ягодники, культивируемые человеком для своих нужд. Такие агрофитоценозы занимают около 10 % поверхности суши и дают человечеству 90 % пищевой энергии.

Лесная мелиорация в основном имеет дело с культурфитоценозами древесных растений (лесные полосы, кулисы, колки, массивы искусственных лесов, байрачные и пойменные леса, мелиоративно-кормовые насаждения и т. д.

Каждый культурфитоценоз имеет свою структуру, состоящую из популяций древесных растений, различающихся по возрастному составу и жизненным формам.

## 2.7. Жизненные формы древесных растений

Известно довольно много различных систем классификации растительных сообществ. Так, в США жизненные формы растительности классифицируют следующим образом: деревья, кустарники, мхи, эпифиты, лианы, травы.

Распространена система классификации растений на основе положений их почек возобновления (К. Раункиер, 1903), включающая пять основных жизненных форм (рис. 2.1).

Фанерофиты (от греч. фанерос — видимый)—растения, почки и концевые побеги которых расположены на кончиках ветвей и переживают неблагоприятное время года. Большая часть деревьев и кустарников относятся к фанерофитам (их почки не нуждаются в защите).

Хамефиты (от греч. хаме — приземистый)—стелющиеся

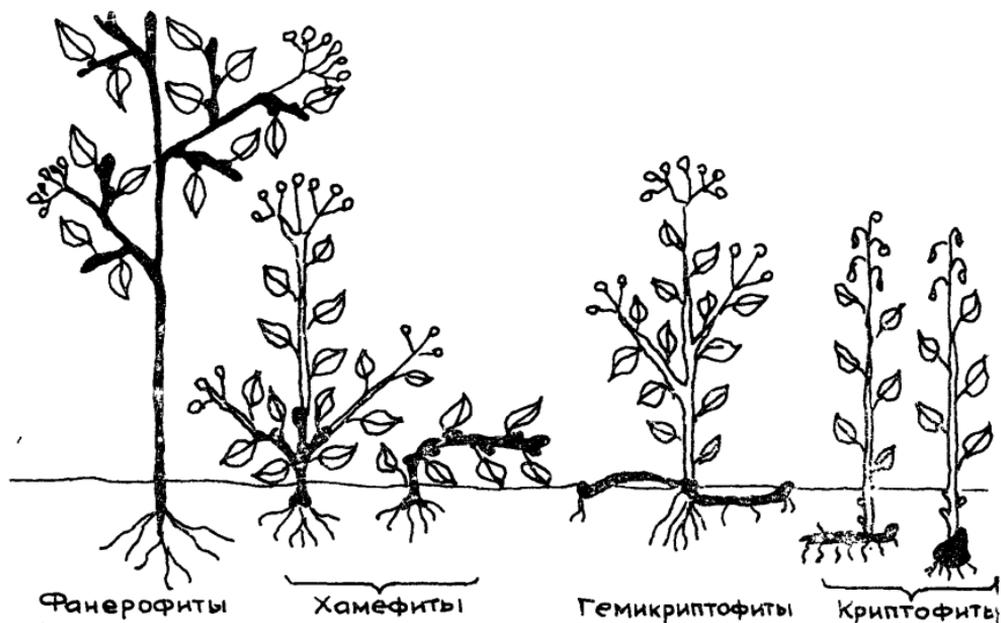


Рис 2.1. Жизненные формы растений (по К. Раункиеру)

формы кустарников и травянистые растения. Близость к почве защищает почки (снежные сугробы) от воздействия резких колебаний температур воздуха. Характерны для мест с холодным климатом — черника и др.

Гемикриптофиты (от греч. криптос — тайный) — растения холодных влажных областей, побеги которых с наступлением неблагоприятных условий зимних месяцев отмирают до уровня почвы, а почки возобновления оказываются защищенными отмершими листьями (одуванчик, лютик и др.).

Криптофиты наилучшим образом защищены от замерзания и высыхания, т. к. их почки полностью находятся в почве (ирисы и нарцисы).

Терофиты (от греч. терос — лето) — не имеют перезимовывающих почек или побегов. Они отмирают во время неблагоприятного сезона и возобновляются за счет семян (однолетние растения степей, полупустынь и пустынь).

Классификация растительных формаций земного шара Холдриджа основана на климате (рис. 2.2). В ее основу положено взаимодействие между температурой и количеством осадков, показывающих потребность растений в воде. Например, во влажной тундре среднегодовое суммарное количество осадков

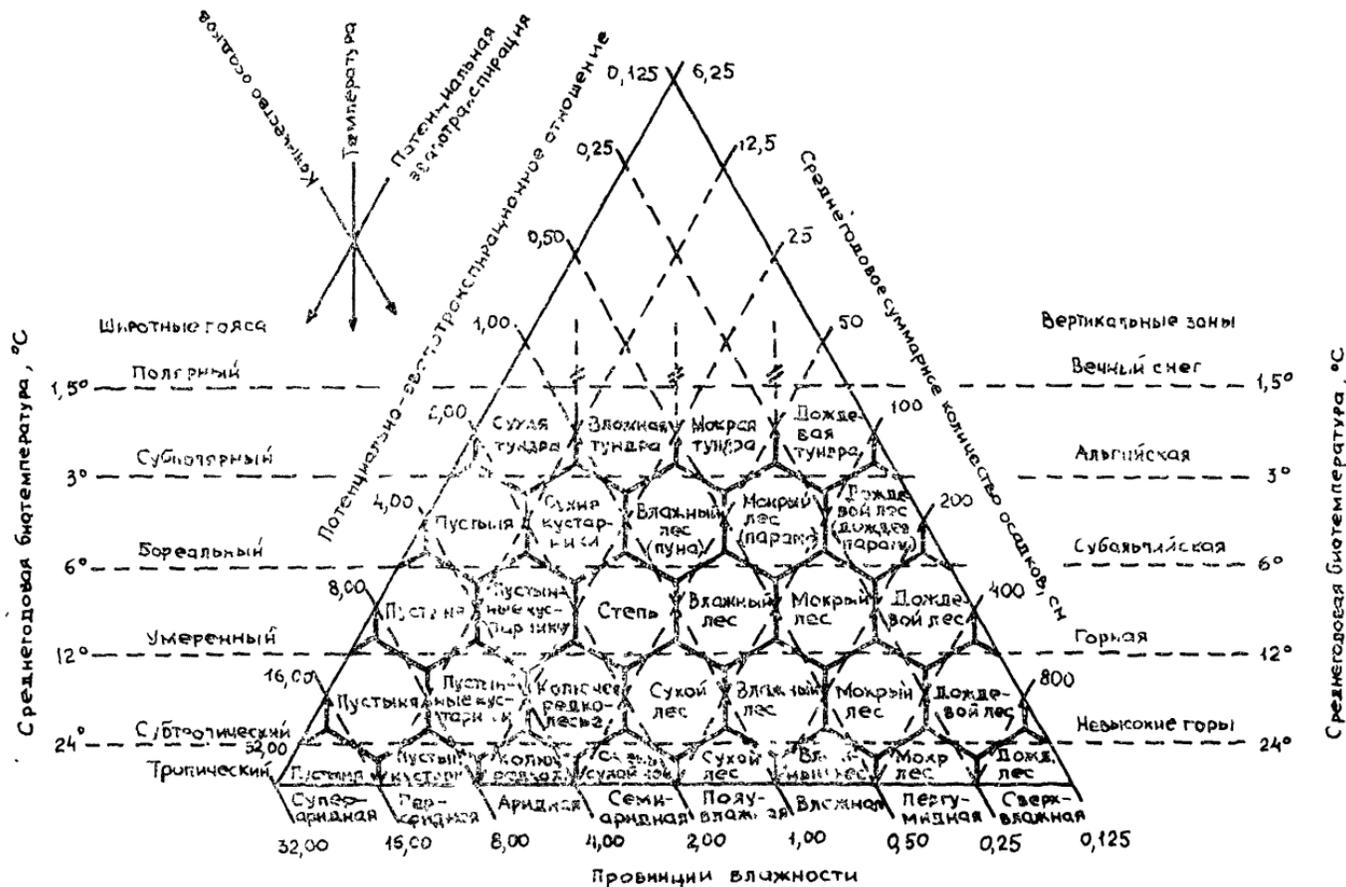


Рис 22 Система классификации растительных формаций (по Холдриджу)

составляет 12,5—25 см (125—250 мм), среднегодовая биотемпература изменяется в пределах 1,5—3° С (близка к точке замерзания), доступная растениям влага соответствует той, которая имеется во влажном тропическом лесу со среднегодовым количеством осадков в пределах 200—400 см (2000—4000 мм), но при среднегодовых биотемпературах более 24°С (здесь при высоких температурах вода быстро испаряется). Классификация Холдриджа предполагает, что при температуре менее 0° С биологическая активность растений прекращается (при вычислении средней годовой температуры принималась за 0° С отрицательная температура холодных месяцев).

В нашей стране (по И. Г. Серебрякову) все жизненные формы древесных растений подразделяют на: деревья, кустарники, кустарнички, древовидные и кустарниковые лианы, растения-подушки.

Деревья, обладают достаточно развитым стволом, скелетными и боковыми ветвями, побегами, листьями, цветками и плодами. Ствол и скелетные ветви образуют крону (рис. 2.3.). Деревья бывают лесного, кустовидного, лесостепного (или плодового) типов. Кроме этого различают сезонно-суккулентные деревья и деревья-сланцы.

Деревья лесного яруса на протяжении почти всей жизни сохраняют различия между стволом и боковыми ветвями, т. е. в кроне выражена главная ось. Два и более порослевых стволов могут возникать лишь после рубки первичного ствола из спящих почек (дуб, бук, вяз, береза и др.)

Деревья кустовидного типа во взрослом состоянии образуют

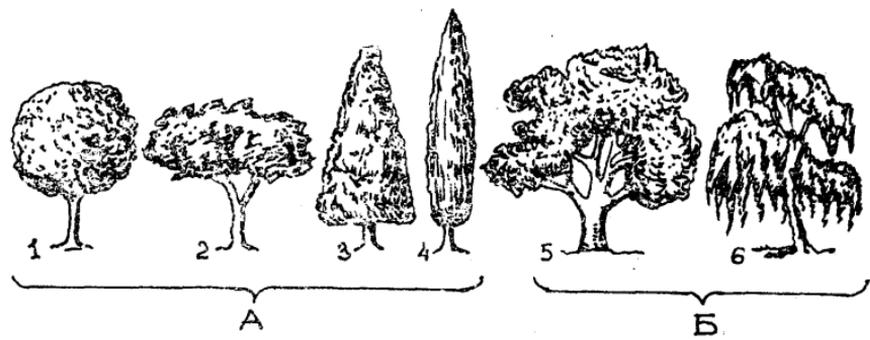


Рис. 2.3. Типы крон деревьев (по Гроздовой и др.):

А — регулярные (1 — шаровидная; 2 — зонтичная; 3 — конусовидная; 4 — пирамидальная); Б — иррегулярные (5 — раскидистая; 6 — плакучая).

несколько стволов из спящих или придаточных почек у основания материнского ствола, в результате его старения. Это тип переходной формы от деревьев к кустарникам (ольха серая, рябина обыкновенная, береза извилистая).

Деревья лесостепного (или плодового типа) имеют крону (без выраженной главной оси) начинающуюся у поверхности почвы (яблоня лесная, клен татарский и др.).

Сезонно-суккулентные деревья являются обитателями аридных областей. Они практически не имеют листвы, а их органами ассимиляции служат зеленые суккулентные однолетние побеги, опадающие в течение лета или осени. Крону образуют одревесневающие многолетние побеги (саксаулы белый и черный).

Деревья-стланцы характерны полегшим на землю главным стволом, укореняющимся в отдельных точках (возможно укоренение и скелетных ветвей). Растут такие деревья в лесотундре, торфяниках тайги, субальпийском поясе гор (кедровый стланник, можжевельник туркестанский и др.).

Кустарники имеют выраженный главный ствол только в первые годы жизни. В дальнейшем из спящих почек возникают мощные надземные стебли (скелетные оси), а главный ствол отмирает.

Кустарники бывают с полностью одревесневающими удлиненными побегами, суккулентно-стеблевые и розеточные.

Кустарники с полностью одревесневающими побегами подразделяют на прямостоячие (лещины, розы, сирени, жимолости и др., полупростратные и стелющиеся (ольховник кустарниковый, горные ивняки, можжевельники кустарниковые и др.). Высота кустарников изменяется от 1 до 6 м.

Кустарнички — древесные растения, имеющие главную ось лишь в начале их развития. Затем появляется большое количество ветвящихся скелетных осей, последовательно сменяющихся в процессе роста и развития растений. Прямостоячие надземные оси кустарничков живут 5—10 лет. Высота растений не превышает 0,5—0,6 м (вереск, брусника, клюква и др.). Распространены они в тундре, лесотундре, тайге.

Полукустарнички — полудревесные растения, удлиненные побеги которых не древеснеют и ежегодно отмирают, а почки возобновления располагаются у поверхности почвы. Сохраняются только базальные части надземных осей. Растут они в засушливых областях (полыни, астрогалы и др.).

Лианы характерны гибкими неустойчивыми стеблями и для роста в высоту нуждаются в опорах. К древовидным лианам относятся различные виды винограда (лесной, лисий, деви-

чий и др.), ротанговых пальм и др. Типичными представителями кустарниковых лиан (стебли не толще 10 см) являются лимонники, кустарничковых — плющ обыкновенный, а полукустарничковых — паслен сладко-горький.

Древесные растения-подушки обладают малым приростом побегов, выровненной поверхностью и высотой от 0,1 до 1 м. В пустынях, тундрах или высокогорьях их представляют различные виды руты, волчегодника, молочая.

Все виды деревьев и кустарников подразделяют еще по группам роста (по С. Я. Соколову): деревья 1-й величины — высота более 25, 2-й величины — от 15 до 25, 3-й величины — от 10 до 15, 4-й величины — не менее 10 м; кустарники 1-й величины — более 3; 2-й величины — от 2 до 3, 3-й величины — от 1 до 2, 4-й величины — менее 1 м.

## 2. 8. Общий цикл развития древесных растений

Общий цикл развития растений (онтогенез) — это индивидуальное развитие растений от его возникновения из оплодотворенной яйцеклетки или вегетативной почки и до естественной смерти.

Онтогенез составляют последовательно наступающие возрастные периоды (этапы): эмбриональный, ювениальный, виргинальный, генеративный, старости.

Эмбриональный этап начинается на материнском растении с образованием оплодотворенной яйцеклетки (зиготы), которая дает начало образованию семени.

Попавшие на лесную подстилку и накопившиеся в ней семена образуют (по Харперу, 1977) банк на то время, пока они не прорастут. Семена деревьев, способные прорасти вслед за осыпанием, входят в банк активных семян. Семена, в которых не пробуждается рост зародышей, находятся в состоянии покоя, оставаясь в банке, пока внутренние или внешние условия не станут благоприятными для прорастания. Некоторые семена находятся в состоянии покоя в течение 2—3 лет.

Разработаны различные способы ускорения процессов прорастания искусственным путем: механическая обработка и химическое воздействие на кожуру семян, стратификация — помещение семян в условия низких температур (1-5° С) и влажности на период от 1 недели до 4 месяцев.

Ювениальный (младенческий) период начинается с прорастания семян. Различают две модели прорастания и раннего развития сеянцев — на поверхности и под землей. Вслед за про-

растением молодые сеянцы проходят суккулентную стадию, и их ткани начинают затвердевать.

Переход растения к образованию листьев, напоминающих листья взрослых особей, знаменуют наступление виргинального (девственного) периода, который характеризуется сильным вегетативным ростом, но без образования генеративных органов. Длительность этого периода более тесно связана с размерами деревьев, чем с возрастом. Например, подавленные верхним ярусом, деревья подроста в лесу могут не цвести в возрасте 50 и более лет.

Переход деревьев во взрослую стадию развития (генеративный период) знаменуется образованием цветов, плодов (у покрытосеменных) или мужских колосков и шишечек (у голосеменных) и семян.

Генеративный период у различных пород наступает не одновременно: бук европейский — 30—40 лет, сосна обыкновенная — около 10 лет; кедр сибирский в насаждениях — 50—70 лет.

Растения, которые на генеративном этапе развития могут цвести и плодоносить многократно, называются поликарпиками. Монокарпические растения цветут и плодоносят один раз в жизни (различные виды бамбука).

Во многих случаях важное значение для выживания древесных растений имеет вегетативное размножение. Это главный признак жизненности. Так, все древесные покрытосеменные могут размножаться вегетативно. Голосеменные менее приспособлены к вегетативному размножению. Такие хвойные как секвойя вечнозеленая, сосна желтая и виргинская могут давать побеги из спящих почек после пожаров или рубок.

Известны следующие способы вегетативного размножения: 1) образование поросли на корневой шейке из покоящихся или придаточных почек у основания укоренившегося растения с возникновением многоствольных кустов или деревьев (дуб, липа, ясень, береза и др.); 2) образование поросли от подземной ткани ствола (находящейся в земле), что характерно для эвкалиптов; 3) развитие побегов от корневых отпрысков — из придаточных почек на корнях или корневищах с образованием клонов (осина и др.); 4) возникновение побегов из черенков — обломанных веток ивовых деревьев; 5) столны — изогнувшиеся дугой ветки кустарников, соприкасаясь с землей, дают корни (дерен отпрысковый и др.); 6) отводки — стелющиеся стволы или отводки в разных точках соприкосновения с землей дают корни — ежевика, бересклет и др.; 7) отводки некоторых хвойных, нижние ветви которых вдавливаются в почву под тяжестью

снега, что приводит к возникновению колонии вокруг родительского дерева — ель пихта, 8) опрокидывание — отдельные деревья (кипарисовик Лавсона и др.) на болотах опрокидываются ветром и опускаются на слой торфа, а торчащие над болотом ветви развиваются в самостоятельные деревья.

Период старости у растений характерен ослаблением вегетативного роста и затуханием генеративных процессов. Он завершается гибелью растения.

## **2. 9. Фенологическое (ежегодное) развитие растений**

Закономерное чередование и ежегодное повторение одних и тех же фенологических циклов (вегетации и покоя, роста побегов, цветения, созревания плодов и семян и т. п.), а в пределах циклов — наступление и прохождение фенологических фаз роста и развития, называют фенологическим развитием растений. Различают понятия фенологической фазы и фенологической даты

Фенологическая фаза — это этап в годичном цикле развития растения или его отдельных органов, выраженный внешними морфологическими изменениями (набухание и распускание почек, развертывание листьев, начало роста побегов, цветение, созревание плодов, расцветивание и опадание листьев и др.), а фенологическая дата — календарное время наступления той или иной фенофазы. Интервал между определенными фенодатами составляет межфазный период (фенологический цикл).

Существует понятие биологических часов — наследственно закрепленная ритмичность и периодичность физиологических процессов, вызванная сезонностью климатических условий.

Наука, изучающая сезонное развитие природы, называется фенологией. В рамках этой науки сезонное развитие растений и их сообществ изучает фитофенология, а древесных растений (их сообществ) — дендрофенологией.

Материалы фенонаблюдений используют при составлении календарей цветения растений, созревания и сбора плодов и семян, назначении оптимальных сроков посева и посадки и др.

В зависимости от климатических и погодных условий одни и те же виды и формы древесных растений имеют различные сроки фенофаз. Фенологические наблюдения позволяют выявить истинную продолжительность наиболее важных фенологических циклов вегетации и покоя (вегетация — состояние растения, при котором происходят процессы видимого роста вегетативных генеративных органов и осуществляется ассимиляционная дея-

тельность листьев; покой — состояние растений, когда их видимый рост отсутствует, а листья не ассимилируют).

Индикатором начала вегетации у листопадных растений является распускание вегетативных почек, а окончания — полное осеннее расцветивание или опадание листьев в кроне (у вечнозеленых растений эти признаки явно не выражены).

Растения со сходными сроками циклов вегетации и покоя объединяют в фенологические группы — феноритмотипы.

Графическое изображение последовательного наступления фенологических фаз и циклов сезонного развития растений называют феноспектром.

По Н. Е. Булыгину (1985), существует программа фенологических наблюдений для каждого периода онтогенеза: появление всходов, распускание семян, раскрытие зародышевой почки, распускание ювениальных листьев, начало и окончание роста осевого побега в длину, опробкование побега, расцветивание ювениальных листьев и их опадание, набухание и распускание материнских почек, начало и окончание роста побегов в длину, опробкование побегов, распускание, расцветивание и опадание листьев, обособление на побегах почек возобновления, опробкование наружных чешуек почек.

При наблюдениях над генеративно-ростовыми побегами фиксируют: набухание и распускание генеративно-ростовых почек, бутонизацию и цветение, заложение плодов (шишек), созревание плодов (шишек) и семян, опадение зрелых плодов (шишек) с семенами или высыпание семян из плодов (шишек).

Необходимо отметить, что у ряда пород имеются свои особенности в фенологических фазах. Так, у кипариса, туи, платана, белой акации не выражены внешние признаки формирования почек; у рябины, боярышника, калины весной генеративно-ростовые почки трогаются в рост раньше, чем вегетативные почки; осина, ольха, лещина, вяз — цветут до распускания листьев, береза — в начальный период облиствения, липа — после окончания роста побегов в середине лета, а аралия маньчжурская — в конце лета и др.

Растениям тропиков присущ ремонтантный тип цветения — продолжительный, циклически многократный. А у ивы козьей, каштана конского и др. может наблюдаться вторичное цветение — преждевременное зацветание в конце лета или осенью цветов, заложённых в почках до будущего года.

## 2.10. Систематические единицы растительности

Фитоценоз (растительное сообщество) — это совокупность растений на определенной территории, однородных по видовому

составу, структуре и взаимодействиям растений друг с другом и окружающей средой.

Взаимодействие растений проявляется через межвидовую и внутривидовую конкуренцию, взаимопомощь. При этом фитоценоз вырабатывает особую структуру в виде ярусности. Взаимодействие растений с окружающей средой формирует фито-климат и почву.

Растительное сообщество постоянно находится в развитии, что приводит к смене одних сообществ другими (растительные сукцессии). В лесу смена фитоценозов — это смена пород.

Совокупность сходных фитоценозов образует тип фитоценоза или ассоциацию. Ассоциация является низшей (элементарной) классификационной единицей растительного покрова. Сходство фитоценозов при объединении в ассоциацию определяется видовым составом ярусов, взаимоотношениями растений со средой.

Ассоциацию обычно выделяют по доминантам основного яруса или по характерным видам растений. В пределах ассоциаций могут определяться их экологические варианты — субассоциации.

В лесном хозяйстве под лесными ассоциациями обычно понимают тип леса — понятие, сходное с лесной экосистемой. Однако типы леса характеризуются не только признаками лесной экосистемы, но и требованиями (при одинаковых экономических условиях) однородности лесохозяйственных мероприятий.

Виды растений, определяющие структуру ассоциаций, называют еще эдификаторами. В лесных ассоциациях — это преобладающие виды деревьев, в лугах — основные виды трав.

Лесные ассоциации характеризуют почвенно-геологическими условиями, нижним ярусом растительности, таксационной характеристикой древостоя — полнотой, средними диаметрами и высотой пород, бонитетом (цифровой показатель производительности, зависящий от почвенно-геологических условий местности).

Лесные ассоциации как типы леса именуют двойным названием: родовым названием доминанта (эдификатора) и видом характерного растения нижнего яруса, травяного или мохового покрова (ельник — кисличник, сосняк — лишайниковый, лиственный — крупнотравный и др.).

Ассоциации объединяют в группы ассоциаций на основе общности главного яруса, образованного эдификатором и других ярусов при различии по одному из них, обычно травянисто-кустарничкового.

Группы ассоциаций объединяются в формации, характеризующиеся только общим эдификатором (формации еловые, сосновые, березовые, дубовые и пр.).

Формации образуют группу формаций, эдификаторы которых относятся к одной и той же жизненной форме: темнохвойные (кедровые, еловые и др.), светлохвойные (сосновые, лиственничные), мелколиственные (осиновые, тополевые, березовые и др.) и широколиственные (ясеневые, липовые, дубовые и др.).

Группы включают в классы формаций с близкими эдификаторами: темно- и светлохвойные, группы формаций составляют класс формаций хвойных лесов, а мелко- и широколиственные — лиственных лесов.

Классы формаций образуют тип растительности — лес, луг, болото и др.

Таким образом, систематические единицы растительности можно расположить в следующем иерархическом убывающем порядке: тип растительности — класс формаций — группа формаций — формация — группа ассоциаций — ассоциация растительности — фитоценоз.

### **3. ЛЕСНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА**

#### **3.1. Лесная экология и биогеоценология**

Идея о взаимосвязях и взаимообусловленности всех явлений природы на земной поверхности возникла очень давно у исследователей различных сторон природы. Наиболее четко данная идея прослеживается на примере растительных сообществ, особенно леса.

Поэтому это направление оформилось в самостоятельную отрасль науки в ходе изучения связей лесной растительности с условиями местообитания. В становлении этой отрасли в нашей стране большую роль сыграли В. В. Докучаев, Г. Ф. Морозов и В. Н. Сукачев. Особенную роль на становление экологии (в т. ч. лесной) как науки сыграло учение В. И. Вернадского о биосфере.

Лесная экология — это отрасль экологии, изучающая лесные экосистемы — их структуру и функционирование, обмен вещества и энергии, динамику, устойчивость и продуктивность и др.

Предметом лесной экологии является лесная экосистема — сложная система живых (древесные растения и травы, бакте-

рий, грибов, беспозвоночных и позвоночных животных), биокосных и косных природных элементов (мертвое органическое вещество, вода, минералы, кислород и др., составляющие приземного слоя атмосферы), взаимодействующих обменом вещества и энергии на определенном участке леса.

В нашей стране лесная экология рассматривается как лесная биогеоценология. Принципы и задачи ее определил В. Н. Сукачев в 1940—1947 гг. Соответственно, широкое распространение получило понятие лесного биогеоценоза (от греч. *bio* — жизнь, *geo* — земля, *coinos* — общий).

По В. Н. Сукачеву, лесной биогеоценоз — это участок леса, однородный по растительному покрову, населяющему его животному миру, микроорганизмам, поверхностной горной породе, гидрологическим, микроклиматическим и почвенным условиям, по взаимодействиям и типам обмена веществ и энергии между его компонентами и окружающей средой.

Как следует из этих определений, лесные экосистема и биогеоценоз понятия однозначные, объединяющие сообщества растений (фитоценоз), животное население данной территории (зооценоз), сообщества бактерий (микробоценоз), почвенные (эдафотоп) и атмосферные (климатопо) условия.

Считают, что в отличие от экосистемы, которая может охватывать пространство любой протяженности — от капли прудовой воды до биосферы в целом, — понятие биогеоценоза означает определенный природный объект, занимающий соответствующее пространство, отдаленный конкретными границами от таких же смежных объектов и являющийся структурной единицей биосферы.

Следовательно, биогеоценоз можно рассматривать как частный случай экосистемы, т. е. идентичны понятия «лесная экология» и «лесная биогеоценология».

Близкие по своему характеру лесные экосистемы (биогеоценозы) объединяют в определенный тип леса.

Типы леса характеризуются определенным породным составом и происхождением. Если местообитания не нарушены антропогенными и природными факторами, то тип леса называют коренным; если же местообитание нарушено — производным (нарушенного состава).

В лесной экологии лес рассматривается как иерархическая экосистема — от системы байрачного леса, колка или насаждения в овраге до системы лесных насаждений в бассейне крупной реки, озерной котловины или иного крупного региона. При этом в составе экосистем входят не только покрытые лесом

участки, но и перемежающиеся с ними поляны, вырубки и др. участки, не покрытые лесом.

В связи с этим различают понятия «лесного массива» и «насаждения».

Лесной массив — это экосистема, включающая совокупность подсистем — различных насаждений, полян, вырубок и пр. Насаждение — это фитоценоз на целостном земельном участке с древесным пологом, характеризующимся сомкнутостью и полнотой.

Основной компонент насаждения — древостой (совокупность деревьев, образующих более или менее однородный лесной участок). По составу древостой делят на чистые (однородные) и смешанные; по форме — на простые (все деревья имеют одинаковую высоту) и сложные (кроны располагаются в два и более яруса); по происхождению — на естественные и искусственные, выделяя семенные и вегетативные. Кроме того, существуют одновозрастные и разновозрастные древостои.

### 3.2. Лесная окружающая среда

Среда — это вещество, энергия и пространство, влияющие на живой организм. Условия жизни леса определяют факторы лесной окружающей среды.

По отношению к лесному дереву лесная окружающая среда подразделяется на среду, охватывающую воздушное пространство, где расположены кроны деревьев, и земное пространство, где размещены корни. В сумме это составляет местообитание или местопроизрастание.

Местопроизрастания классифицируют по типам лесорастительных условий. Согласно ГОСТу 18486-73, это совокупность однородных лесорастительных условий на покрытых и не покрытых лесом участках. Типы лесорастительных условий устанавливают по растениям-индикаторам эдафических условий (по В. Н. Сукачеву) или по показателям плодородия почв (по Е. В. Алексееву и П. С. Погребняку).

Классификация экологических факторов местообитания рассмотрена нами прежде. Климатические, эдафические и орографические факторы образуют абиотическую среду местообитания, а биотические — биотическую среду.

Биотические факторы лесной окружающей среды подразделяют на фитогенные (влияние растений-соседей, симбиоз, механические контакты, эпифиты и др.), зоогенные (влияние животных) и микробогенные факторы.

В настоящее время исключительное влияние на лесную среду оказывают антропогенные факторы. Эти факторы определяются как сознательным воздействием человека (рубки, лесовосстановление, интродукция и др.), так и бессознательным, проявляющимся в стихийной форме (лесные пожары от костров и пр.).

Резкое изменение среды происходит при сплошных рубках — изменяются условия освещенности, тепловой, гидрологической и ветровой режимы.

Лесная окружающая среда влияет не только на собственное местообитание, но и на окружающую территорию (например, засухи в зоне Сахеля — результат вырубки лесов).

Лес замедляет движение воздушных масс, способствует увеличению осадков. Так, на равнинах Европейской части СССР годовые суммы осадков возрастают в среднем на 10—15 мм при увеличении лесистости на 10%. В лесу и на прилегающих безлесных участках влажность воздуха летом обычно выше на 5—10%, чем в поле (снижение скорости ветра, уменьшение испарения и др.).

Специфика окружающей среды заключается и в том, что под лесным пологом достигает поверхности почвы лишь небольшая часть солнечной радиации. В лиственном лесу (сбросившем листву) относительная освещенность достигает 50—80% общей освещенности солнцем, под широколиственным лесом — 1—5%; в чистых насаждениях ели — 2,5%; в тропических — 0,25—2%.

В лиственном лесу (без листвы) средняя температура воздуха может быть выше, чем в открытом поле. Однако, как правило, температура воздуха в лесу ниже, чем в поле.

Внутри лесных массивов всегда изменен ветровой режим. Лес снижает силу ветра, изменяет его направление, дробит ветровой поток. Уже на расстоянии 40 м от опушки скорость ветра в ельниках составляет всего 1—1,5% от скорости его в поле, равной 2,8 м/с. Даже на широких лесосеках (600 м) скорость ветра составляет 58% от скорости ветра на поле; при ширине 200 м — 37%, 100 м — 15% (А. А. Молчанов). На этом свойстве лесов основано полезное лесоразведение.

Количество осадков, проникающих к поверхности почвы в лесу (при одних и тех же дождях) сильно варьирует, в зависимости от состава древесных пород, сомкнутости крон, наличия подлеска и др. При этом вода, достигшая поверхности почвы, может поглощаться подстилкой и почвой лишь частично. Другая ее часть стекает по поверхности в понижение рельефа.

Такое явление наблюдается и на безлесной территории в

гораздо больших объемах. Поэтому сток тем выше, чем меньше лесистость водосбора, особенно в период весеннего снеготаяния.

Водорегулирующее значение имеют не только лесные массивы, но и лесные полосы на склонах.

Касаясь эдафических (почвы) факторов лесной среды, упомянем о лесной подстилке — органических остатках на поверхности лесных почв.

Основную часть подстилки составляет лиственный опад, включающий также небольшие ветви, плоды, кору и пр. В высокополнотных насаждениях в течение 1 года образуется 1500—5000 кг/га абсолютно сухого органического вещества. Опад листьев составляет 70% всей массы.

В тропическом дождевом лесу вес лесного опада может достигать 10000 кг/га.

Со временем в лесу достигается баланс между листовым опадом и разложением подстилки (в молодом лесу опад превышает разложение, в старом — разложение больше опада). Обычно разложение годового опада требует от одного года до пяти лет.

Биотические факторы лесной окружающей среды определяются следующими трофическими уровнями:

— фитофаги, питающиеся зелеными растениями (животные, микроорганизмы и растения) и потребители автотрофных микроорганизмов — 2-й уровень;

— хищники и паразиты, живущие за счет фитофагов, а также фитофаги, питающиеся паразитическими растениями — 3-й уровень;

— хищники и паразиты, живущие за счет организмов 3-го уровня.

Каждому лесу свойственна своя фауна в связи со специфической растительностью животных и микроорганизмов, что в свою очередь определяет фауну хищников и паразитов. Насекомые потребляют от 5 до 30% листвы в год, что не сказывается на росте деревьев.

Таким образом, между лесными деревьями и животными существует полный жизненный цикл взаимных зависимостей, начиная от опыления, распространения семян и их укоренения, кончая процессами формирования, гибели и восстановления древостоя. На протяжении всего этого цикла происходит непрерывное разложение и минерализация органического вещества.

### 3.3. Специфические факторы лесной окружающей среды

Специфическими факторами лесной окружающей среды, оказывающими большое влияние на деревья, являются: содержание двуокси углерода ( $CO_2$ ) в атмосфере, молнии, лесные пожары и др.

Двуокись углерода находится в атмосфере в небольших концентрациях. Однако в лесу она непрерывно выделяется вследствие дыхания корней и организмов, разлагающих органические вещества. Так, по данным американских исследователей, в древостое тополя черного из напочвенного покрова выделяется  $CO_2$ : за счет дыхания живых корней — 35%; за счет разложения корней — 42%; за счет разложения подстилки — 21%.

Поэтому в сырых тихих местах у напочвенного покрова скапливается большое количество  $CO_2$ .

Обычно в лесу содержание  $CO_2$  обнаруживает суточную динамику и различия по высоте, чего не наблюдается на открытых местах. Суточная динамика определяется тем, что уровень  $CO_2$  в лесу будет минимальным в период максимальной деятельности фотосинтеза, т. е. в середине дня (в сезон вегетации).

При увеличении уровня концентрации  $CO_2$  усиливается деятельность фотосинтеза, но большие концентрации  $CO_2$  могут замедлять фотосинтез.

На земле ежедневно регистрируется 40000 гроз, при которых образуется около 0,5 млн. разрядов молний, попадающих в лес.

Прямое действие молний на деревья проявляется в обдирании коры, поражении ветвей, частичном отмирании кроны (сучочершинность), повреждении корней, превращении дерева в щепки и др.

Исключительно высокие деревья служат предпочтительными наземными целями разрядов молний.

Косвенное влияние молний на деревья проявляется при пожарах, поражении деревьев насекомыми, грибными заболеваниями, бурелому.

Лесной пожар можно рассматривать как экологический фактор.

В целом на земле ежегодно молнии вызывают 50000 лесных пожаров. Однако основной причиной их возникновения выступает человек.

В соответствии с ГОСТ 17.6.1.01-83 (Охрана и защита лесов), существуют следующие типы лесных пожаров:

- а) верховой, охватывающий полог леса;
- б) повальный, охватывающий все компоненты лесной экосистемы;

в) низовой, распространяющийся по нижним ярусам лесной растительности, лесной подстилке, опаду;

г) торфяной, охватывающий соответствующий слой заболоченных и болотных почв.

Кроме этого, выделяют валежный пожар, при котором основным горючим материалом является древесина, расположенная на поверхности почвы.

Вред от лесных пожаров подробно рассматривается лесной пиарологией и в данной работе не анализируется.

Отметим, что пожар имеет большое селективное влияние на лесообразующие породы, которые, адаптируясь к пожарам, вырабатывают приспособительные характеристики (толстая кора, закрытые шишки, быстрый рост подлеска и др.).

По мнению американских экологов (С. Г. Спурр, Б. В. Барнес), у отдельных видов древесных пород вырабатываются свойства по:

- 1) сопротивлению пожарам;
- 2) быстрому избавлению от последствий пожаров;
- 3) заселению местообитания после пожара;
- 4) стимулированию пожара в собственном местообитании для подавления конкурентов.

Сопротивление пожару выражается в следующих приобретенных свойствах:

а) толстая кора (сосны, дубы, лиственница западная, секвойя гигантская и др.);

б) стержневая корневая система;

в) быстрый рост поросли — крона растет над поверхностью пожара (сосны);

г) изгиб основания, когда почки в состоянии покоя в нижней части ствола защищены от огня почвой (сосна желтая и др.);

д) быстрое очищение ствола от сучьев;

е) характер развития древостоя — открытые редкие насаждения уменьшают вероятность верховых пожаров (лиственница западная и др.);

ё) огнестойкая живая листва;

ж) быстрое разложение листвы — замедляет накопление топлива.

Быстрое избавление от последствий пожара происходит в результате:

а) отрастания побегов на поврежденных стволах или корневой шейке (дуб, береза, черемуха и др.);

б) способности вегетативного размножения от корня или корневищ;

в) размножения отводками (пихта, ель черная и др.);

г) отрастания побегов от обгоревших пней (дугласия круп-попишечная, некоторые виды эвкалипта).

Местообитания после пожара заселяются вследствие:

а) раннего цветения, обеспечивающего половое воспроизводство некоторых видов от отдельных сохраняющихся экземпляров (сосна Банка, сосна желтая и др.);

б) легких опушенных семян или семян с крылатками;

в) закрытых шишек, содержащих жизнеспособные семена, остающихся на обгоревших ветвях (сосны южная и западная);

г) отсутствия у семян периодов покоя, позволяющего им прорасти в любое благоприятное время после пожара (сосна Банка и др.);

д) стимулирования прорастания семян огнем, способствующего раскрытию оболочек и генерированию тепла.

Пожары в собственном местообитании стимулируются в результате:

1) воспламеняемой листвы и коры;

2) задержания листвы, способствующей верховым пожарам (позднораспускающаяся форма дуба черешчатого и др.);

3) низкого положения кроны, когда низовой пожар легко переходит в верховой (при этом пожар способствует оздоровлению древостоев сосен Банка, в которых паразитирует карликовая омела, т. к. восстановившийся после пожара древостой будет свободен от инфекции).

По мнению ряда зарубежных исследователей, иногда действие пожара оказывается катастрофическим по своим последствиям для местообитания, однако, бывают случаи, когда действие пожара сказывается положительно.

Например, сырость и холод замедляют разложение органического вещества, способствуя образованию мощных слоев кислого сырого гумуса. При выжигании таких мест повышается качество местообитания.

Популяции земляных червей, жуков, пауков, клещей и др., как правило, уменьшаются во время пожара, но зато увеличиваются после него (И. Альгерн). Меньше других представителей фауны страдают муравьи. Они выживают в почве и быстро восстанавливают популяции.

Очень продолжительные периоды между пожарами (при осуществлении специальных мер по защите леса от пожаров) приводят к высокой концентрации органических веществ. Интенсивные пожары, которые рано или поздно возникают, могут помешать восстановлению нормальной растительности на этом месте или изменить ее тип.

При этом сгорание подстилки приводит к эрозии почв, а по-

жары на торфяных болотах полностью уничтожают почвы (нужны тысячелетия для нового скопления торфа).

Бесспорно, что пожары наносят огромный вред лесным ресурсам, однако мнение о том, что огонь является только разрушающим агентом лесных экосистем, требует переоценки. Пожар — экологический фактор, имеющий не только отрицательное, но и положительное влияние на лесные почвы и их продуктивность,

### 3.4. Аллелопатия

Аллелопатия (от греч. «взаимный вред») — прямое или косвенное вредное воздействие одного растения на другое посредством химических веществ, выделенных в окружающую среду.

Среди лесообразующих пород наиболее сильное влияние на другие растения оказывает орех черный за счет выделений листьев и корней.

Многие лесные деревья плохо растут (или вообще не растут), если их корни контактируют с корнями ореха черного. А такая трава, как мятлик луговой, под пологом ореха черного чувствует себя очень хорошо. В Донлесхозе (Ростовская обл.) под пологом насаждения ореха черного растут бузина и свидина.

Дуб серповидный подавляет рост подлеска за счет выделения салициловой кислоты, которая вымывается из листьев дождевой водой.

Платан, дуб красный, каракас подавляют рост травянистой растительности токсинами, образуемыми листвой. Установлено положительное влияние на дуб выделений липы мелколистной и клена остролистного. Выделения сосны положительно влияют на лиственницу.

Аллелопатическим воздействием обладают также эвкалипт, можжевельник Юта, айлант высочайший, клен сахарный, орех грецкий и др.

Лесные травы (орляк обыкновенный, вереск и др.) сдерживают рост подроста и приводят его к гибели. Известно, что злаковые травы задерживают прорастание и рост семян черемухи.

Аллелопатические вещества поступают в окружающую среду через лиственный опад, выщелачивание листьев, улетучивание из листьев, выделение корней.

Эти вещества действуют на другие растения самыми различными способами: подавляют деление и удлинение клеток, изменяют потребление минеральных веществ, замедляют фотосинтез, подавляют синтез белка, оказывают влияние на дыхание и открытие устьиц.

## 4. ЛЕСНАЯ ЭКОСИСТЕМА

### 4.1. Общие понятия об экосистеме и агроэкосистеме

В. И. Вернадский создал учение о биосфере — поверхностной оболочке нашей планеты — «пленки жизни», подразделяющейся на крупные зоны (области) — океан, суша и др. В пределах этих зон, например, на суше, встречаются значительные участки лесов, песков, болот (элементарные единицы природы).

Такие элементарные единицы природы А. Тенсли и назвал экосистемами (В. Н. Сукачев — биогеоценозами; Б. Б. Полынов — элементарными ландшафтами). При их выделении решающее значение придают растительному покрову, внутри которого существуют свои неоднородности (экосистемы низшего порядка), составляющие мозаику экосистем на земной поверхности. В каждой экосистеме между живыми организмами и физической средой их обитания существует взаимосвязь.

Поэтому, по определению А. Тенсли, экосистема — это взаимосвязанная единая функциональная совокупность организмов и абиотической среды их обитания. Между биологическими организмами и физической (абиотической) средой существует непрерывный обмен материалом — круговороты питательных веществ под воздействием энергии солнца. Зеленые растения из питательных веществ почвы и воды создают (синтезируют) органические соединения, служащие материалом для образования собственных тканей и источником для поддержания своих физиологических функций.

Растения сами себе готовят «пищу», и их называют автотрофами (самопитающиеся). Животные получают энергию из готовой пищи, и их называют гетеротрофами (питающиеся другими).

Познание экосистем проводят с помощью системного подхода, обоснованного Л. Бергаланфи, У. Эшби, Н. Винером и др.

По Л. Бергаланфи, любая система (в т. ч. экосистема) может быть определена как совокупность элементов, находящихся в определенных соотношениях друг с другом и со средой.

Следовательно, экосистема состоит из некоторого числа элементов, которые образуют определенное множество.

$$x = \{x_1 \quad x_2 \quad \dots, \quad x_n\} \quad (4.1)$$

Эти элементы связаны между собой различными взаимоотношениями. Связи всех элементов ( $\delta$ ) друг с другом и окружающей средой образуют структуру экосистема ( $S$ ).

$$S = \{\delta_{x1}, \delta_{x2}, \dots, \delta_{xn}\} \quad (4.2)$$

Эта структура изменяется с течением времени ( $t$ ), что и определяет функционирование экосистемы

$$S = f(t) \quad (4.3)$$

Особенностью целостной системы является наличие у нее свойств, которые не присущи ее составляющим элементам, что называют принципом эмерджентности.

Каждая экосистема является компонентом, элементом другой экосистемы высшего уровня. Такой порядок соподчиненности определен как иерархичность экосистем (наивысшая экосистема — биосфера Земли).

Следовательно, экосистема — это природная целостность, все организмы которой на данной территории взаимодействуют друг с другом и окружающей средой, вызывая потоки энергии, обуславливающие трофическую (пищевую) структуру, видовое разнообразие и обмен вещества между ее биотической и абиотической составляющими.

Агроэкосистемы — это сельскохозяйственные экосистемы, отличающиеся от естественных экосистем (работающих на энергии солнечного света) следующим:

а) получением дополнительной энергии в виде работы машин, поступления удобрений, оросительной воды и пр.;

б) пониженным разнообразием организмов при максимальном выходе одного продукта;

в) искусственным отбором видов растений и животных.

Понятие агроэкосистема соответствует агробиогеоценозу.

Агроэкосистемы разделяют на два обширных типа (Ю. Одум, 1986):

— аэроэкосистемы доиндустриального периода с дополнительной энергией в виде мышечных усилий человека и животных;

— интенсивные механизированные агроэкосистемы с крупными энергетическими дотациями в форме горючего, химикатов, работы машин и пр.

Около 60% пахотных земель в мире обрабатывают доиндустриальным способом в странах Азии, Африки и Южной Америки, образуя агроэкосистемы первого типа. Они могут быть весьма сложными и часто гармонируют с природными экосистемами.

Основным средством гармонии интенсивных механизированных агроэкосистем с природными экосистемами служат системы защитных лесных насаждений, в т. ч. лесных полос.

## 4.2. Лесная экосистема

По лесному словарю, изданному в 1843—1845 гг., лес — это пространство, занятое древесной растительностью.

Однако уже в 1912 г. Г. Ф. Морозов писал, что лес — это сообщество древесных растений с влиянием друг на друга, на занимаемую ими почву и атмосферу. В 1955 г. П. С. Погребняк считал, что лес есть взаимопроникающее единство лесных растений, животных и занимаемой ими среды — почвы и атмосферы.

Согласно ГОСТу 18486-73, лес — это «элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности древесных, кустарниковых, травянистых растений, животных и микроорганизмов, в своем развитии биологически взаимосвязанных, влияющих друг на друга и на внешнюю среду».

Следовательно, по современным понятиям, лес — это экологическая система с взаимозависимыми компонентами живой и неживой природы (деревья, кустарники, травы, бактерии, грибы, простейшие членистоногие и др. беспозвоночные, позвоночные животные и птицы, почвы и напочвенный покров, приземный слой атмосферы, рельеф и др.).

Все биологические организмы лесной экосистемы прямо или косвенно взаимосвязаны. Существование этих организмов определяется факторами окружающей физической среды, а сами эти факторы в определенной степени обусловлены биотическим сообществом.

Лесные экосистемы постоянно меняются во времени — суточные, сезонные и годовые изменения, определяемые циклами активности биологических организмов и изменениями погодных условий; долгосрочные климатические изменения; эволюция живых организмов и др.

Динамика лесных экосистем в пространстве ярко проявляется в зональности и высотной поясности растительности. В пределах зон и поясов изменения лесных экосистем не столько очевидны, но они существуют (сообщества микроорганизмов, например, меняют свою структуру даже на рядом расположенных участках).

Видоизменения структуры (состав элементов и связи между ними) лесных экосистем постоянно осуществляются в стремлении отдельных деревьев захватить большую часть окружающей среды и их отпаде (гибели) при самоизреживании насаждений.

Поэтому взаимоотношения между деревьями хорошо иллюстрируются их классификацией по росту (например, классификацией Крафта — господствующие, согосподствующие, подчи-

ненные, угнетенные, а также отмирающие и отмершие, но стоящие на корню дерева).

Вертикальная дифференциация леса — также является результатом взаимоотношений между биологическими организмами. Ярусы леса определяются не только классификацией деревьев по росту, но и различными составляющими компонентами — древостоем, подлеском, кустарниковым подростом, травянистым покровом, таллофитами (мхи, лишайники), почвой.

Кроме этого, среди ярусов древостоя выделяют элементы леса (по Н. В. Третьякову) — древесные породы, различные поколения деревьев и др.

Структурные подразделения лесной экосистемы (биогеоценоза) называют также синузиями — надземные и подземные ярусы, отдельные части стволов с лишайниками, мхами, водорослями, насекомыми, филлосфера населения листьев, опавшая листва со своей флорой и фауной и др. (Н. В. Дылис и др.).

По У. Х. Смигу, лесные экосистемы на Земле характеризуются следующими показателями. Тропический дождевой лес занимает площадь  $17 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>, с годовой продукцией углерода  $16,8 \cdot 10^{15}$  г и общей массой углерода в растениях —  $344 \cdot 10^{15}$  г. Тропический листопадный лес соответственно характеризуется  $7,5 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>,  $5,4 \cdot 10^{15}$  г и  $117 \cdot 10^{15}$  г; лиственный лес умеренной зоны —  $7 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>,  $3,8 \cdot 10^{15}$  г и  $95 \cdot 10^{15}$  г; тайга —  $12 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>,  $4,3 \cdot 10^{15}$  г и  $108 \cdot 10^{15}$  г; мелколесье и кустарник —  $8,5 \cdot 10^6$  км<sup>2</sup>,  $2,7 \cdot 10^{15}$  г и  $22 \cdot 10^{15}$  г.

### 4.3. Обмен веществ в лесной экосистеме

Круговорот минеральных (питательных) веществ в экосистеме состоит из трех циклов:

а) поступление питательных веществ из атмосферы при выветривании горных пород;

б) обмена питательными веществами между растениями и почвой;

в) циркуляция питательных веществ внутри дерева.

В результате деревья получают: газообразные элементы — водород, кислород, углерод; макроэлементы питания — азот, фосфор, калий и кальций; микроэлементы — сера, магний, железо, цинк, марганец, медь, молибден и др.

Элементы, потребляемые лесными растениями, возвращают-

см и почву (за исключением того, что изымается при рубках и внедревесном пользовании) в виде опада, продуктов вымывания и выщелачивания дождевыми водами, стекающими по листве и стволам отмерших корней.

В атмосфере содержится  $700 \cdot 10^{15}$  г углерода в виде  $\text{CO}_2$ . Леса содержат 60—90% общего наземного количества углерода. Растительность усваивает двуокись углерода в процессе фотосинтеза и отдает ее в атмосферу при дыхании. Кроме того, леса отдают  $\text{CO}_2$  при разложении органического вещества и пожарах. В целом поступление  $\text{CO}_2$  в атмосферу равно его поглощению при фотосинтезе. Однако в условиях быстрого уничтожения лесов этот баланс может быть нарушен.

Рост деревьев во многом определяется круговоротом азота, поступающим в лесные экосистемы в основном из атмосферы (закись, окись и двуокись азота). Фиксация азота в лесных экосистемах равна  $40 \cdot 10^{12}$  г/год (антропогенный привнос азота в виде окислов равен  $19 \cdot 10^{12}$  г/год). Поступает он вместе с осадками, поглощается (20%) биомассой растений, и проникает в почву. Большая часть поглощенного растениями азота возвращается в почву и атмосферу (азотосодержащая подстилка быстро разлагается).

Круговорот воды — основа существования лесных экосистем. Это циркуляция влаги из почвы по корням растений в листву, затем через транспирацию в атмосферу и обратно в почву (при этом осуществляется и круговорот питательных веществ).

Транспирационные расходы воды за вегетационный сезон равны: заросли саксаула в пустыне — 65 мм, лесные насаждения в степи при близком уровне грунтовых вод — 572—1143; при глубоком уровне — 150—280 мм; сосновые леса в зоне смешанных лесов — 120—270 мм; широколиственные леса — 250—400 мм (Т. К. Горыгина, 1976).

При свободном доступе к неограниченным источникам водоснабжения, насаждения транспирируют огромное количество воды. Так, насаждения ивы и тополя транспирируют до 1000 мм воды.

Общий расход воды (транспирация + физическое испарение влаги с поверхности почвы и растений) называют эвапотранспирацией.

Наземная растительность транспирирует ежегодно  $55 \cdot 10^{18}$  г воды, что почти соответствует общей эвапотранспирации с суши. Поэтому ясно, что в круговороте воды растения играют главную роль (Р. Риклефс, 1979).

#### 4.4. Лесная сукцессия и климакс

Лесная экосистема непрерывно развивается. Но ее внешний вид и структура заметно не изменяются, несмотря на постоянное замещение отдельных биологических организмов. Восстановление лесов происходит и после их рубки. При этом виды растительности последовательно сменяются до тех пор, пока лесная экосистема не достигнет первоначальной структуры.

Последовательность изменений (замещение одной биоты другой), происходящих в экосистеме, называют сукцессией. Основные этапы сукцессий в растительных сообществах впервые сформулировал эколог Ф. Клементс в 1916 г.

Развитие биоты (животные + растения), начиная с местообитания, где ранее растений не было, определяют первичной; сукцессией, а восстановление естественной растительности, следующее после нарушений (вырубка лесов и пр.) — вторичной сукцессией.

В своих крайних проявлениях первичные сукцессии бывают ксерическими (развивающиеся на ранних стадиях в засушливых условиях) и гидрическими (изменения растительности на, болотах и торфяниках).

Пример ксерической сукцессии: сухая почва — корковые лишайники — листовые лишайники — вересковая дернина — сухой лес — климаксный лес.

Пример гидрической сукцессии на болоте: водные растения — густые заросли осоки — злаковые травы — кустарники — заболоченный лес — климаксный лес.

Все сукцессии в определенном регионе приводят к последнему этапу развития растительности — климаксовому сообществу. Считалось, что это последняя спелая установившаяся самоохраняющая и самовоспроизводящая стадия развития растительности (кульминация растительной сукцессии) на любом местообитании.

Если условия местообитания меняются, то возобновляется сукцессия и возникает иное устойчивое состояние растительного сообщества. Так как условия среды в лесу постоянно меняются, лес никогда не бывает стабильным и остается динамическим сообществом даже на последних стадиях сукцессии.

Поэтому, по современным представлениям лесной экологии, под климаксом понимают состояние растительного сообщества в относительной стабильности и долговечности на определенном местообитании. Причем понятие климакса связывают не только с коренной (естественной) растительностью, но и с сообществами, вызванными к жизни человеком.

Следовательно, климакс определяется местными условиями среды и находится с ними в равновесии.

В США развивается теория «мозаичного климакса» (Р. Уиттэкер и др.) — в обширных климаксных сообществах (особенно луговых и лесных) существует региональная мозаика (пестрота), вызванная особыми условиями среды.

Например, при использовании лугов под пастбище животные выедают многолетние злаки избирательно, что дает возможность развитию конкурентных видов трав и кустарников, менее подходящих для корма. Пожары в лесных сообществах исключают одни виды растений и способствуют развитию других, устойчивых к огню видов.

Рубка деревьев нарушает лесной полог и создает участки местообитания с лучшей освещенностью. Эти места заселяются ранними сукцессионными формами. Это создает мозаику сукцессионных стадий в пределах лесного сообщества.

Существует понятие циклических климаксов, связанных с особенностями циклов развития нескольких доминирующих в лесу видов. Например, вид А может прорасти только под пологом вида В, вид В — только под видом С, а С — только под пологом вида А. В результате возникает регулярный цикл доминирования видов в последовательности А, С, В, А, С, В. А... (Р. Риклефс).

В целом, непрерывные изменения в лесной экосистеме (сукцессии) бывают природными и антропогенными (П. Д. Ярошенко), которые, в свою очередь, подразделяют на последовательные и внезапные, вызванные различными факторами.

Существуют и другие классификации различных форм динамики лесных экосистем (Ф. Клементса, Г. Ф. Морозова, В. Н. Сукачева и др.).

#### 4.5. Понятие об экотоне

Очевидно, что экосистема обладает определенными границами, которые связаны с изменениями в условиях местообитания или историей сообщества. Эти границы не выражаются четкими линиями, но представлены определенными переходными зонами (поясами) различной ширины.

Например, при переходе от леса к лугу выделяется внешняя лесная зона, измененная под влиянием открытых пространств, и зона луга (примыкающая к лесу), находящаяся под воздействием леса.

Такую переходную зону называют экотонем, который харак-

теризуется не только сходными чертами соседних сообществ, но и имеет свою собственную структуру, т. е. выступает в качестве экологической системы.

Внутри лесных сообществ экотоны возникают в результате:

- а) границ между типами почв;
- б) смены условий дренированности местности;
- в) особенностей рельефа;
- г) лесозаготовок и пожаров;
- д) задымления атмосферы вблизи промышленных предприятий;
- е) резких изменений геологических условий местности.

Агролесомелиораторов привлекает экотон лес—поле, искусственно создаваемый для мелиорации сельскохозяйственных угодий, в результате посадки лесных полос.

## **5. ЭКОСИСТЕМЫ ЛЕСНОЙ МЕЛИОРАЦИИ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА**

### **5.1. Лесная полоса как агроэкосистема**

Основным инструментом агролесомелиорации служит лесная полоса — искусственное насаждение в виде ленты. Лесную полосу составляют биологические организмы — деревья, кустарники и др. Они характеризуются определенными взаимоотношениями друг с другом и окружающей средой, образуя, аналогично лесу, экологическую систему.

Как экологическая система, лесополоса составлена биотическими подсистемами (древостой, кустарниковый подлесок, ценозы культурной и дикой травянистой растительности) и техническим компонентом (рис. 5.1), поэтому ее называют биотехсистемой или агроэкосистемой (В. М. Ивонин).

Среди биологических подсистем занимает особое положение древостой, как постоянная и обязательная составляющая биотехсистемы лесной полосы. В исключительных случаях (мелиоративнокормовое насаждение на пастбище в сухой степи и др.) древостой может отсутствовать, и его место занимает кустарниковое сообщество, образующее верхний ярус.

Однако, как правило, кустарниковый подлесок составляет постоянную, но не обязательную подсистему, занимая участки местообитания под пологом или (и) по опушкам древостоя.

Необязательность этой подсистемы определяется различным предназначением лесных полос — полезащитных, стокорегулирующих, прибалочных, приовражных, садозащитных.

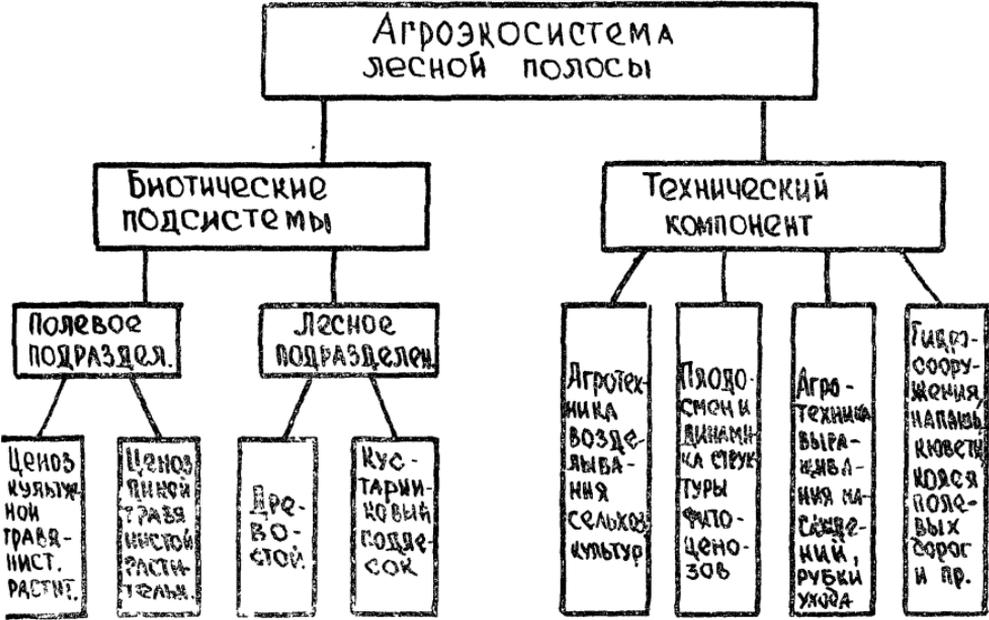


Рис. 5.1. Блок-схема агроэкосистемы лесной полосы.

Нижний горизонт яруса кустарникового подлеска (или древостоя) может занимать подрост, формирующий второй ярус древостоя только при благоприятных проявлениях среды. В степных условиях подрост появляется лишь временно под пологом древостоя с участием клена ясенелистного, ясеня зеленого и некоторых других пород.

Постоянные подсистемы (древостой и кустарниковый подлесок) составляют лесное структурное подразделение биотехсистемы с общим местообитанием и подстилкой.

Переменной обязательной подсистемой биотехсистемы лесной полосы служит ценоз культурных травянистых растений, состав и структура которого меняется по годам в соответствии с севооборотом (плодосменом).

Переменная обязательная подсистема образует полевое структурное подразделение биотехсистемы лесной полосы. К этому же подразделению относим и переменную не обязательную подсистему дикой травянистой растительности и сорной флоры.

В идеале сорная флора отсутствует на местообитании сельскохозяйственных фитоценозов и подавлена под лесным пологом.

Регуляция взаимоотношений между лесными и полевыми подразделениями биотехсистемы осуществляется техническим компонентом. В лесном подразделении он проявляется: в уходах за почвой; реконструкциях; рубках ухода, санитарных и других рубках; эксплуатационных и ремонтных работах на гидротехнических сооружениях при их наличии по опушкам стокорегулирующих и др. лесных полос; работах, связанных с эксплуатацией полевых дорог, размещенных вблизи насаждений и др.

На территории полевого подразделения технический компонент выражается: агротехникой возделывания с.-х. культур, севооборотом, приемами снегозадержания, регулирования стока и пр.

Внешние признаки технического компонента — конструкция лесной полосы (продуваемая или ажурная), земляные валы, полевая дорога, напашь в приопушечной зоне, стерня и мульча на поверхности поля и др.

Сельскохозяйственную продуктивность биотехсистемы в основном составляет фитомасса полевого подразделения, а общую продуктивность — лесного. Поэтому одна часть фитомассы из биотехсистемы периодически отчуждается (с урожаем с.-х. культур), другая — остается на месте, восполняя за счет годичного прироста убыль природных биоэлементов.

Ведущую роль в аккумуляции вещества и энергии биотехсистемой занимает древостой. Он же в основном определяет микроклимат, поддерживает природные биоциклы, осуществляет материально-энергетические преобразования. Поэтому древостой является основой общей структуры биотехсистемы лесной полосы, под которой понимают (В. М. Ивонин) связи и взаимоотношения биотических подсистем и технического компонента (рис. 5.2.).

Преуменьшение роли древостоя, выраженное в рекомендациях по созданию однорядных древесных кулис, приведет к ослаблению функционирования противэрозионных инженерно-биологических систем (ПИБС) водосборов, являющихся основным средством борьбы с эрозией почв на сельскохозяйственных землях.

Основная роль древостоя — создание мелиоративного потенциала биотехсистемы лесной полосы. Кустарниковый подлесок также в этом участвует, однако, его основная роль — преобразование собственного местообитания, общего с древостоем.

Таким образом, древостой и кустарниковый подлесок, формируя мелиоративный потенциал, содействуют возникновению определенной экологической емкости биотехсистемы лесной полосы в виде ниши для травянистой растительности не только

под лесным пологом, но и на местообитании полевого подразделения биотехсистемы.

Местоположение полевого подразделения в севообороте занимают разнообразные сельскохозяйственные культуры, экологические оптимумы произрастания которых могут не совпадать. В то же время экологическая емкость или параметры ниши ограничены площадью и мелиоративным потенциалом биотехсистемы. Поэтому в определенных условиях среды параметры ниши биотехсистемы могут удовлетворять экологическому оптимуму одной сельскохозяйственной культуры и не соответствовать этому оптимуму у другой культуры (или группы культур) севооборота.

Регулирование экологической емкости биотехсистемы техническим компонентом возможно только в известных пределах. Так, площадь экологической ниши регулируется расстояниями между соседними лесными полосами, исходя из их максимальной защитной высоты, а также — конструктивным регулированием биотехсистемы рубками ухода, снегозадержанием и др. приемами агротехники возделывания сельскохозяйственных

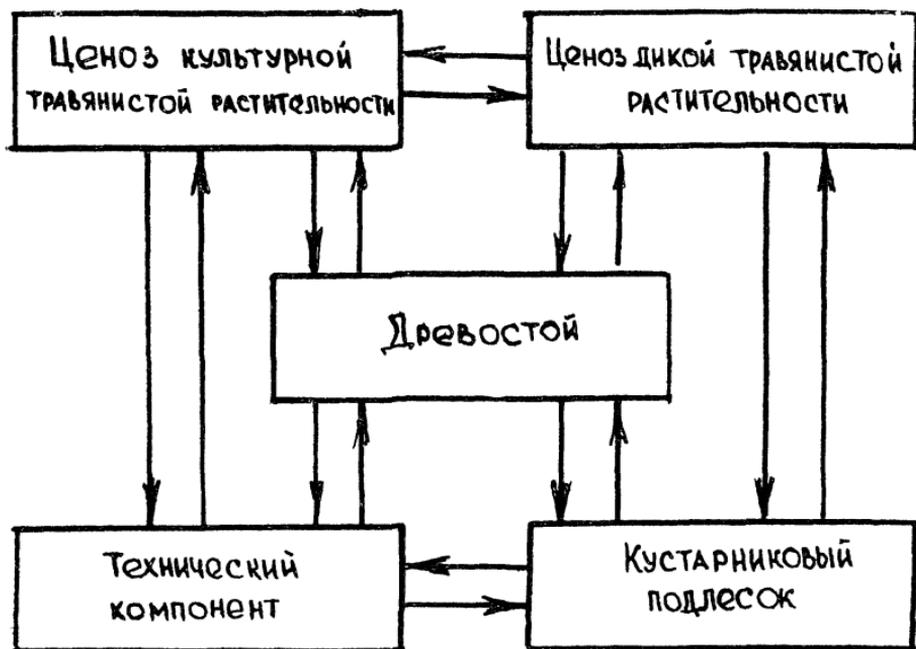


Рис. 5.2. Структура агроэкосистемы лесной полосы.

культур на межполосных полях. При этом соседние биотехсистемы составляют единую нишу — сплошную зону мелиоративной обстановки на межполосном поле. Однако, в зависимости от гидрометеоусловий, между соседними нишами биотехсистем остается более или менее широкая промежуточная зона, не охваченная мелиоративным влиянием, которая уменьшается по мере роста древостоя и увеличивается (вплоть до размера межполосного поля) с изменением направления вредоносного (суховейного, дефлирующего) ветра от нормального до параллельного по отношению к насаждениям.

Этим объясняются факты колебаний урожайности одних и тех же сельскохозяйственных культур на межполосных полях по годам (максимальный урожай, когда соседние ниши перекрывают межполосное поле и минимальный — когда между ними образуется широкая зона, не охваченная мелиоративным влиянием соседних лесных полос).

Опыт агролесомелиорации показывает, что на черноземах степной и лесостепной зон страны поддающиеся регуляции параметры ниш биотехсистем лесных полос в основном соответствуют экологическим оптимумам основных сельскохозяйственных культур. В этих условиях биотехсистемы лесных полос обеспечивают нормальное функционирование фитоценозов сельскохозяйственных культур даже в засушливые годы. На склонах регулирование местного стока при содействии технического компонента предупреждает нарушение экологических оптимумов сельскохозяйственных культур даже в острозасушливые годы. Необходимость выборочного (один—два раза в 10 лет) орошения с минимальными нормами полива, как крайняя мера регуляции ниши, может возникнуть на межполосных полях только в сухой степи и полупустыне.

Очевидно перспективна и селекция сельскохозяйственных культур с экологическими оптимумами, соответствующими амплитуде параметров ниш биотехсистем лесных полос данного региона, т. е. районы агролесомелиорации нуждаются в своих сортах сельскохозяйственных культур.

Таким образом, являясь элементом противоэрозионной инженерно-биологической системы водосбора, лесная полоса сама образует систему высшего порядка для составляющих ее биотических подсистем и технического компонента. В такой биотехсистеме древостой является постоянной и обязательной подсистемой, кустарниковый подлесок — постоянной не обязательной, а ценозы культурной и дикой травянистой растительности — переменными, соответственно обязательными и необязательными подсистемами. Причем, переменные подсистемы

образуют полевое, а постоянные — лесное структурное подразделение биотехсистемы.

Древостой составляет основу устойчивости биотехсистемы, определяющий ее мелиоративный потенциал, являющийся макроаккумулятором вещества и энергии, поддерживающий природные биоциклы и материально-энергетические преобразования, содействующий образованию особой экологической емкости — ниши для фитоценозов культурной травянистой растительности.

В биотехсистеме технический компонент определяет компромисс между полевым и лесным подразделениями, усиливает внутренние и внешние связи составляющих подсистем, контролирует соответствие параметров ниши экологическим оптимумам сельскохозяйственных культур.

## **5.2. Система лесных полос и противоэрозионная инженерно-биологическая система водосбора**

Как следует из вышесказанного, лесная полоса служит системой высшего порядка для составляющих ее подсистем (элементов). Одновременно, она на правах элемента входит в состав системы лесных полос приводораздельных и присетевых площадей водосбора.

Элементами такой системы являются: полезащитные и стокорегулирующие лесные полосы; прибалочные, приовражные и приборочные (по берегам рек) лесные полосы.

Кроме этого в состав элементов таких систем могут включаться снегораспределительные древесные кулисы, лесные полосы в полосах отвода автомобильных и железных дорог, насаждения вокруг населенных пунктов, ферм и др.

Основными целями таких систем являются: улучшение водного и теплового режимов почв сельскохозяйственных угодий; рациональное использование ресурсов микроклимата для повышения продуктивности аграрных ландшафтов; защита почв от эрозии и дефляции в процессе сельскохозяйственного производства.

Структуру системы лесных полос образуют не только ее элементы, но и связи между ними. Такой связью обычно служит микроклиматический эффект лесных полос, определяющий зоны их мелиоративного влияния на окружающие агроценозы культурной флоры.

Соответственно, под системой лесных полос понимают совокупность линейных лесных насаждений на сельскохозяйственной территории, способных существенно мелиорировать микроклимат любой ее части.

Эта мелиорация, в основном, происходит в результате снижения максимальных скоростей ветра, что вызывает уменьшение энерго-, массо- и теплообмена на межполосных сельскохозяйственных полях.

В связи с этим особое значение приобретает оптимальное расстояние между основными лесными полосами при их ориентации относительно направления вредоносных ветров.

Математическое моделирование ветрового режима в системе лесных полос, проведенное М. И. Долгилевичем и Ю. И. Васильевым, позволило получить расчетные формулы для определения расстояний между плотными ( $L_{пт}$ ), ажурными ( $L_{аж}$ ) и продуваемыми ( $L_{пв}$ ) лесными полосами:

$$L_{пт} = \frac{4NU_0^{2,5}Z_0^{0,066} + 32U^{2,5}H^{1,066}}{U_0^{2,5}Z_0^{0,066}} \quad (5.1)$$

$$L_{аж} = \frac{3NU_0^{2,55}Z_0^{0,105} + 28,84U^{2,55}H^{1,105}}{U_0^{2,55}Z_0^{0,105}} \quad (5.2)$$

$$L_{пв} = \frac{4NU_0^{2,55}Z_0^{0,10} + 25,3U^{2,55}H^{1,10}}{U_0^{2,55}Z_0^{0,10}} \quad (5.3)$$

В приведенных зависимостях приняты следующие обозначения:

$L$  — расстояние между лесными полосами, выраженное в их высотах,  $H$ ;

$H$  — высота лесной полосы,  $m$ ;

$U_0$  — скорость ветра в открытом поле,  $m/c$ ;

$U$  — максимально допустимая скорость ветра в системе лесных полос,  $m/c$ ;

$Z_0$  — параметр шероховатости поверхности поля (табл. 5.1).

По проработкам этих же авторов, в районах усиленной дефляции расстояния между основными полезачитными лесными полосами определяют по формуле

$$L = 3 + 29(1 - \sin \alpha) \left( \frac{U}{U_0} \right) \left( \frac{H}{Z_0} \right)^{0,1} \quad (5.4)$$

где:  $\alpha$  — крутизна склона, градус.

Таблица 5.1

Значения параметров шероховатости ( $Z_0$ , см)

Агрофон	$Z_0$	Агрофон	$Z_0$
Черный пар	0,5—2	Зерновые колосовые культуры	3,0—7,0
Поверхность поля, обработанная сельскохозяйственными орудиями	1,1—1,7	Травы, высотой до 50 см	9,0
Скошенные травы	1,7—2,4	Перевеваемый песок	0,1

Кроме этого, параметрами системы лесных полос служат конструкция и высота лесных полос.

Влияние конструкции на степень, условия и распределение ветропродуваемости по вертикальному профилю лесной полосы хорошо иллюстрируется уравнениями (5.1) — (5.3).

Высота лесных полос влияет на длину зон их мелиоративного влияния, т. е. определяет расстояния между основными лесными полосами. Эта высота ориентировочно равна: выщелоченные и оподзоленные черноземы — 18 м; обыкновенные черноземы — 16; южные черноземы — 12; каштановые почвы — 6—8 м.

Ширина полезащитных лесных полос на черноземах принимается равной 9—12 м (3—4 ряда деревьев с междурядьями 3 м), а на каштановых почвах 9—16 м (3—4 ряда деревьев с междурядьями 3—4 м),

Однако на водосборах рек и временных водотоках защиту почв от эрозии и дефляции в процессе сельскохозяйственного производства проводят не только с помощью лесных полос или иных насаждений, но и при органическом их сочетании с противоэрозионными гидротехническими сооружениями, фитоформами травянистой растительности и почвозащитными приемами (технологиями) возделывания сельскохозяйственных культур.

Следовательно, лесные насаждения (в т. ч. системы лесных полос) на правах составляющего элемента (подсистемы) входят в состав противоэрозионной инженерно-биологической системы (ПИБС) водосбора, которая устанавливает целостность множества инженерных и биологических элементов, взаимоотношения и связи которых друг с другом и окружающей средой образуют свойства, направленные на достижение устойчивости и продуктивности агроландшафтов при рациональном использовании земли и охране природы.

Составляющими элементами ПИБС водосбора являются защитные лесные насаждения (ЗЛН), противоэрозионные гидротехнические сооружения (ПГТС), фитоформы травянистой растительности (ФТР) и агротехнические почвозащитные приемы (технологии) возделывания сельскохозяйственных культур (АП).

Основными целями ПИБС являются: устойчивость и продуктивность агроландшафтов, рациональное использование земель, охрана природы.

Только лесные насаждения способны содействовать одновременному достижению всех основных целей ПИБС, обладая свойством регулярности. Этим свойством обладают также ПГТС. Поэтому различные виды ЗЛН (полезащитные, стокорегулирующие, прибалочные и др. лесные полосы, массивы и куртинные

насаждения) и ПГТС (распыляющие, водозадерживающие, водонаправляющие, сопрягающие, ограждающие и др. сооружения) относятся к основным элементам ПИБС, адаптирующие условия окружающей среды, т. е. обеспечивающие безопасный режим местного стока, благоприятный для сельскохозяйственных культур микроклимат и др.

Технологии (приемы агротехники) возделывания сельскохозяйственных культур и фитоформы травянистой растительности не обладают регулярностью и требуют ежегодного (периодического) возобновления. Это определяет их вспомогательную, по отношению к основным элементам, роль. Поэтому АП и ФТР относят к резервным элементам. Они помогают ПИБС адаптироваться к окружающей среде путем индивидуального подбора и постоянного совершенствования почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, определения места и форм культурной и дикой травянистой растительности.

Защитные лесные насаждения, адаптируясь к среде в процессе своего роста и развития, одновременно адаптируют ее (создают микроклимат). Кроме этого ЗЛН обладают свойствами: одновременного обеспечения стабильности и эволюции ПИБС; поддержания связей в иерархическом порядке систем разного уровня и обеспечивать в пределах существования ПИБС бассейна крупной реки; ауторепродукции — способностью самовоспроизведения за счет среды.

Это определяет главенствующую роль ЗЛН среди других элементов ПИБС.

Основными параметрами ПИБС, подлежащими определению, являются: высота лесных полос; ширина лесных полос, усиленных по нижней опушке земляными валами или валами-канавами ( $v_{лп}$ ); расстояние между такими лесными полосами на склоне.

Ширина лесных полос, усиленных по нижней опушке земляным валом, принимается равной длине прудка воды, подпертого этим сооружением (вся площадь лесной полосы затопляется водой). Поэтому

$$v_{лп} = h_p / i, \quad (5.5)$$

где  $v_{лп}$  — ширина лесной полосы на склоне, м;

$h_p$  — рабочая высота земляного вала, расположенного по нижней опушке лесной полосы, м;

$i$  — уклон (синус крутизны склона).

На склонах крутизной до  $3^\circ$   $h_p = 0,3 \dots 0,5$  м; круче  $3^\circ$  —  $h_p = 0,5 \dots 0,8$  м. В соответствии с зависимостью (5.5) с увеличением крутизны склона ширина лесных полос (усиленных гидро-

сооружениями) уменьшается при одновременном сокращении расстояний между ними. Это отражает известный принцип, по которому система узких лесных полос при сближенных межполосных расстояниях обладает более значительным мелиоративным потенциалом в сравнении с системой широких лесных полос при увеличенных межполосных расстояниях.

Для определения расстояний между лесными полосами (усиленными гидротехническими сооружениями) на склонах используют математическую модель В. М. Ивонина, полученную на основе формул А. Н. Костякова и А. С. Козменко:

$$L'_{лп} = \frac{V_n^2 \cdot K_{лп}}{m^2 \eta x K_{фис}}; \quad (5.6)$$

$$L''_{лп} = M_{л} \frac{\text{Cos} \alpha \cdot a \cdot H}{1 + ai}. \quad (5.7)$$

В приведенных зависимостях приняты следующие обозначения:

$L'_{лп}$  — расстояние между лесными полосами, обеспечивающее предупреждение усиленной эрозии почв, м;

$L''_{лп}$  — расстояние между лесными полосами, обеспечивающее оптимальный урожай сельскохозяйственных культур, м;

$V_n$  — допустимая (неразмывающая) скорость течения воды на межполосных полях, м/с;

$K_{лп}$  — коэффициент мелиоративного влияния лесных полос;  
 $m = 1 \dots 2$  — коэффициент изборозденности склонов ложбинами;

$C = 10 \dots 30/i$  — коэффициент, зависящий от уклона и шероховатости;

$\eta$  — коэффициент стока;  $x$  — интенсивность осадков, м/с;

$K_{фис}$  — коэффициент формы профиля склона;

$M_{л}$  — коэффициент двухстороннего мелиоративного влияния лесных полос на склонах;

$\alpha$  — угол отклонения направления вредоносного ветра от перпендикуляра к лесной полосе, градус;

$a$  — коэффициент ветроломного воздействия лесной полосы А. С. Козменко;

$H$  — высота лесной полосы, м.

Результаты расчетов по формулам (5.6) и (5.7) сравнивают между собой и принимают меньший показатель межполосного расстояния. При обеспечении такого расстояния будет одновременно обеспечиваться устойчивость и продуктивность агроландшафтов методами лесной мелиорации,

### 5.3. Трансформация экологических факторов в противоэрозионной инженерно-биологической системе водосбора

Как показано выше, лесные насаждения являются основными и главенствующими элементами ПИБС водосбора. На приводораздельных и присетевых площадях водосбора целостность структуры ПИБС в основном обеспечивают лесные полосы, усиленные противоэрозионными гидротехническими сооружениями. При этом целостными связями служат микроклиматический эффект лесных полос, обеспечивающий в нормальных условиях перекрытие межполосных полей зонами мелиоративного влияния насаждений, безопасный режим стока на межполосных полях, обеспечивающий предупреждение усиленной эрозии почв.

Следовательно, внутри ПИБС происходит трансформация в основном климатических и эдафических факторов (при одновременном влиянии лесных насаждений на биотические и орграфические факторы).

Климатические экологические факторы преобразуются, в основном, вследствие уменьшения энергетики ветра в приземном слое атмосферы, изменении вертикальных профилей скоростей ветра на межполосных полях, что вызывает снижение дефляции почв, уменьшение переноса снега и теплообмена между холодным воздушным потоком и агроценозами озимых культур. Во время суховеев ЗЛН ПИБС трансформируют температуру и влажность приземного слоя воздуха. При этом снижается теплообмен между этим слоем воздуха и агроценозами яровых (и озимых) культур. Такое снижение наблюдается не только во время суховеев, т. е. ценозы культурных растений на межполосных полях защищаются ЗЛН от перегрева при прямой солнечной радиации.

Обычно по сравнению с открытыми агроландшафтами, ПИБС повышают влажность приземного слоя воздуха над ценозами культурных травянистых растений: в умеренную влажную поюду на 1...5%, в суховеиную — на 2,5...6,5%.

В целом снижение скорости ветра на межполосных полях (до ЗОН) в среднем происходит: при плотной конструкции лесных полос — на 36%; при продуваемой конструкции — на 45%; при ажурной — на 42%. Изменение влажности воздуха зафиксировано на расстоянии от плотных лесных полос — 5...8Н, от ажурных и продуваемых — до 10...15Н. Испаряемость воды при этом уменьшается на расстоянии от лесных полос до 10...20Н. В целом на полях ПИБС коэффициенты водопотребления основных сельскохозяйственных культур в 1,5—1,7 раза меньше, чем в открытых агроландшафтах.

Трансформацию эдафических экологических факторов ПИБС хорошо иллюстрируют данные В. А. Каргова по величинам дополнительного увлажнения метрового слоя почв в зонах мелиоративного влияния (табл. 5. 2.).

Таблица 5.2

Дополнительное увлажнение почвы ( $\Delta W$ , мм)  
в зонах мелиоративного влияния лесных полос

Природная зона, почвы	$\Delta W$ , мм	Природная зона, почвы	$\Delta W$ , мм
Лесостепь, серые лесные почвы, выщелоченные черноземы	27—28	Степное Заволжье, черноземы обыкновенные	36—37
ЦЧЗ, черноземы обыкновенные	47	Сухая степь, темно-каштановые почвы	20—22

Кроме этого, лесные насаждения влияют и на водно-физические и химические свойства почв как под лесными насаждениями, так и под пологом прилегающих ценозов культурной растительности. При этом за достаточно продолжительный период стационарного функционирования ПИБС изменяются даже морфологические признаки почв (мощность гумусового горизонта, интенсивность его окраски и др.).

Наши исследования на обыкновенных черноземах в колхозе «Рассвет» Усть Донецкого района Ростовской области в 1986—1987 гг. (ПИБС бассейна р. Кундрючья) по экологическим профилям показали, что под влиянием лесных полос происходит постепенное повышение противоэрозионной стойкости пахотного слоя почв (табл. 5. 3.), т. е. зоны повышенной устойчивости, расширяясь с возрастом насаждений, могут постепенно охватывать большую часть межполосных пространств.

Орографические экологические факторы трансформируются благодаря усилению стокорегулирующих лесных полос гидротехническими сооружениями. При этом площадь водосбора подразделяется на ряд изолированных друг от друга участков—искусственных водосборов, где исключаются усиленные эрозионные процессы. Лесные полосы, сочетающиеся по нижней опушке с валами или канавами, регулируют весь объем поверхностного стока, поступающего с вышерасположенных площадей, и выступают как своеобразные «водоразделы».

Биотические экологические факторы преобразуются также благодаря лесным насаждениям ПИБС, как лесным полосам на приводораздельных и присетевых участках водосбора, так и насаждениям в оврагах и балках. Они являются местами оби-

Противэрозийная стойкость 0—20 см слоя почв по экологическим профилям  
ПИБС бассейна р. Кундрючья

№ про-бы	Место отбора образца	Фактор, %		Грануло-метриче-ский по-казатель струк-турности по А. Ф. Вадюни-ной, %	Показа-тель сте-пени аг-региро-ванности по Бэвер-Родесу, %	Средняя разруша-ющая на-грузка на агре-гат, кг	Водопрочность агрегатов		
		дисперс-ности по Н. А. Качинскому	струк-турности по Фаге-леру				по Н. М. Бакшее-ву (коли-чество более 1 мм), %	по Д. Г. Вилен-скому, мл	по П. И. Андриа-нову — Н. А. Качинско-му, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Профиль I. Поле с одиночной лесной полосой 10Ак(б); 25 лет; Н=10,9 м, ширина 18 м</b>									
1	2Н от лесной полосы вниз по склону	10,6	89,4	82,8	77,3	1,55	35,8	1,72	15,84
2	То же 5Н	5,6	94,4	78,1	80,4	1,34	22,5	1,61	10,12
3	То же 10Н	9,0	91,0	86,4	76,5	1,53	24,3	1,51	22,88
4	То же 15Н	12,0	87,9	81,2	70,2	2,20	51,0	1,84	27,76
5	То же 30Н	9,3	90,7	79,2	72,1	1,76	31,4	1,50	20,74
<b>Профиль II. Лесная полоса 10Ак(б); 21 год; Н=10 м; ширина 18 м — поле—прибалочная лесная полоса 5Яс(з)3Ак(б)2Гл(тк); 21 год; Н=10 м; ширина 10 м</b>									
8	Стокорегулирующая лесополоса	9,1	90,9	93,8	59,5	1,99	62,8	5,58	79,38
10	2Н от стокорегулирующей поло-сы вниз по склону	7,4	92,6	83,6	61,8	2,36	45,6	1,79	18,18
11	5Н от стокорегулирующей поло-сы вниз по склону	6,8	93,2	97,7	70,8	2,78	50,8	1,96	23,58
12	То же 10Н	15,5	84,4	96,6	53,8	3,39	59,7	2,26	17,56
13	То же 30Н (середина поля)	4,4	95,6	78,0	62,6	1,96	25,5	1,60	12,58
14	10Н от прибалочной полосы вверх по склону	6,5	93,5	90,3	40,0	2,05	28,8	1,53	7,22
15	То же 5Н	10,3	89,7	83,8	38,1	2,06	42,9	1,73	12,42
16	То же 2Н	6,0	94,0	87,4	75,1	1,34	22,9	2,17	14,24
9	Прибалочная лесополоса	11,4	88,5	81,7	66,5	1,95	70,8	18,91	82,70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Профиль III. Поле без влияния лесных полос</b>									
23	Водораздел	10,1	89,8	101,4	69,1	1,69	25,2	2,99	9,92
24	100 м вниз по склону	9,4	90,6	92,9	82,7	2,10	49,2	5,95	42,22
25	То же 200 м	8,4	91,6	89,8	72,0	1,92	26,8	1,87	8,84
26	То же 300 м	8,0	92,0	89,8	71,6	1,40	37,0	2,18	24,52
27	То же 400 м	6,5	93,5	91,8	67,8	1,90	56,7	2,01	18,30
28	То же около 500 м	13,3	86,7	85,2	59,9	1,57	36,5	2,35	17,88

тания популяций диких животных; здесь замыкаются бо́льшинство трофических цепей.

#### **5.4. Защитно-стабилизирующие ресурсы лесомелиоративных насаждений специального назначения.**

К лесомелиоративным насаждениям специального назначения относят посадки вдоль путей транспорта, рек и водоемов, на рекультивированных землях и др.

Существенное влияние на состояние окружающей среды оказывают строительство и эксплуатация автомобильных дорог. При этом происходит расчленение ландшафтов, разрушение мест обитания и пересечения путей миграции животных, усиление эрозионных процессов, ухудшение микроклимата, нарушение режима грунтовых вод и др. Одновременно повышается уровень шума и запыленности воздуха, ухудшается его состав за счет выхлопных газов.

Автомобильные дороги, в свою очередь, подвергаются воздействию окружающей среды — снежные заносы, сильные ветры, размывы полотна дорог и др.

Лесные насаждения в полосах отвода автомобильных дорог, благодаря своим защитно-стабилизирующим ресурсам, призваны трансформировать экологические факторы среды таким образом, чтобы, способствуя безопасности движения, обеспечивать устойчивость, продуктивность и привлекательность культурных ландшафтов, защищать их от загрязнения, уменьшать шумовые нагрузки на окружающую среду и др.

Существенное сокращение шумового воздействия обеспечивают широкие и плотные лесные полосы. В местах пересечения дорог с населенными пунктами насаждения создают по шумозащитным валам с заложением откосов (к источнику шума) 1:2 или 1:2,5.

Одной из основных целей придорожных насаждений — защита дорог от снежных заносов. Для того, чтобы снежный сугроб не «выходил» на полотно дороги, необходимо лесные насаждения создавать на определенном расстоянии от него, равном 10–15Н (высот основной породы).

Зона активного загрязнения формируется по обе стороны от дороги на расстоянии до 200–250 м. Предупреждение загрязнения фитоценозов культурной растительности и почвы выхлопными газами и пылью возможно под защитой достаточно широких и плотных лесных полос (не менее 30–40 м). При этом в периферийных рядах, обращенных к полотну дороги, не должны размещаться плодовые и ягодные породы.

Насаждения по берегам рек и водоемов входят в систему защитных лесных насаждений водосбора. Они должны сочетаться с существующей прибрежной растительностью (заросли камыша, ивы, массивы, группы и одиночные деревья и пр.). Технические средства укрепления берегов (укладка бетонных плит, мощение камнем на битумном или бетонном основании, применение пластиковых матов и др.) могут применяться лишь ограниченно и в сочетании с посадками ивы и ольхи в зоне колебаний уровня воды.

Окаймляющие русла лесные полосы и насаждения по ограждающим дамбам составляют основу инженерно-биологической системы поймы реки. Пространства между внутренним (прирусловым) и внешними (по дамбам) лесными полосами обычно заняты покровом травянистых ценозов, полукустарников и кустарников. При необходимости создают и промежуточные лесные насаждения. Коренные берега укрепляют посадкой лесных насаждений, нижние ряды которых создают обычно из ивы и тополей.

Следует учитывать, что в поймах рек природная среда должна быть максимально дифференцирована разнообразием ландшафтов.

Лесная мелиорация карьерных разработок (при сухой и мокрой выемке грунта) проводится с целью предупреждения: процессов разрушения и обезображивания ландшафтов; ухудшения водного режима территории; создания зон отдыха, использования бросовых площадей для производства растительной продукции и др.

Перед созданием насаждений формируют склоны карьеров, так, чтобы заложения откосов соответствовали 1:3—1:5. При большой протяженности склонов через каждые 5—10 м нарезают ступенчатые террасы. Водоем в карьере должен служить устойчивым элементом ландшафта. Природная среда формируется не только с помощью деревьев и кустарников на склонах, но и водных растений и камыша. Камышовый пояс формируют в зоне колебания уровня воды. При этом используют камыш озерный, рогозы, осоки, канареечник тростниковидный и др.

Кроме этого, защитно-стабилизирующие ресурсы лесной мелиорации используют при озеленении отвалов пустой породы (терриконы и др.), бытового, строительного и промышленного мусора и др.

## 6. РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ОСНОВНЫХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ПРИРОДНЫМ ЗОНАМ СТРАНЫ

Вся территория нашей страны находится в пределах Голарктического растительного царства или доминиона и двух субдоминионов — Арктогеи (тундровые и лесные пространства) и Древнего Средиземья (степи и полупустыни).

В пределах страны при продвижении с севера на юг выделяют следующие горизонтальные природные зоны: арктические пустыни, тундры, лесотундры, тайгу, хвойно-широколиственные леса Русской равнины, муссонные хвойно-широколиственные леса Дальнего Востока, лесостепи, степи, полупустыни и средиземноморье.

С увеличением высоты местности температура воздуха снижается ( $6^{\circ}\text{C}$  на 1000 м). В горах изменения характера растительности с высотой местности приводят к выраженности определенных поясов. В связи с этим выделяют особые горные страны: Карпаты, Кавказ, Урал, Среднеазиатская горная страна, Южносибирская, Байкальская, Путорано-Анабарская, Якутско-Чукотская, Южно-Дальневосточная и Камчатско-Курильская.

Высотная поясность в горах Восточной Сибири выражается в смене равнинной тайги, горным северо-таежным редколесьем, а затем — горной тундрой. В горах южных районов страны развиты горные степи, горные широколиственные и хвойные леса, субальпийские и альпийские луга. Каждая географическая зона имеет свой тип высотной поясности растительности — тундровый, таежный, лесостепной, степной, полупустынный и др., которые последовательно сменяются от подножий гор к вершинам.

Горизонтальные природные зоны (одна или несколько) объединяют в географические или природные пояса — наиболее крупное зональное подразделение планеты. Территория от арктических пространств до тайги подразделяют на арктический пояс — Арктику (зона арктических пустынь) и субарктический пояс — Субарктику (зоны тундры, лесотундры, субарктические редколесий и северной тайги).

Ниже субарктики находятся умеренный (от тайги до пустыни) и субтропический пояса. Последний включает субтропические пустыни и средиземноморские леса.

Северной границей природной зоны принято считать полосу, соединяющую плакорные местоположения, где впервые появляются типичные для этой зоны экосистемы; южной границей зоны считают полосу плакорных местоположений, на которой исчезают типичные для зоны экосистемы.

За рубежом природные зоны отождествляют с биомами. Ос-

новными биомами считают: а) тундры; б) северный хвойный лес и тайгу; в) листопадный лес умеренной зоны; г) степь умеренной зоны; д) чапарель — кустарники; е) пустыни умеренной зоны; е) тропический дождевой лес; ж) тропический листопадный лес; з) тропический скраб — колючее редколесье; и) тропические степи и прерии; к) горы.

## **6. 1. Арктические пустыни**

Арктика это бассейн Северного Ледовитого океана, а на материке — северная окраина полуострова Таймыр. Это зона северного полушария с самым суровым климатом и вечной мерзлотой. Летом верхний слой почвы оттаивает на несколько сантиметров на наиболее прогреваемых местоположениях. В результате на короткое время здесь создается неглубокий, обычно заболоченный слой, на котором развивается арктическая растительность, представленная кустистыми лишайниками, зелеными и сфагновыми мхами, водорослями, некоторыми видами цветковых растений (верескоцветные, сережкоцветные).

Древесные формы растительности (стелющиеся кустарнички или низкие кустарники) появляются на защищенных местоположениях по южной границе зоны. Кроме этого, здесь встречаются: — карликовая березка (*Betula nana*), кустарниковые ивы (*Salix glauca*, *S. lanata* и др), высотой 0,4—0,7 м. Кустарниковые ивы требуют меньше тепла для цветения и распускания, чем березка. Кроме этого, кустарниковые ивы характеризуются быстротой созревания семян, которые благодаря пучку волосков далеко разносятся ветром, попадая в защищенные места, благоприятные для прорастания.

## **6. 2. Субарктика и ее агролесомелиорация**

Субарктика — это природный пояс, охватывающий в основном зоны тундры и лесотундры (он включает в себя еще и северную тайгу). Летние температуры здесь очень низкие, не превышающие 12—13° С даже на Юге (Салехард), а осадков выпадает от 200 до 500 мм. Зимой и летом испарение крайне незначительно, а вечная мерзлота не пропускает воду, способствуя заболачиванию почв.

Северной границей Субарктики и тундровой зоны является полоса, соединяющая плакорные участки, на которых появляются сообщества цветковых растений, корневые системы которых смыкаются друг с другом. Южная граница тундровой зоны про-

ходит по местам, где становятся обычными лесные острова, деревья которых своими корневыми системами смыкаются между собой.

Большинство исследователей в тундровой зоне выделяют три подзоны: 1) арктическую; 2) типичную мохово-лишайниковую; 3) южную (кустарниковую, кустарничковую, кочкарную тундры).

Тундровой зоне соответствует тундровый тип растительности, представленный сообществами кустарников, кустарничков, травянистых многолетников, мхов и лишайников. Участки лесных островков и редколесий тундровой зоны (тундровые леса) отнесены к лесному типу растительности.

Дендрофлора подзоны арктической тундры представлена кустарничками: брусника (*Vaccinium vitis idaea*), клюква (*Oxycoccus quadripetalus*), багульник (*Ledumpalustre*), ива арктическая (*Salix polaris*).

В типичной мохово-лишайниковой тундре климат менее суров. Поэтому здесь встречаются заросли кустарников (сообщества кустарниковых ив). В подзоне южных тундр, наряду с карликовой березкой и ивами, ерниковые заросли образуются: береза извилистая (*Betula tortuosa*), ольха Кольская (*Alnaster kolaensis*), рябина гладковатая (*Sorbus glabrata*) и др.

Причем береза извилистая является породой, образующей субарктические редколесья, а ольха Кольская и рябина гладковатая (обычно в форме кустарников) встречаются там в качестве примеси.

В мохово-лишайниковой тундре господствующее положение в лесных сообществах занимают кустарниковые ивы (*Salix lanata*, *S. glauca* и др.).

Причиной безлесья тундры считают особенности климата: низкие температуры и высокая относительная влажность воздуха, сильные ветры и пр. Считают, что как летом (Б. Н. Горюков), так и зимой (А. Килмен) у деревьев возникает несоответствие между испарением и поступлением воды, что и приводит к их гибели.

Северные границы редколесий образуют: ель сибирская (*Picea obovata*), береза извилистая, лиственница даурская (*Larix dahurica*), лиственница сибирская (*L. sibirica*).

Самое северное положение редколесий на Земле — 72°34 с. ш. (бассейн р. Хатанги средне-сибирский сектор субарктики). Встречаются еще самые северные лиственничные куртины (72°40), диаметром 5—20 м с 3—15 деревьями, высотой 3—6 м ( $d = 5—7$  см), между которыми распространены ползучие фор-

мы лиственницы. Самый северный островок ольхи кустарниковой (диаметром 6—7 м) находится на правом берегу р. Хатанги ( $72^{\circ}48$  с. ш.).

Самые северные на планете массивы лиственничных лесов ( $72^{\circ}34$  с. ш.) встречаются в бассейне р. Хатанги по северной границе кустарниковых тундр (на р. Лукунской).

Лиственничный лес (Ары-Мас) в долине р. Новой (средне-сибирский сектор субарктики) имеет длину 20, ширину 0,5—5 км.

Северная граница лесотундры проходит там, где на плакорных урочищах становятся обычными лесные островки — редколесья и редины (корневые системы деревьев смыкаются); южная граница лесотундры обозначена исчезновением по плакорам тундровых группировок растительности.

По Б. Н. Городкову, особенностью лесов лесотундры является их островное распределение, разреженность, криволесье, флаговые формы крон деревьев, многоствольность березы и т. п.

Для Дальневосточной Субарктики характерны чосениевотопольевые леса (*Chosenia arbutifolia*, *Populus suaveolens*, *Populus tremula*). Эти леса по долинам рек уходят далеко в тундру, но на водоразделах, даже в пределах лесотундры, они не выходят.

В европейской лесотундре типичны кочкарные и бугристые болота с еловым и березовым редколесьем; в азиатской — кочкарные болота с лиственничным редколесьем или зарослями кедрового стланика (*Pinus pumila*).

В СССР притундровые леса (юг лесотундры — редкостойная низкорослая тайга) размещены полосой от 30 до 150 км, а вдоль побережья Белого моря — 3 км. Площадь этих лесов составляет 44769 тыс. га. Около 47% площади этих лесов (на Дальнем Востоке — 22%) занимают заросли кустарниковой березы и редкостойные лиственничники.

Для роста и развития деревьев и крупных кустарников необходимо 30—35 дней с положительными температурами  $10—11^{\circ}$  в европейской (ель сибирская, береза извилистая, рябина гладковатая) и 25—30 дней в азиатской (лиственницы сибирская и даурская, ольха кустарниковая) частях Субарктики. Полосу южной тундры с этими тепловыми характеристиками, где однако отсутствуют сообщества деревьев, называют полосой относительного безлесья тундры. Севернее ее начинается полоса абсолютного безлесья тундры, где нет необходимого минимума тепла для произрастания деревьев (В. В. Крючков, 1978).

Поэтому площадь относительного безлесья тундры может служить лесокультурным фондом. В восточно-европейском сек-

торе Субарктики эта площадь составляет 90 тыс. км<sup>2</sup>, Западно-Сибирском — 150 тыс. км<sup>2</sup>, Средне-Сибирском — 90—100 тыс. км<sup>2</sup>, Восточно-Сибирском — 60—70 тыс. км<sup>2</sup>, Дальневосточном — 35 тыс. км<sup>2</sup>.

На этих площадях встречаются лиственничные островки, чосениевые рощи (в Дальневосточном секторе), заросли ивы мохнатой (на Таймыре), что свидетельствует о возможности здесь лесоразведения, особенно по защищенным позициям (безлесные речные долины, подветренные склоны и др.).

Общая площадь полосы относительного безлесья тундры в нашей стране составляет около 470—500 тыс. км<sup>2</sup>. Это позволяет говорить о перспективности агролесомелиорации Субарктики.

В связи с хозяйственной деятельностью в Субарктике повсеместно наблюдается отсутствие древесной растительности и гибель лиственничных редколесий и островов (рубка, пожары и др.), несмотря на потепление высоких широт, которые должны стимулировать наступление дендрофлоры на тундры.

Кроме этого, на крайнем Севере СССР насчитывается более 2 млн. оленей (домашних и диких), которые дважды в год пересекают северную границу лесов, объедая листву деревьев, обкусывая подрост и вытаптывая всходы.

Поэтому необходимо: 1) осуществить мероприятия по сохранению древесной растительности у ее северной границы; 2) разработать системы защитных лесных насаждений для условий субарктики.

Основу системы защитных лесных насаждений составляют лесные полосы и лесные островки. Они ослабляют силу ветра и предохраняют почву в летнее время от выхолаживания. В зимнее время, ослабляя скорость ветра, лесополосы распределяют снег, предупреждая почву от глубокого и сильного промерзания. При этом возможна ликвидация вечной мерзлоты на лесомелиорированном участке — опускание уровня вечной мерзлоты до 1,5 м и больше (почва же промерзает на межполосных полях до глубины 1—1,2 м).

Опускание уровня вечной мерзлоты приводит к тому, что почвы становятся теплее и суше. Кроме этого, лесные полосы предупреждают оврагообразование в мерзлотных грунтах и повышают урожай овса и картофеля, выращивание которых в этих условиях возможно.

Для создания лесных полос на Кольском Севере рекомендуют березу извилистую и пушистую, рябину гладковатую, лиственницу даурскую. После того, как полосы достигнут высо-

ты 1,5—2 м, под их защитой высаживают ель сибирскую и финскую, сосну лапландскую.

На Восточно-европейском севере лесные полосы создают из березы извилистой, рябины сибирской, ольхи кустарниковой, можжевельника сибирского, древовидных ив.

В тундрах Сибири для создания лесных полос используют лиственницу даурскую и ольху кустарниковую, ивы (енисейская, грушанколистная, мохнатая, сизая, черничная), шиповник иглистый.

Ширина лесных полос обычно принимается равной 30—40 м с расстоянием между деревьями 5—6 м (деревья не должны затенять почву) с тем чтобы равномерно накапливать снег. После многоснежных зим снег на сельскохозяйственных угодьях и в полезащитных лесополосах целесообразно посыпать торфяной крошкой.

Расстояние между лесными полосами из деревьев — 150—200 м, из кустарников — 50—70 м.

Для условий тундры перспективен посев семян деревьев и кустарников на круглые площадочки, которые закрывают конусообразным колпачком, высотой около 10 см. Под один колпачок высевают 8—10 семян. Колпачки изготавливают из полиэтиленовой пленки, разлагающейся под действием солнца в течение нескольких лет.

### **6.3. Тайга СССР и группы лесных формаций**

Географы определяют тайгу как совокупность природных комплексов, определяющих распространение хвойных лесов. Тайга в пределах нашей страны протягивается от западных до восточных границ. На западе северная граница тайги начинается от Кольского полуострова (за полярным кругом), а южная — у г. Пскова (58° с. ш.). На востоке северная граница тайги подходит к г. Охотску (60° с. ш.), а южная — проходит по южному Сахалину (48° с. ш.).

На европейской территории страны ширина таежной зоны изменяется в пределах 700—800 км. Она охватывает бассейны Ладожского и Онежского озер, рек Онеги, Северной Двины, Мезени, Печеры, северных притоков Волги, части Тиманского кряжа и Уральского хребта.

На территории Западной Сибири ширина таежной зоны в среднем составляет 650 км. Она занимает бассейны среднего течения Оби (до устья Иртыша) и Енисея (с устья Ангары, Подкаменной и Нижней Тунгусок), части Енисейского кряжа и Среднесибирского плоскогорья.

В Средней Сибири ширина таежной зоны превышает 1500 км, а в Восточной Сибири (Центральная Якутия, Среднее Забайкалье, Северобайкальское и Становое нагорье) — 1600 км.

В Западной Сибири леса перемежаются болотами, а в Восточной Сибири в тайге имеются острова степей («дырватость», тайги).

На Дальнем Востоке тайга начинается у стыка Джугджура — и Колымского нагорья (60° с. ш.) и кончается в бассейне Среднего Амура и юге Сахалина, ширина тайги здесь равна 1500 км.

На всем протяжении страны северная окраина таежной зоны постепенно переходит в субарктическое редколесье. На юге тайга граничит с хвойно-широколиственными лесами (европейская часть страны), березовыми колками (Западная Сибирь), сосновой лесостепью и широколиственно-хвойными лесами (бассейн Амура).

Как и в других широтно-зональных поясах тайга подразделяется на три подзоны: северную, среднюю (типичную), южную.

В тайге лесные ландшафты формируются с изотермы 14° самого теплого месяца (обычно июля). Осадков в тайге выпадает в год более 400 мм, за исключением Восточной Сибири, где деревья растут и при осадках 200—300 мм за счет влаги многолетнемерзлых грунтов. В районах Балтийского и Охотского морей годовая сумма осадков достигает 700 мм. Аналогичная картина наблюдается и со снежным покровом, минимум которого зафиксирован в Центральной Якутии и Забайкалье. Наибольший снежный покров наблюдается на Урале, Приуралье, на западе Среднесибирского плоскогорья, Сахалине.

Многолетнемерзлые грунты в тайге захватывают северную окраину Сибирских увалов (Западная Сибирь), долину Енисея и протягиваются вплоть до Охотского моря севернее долины Среднего Амура. Основные почвы — подзолистые.

Характерными для тайги являются процессы болотообразования. Особенно широко болота распространены на равнинах и плоскогорьях междуречий, где затруднен поверхностный сток. Кроме этого они возникают и при заилении и зарастании озер.

Переувлажнение во впадинах приводит к появлению сфагновых мхов, нарастание которых способствует образованию торфа. Торф аккумулирует и сохраняет воду (88—94% воды от веса торфа).

Расширяя свое местообитание, мхи постепенно вытесняют сухолюбивую растительность со склонов впадин и подтягивают за собой воду.

Мох все время нарастает и формирует выпуклые, постепен-

но расширяющиеся торфяники. Такой процесс болотообразования характерен для тайги европейской территории страны и Западной Сибири (бассейн верховий Волги, Васюганская низменность и др.). Заболачивание усиливается в районах, где существует тенденция к общему тектоническому опусканию территории (Западная Сибирь).

На таких болотах в угнетенном состоянии существует сосна обыкновенная, березы пушистая и карликовая, ива ушастая. Широко распространены багульник болотный, голубика и водяника, клюква и др. кустарнички.

Выпуклые торфяники вдоль притеррасных понижений рек обычно не образуются. Здесь формируются кочкарные осоковые болота. Болота характерны и для Дальнего Востока — мохово-кочкарные и осоково-кустарничковые переувлажненные поверхности с деревьями лиственницы и кустами ерника.

Кроме этого, на кочкарных осоковых болотах часто встречается ольха черная.

Все болота подразделяют на низинные, верховые и переходные. Низинные расположены в понижениях рельефа, верховые — на водоразделах, а переходные занимают промежуточное положение.

Типичными для низинных болот являются: камыш (*Scirpus lacustris*), тростник (*Phragmites communis*), погон (*Typha latifolia*), таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*), аир (*Acorus calamus*), и др. сочные зеленые растения. Верховые болота характерны росянкой (*Drosera rotundifolia*), болотным миртом (*Lyonia calyculata*), багульником болотным (*Ledum palustre*).

Заболачивание на лесосеках и гарях приводит к появлению травяных лугов с осоками, хвощами и мхами. Впоследствии они зарастают вересковыми кустарничками, ольховником и ерником, далее — березой, лиственницей или сосной. В европейской тайге на заболоченных лугах обычны: вейник ланцетный, осока стройная и др. травы.

В тайге распространены лесные формации следующих групп: а) темнохвойные (ели сибирская, европейская, аянская и финская; пихты белокорая, сибирская и сахалинская; кедр сибирский и кедровый стланик); б) светлохвойные (сосны обыкновенная; лапландская; лиственницы сибирская, Сукачева, даурская, курильская); в) мелколиственные (березы пушистая и повислая, осина, на долинах рек — тополя, ивы и ольха).

Лесные формации темнохвойной группы распространены на суглинистых и глинистых умеренно влажных почвах, а светло-

хвойной и мелколиственной групп — на песчаных, щебнистых и скальных субстратах и болотистых почвах.

В формациях темнохвойной группы наиболее распространена ель сибирская. На территории европейской части СССР и в Западной Сибири эта порода образует чистые еловые или пихтово-еловые, елово-кедровые и др. леса с примесью осины и березы. На территории Восточной Сибири чистые еловые леса редки (обычно елово-лиственничные). В бассейнах Охотского моря и Лены ель сибирская встречается редко.

В бассейне Амура, на Камчатке, Сахалине и Курильских островах место ели сибирской занимает ель аянская, а на крайнем западе и юге тайги до долины р. Камы господствует ель европейская.

Самым «привилегированным» деревом (царь тайги) является кедр сибирский, образующий чистые кедровые леса в верхних поясах гор и на равнинах средней тайги в Западной Сибири. Ареал кедра практически совпадает с ареалом пихты сибирской, который тянется от верховьев бассейна Северной Двины до истоков Алдана (пихтовокедровые леса).

Кедровый стланик (дерево-куст, высотой до 4—5 м) — типичное растение востока Азии (западнее Лены не встречается). Растет на песках и камнях.

Лесные формации темнохвойной группы особенно четко формируют экологическую среду, затенение под густыми кронами подавляет развитие подлеска и кустарников. Редкий опад хвои ведет к интенсивному подзолообразованию. Для этих лесов типичны травы типа кислицы, грушанки, майника. Травянистый покров становится гуще и на юге таежной зоны.

Наиболее распространены следующие лесные формации темно-хвойной группы: моховые, еловые; елово-кедровые, кедровые, пихтово-кедровые.

В формациях светлохвойной группы широко распространена сосна обыкновенная. Сосновые леса (боры) распространены на европейской территории тайги, между Уралом и Обью на сухих местоположениях, южном Приангарье и Забайкалье. На Средне-сибирском плоскогорье встречаются лиственнично-сосновые леса.

По площади и запасу первое место среди лесообразующих пород занимает лиственница, образующая как чистые лиственничные, так и сосново-лиственничные леса.

Под светлохвойными, особенно лиственничными лесами хорошо развивается подлесок с участием ольховников, ивняков (на Дальнем Востоке — рододендрон). В травяно-кустарничковом покрове распространены багульник, голубика, брусника.

Напочвенный покров отличается большим содержанием сфагновых мхов.

Примесь мелколиственных пород способствует образованию хвойномелколиственных лесов. Так, по всей тайге от Карелии до Камчатки встречается осина, образующая иногда и чистые осинники. По долинам таежных рек, берегам стариц и озер распространен тополь черный (*Populus nigra*). От истоков Ангары и Лены до Камчатки встречается тополь душистый (*Populus suaveolens*), а в бассейне Среднего Амура и на Сахалине — тополь Максимовича (*Populus maximowiczii*).

На Дальнем Востоке по галечным косам и поймам рек расселяется чосения толокнянколистная (*Chosenia arbutifolia*), на европейской части тайги — ива козья или ракета (*Salix caprea*), ива ломкая (*S. fragilis*), ива трехтычинковая или лоза (*S. triandra*), остролистная (*S. acutifolia*).

В тайге широко распространены древесные и кустарниковые формы берез. Самый распространенный вид — береза повислая, или плакучая (*Betula pendula*) занимает освещенные местообитания. На заболоченных и мерзлотных почвах уживается береза пушистая (*Betula pubescens*). В Средней и Восточной Сибири, на Алтае и в Горной Шории растет береза мелколистная (*B. microphylla*), встречается береза плосколистная (*B. platyphylla*).

На территории от Центральной Якутии до Амура распространена береза крупнолистная или Крылова (*B. krylovi*), а на Дальнем Востоке — береза даурская или черная (*B. daurica*) и береза Шмидта или железная (*B. Schmidtii*).

На Камчатке, Курильских островах и на Сахалине растет береза каменная или Эрмана (*B. ermani*). В северной тайге заросли кустарниковых форм берез (карликовая — *B. nana*, тощая — *B. exilis*, Миддендорфа — *B. middendorffii*) называют ерниками.

Практически по всей тайге вдоль рек произрастает ольха серая (*Alnus incana*) и черная (*A. glutinosa*), а на Дальнем Востоке — ольха пушистая (*A. hirsuta*) и ольха сибирская (*A. sibirica*).

#### 6.4. Округа таежных лесов и лесной потенциал Сибири

Все леса таежной зоны подразделяют на четыре округа, в зависимости от преобладания отдельных лесообразующих пород: 1) хвойно-мелколиственные леса европейского типа из ели европейской, сосны обыкновенной, березы повислой и осины

распространены от западных границ до линии р. Онега, г. Вологда — Иваново — Калинин; 2) хвойные леса европейского типа с участием сибирских хвойных пород расположены от границы предыдущего округа до Урала (основные лесообразующие породы — ель сибирская, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, пихта сибирская, береза повислая и осина); 3) западно-сибирские хвойные леса распространены от Урала до Енисея с преобладанием лиственницы сибирской, кедра и пихты сибирской; 4) восточно-сибирские хвойные леса расположены от Енисея до восточной границы таежной зоны (основная лесообразующая порода — лиственница сибирская, даурская, Чекановского и др.).

Наиболее крупным лесосырьевым районом нашей страны является Сибирь. Здесь в основном в таежной зоне сосредоточено 43% площади лесов страны, 49% их общих запасов.

Основными лесообразующими породами Сибири являются: лиственница (занимает 37% площади лесов и 34% их запаса), сосна (соответственно 20 и 22%), кедр (12 и 16%), ель и пихта (10 и 13%).

Здесь преобладают насаждения третьего—пятого бонитетов. Запасы спелых и перестойных насаждений в среднем составляют 150 м<sup>3</sup>/га.

Сегодня 55% площади лесов Сибири и 49% общих запасов спелой древесины отнесены к резервным и неэксплуатируемым лесам. Эксплуатацией освоено 30% площади лесов с запасом спелой древесины 32%. Расчетная лесосека по эксплуатируемым и возможным для эксплуатации лесам Сибири определена в 277,8 млн. м<sup>3</sup>. Фактическое пользование достигло 36% расчетного объема.

Сосновые и кедровые леса эксплуатируются в первую очередь. При этом в южной тайге и зоне транссибирской магистрали рубки ведутся со значительным превышением расчетной лесосеки (особенно по сосне).

Лучшие, наиболее производительные и крупномерные насаждения сосны и кедра в южной и частично в центральной тайге вырублены. Лесные ресурсы сырьевых баз лесной промышленности используются нерационально с потерями до 40% заготовленной древесины. В основных районах Сибири при нынешних темпах лесозаготовок ресурсы древесины сосны будут исчерпаны за 50—70 лет. Запасов ангарской сосны хватит только на 25 лет (Б. С. Спиридонов, 1986).

За последние 40—50 лет кедр вырублен на больших площадях в наиболее плодоносящих массивах в доступных для чело-

века местах. Остаются расстроенные с малым участием кедра, труднодоступные для освоения насаждения. В Горно-Алтайской автономной области вовлекаются в рубку даже среднегорные и высокогорные кедровники, имеющие важное средообразующее значение.

Основные площади кедровых лесов Сибири расположены в Восточно-Сибирском экономическом районе (66,7%), в основном в Иркутской области и Красноярском крае. Здесь ежегодно вырубают до 3 тыс. га кедровых насаждений. При этом побочная продукция используется незначительно: лекарственное и техническое сырье на 8%, ягоды — на 9%, орехи кедровые — на 2%, грибы — на 0,02%. Лесовосстановление отстает от вырубок, что ведет к накоплению невосстановившихся кедром площадей (Б. С. Спиридонов, 1986).

Исследования показали, что наиболее рациональной формой эксплуатации лесов Сибири являются комплексные лесные предприятия, позволяющие осуществить принцип постоянства и непрерывности лесопользования с более полным удовлетворением потребностей народного хозяйства в древесине. В кедровых лесах необходима организация многоцелевых комплексных предприятий, сочетающих лесопользование, переработку древесины и лесное хозяйство.

## 6.5. Хвойно-широколиственные леса Русской равнины

Русская равнина занимает около 12% всей суши страны (2,8 млн. км<sup>2</sup>). Здесь проживает более 50% населения, размещено 2/3 общего количества городов и поселков городского типа. На Русской равнине размещена половина пашни, около 40% сенокосов и 12% пастбищ страны.

Здесь протекают реки Западная и Северная Двина, Волга, Дон, Днепр, Днестр и др. Общая протяженность основных рек превышает 10 тыс. км, а всех рек с притоками — более 1 млн. км.

Общая площадь лесного фонда, находящегося в ведении органов лесного хозяйства, составляет 66,4 млн. га, из них лесонасаждения занимают 55,1 млн. га. На одного жителя приходится в среднем 0,4 га лесов.

Насаждения с преобладанием хвойных пород занимают 51% площади, а широколиственные древостой — более 5%. Острова лесов чередуются с полями, лугами, болотами.

Зона хвойно-широколиственных лесов Русской равнины на-

чинается от западных границ СССР, на севере граничит с тайгой, а на юге — с лесостепью. Она подразделяется на западную, центральную и восточную подзоны хвойно-широколиственных или смешанных лесов. Основная площадь таких лесов сосредоточена в треугольнике: Ленинград — Горький — Киев.

Эта зона отличается мягким и влажным климатом. Усредненные годовые температуры варьируют в пределах 3,6—5,7°, а осадки — от 588 до 641 мм. В западной подзоне преобладают дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, подзолисто-болотные и др. почвы, в центральной и восточной — дерново-подзолистые, торфяно-подзолистые, подзолисто-глеевые и др.

Для западной подзоны характерно избыточное увлажнение почвы наряду с песчаными массивами (Белорусское и Украинское полесье и Прибалтика). В центральной подзоне выражен рельеф с холмами, понижениями и озерами — Мещерская низменность.

Растительный покров зоны представлен сочетанием южно-таежных ельников и сосняков с дубравами, а также смешанными лесами. Наиболее распространенными лесообразующими породами являются: ель европейская (*Picea excelsa*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), дуб черешчатый (*Quercus robur*), клен остролистный (*Acer platanoides*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), липа мелколистная (*Tilia cordata*), и липа крупнолистная (*T. platyphyllos*), вяз гладкий (*Ulmus laevis*) и др. В восточной подзоне появляется пихта сибирская (*Abies sibirica*).

Сосновые боры и суборы (сосняки с участием дуба, ясеня и др.) приурочены к пескам и супесчаным почвам, а по долинам рек встречаются леса с ольхой черной или клейкой (*Alnus glutinosa*) и осиной (*Populus tremula*).

В западной подзоне распространены более теплолюбивые широколиственные лесообразователи — граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), вяз граболистный или берест (*Ulmus carpinifolia*), дуб скальный (*Quercus petraea*), бук лесной (*Fagus sylvatica*), клен ложноплатановый или явор (*Acer pseudoplatanus*).

Подлесок или нижний ярус хвойно-широколиственных лесов, а также кустарниковые заросли составляют клен татарский или черноклен (*Acer tataricum*), ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus*), дерн белый или свидина белая (*Cornus alba*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana*), кизильник цельнокрайний (*Cotoneaster integerrimus*), боярышник однопестичный (*Crataegus monogyna*), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus*), черемуха обыкновенная (*Rodus racemosa*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) и др.

## 6.6. Хвойно-широколиственные леса Дальнего Востока

Зона муссонных хвойно-широколиственных лесов охватывает Среднее и частично Нижнее Приамурье и Южное Приморье СССР, находясь в сфере океанического влияния. Поэтому климат здесь муссонный (суровая зима, теплое лето с большим количеством осадков). Зимний муссон не устойчив (повторяемость северо-западных ветров — 70%). Летом формируется морской муссон (влажность воздуха увеличивается в прибрежных районах до 90%), что делает лето не жарким. Характерны для зоны сильные ливни, когда за одни сутки может выпасть 100—120 мм осадков. Поэтому разливы рек здесь повторяются 4—6 раз за лето.

Осенью скорости ветров снижаются, уменьшается влажность воздуха, облачность, осадки, температура воздуха.

Зимой снежный покров на равнинах составляет 20—30 см, увеличиваясь в прибрежных районах до 80—100 см.

Основная река зоны — Амур, среднегодовой расход воды которой равен 11 тыс. м<sup>3</sup>/сек. В ее устье ширина лимана достигает 45 км (это четвертая по величине река нашей страны).

На широкой террасе Амура распространены луга на луговых черноземовидных почвах; леса и дальневосточные прерии (на юге).

В хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока встречаются ель аянская (*Picea ajanensis*), ель корейская (*P. koraiensis*), лиственницы Любарского (*Larix lubarskii*) и Миддендорфа (*L. middendorffii*), лиственницы ольгинская (*L. olgensis*) и приморская (*L. maritima*), кедр корейский (*Pinus koraiensis*).

Совместно с елью и лиственницей растут пихта цельнолистная или черная (*Abies holophylla*) и белокорая (*Abies nephrolepis*).

Наиболее распространенными мелколиственными породами этих лесов являются черемуха Маака (*Padus maackii*), березы аянская (*Betula ajanensis*), даурская (*B. dahurica*), маньчжурская (*B. mandshurica*), ребристая или желтая (*B. costata*) и шерстистая (*B. lanata*). В Южном Приморье растут ольха красильная (*Alnus tinctoria*), мелкоплодник ольхолистный (*Micromeles alnifolia*).

Леса с участием дуба распространены главным образом в предгорьях. Здесь основным лесообразователем является дуб монгольский (*Quercus tengolica*), а в Приморье — дуб зубчатый (*Q. dentata*). В этой зоне много лесов с преобладанием липы амурской (*Tillia amurensis*), липы Таке (*T. taguetii*) и маньчжурской (*T. mandshurica*).

Чистые кленовики в этой зоне практически не встречаются. Спутниками дуба и липы бывают клен маньчжурский (*Acer madshuricum*) и мелколистный (*A. mono*).

Кроме этого в лесах встречаются орех маньчжурский (*Juglans mandshurica*), рододендрон даурский (*Rhododendron dauricum*), лимонник китайский (*Schisandra chinensis*), бересклет большекрылый (*Euonymus macroptera*) и священный (*E. sacrosanota*), виноград амурский (*Vitis amurensis*), пузыреплодник амурский (*Physocarpus amurensis*), принсепия китайская (*Prinsepia sinensis*) и др.

## 6.7. Дендрофлора горных лесов

В СССР горные леса занимают около 450 млн. га (36% покрытой лесом площади). Распространение этих лесов подчинено закономерностям вертикальной поясности.

Например, выделены следующие лесные пояса (Западное Закавказье): низинные субтропические леса; смешанные субтропические леса — до высоты 500—600 м; каштановые леса — на высоте от 500—600 до 1000—1100 м; буковые леса — на высоте от 1000—1100 до 1500—1600 м; елово-пихтовые леса — от 1500 до 2000—2100 м; субальпийская зона и альпийские луга — свыше 2100 м над уровнем моря.

Чем выше горные системы и меньше географическая широта, тем выше вверх поднимается граница леса, которая постепенно переходит в редколесье. Нижняя граница леса в областях с засушливым климатом переходит в ариадное редколесье и пустыню (среднеазиатские горные страны и др.).

Состав горных лесов и структура лесных экосистем обусловлены их географическим положением высотой над уровнем моря, рельефом, экспозицией склонов и др.

Дендрофлоры горных стран имеют следующие особенности:

Горные леса Карпат (средневысокие горы) представлены следующими поясами: а) дубовая лесостепь и хвойно-широколиственные леса из дуба черешчатого и скального (*Quercus petraea*), клена остролистного, бука лесного или европейского, пихты белой или европейской (*Abies alba*), сосны обыкновенной; б) пояс горной тайги из ели европейской (*Picea abies*); в) субальпийский пояс с рослыми кустарниковыми зарослями можжевельника и стелющимися формами горной сосны (до 1800 м).

Горные леса Кавказа (сложная система высоких горных хребтов, нагорий и низин) имеют четкую вертикальную поясность: а) лесостепь и широколиственные леса; где встречаются дуб

черешчатый и скальный, дуб грузинский (*Quercus iberica*), дуб Гартвиса (*Q. hartwissiana*), дуб пушистый (*Q. pubescens*), бук восточный (*Fagus orientalis*), липа кавказская (*Tillia caucasica*); б) темнохвойные пихтово-еловые леса из пихты кавказской (*Abies nordmanniana*) и ели восточной; в) субальпийские луга с березовым криволесьем и зарослями рододендрона.

Кроме этого встречаются: насаждения с участием разных видов клена, вяза, осины, березы и др.; арчевника из можжевельника; участки сосны Коха (*Pinus kochiana*) и сосна эльдарская (*P. eldarica*).

Горные леса Урала (невысокие старые горы) не имеют четкой вертикальной поясности. Они представлены горной тайгой на севере и хвойно-широколиственными лесами на юге. Граница леса проходит на высоте 210—680 м. Основными лесообразователями являются ель сибирская (*Picea obovata*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская. Встречаются кедр сибирский (*Pinus sibirica*), дуб черешчатый, липа сибирская (*Tillia sibirica*) и др.

Леса Среднеазиатской горной страны (очень высокие горы—район современного оледенения) встречаются обычно на увлажненных склонах западной и северной экспозиций. Здесь распространены арчевые леса из можжевельников туркестанского (*Juniperus turkestanica*), полушаровидного (*J. semiglobosa*) и др. На отрогах Гисарского хребта и западном Тянь-Шане имеются орехоплодные леса из ореха грецкого (*Juglans regia*) и дикорастущих плодовых деревьев — абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgarisa*), фиговое дерево или инжир (*Ficus carica*), фисташка настоящая (*Pistacia vera*), груша обыкновенная (*Pirus communis*) и др.

В Красную книгу СССР занесены: пихта Семенова (*Abies semenovii*), инжир и др.

Леса южносибирской горной страны (Алтай и Саяны) начинаются с березово-сосновой лесостепи у подножий гор. С подъемом в горы начинается тайга с преобладанием кедра сибирского, ели сибирской и пихты сибирской. На северных склонах распространены светлохвойные группы лесных формаций, а на безлесных вершинах — подгольцовые кустарниковые заросли (ерника, ольховника, кедровника). На Алтае местами выражены еще и альпийские луга и высокогорные тундры.

Леса Байкальской горной страны (горные районы от западных берегов Байкала до Среднего Приамурья) составляют в основном светлохвойные группы лесных формаций, а Путорано-Анабарской горной страны (Среднесибирское плоскогорье) — тайгой из ели сибирской и лиственницы Гмелина, сменяющийся

лиственничным редколесьем и тундрой, переходящей в арктическую пустыню.

Леса Якутско-Чукотской горной страны (система горных хребтов от Охотского моря до р. Лены) расположены в наиболее суровых климатических условиях с абсолютным минимумом температуры ( $-71^{\circ}\text{C}$ ) и представлены низкорослым редколесьем из лиственницы Гмелина.

Леса Южно-Дальневосточной горной страны размещены на острове Сахалин, в Среднем Приамурье и южном Приморье. Верхняя граница лесов достигает 1000—1300 м. На севере они состоят из ели аянской и сибирской, пихты белокорой, кедра корейского, а на о. Сахалин — из лиственницы курильской (*Larix kurilensis*), пихты сахалинской (*Abies sachalinensis*) и пихты Майра (*A. mauihana*), ели Глена (*Picea glehni*) и ели мелкосемянной (*P. microsperma*).

Верхнюю полосу лесного пояса составляют пихтово-березовые редколесья, с преобладанием березы каменной (*Betula ermani*), зарослей кедрового стланика.

В южной части горной страны выражен высотный пояс хвойно-широколиственных лесов, в которых встречается дуб монгольский, липа амурская и др. Для юга о. Сахалин характерны заросли низкоствольного (высотой до 2,5 м) Курильского бамбука или сазы курильской (*Sasa kurilensis*) с примесью березы каменной. Здесь встречается мощная лиана с толстым (до 20 м) стволом — виноград Куанье (*Vitis coignetia*).

В долинах обычны гигантские травы, высотой до 4 м (даже черничник достигает метровой высоты). Съедобные ягоды всех кустарников и кустарничков водянисты.

Леса Камчатско-Курильской горной страны (п-ов Камчатка и острова Курильской гряды) в северной части выступают отторженцем тайги. Район подвержен сейсмическим и современным вулканическим процессам.

На Камчатке по низменным участкам побережий простирается тундра с вечнозеленым кустарником — рододендром золотистым (*Rhododendron aureum*), водянкой и лишайниками. Склоны гор покрыты зарослями кедрового стланика, березы каменной, ольховника. Таежная флора Камчатки включает три вида древесных пород — лиственницу курильскую, ель аянскую и пихту грациозную (эндемик). Из лиственных пород, кроме березы каменной, встречаются: береза японская, тополь душистый, ольха пушистая и др.

Лес из пихты грациозной или изящной (*Abies gracilis*) расположен вблизи с. Жуканова (Кранодский заповедник) и зани-

мает площадь около 15—20 га. Этот вид занесен в Красную книгу СССР.

Северные Курилы характерны криволесьем из ольховников, рябины смешанной и кедрового стланика; южные Курилы — хвойно-широколиственными лесами с породами: ель Глена, лиственница камчатская, пихта сахалинская, дуб зубчатый. На о. Кунашир произрастает занесенный в Красную книгу СССР, орех Зибольда или айлантолистный (*Juglans ailanthifolia*). Здесь же встречается низкостебельный бамбук (высотой 1—2 м) — саза метельчатая (*Sasa paniculata*).

## 6.8. Лесостепная и степная зоны

Лесостепная зона занимает промежуточное положение между зоной хвойно-широколиственных лесов, тайгой и степью. Она характерна чередованием участков леса (дубравы, колки и пр.), лугов и степей.

Формирование лесостепи обычно связывают с послеледниковым периодом, когда в северной части степной зоны появились леса. Таким образом возникла теория С. И. Коржинского о наступлении леса на степь (лес более сильная растительная формация). Русский ботаник Г. И. Танфильев наступление леса на степь связывал с почвенной сукцессией в экотонах — по лесным опушкам под влиянием лесной растительности почвы выщелачиваются и подготавливают плацдарм для распространения леса.

Сторонники этой теории считают, что ограничением распространения леса на степь послужило развивающееся земледелие.

В нашей стране лесостепь расположена сплошной полосой от предгорий Карпат до Алтая и Саян. Участки лесостепи имеются в межгорных котловинах Южной Сибири и на Дальнем Востоке.

На европейской части страны она охватывает широкое пространство от юга Житомирской области до севера Молдавской ССР на западе и от Татарской и юга Башкирской АССР до Оренбургской и Курганской областей на востоке. На азиатской территории СССР лесостепная зона проходит узкой полосой через южную часть Тюменской области, средние части Омской и Новосибирской областей, север Кемеровской области и Алтайского края.

Распаханность территории лесостепи в среднем равна около 45%. Сельскохозяйственные угодья занимают более 60% территории, а леса — около 25%. Они чередуются с лугово-степ-

ными формациями, равномерно сменяя друг друга, или лесные колки являются редкими островными участками среди степи.

В европейской части годовая сумма осадков равна 600 — 800 мм, в азиатской — 300—500 мм. Наиболее благоприятные условия для развития лесных экосистем складываются в Украинской провинции лесостепной зоны с серыми лесными почвами и выщелоченными черноземами. Среднерусская и Приуральская провинции характеризуются в основном мощными черноземами и серыми лесными почвами.

В Западной Сибири выделены две основные провинции — Западносибирская и Предалтайская, где распространены выщелоченные и оподзоленные черноземы и серые лесные почвы.

В европейской части лесостепи хвойные и лиственные леса естественного происхождения расположены в речных долинах, поймах и на песчаных террасах. Леса из дуба, размещенные в балках, называют байрачными лесами, а на высоких правых берегах рек — нагорными дубравами. По левобережьям рек на песках растут сосново-дубовые и сосновые леса.

Более 2/3 лиственных лесов имеют порослевое происхождение и не представляют из себя хозяйственной ценности.

В Сибири основная лесная растительность представлена осиново-березовыми лесами с травянистым покровом и березовыми колками среди разнотравных лугов. Кроме этого на песках произрастают сосняки (сосновые боры, ленточные боры).

На европейской территории лесостепи дуб черешчатый образует чистые древостои. Часто ему сопутствуют различные виды ясеня, клена, граба, ильмовых. В центральной части и на западе европейской территории (Татарская и Башкирская АССР) распространены леса из липы мелколистной или сердцевидной.

Осина образует чистые древостои или встречается в качестве сопутствующей породы в дубравах и березняках. Гигантская осина обнаружена в лесах Курской области.

В лесостепной зоне Сибири колки образует береза повислая, а пониженные местоположения занимает береза пушистая.

Естественная травянистая растительность лесостепи сохранена главным образом в балках и на охраняемых территориях. Она представлена корневищными злаками и разнотравьем — мятликами, овсяницами, ковылями и др.

Годовой прирост фитомассы лесных участков лесостепи достигает 200, луговых — 130 ц/га. Конкурентные отношения между лесными и степными формациями весьма неустойчивы и контролируются антропогенным фактором.

К югу от лесостепи простирается степная зона от западных

границ СССР до предгорий Алтая. При продвижении далее на восток она распадается на области, изолированные горами.

Степь занимает преимущественно равнину с относительно благоприятными климатическими условиями. Распространены здесь преимущественно черноземы и каштановые почвы. Территория практически полностью освоена сельскохозяйственным производством. Естественная степная растительность сохранилась лишь на охраняемых территориях, балочных склонах. Она представлена травянистыми многолетними, ксерофильными растениями, полукустарничками.

Относительное безлесье степей объясняют следующими гипотезами: 1) климатическая (авторы К. Бэр, Г. Н. Высоцкий и др.) — недостаточность увлажнения, низкая относительная влажность воздуха и др.; 2) геоботаническая (П. А. Костычев и др.) — конкуренция травянистой растительности; 3) почвенная (Г. И. Танфильев и др.) — засоленность степных почв и грунтов; 4) геоморфологическая (А. Н. Краснов и др.) — равнинность рельефа; 5) вторичного безлесья (В. И. Талиев и др.) — леса уничтожены человеком.

В оврагах, балках, западинах распространены кустарники — таволга зверобоелистная (*Spiraea hyperifolia*), слива колючая или терн (*Prunus spinosa*), роза собачья (*Rosa canina*), карагана

(*Caragana frutex*), бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*) и др.

Лесная растительность в степной зоне находится в долинах рек (пойменные леса), балках (байрачные леса), блюдцеобразных понижениях (лесные колки). Встречаются островные сосновые леса естественного происхождения (Бузулукский бор и др.) и ленточные боры (Казахстан, Алтайский край).

Байрачные или балочные леса относятся к лесам I-й группы. Основными лесообразующими породами байрачных лесов являются: дуб черешчатый, ясень обыкновенный, вяз обыкновенный, береза повислая, липа мелколистная, клен остролистный и татарский, яблоня лесная и др.

Выделяют следующие типы байрачных лесов: а) ясене-дубняк кленово-липовый, произрастающий по ложбинам и тенистым берегам лощин и суходолов; б) дубняк-липово-осоковый, произрастающий по освещенным берегам лощин и суходолов; в) дубняк ясене-липово-злаковый, произрастающий по крутым берегам суходолов и балок; г) влажные дубравы, дубняк ясене-кленово-липовый, произрастающий по дну суходолов и балок.

Опушки байрачных лесов, выходящих за пределы балок, оказывают мелиоративное влияние на прилегающие поля.

Пойменные леса степной зоны состоят из дуба черешчатого,

осины, тополей, ольхи и др., а леса пойменных террас — из сосны, дуба, осины. Они имеют огромное водоохранное значение и характеризуются высокой производительностью. Пойменные дубравы имеют запас древесины до 200—250 м<sup>3</sup>/га, а насаждения из тополя — до 400—500 м<sup>3</sup>/га.

Колковые леса характерны для северного и центрального Казахстана, Кулундинской и Алейской степи. Они относятся к лесам I-й группы и расположены на увлажненных почвах блюдцеобразных понижений. Размеры колков колеблются от 0,2 до 30 га. Кроме березы в колках встречается осина, а в редком подлеске — шиповник, спирея, ива и др. В центре колка обычно лугово-болотные почвы или заболоченные солоды. В резкозападинных блюдцах (160 см) в центре колка расположено осоковое болото, вокруг которого образована полоса березняка с подлеском из ивы, а далее от центра размещается березняк злаково-разнотравный.

Колковые леса имеют порослевое происхождение и характеризуются низкой полнотой и производительностью.

Ленточные боры расположены по ложбинам древнего стока на водоразделе рр. Иртыша и Оби. Они протянуты в виде лент шириной 4—20 км и длиной более 400 км с северо-востока на юго-запад.

Общая их площадь равна 1,2 млн. га. В борах в качестве примеси встречаются береза повислая, осина и др.

## 6.9. Ценные леса

С 1948 г. в нашей стране выделяют ценные леса, уникальные по составу, продуктивности и генетическим качествам, расположенные в местах, где они оказывают наиболее сильное влияние на климат, реки и водоемы, почвы и др. компоненты окружающей среды. Всего в СССР 4,6 млн. га ценных лесов (покрытая лесом площадь — 3,3 млн. га): каштановые леса занимают 34 тыс. га, леса ореха грецкого — около 33 тыс. га, фисташка и миндаль образуют леса на площади 18 тыс. га, яблоня и груша — 27 тыс. га.

Ценные леса подразделяют на четыре категории: 1) леса степных и лесостепных районов, имеющие особо важное агролесомелиоративное значение; 2) искусственные леса, созданные в тяжелых климатических условиях, являющиеся примером степного лесоразведения; 3) особо ценные леса по породному составу и продуктивности — объекты изучения и охраны экзотов и эндемиков, база для получения семенного материала; 4) леса, имеющие научное значение.

Охарактеризуем наиболее известные ценные лесные массивы. Шипов лес, расположенный на правом берегу р. Осереды в Воронежской области, заложен по указу Петра I в 1709 г. Он занимает площадь около 6 тыс. га, где совместно с дубом произрастают клен остролистный, липа мелколистная, ясень зеленый, осина и др. Здесь на отдельных сохранившихся участках дуб в возрасте более 140 лет достигает высоты 35 — 37 м.

Хреновский бор — островной лесной массив на левом берегу реки Битюг в Воронежской области. Он состоит из сосновых и дубовых насаждений. Площадь Хреновского бора составляет 6,7 тыс. га, из них 892 га занимают лесные культуры, созданные еще до революции. Сосна здесь достигает возраста более 200 лет. В бору заложены разнообразные лесные культуры, имеющие большое научное значение.

Теллермановский лесной массив (площадь 38,3 тыс. га) находится недалеко от г. Борисоглебска на берегах рр. Воронеж и Хопер. Здесь находятся одни из наиболее старовозрастных насаждений дуба (200—240 лет). При Петре I отсюда поступал корабельный лес для строительства флота. В настоящее время дубовыми насаждениями занято около 64%, сосновыми 11% площади.

Тульские засеки — леса (площадь 64,3 тыс. га) на границе лесостепи и степи расположены полосой шириной 2—5 км на бывших южных границах Русского государства. «Большая засечная черта» была закончена в 1556 г. при Иване IV и была объявлена заповедной. В засеках преобладают широколиственные насаждения в основном из дуба черешчатого с участием липы мелколистной, ясеня зеленого и др.

Шатилов лес находится в Орловской области (с. Моховое), занимая площадь 1,1 тыс. га. Основные лесобразующие породы — дуб черешчатый (44%), лиственница (14%), сосна обыкновенная (12%), береза, липа и др. В этом массиве начинали создание культур Ф. Х. Майер и И. Н. Шатилов в 1821—1853 гг. Здесь впервые в России удачно облесялись овраги.

Велико-Анадольский лесной массив (площадь 5,9 тыс. га) создан Е. Е. Граффом, Х. С. Полянским, Г. Н. Высоцким и др., начиная с 1843 г., вблизи г. Мариуполя (Жданов). Здесь растет около 400 различных пород деревьев и кустарников. Насаждения искусственного происхождения с преобладанием дуба, ясеня обыкновенного, лжеакации и др. Занимают около 80% лесопокрытой площади.

Бузулукский бор в Оренбургской области занимает площадь 111,2 тыс. га в бассейнах рр. Самары, Кутулука и Боровки. Здесь распространены насаждения с преобладанием сосны

(47%), осины, березы, липы и др. Бор закрепляет массив песков на площади 80 тыс. га.

Усманский бор находится в Воронежской области, занимая площадь 25,7 тыс. га. Впервые он исследован в 1697 г. с целью использования древесины для строительства Донской флотилии Петра I. Этот бор закрепляет песчаный массив площадью 15 тыс. га. Наряду с сосной обыкновенной здесь встречаются дуб черешчатый, осина, береза повислая, ольха черная.

После принятия Основ лесного законодательства СССР (1977), особо ценные лесные массивы выделяют в составе лесов I группы, одной из категорий защитности в соответствии с постановлением Совета Министров СССР № 37 от 11.1.79 г. «О порядке отнесения лесов к противоэрозионным, особо ценным лесным массивам и другим категориям защитности».

В Ростовской области также имеются особо ценные лесные массивы.

Городищенская дача — лесной массив на левом берегу р. Калитвы на площади 1,86 тыс. га (песчаные дерново-степные почвы). Здесь первые посадки сосны проведены в начале 20 века, Лесной массив имеет большое средозащитное значение.

Ленинский лесхоз (бывшее Атамановское лесничество) занимает 5,5 тыс. га в Азовском районе. Насаждения создавались с 1884—1888 гг. и включают 17 основных лесообразующих пород. Наибольшее распространение получили группы широколиственных формаций дуба и ясеня. Насаждения лесхоза являются семенной базой для защитного лесоразведения и служат историческим памятником степного лесоразведения.

Манычский лесхоз (Веселовское лесничество) занимает площадь 1,8 тыс. га. Насаждения создавались в период 1884—1914 гг. и с 1918 г. до настоящего времени. Наибольшее распространение получили ясенево-дубовые и дубово-липовые насаждения.

Кроме этого, в Ростовской области имеются искусственные лесные массивы: Сальская дача (Романовский мехлесхоз) на площади 2,9 тыс. га; Донлесхоз НИМИ на площади 2,6 тыс. га.

## **6.10. Растительный мир пустынь и полупустынь**

К пустыням относят территории с предельно засушливым климатом, где осадков выпадает менее 250 мм в год. Испаряемость превышает осадки во много раз, земледелие без искусственного орошения невозможно, преобладает перемещение воднорастворимых солей и их концентрация на поверхности, в

почве мало органического вещества (М. П. Петров и др.).

Пустыня отличается высокими летними температурами, количеством годовых осадков 100—200 мм, отсутствием поверхностного стока, нередко преобладанием песчаного субстрата и большой ролью эоловых процессов, засоленностью грунтовых вод.

Пустыни пригодны для пастбищного животноводства или для земледелия.

В пустынях имеются источники пресных вод (в дельтах и долинах рек, на предгорных равнинах) и оазисы — очаги большой концентрации населения, орошаемого земледелия и др.

Между пустынями и степями протянуты полупустыни, характеризующиеся меньшей продолжительностью засушливого периода, более суровой зимой, суммой осадков, достигающей 300 мм в год, более богатым миром растительности. Пустыни и полупустыни занимают 22% площади суши Земли или 31,4 млн. км<sup>2</sup>.

В зоне полупустынь на европейской территории страны известны две ландшафтные провинции: Ергенинская возвышенность (южное продолжение Приволжской возвышенности) и Прикаспийские полупустыни (юго-запад Общего Сырта, Предуральное плато и север Прикаспийской низменности).

Температурный максимум пустынь летом (+50°С в тени) отмечен в Репетеке (Каракумы) и Термезе (юг Узбекистана). Вследствие гибели растений незакрепленные пески приходят в движение уже при скорости ветров более 4 м/с. При скоростях 8 м/с возникают пыльные бури.

Пустыни Средней Азии и Казахстана предложено подразделять на 8 основных типов: песчаные, песчано-галечные, щебенистые гипсированные, каменисто-щебенистые, глинистые, лесовые, такырные, солончаковые (А. Г. Бабаев и З. Г. Фрейкин).

Всю зону пустынь СССР Л. С. Берг разделил на 4 подзоны: Прикаспийскую, северных третичных плато, песчаных пустынь, лесовых предгорных равнин.

Типичными песчаными пустынями нашей страны являются: Каракумы, Кызылкумы, Волжско-Уральские или Нарын — пески и др.; каменистыми пустынями — Бетпак-Дала и др.; щебенистыми — Устюрт и др.; глинистыми — Голодная степь и др.; солончаковыми — Мертвый Култун, Кайдак и др.

Характерными чертами рельефа пустынь считают сухие русла и бессточные впадины. Например, в Западном Казахстане находится самая глубокая котловинная впадина — Карагие (—132 м ниже уровня моря); линейная впадина Унгуз имеет длину около 400 км и ширину — 15—20 км (раньше Унгуз считали рукавом Аму-Дарьи); впадина Келифский Узбой в юго-во-

сточных Каракумах очевидно является Пра-Аму-Дарьей; сухое русло — Западный Узбой имеет протяженность 500 км и максимальную глубину 40 м.

В песчаных пустынях самыми распространенными являются эолово-аллювиальные пески, мощностью от нескольких до сотен метров. Пески под влиянием ветра образуют следующие формы рельефа: песчаная рябь, волны, гребни, барханы, барханные цепи и гряды, барханные поля и др.

Передвижение барханных цепей происходит со скоростью 12—15 м/год на юге Кызылкума и 40 м/год — на юго-западе Туркестана. Высота барханов колеблется от 0,5 до 50 м.

Растительность тормозит движущиеся пески, образуя застаренные пески в виде кос, холмов или бугров. Кусты способствуют зарастанию песчаных бугров травянистой растительностью.

Воды пустынь СССР состоят из больших, средних и малых рек (Аму-Дарья, Сыр-Дарья, Или, Зерешан и др.), немногих озер (Сарыкамыш и др.), поверхностного стока осадков и подземных вод (в основном соленых).

Аральское море и озеро Балхаш замкнуты (как и Каспийское море), т. е. только принимают воду, но не отдают ее.

В пустынях преобладают эндемичные растения и интродукция новых видов затруднена. В Каракумах и Кызылкумах насчитывается до 700 видов растений, жароустойчивых, солевых, приспособленных к подвижным пескам, сильным ветрам и пыльным бурям.

В результате эволюции пустынная растительность приобрела специфические черты: глубокая корневая система (у саксаула до 14 м), малая площадь листьев или полная безлиственность при наличии зеленых стеблевых побегов (саксаул), листья с опушением, восковым налетом или блестящей поверхностью (песчаная акация), шарообразные перекатывающиеся плоды (кандамы) или плоды с выростами и крыльями (саксаул, черкез и др.).

Существуют следующие типы растительности: 1) пустынно-древесные заросли из саксаула белого и черного, черкеза, кандымов, борджока — эфедры шишконосной, чогона, песчаной акации; 2) псаммофитно-кустарниковые из тамариска, песчаной акации, кандымов и др.; 3) слабозаросшие пески — барханы с различными видами песчаной акации и кандымов, ерек-селином; 4) полынные пустыни с сообществами из черной полыни (*Artemisia paniculata*), пижмы и других полукустарничков; 5) сочно-солянковая растительность (сарсазан, солерос, поташник и др) на солонцах и солонцеватых почвах; 6) сине-зеленые во-

доросли и лишайники на такырах; 7) тугай на увлажненных почвах из лоха, различных видов ив, туранги, чингалья, тростника и др. (А. Г. Бабалев, И. С. Зонн, Н. Н. Дроздов, З. Г. Фрейкин, 1986).

Многоярусность растительного покрова обычна только в песчаных пустынях. Растительность всегда изрежена, не образуя сомкнутого покрова, а в зарослях — нет тени. Здесь наблюдается летний листопад и выгорание трав, но после осенних дождей вегетация продолжается.

Почти все виды пустынной растительности служат кормом для скота. Наиболее богаты кормами песчаные пустыни, где растут кустарники, полукустарники и многолетние травы (илак, осока, арпаган, полыни, солянки и др.).

В щебенистых гипсированных и каменисто-щебенистых пустынях преобладают кустарники, полыни, биюргун, отдельные экземпляры черного саксаула, боялыча. Наряду с полынными встречаются и солянковые пастбища (урожай трав 0,6 — 2,8 ц/га).

На пастбищах глинистых пустынь преобладают полыни и солянки (лиственная солянка, однолетняя многолиственная солянка и др.).

Пастбища лессовых предгорных равнин составлены травянистыми эфемерами, вегетирующими зимой и весной (мятлик луковичный, астрагалы, караилак и др.).

По долинам рек в полупустынной и пустынной зонах встречаются и деревья (тополя черный, сереющий и белый, ивы белая и ломкая, лох и др.).

## 6.11. Черный саксаул как образователь экосистем

Черный саксаул (*Haloxylon aphyllum*) распространен по всей Средней Азии, южным районам центрального Казахстана, Приаралье, плато Устюрт, закаспийским пустыням Мангышлака и др. Он акклиматизирован в полупустынях Северного Прикаспия, на Ергенях. Это одноствольное дерево высотой 5—8 м (максимум 12 м) или кустарник (высотой до 2 м). Саксаул образует (при низком уровне грунтовых вод) редкостойные заросли кустарникового облика.

К 20 годам деревья саксаула имеют широкую крону (5 — 6 м), низконависающую над землей за счет опускания боковых ветвей. Корневая система направлена вертикально вниз и достигает грунтовых вод при их неглубоком залегании.

Средний возраст деревьев в естественных древостоях Кара-

кумов равен 40—45 годам (биологический возраст — 100 лет). Плодоношение начинается в возрасте 4—6 лет. Наиболее обильно плодоносят 12—40-летние деревья, дающие от 0,2 до 10 кг семян.

Черный саксаул хорошо переносит низкие и высокие температуры воздуха при недостатке атмосферной и почвенной влаги.

При близком залегании грунтовых вод с минерализацией 1—3 г/л и более возникают черносаксауловые леса — сомкнутые древостой с числом стволов 400—500 шт/га. Нижний ярус таких древостоев составляет заросли верблюжьей колючки (*Alchagi persarum*) и др.

При глубине грунтовых вод 7—12 м и более саксаульники более редкостойны (190—290 шт/га). При этом черный саксаул может расти совместно с белым саксаулом (*Haloxylon persicum*), черкезом Рихтера (*Salsola richteri*), чогином (*Aclenia subaphilla*) и др.

Древостой лесного типа черный саксаул образует также в пустынях с плотными грунтами (даже при глубине грунтовых вод и более 20—30 м), на крутых склонах и обрывах. В горах он поднимается до высоты 500—800 м.

Под деревом саксаула вдоль оси корня обычно образуется зона повышенной влажности, прикрытая коркой засоленного подкоронового пятна. Поэтому в летний период в земляных норках под кроной саксаула обитают полуденные и большие песчанки (землерои).

В южных пустынях (Восточные Каракумы) устойчивые экосистемы возникают при совместном произрастании черного саксаула и эфедры шишконосной (*Ephedra strobilacea*) при участии кандымов щетинистого (*Calligonum setosum*) и туркестанского (*Calligonum turkestanicum*). Здесь черносаксауловый лес состоит из сочетания разновозрастных деревьев саксаула, кустов эфедры (борджока) и кандымов иногда с участием саксаула белого. Под пологом черного саксаула на поверхности возникает "подкороновая салфетка" с солянково-злаковым бордюром, эфедрой на буграх и с участием песчанок, муравьев, саксаулового усача, пауков, древесного гриба — пория пустынная (*Poria desertorum*) и др.

Подкороновая салфетка черного саксаула является пескозакрепителем, стабилизатором солевого баланса, влагосохраняющим устройством, термическим регулятором для беспозвоночных и позвоночных животных, основой солянково-злаковых бордюров (В. С. Залетаев, 1976). Система таких бордюров (в виде сети) — зона повышенной активности биотических процессов, в экосистеме — узел трофических цепей и др.

Эфедровые бугры (0,2—2 м) — это опад эфедры, сцементированной песком (обычно гипсоносным). Они заселяются почвенными беспозвоночными и полуденными песчанками, посещаются пауками и жуками. Эфедровые бугры входят в экосистему эфедрового черносаксаульника. Здесь, кроме солянок, может развиваться песчаная осока (*Carex physodes*), подрост саксаула.

## 6.12. Опустынивание и экологические мелиорации

В последние годы усилились процессы аридизации и расширения пустынь при одновременном сокращении или уничтожении их биологической продуктивности.

Опустынивание — это совокупность физико-географических и антропогенных процессов, приводящих к разрушению экосистем аридных областей, деградации всех форм органической жизни и в итоге к снижению природно-экономического потенциала этих территорий (А. Г. Бабаев и др.). Это неизбежный спутник усиленного сельскохозяйственного и промышленного использования природных ресурсов аридных областей.

По данным ООН, общая площадь антропогенных пустынь мира составляет 9 млн. км<sup>2</sup>, еще 30 млн. км<sup>2</sup> находится на грани опустынивания. За последние 50 лет в бесплодную пустыню обращена площадь, равная половине Южной Америки.

Факторы опустынивания: 1) истребление растительного и почвенного покрова при промышленном, коммунальном и ирригационном строительстве; 2) деградация растительного покрова при чрезмерном выпасе скота; 3) уничтожение древесно-кустарниковой растительности при заготовке топлива; 4) дефляция и эрозия почв при богарном земледелии; 5) вторичное засоление и заболачивание почв в условиях орошаемого земледелия и др.

Борьба с опустыниванием в нашей стране проводится в результате: 1) рационального природопользования и раннего выявления процессов опустынивания; 2) создания защитных лесных насаждений по окраинам оазисов, границам полей, вдоль каналов и др.; 3) выращивания пастбищных лесных массивов и зоолесонасаждений из псаммофитов в глубине пустынь; 4) восстановления растительного покрова на площади нарушенных почв (при строительстве и эксплуатации открытых горных разработок и пр.); 5) облесения и закрепления песков; 6) строительства коллекторно-дренажной сети и облицовки оросителей для предупреждения вторичного засоления.

Мелиоративные работы в пустынях и полупустынях должны иметь основу, соответствующую зональным коренным экосистемам. Такие мелиорации называют экологическими.

Так, в полупустынях агротехника возделывания с.-х. культур должна включать приемы, напоминающие землеройную деятельность сусликов. При этом следует увеличивать ярусность экосистем за счет введения куртин, или полос кустарников и деревьев и др.

В северных пустынях экологические мелиорации должны способствовать возникновению малых оазисов на основе накопления атмосферных осадков и артезианских вод.

В южных пустынях следует создавать агроэкосистемы сложной структуры на основе естественных экосистем (например экосистем черносаксауловых лесов и др.).

Коренное улучшение пустынных пастбищ может быть достигнуто путем усложнения структуры экосистем, посева древесно-кустарниковых пород.

Так, резкое увеличение надземной фитомассы на пастбищах эфемеровой и полынной пустынь происходит в результате создания полосных насаждений из черного саксаула, черкезов, чогона и кандымов и др.

### 6.13. Средиземноморская зона

Эта зона охватывает Южный берег Крыма, Черноморское побережье Кавказа, Колхидскую и Кура-Араксинскую низменность, а также Ленкоранскую низменность с восточными склонами Талышских гор.

Эта зона характеризуется наиболее богатой дендрофлорой— 136 видов деревьев, 142 вида кустарников и несколько сотен видов лиан и полукустарников.

Субтропическую древесную флору Средиземноморья напоминает лесная растительность Черноморского побережья от Новороссийска до Туапсе. Здесь распространены леса из дуба скального (*Quercus petraea*) и пушистого (*Q. pubescens*), заросли держи-дерева (*Paliurus spina-christi*), скумпии (*Cotinus coggygria*), можжевельника высокого (*Juniperus excelsa*). С высоты 100—300 м над уровнем моря встречается сосна пицундская (*Pinus brutia* subsp. *pityusa*), а на южном берегу Крыма— сосна Станкевича (*P. brutia* subsp. *stankewierii*) и сосна Палласа (*P. pallasiana*).

## 7. ДРЕВЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗЕМЛИ

### 7.1. Динамика лесов в геологическое время

Для правильного анализа современных лесных экосистем и прогнозирования их изменения во времени и пространстве необходимо иметь представления о динамике лесообразующих пород в геологическое время.

В этом плане большую информацию дают ископаемые деревья и леса.

В кислых торфяных болотах без доступа кислорода, в пустынях под защитой скал и других местах древесина сохраняется многие тысячелетия и служит материалом для анализов.

Изучение окаменелостей, анализ пыльцы, определение возраста с помощью радиоактивного углерода позволило охарактеризовать лесные массивы прошлых геологических эпох. Анализ ископаемой пыльцы в осадочных породах озер привел к уточнению древней географии древесной лесной растительности.

Одно из крупнейших научных достижений нашего времени, совершенное с помощью палеоботаники, заключается в раскрытии тайн сложной истории растительности.

Продуктом длительных процессов эволюции на планете являются леса. Составляющие их деревья (кроме древовидных папоротников и саговников) подразделяют на голосеменные и покрытосеменные.

Палеоботанические исследования показали (табл. 7.1), что первые леса планеты из папоротников и хвощей древовидной формы возникли около 440—400 млн. лет назад (силурийский и девонский периоды палеозоя). Эти леса достигли наибольшего расцвета в каменноугольном периоде (350 млн. лет назад) и исчезли во время подъема континентов и обширного оледенения в пермский период (270 млн. лет) палеозоя, образовав залежи угля и освободив территорию для новой древесной растительности, типичными представителями которой были саговники, бенетовые, хвойные (гинкго), кордаиты, древовидные плауны и др.

В настоящее время саговники (деревья высотой 10—18 м) сохранились в определенных районах тропиков и субтропиков, а гинкго — в Китае.

Расцвет саговников, бенетовых, гинкговых, сосновых зафиксирован около 180 млн. лет назад (юрский период мезозоя). Эти растения составляли леса на большей части Земли. В по-

## Динамика лесов в геологическое время (Фанерозой)

Период, эпоха	Млн. лет		Динамика лесов
	продолжительность	возраст	
<b>Кайнозойская эра (новой жизни)</b>			
Четвертичный	1 или 2	1 или 2	Современные леса последних 10 тыс. лет
Неогеновый		(23)	Еловые и смешанные леса, возникшие на месте елово-лиственничных редколесий и колков холодостойких лиственных пород
Плиоценовая	10	12	
Миоценовая	13	(23) 25	
Палеогеновый		(65)	Появление елово-лиственничных редколесий (при сохранении отдельных видов — тсуга, ель сихтинская, вереск и др. на площадях, избежавших оледенения)
Олигоценвая	15	40	
Эоценовая	20	60	Распространение тропической растительности по Европе и северу Азии (гвоздичное и хлебное деревья, фикусы, пальмы и др.). Дифференцирование хвойных и лиственных пород
Палеоценовая	10	(65) 70	
<b>Мезозойская эра (средней жизни)</b>			
Меловой	65	(141) 135	Появление покрытосеменных (дуб., бук, ольха, тополь, ива и др.)
Юрский	45	(195) 180	Расцвет лесов из саговников, бенетовых, гикговых, сосновых
Триасовый	45	(230) 225	Появление саговников, бенетовых, гинкговых, кордаитовых и др.
<b>Палеозойская эра (древней жизни)</b>			
Пермский	45	(200) 270	Исчезновение лесов из папоротников, хвощей, лепидодендронов и др.
Каменноугольный	80	(345) 350	Расцвет лесов из папоротников, хвощей, каламитов и др.
Девонский	50	(395) 400	Первые леса из древовидных папоротников и хвощей
Силурийский	40	(435) 440	
Ордовиковский	60	500	Простейшие наземные растения
Кембрийский	100	600	Водоросли

Примечание: В скобках приведен возраст согласно 26-й сессии геологического конгресса (Париж, 1980).

следний период мезозоя (меловой) появились покрытосеменные растения (дуб, бук, ольха, тополь, ива и др.).

В это время разделился материк Гондвана, изменились конфигурация и местоположения континентов, возникли горы, преобразовался климат, началось бурное развитие растительности.

В течение эоценовой и палеоценовой эпохи (палеоген) кайнозойя, начавшегося около 70 млн. лет назад, получили широкое распространение и дифференцирование хвойные и лиственные породы. При эоцене высокие температуры способствовали распространению тропической растительности по всей территории Европы и северу Азии. Древесная флора была представлена крупными деревьями (гвоздичное дерево, хлебное дерево, фикус, пальмы, авокадо и др.), кустарниками и лианами.

Ухудшение климата, начавшееся в олигоцене (40 млн. лет назад) привело к коренному изменению лесов, т. к. растительность под натиском ледников отступила на юг там, где горные хребты имели меридиальное направление (юг Северной Америки, юго-восток Азии) и погибла в местах широтного размещения горных хребтов (Европа и Западная Азия).

Поэтому растительность в неогеновый период в Северной Америке и Юго-Восточной Азии после отступления ледника восстанавливала свои ареалы, а в Европе и Западной Азии ей на смену пришли холодостойкие хвойные и лиственные породы.

Всего насчитывалось около 20 больших оледенений, продолжительностью 50—100 тыс. лет каждое, разделенные теплыми межледниковыми периодами в 10—20 тыс. лет. При оледенениях леса полностью погибли, освобождая территорию для современной растительности. Площади, избежавшие оледенения, служили убежищем для отдельных видов растений, сохранившихся до наших дней (ель ситхинская, сосна Банкса, тсуга западная, вереск, багульник и др.).

Оледенение прекратилось около 8 тыс. лет назад, и освобожденные земли, вероятно, занимались осокой и холодостойкими деревьями. Вслед за этим последовал период елово-лиственничных редколесий, сменившийся расцветом еловых и смешанных лесов.

Таким образом лесная растительность на Земле постоянно изменяется, благодаря нестабильности климата (а в последнее время — и в связи с деятельностью человека). Из множества когда-то широко распространенных древесных растений сохранились лишь отдельные виды (араукарии в Южной Америке, секвойи — на Тихоокеанском побережье Северной Америки, гингко — в Китае). Новые виды пород, появившиеся в последние 10 тыс. лет, хорошо приспособлены к существующим условиям окружающей среды.

## 7.2. Реликтовые, редкие и исчезающие растения

В современной дендрологии особое внимание уделяют реликтовым, редким и исчезающим растениям. В Красную книгу СССР включено 93 вида.

Реликтовые растения (от лат. реликтус — оставленный) — растительные организмы или сообщества, ранее широко распространенные и сохранившиеся на данной территории со времени минувших геологических эпох (мезозойские формы древовидных папоротников, саговники, араукарии, болотный кипарис, тюльпановое дерево, секвойя и др.).

Наиболее древние растения на территории нашей страны (третичный период) занесены в Красную книгу СССР. Это тис ягодный (*Taxus baccata*) и остроконечный (*T. cuspidata*), сосна эльдарская (*Pinus eldarica*) и пицундская (*P. pithyusa*), рододендрон желтый (*Rhododendron luteum*) и др.

Реликтом послеледникового периода является сосна меловая, произрастающая на меловых склонах Среднего Дона.

Эти «живые ископаемые» содержат богатейшую генетическую информацию, накопленную в течение миллионов лет.

Исчезновение какого-либо вида невосполнимая утрата природы (под угрозой исчезновения на Земле находятся около 20 тыс. растений).

Охрана редких и исчезающих растений — система научно-обоснованных охранительных мероприятий по отношению к малочисленным видам узкого или рассеянного распространения, а также к видам с тенденцией к критическим уровням численности в пределах всего ареала или его частей. Это направление лесной экологии включает обоснование и организацию заповедников с их привязкой к отдельным ботанико-географическим районам; организацию постоянных и временных ботанических и комплексных заказников-резерватов, заповедников; создание в дендросадах коллекций редких растений; накопление семенных банков исчезающих растений; изучение биологии и экологии редких и исчезающих видов с целью разработки научно обоснованных рекомендаций по их охране; меры по репатриации и реинтродукции видов; экологическую оценку среды обитания растений и ее изменений; организацию службы слежения популяций.

К редким и исчезающим видам древесных растений отнесены: пихта Семенова, береза Максимовича, гледичия каспийская, платан восточный и др.

### 7.3. Древесные растения лесов мира

По Оксфордскому экономическому атласу (1962), леса мира включают шесть типов: 1) хвойные леса холодной зоны; 2) смешанные леса умеренной зоны; 3) влажные леса теплого умеренного климата; 4) экваториальные дождевые леса; 5) тропические влажные листопадные леса; 6) леса сухих областей.

Хвойные леса холодной зоны — это пояс тайги вокруг земного шара, где наиболее распространенной породой является ель (ель обыкновенная и сибирская), а в Сибири — лиственница (лиственница сибирская и даурская). Эти и другие породы тайги в нашей стране упоминались ранее.

Главными породами тайги Северной Америки являются ель белая (*Picea glauca*), ель черная (*P. mariana*) и пихта бальзамическая (*Abies balsamea*). Ель и пихта часто растут вместе, но пихта предпочитает расти на возвышенностях. Кроме этого, она лучше чем ель растет в южных районах и сухих горных условиях. На западе Северной Америки пихта бальзамическая сменяется пихтой субальпийской (*Abies lasiocarpa*).

В канадской тайге имеются леса из сосны Банкса (*Pinus banksiana*), ели Энгельмана (*Picea engelmannii*) и канадской (*P. canadensis*). На юго-западе в Тихоокеанской тайге леса образованы пихтой великой (*Abies grandis*), лжетсугой сизой (*Pseudotsuga glauca*), елью ситхинской (*Picea sitchensis*) с примесью сосны желтой (*Pinus ponderosa*) и сосны горной веймутовой (*P. monthicola*). По склонам скалистых гор обычно леса из сосны Муррея (*P. murrayana*) и сосны гибкой (*P. flexilis*).

На Аляске леса таежного типа состоят из лиственницы аляскинской (*Larix alaskensis*) и американской (*L. americana*), тсуги западной (*Tsuga heterophylla*).

Около 32% всех хвойных лесов США состоят из сосны желтой (*Pinus ponderosa*). Кроме этого лесообразователями являются сосна Жеффрея (*P. jeffreyi*), сосна Сабина (*P. sabiniana*) и др.

Смешанные леса умеренного пояса находятся в средних широтах северного полушария. Их составляют многочисленные хвойные и лиственные породы.

В Северной Америке в числе главных лесообразующих пород находятся: дуб белый (*Quercus alba*), дуб северный (*Q. borealis*), дуб крупноплодный (*Q. macrocarpa*). На территории Калифорнии сохранились леса из секвойи вечнозеленой (*Sequoia sempervirens*), пихты великой (*Abies grandis*) и др. Сохранились участки мамонтового дерева или секвойядендрона гигантского (*Sequoiadendron giganteus*), достигающего в высоту 100 м

и более, при диаметре ствола около 10—15 м (живут до 4 тыс. лет).

На дренированных и возвышенных участках смешанные леса США представлены сосной веймутовой (*Pinus strobus*), кленом красным (*Acer rubrum*) и сахарным (*A. saccharum*), букom крупнолистным (*Fagus grandifolia*), березой желтой (*Betula lutea*), черемухой поздней (*Padus serotina*), ясенем американским (*Fraxinus americana*), орехом черным (*Juglans nigra*).

Смешанные леса Канады представлены туей западной (*Thuja occidentalis*), тсугой канадской (*Tsuga canadensis*), дубами белым и красным, кленом серебристым (*Acer saccharinum*), здесь встречаются американский серый орех (*Juglans cinerea*), платан (*Platanus occidentalis*), береза тополелистная (*Betula populifolia*) и др.

Смешанные леса Западной Европы своим составом напоминают хвойно-широколиственные леса Русской равнины. Своеобразие лесов Дании составляют жетсуга Мензиеса (*Pseudotsuga meziesii*), сосна горная (*Pinus mugo*); во Франции — сосна приморская (*P. pinaster*), дуб скальный, дуб пробковый (*Quercus suber*).

Смешанные леса стран восточной Азии (КНР и др.) составляют дубы монгольский и зубчатый, тополя белый и Максимовича, березы желтая (*Betula costata*) и полезная (*B. utilis*), дуб острый (*Quercus acuta*), каштан мягчайший (*Castanea mollissima*), сосна китайская (*Pinus tabulaeformis*), сосна Арманда (*Pinus armandii*), биота восточная (*Biota orientalis*) и др.

Влажные леса теплого умеренного климата находятся в субтропическом поясе обоих полушарий. В США они распространены в юго-восточных штатах. Основными лесообразователями являются: сосна ладанная (*Pinus taeda*), сосна болотная (*P. palustris*), сосна ежовая (*P. echinata*), бук (*Fagus grandifolia*), лжеакация (*Robinia pseudoacacia*), робиния клейкая (*Robinia viscosa*). Здесь встречаются третичные виды: тюльпанное дерево (*Liriodendron tulipifera*), ликвидамбр смолоносный (*Liquidambar styraciflua*), а также — тис флоридский (*Taxus floridana*), можжевельник виргинский (*Juniperus virginiana*), каштан флоридский (*Castanea floridana*) и др.

На территории КНР в лесах теплого умеренного климата распространены сосна Массона (*Pinus massoniana*), криптомерия японская (*Cryptomeria japonica*), ливистона китайская (*Livistona chinensis*) и др.

В лесах Южной Кореи произрастают дуб сизый (*Quercus glauca*), магнолия (*Magnolia parviflora*), бумажное дерево (*Brou-*

sonetia papyrifera), сосна Тунберга (*Pinus thunbergiana*) и др.

Аналогичные леса Японии состоят из пихты сильной (высота до 50 м) (*Abies firma*), зонтичной пихты или сциадопитиса мутовчатого (*Sciadopitys verticiliata*) с примесью магнолии (*Magnolia obovata*), торрейи орехоносной (*Torreya nucifera*) и пр. На острове Кюсю (юг Японии) леса составляют вечнозеленые дубы: мирзинолистный (*Quercus myrsinaefolia*), буроватый (*Q. gilva*), остроконечный (*Q. cuspidata*) и др.

Здесь же встречаются бамбуковые леса.

Субтропические муссонные леса встречаются также в странах юго-восточной Азии (Бирма, Таиланд и др.), состоящие из вечнозеленых дубов, магнолий, лавров, орехов и др.

Отличительной чертой субтропических лесов Австралии являются гигантские эвкалипты (*Eucalyptus amygdalina*) и др., достигающие 120 м высоты и 12 м в диаметре, а лесов Тасмании — эвкалипт шаровидный (*Eucalyptus globulus*).

Экваториальные дождевые леса (тропические влажные вечнозеленые леса) занимают площадь около 850 млн. га. Они концентрируются: в бассейне р. Амазонки (сельва), северной части Южной и прилегающей к ней Центральной Америке; в Западной экваториальной Африке и Индо-Малайском регионе (запад Индии, Индокитай, Индонезия, Новая Гвинея и др.). Здесь неизвестное количество древесных растений (только в амазонской сельве Бразилии выявлено 4,5 тыс. видов). В основном это широколиственные вечнозеленые породы. Наиболее ценные породы Америки: «белый кедр» или табебуя (*Tabebuia pentaphylla*), зеленое дерево (*Ocotea rodiaei*).

В Уругвае распространены араукариевые леса (*Araucaria brasiliana*) и леса из красного мангра *Rhizophora mangla*).

В Венесуэле тропические леса растут в бассейне р. Ориноко, а в Колумбии и Эквадоре распространены широколиственные горные леса — гилей из пальмы тагуа (*Phytelephas* spp.), пальмы токильи (*Carludovica palmata*), гваякового дерева (*Guaia-cum* spp.).

Название Бразилии произошло от красного дерева или «паубразил» (*Caesalpinia echinata*). Здесь, кроме сельвы, имеются леса из пальмы бамбасу (*Orbighya speciosa*) и араукариевые леса.

Леса Западной экваториальной Африки включают такие ценные породы, как эбеновое дерево (*Diosphyros ebenum*), африканское махагони (*Khaya ivorensis*), сипо (*Entandrofragma utile*), красное дерево (*Pterocarpus angolensis*).

Дождевые леса Индии включают: цендрелу Туна (*Cendrela toona*), ватерию индийскую (*Vateria indica*), хлебное дерево

(*Artocarpus chaplasha*), куллению высокую (*Cullenia exeelsa*) и др. Здесь множество лиан, эпифимов, древовидных папоротников и др. Имеются финиковая пальма (*Borassus flabellifer*), бетельная пальма (*Areca catechu*), гуттаперчевое дерево (*Palagium gutta*).

Самая ценная древесина в мире у сандалового дерева (*Santalum album*). Здесь встречаются также черное дерево (*Diospyros album*), лимонное или атласное дерево (*Chaboroxyloa swietenia*), а на Анданских островах — хлебное дерево (*Artocarpus chaplasha*).

В Индии и Бангладеш произрастают 10 видов бамбука, в т. ч. высокий бамбук или мелокана бамбуковая (*Melocanna bambusoides*), финиковая пальма (*Phoenix paludosa*).

В Индонезии (Малайский архипелаг) тропические леса составляют сандаловое дерево Пильчера (*Santalum pilgori*), каштан серебристый (*Castanea argenta*), магнолия (*Magnolia blume*), фикусы (*Fians ros-trata* и др.), древовидные папоротники (*Alsophila glauca*) и др.

Леса Кубы состоят из красного дерева (*Swietenia mahagoni*), цедрелы (*Cedrela mexicana*), а в галерейных лесах по берегам рек обычно королевская пальма (*Roystonea regia*).

Тропические влажные листопадные леса имеются в Южной Америке, Южной и Юго-Восточной Азии. Они характерны породами, сбрасывающими листву в сухие периоды года.

Наиболее ценными породами этих лесов являются тик (*Tectona grandis*) и сал (*Chorea robusta*). Важное значение, широкое распространение получили различные виды диптерокарпусов — диптерокарпус шишковый (*Dipterocarpus alatus*) и др., розовое дерево (*Dalbergia latifolia*). В лесах Африки много бафии блестящей или ангольского дерева (*Vaphia nitida*), масличного дерева (*Butyrospermum parkii*).

Листопадные леса Бирмы преимущественно состоят из диптерокарпуса крылатого (*Dipterocarpus alatus*) и тика, а леса Таиланда — из диптерокарпуса туполистного (*Dipterocarpus obtusifolius*), черного бирманского дерева (*Diospyros burmanica*), пентакме сиамского или ранга (*Pentacme siamensis*).

Листопадные леса Кампучии характерны тиком величественным (*Tectona grandis*) и тиком Гамильтона (*T. hamiltonii*), аглайей гигантской (*Aglaia gigantea*), чукразией плоскогорной (*Chukrasia tabularis*) и др. Национальным деревом Кампучии служит сахарная пальма (*Arenga pinnata*).

Во Вьетнаме сохранились древостой с лимом или железным деревом (*Eruthrophleum fordii*).

Леса сухих областей типичны для субтропиков и тропиков

при годовом количестве осадков менее 1000 мм. Они представлены широким диапазоном лесов от хвойных и широколиственных до колючих кустарников и открытых облесенных саванн. Наиболее типичными являются леса района Средиземноморья. Здесь характерен: дуб каменный (*Quercus ilex*), фисташка (*Pistacia lentiscus*), можжевельник красный (*Juniperus oxycedrus*). Большие площади заняты листопадным кустарником типа шибляка, состоящего из скумпии (*Cotinus coggygria*), держи-дерева или христовых терней (*Paliurus Spinochristi*) и др.

Кроме этого, в Албании, Италии и других странах на открытых к морю склонах большие площади заняты маквисом — вторичные сообщества вечнозеленых кустарников и низких деревьев — дубы каменный и пробковый, вереск древовидный (*Erica arborea*), мирт (*Myrtus communis*), лавр благородный (*Laurus nobilis*), дикая маслина (*Olea europaea*) и др.

Сохранились еще небольшие рощи инжира (*Ficus carica*) и карликовых пальм или пальмето (*Chamaecrops humilis*).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев А. Г., Зонн И. С., Дроздов Н. Н., Фрейкин З. Г. Пустыни (Природа мира). — М.: Мысль, 1986.—318 с.
2. Букштынов А. Д., Грошев Б. И., Крылов Г. З. Леса (Природа мира). — М.: Мысль, 1981.—316 с.
3. Булыгин Н. Е. Дендрология. — М.: Агропромиздат, 1985.—280с.
4. Горытина Т. К. Экология растений. — М.: Высшая школа, 1976.—368 с.
5. Гроздова Н. Б., Некрасов В. И., Глоба-Михайленко Д. А. Деревья, кустарники и лианы (справочное пособие). — М.: Лесная промышленность, 1986.—349 с.
6. Залешаев В.С. Жизнь в пустыне (географо-биогеоценотические и экологические проблемы). — М.: Мысль, 1976.—271 с.
7. Защитное лесоразведение. Под ред. Павловского Е. С. — М.: Агропромиздат, 1986.—263 с.
8. Ивонин В. М. Охрана природы в лесомелиорации и лесном хозяйстве. Новочеркасск: НИМИ, 1986.—80 с.
9. Крючков В. В. Агролесомелиорация тундры. — М.: Лесная промышленность, 1978.—168 с.
10. Лесная энциклопедия: в 2-х т., т. 1. Гл. ред. Воробьев Г. И. — М.: Советская энциклопедия, 1985.—563 с.
11. Лесная энциклопедия: в 2-х т., т., 2. Гл. ред. Воробьев Г. И. — М.: Советская энциклопедия, 1986.—631 с.
12. Мильков Ф. Н., Гвоздецкий Н. А. Физическая география СССР. Изд. 5. — М.: Высшая школа, 1986.—376 с.
13. Митрушкин К. П. и др. Охрана природы. Справочник. Изд. 2.—М.: Агропромиздат, 1987.—269 с.
14. Одум Ю. Экология: в 2-х т., т. 1. Пер. с англ. — М.: Мир, 1986.—328 с.
15. Парамурзин Ю. П. Тайга СССР. — М.: Мысль, 1985. — 303 с.
16. Пойкер Х. Культурный ландшафт: Формирование и уход. Пер. с немец. — М.: Агропромиздат, 1987.—176 с.
17. Ринклефс Р. Основы общей экологии. Пер. с англ. — М.: Мир, 1979.—424 с.
18. Спиридонов Б. С. и др. Эколого-экономическая роль леса. Новосибирск: Наука, 1986.—126 с.
19. Спурр С. Г., Барнес Б. В. Лесная экология. Пер. с англ. — М.: Лесная промышленность, 1984.—480 с.
20. Сукачев В. Н. и др. Основы лесной биогеоценологии. — М.: Наука, 1964.—574 с.
21. Сытник К. М., Б-район А. В., Гордецкий А. В. Биосфера, экология, охрана природы. Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1987.—523 с.
22. Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. — М.: МГУ 1980.—464 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>1. Биологические ресурсы суши и лесные мелиорации . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1. Ресурсы агрикультуры, лесного фонда и животного мира . . . . .	5
1.2. Почвенные ресурсы . . . . .	6
1.3. Лесные мелиорации . . . . .	7
<b>2. Экология древесных растений, их общий и фенологический циклы развития . . . . .</b>	<b>9</b>
2.1. Основные понятия экологии растений . . . . .	9
2.2. Климатические экологические факторы . . . . .	11
2.3. Эдафические экологические факторы . . . . .	14
2.4. Орографические (топографические) экологические факторы . . . . .	15
2.5. Биотические экологические факторы . . . . .	15
2.6. Антропогенные экологические факторы . . . . .	16
2.7. Жизненные формы древесных растений . . . . .	16
2.8. Общий цикл развития древесных растений . . . . .	21
2.9. Фенологическое (ежегодное) развитие растений . . . . .	23
2.10. Систематические единицы растительности . . . . .	24
<b>3. Лесная окружающая среда . . . . .</b>	<b>26</b>
3.1. Лесная экология и биогеоценология . . . . .	26
3.2. Лесная окружающая среда . . . . .	28
3.3. Специфические факторы лесной окружающей среды . . . . .	31
3.4. Аллелопатия . . . . .	34
<b>4. Лесная экосистема . . . . .</b>	<b>35</b>
4.1. Общие понятия об экосистеме и агроэкосистеме . . . . .	35
4.2. Лесная экосистема . . . . .	37
4.3. Обмен веществ в лесной экосистеме . . . . .	38
4.4. Лесная сукцессия и климакс . . . . .	40
4.5. Понятие об экотоне . . . . .	41
<b>5. Экосистемы лесной мелиорации и окружающая среда . . . . .</b>	<b>42</b>
5.1. Лесная полоса как агроэкосистема . . . . .	42

5.2.	Система лесных полос и противоэрозионная инженерно-биологическая система водосбора . . . . .	47
5.3.	Трансформация экологических факторов в противоэрозионной инженерно-биологической системе водосбора . . . . .	52
5.4.	Защитно-стабилизирующие ресурсы лесомелиоративных насаждений специального назначения . . . . .	56
<b>6.</b>	<b>Растительность основных наземных экосистем по природным зонам страны . . . . .</b>	<b>58</b>
6.1.	Арктические пустыни . . . . .	59
6.2.	Субарктика и ее агролесомелиорация . . . . .	59
6.3.	Тайга СССР и группа лесных формаций . . . . .	63
6.4.	Округа таежных лесов и лесной потенциал Сибири . . . . .	67
6.5.	Хвойно-широколиственные леса Русской равнины . . . . .	69
6.6.	Хвойно-широколиственные леса Дальнего Востока . . . . .	71
6.7.	Дендрофлора горных лесов . . . . .	72
6.8.	Лесостепная и степная зоны . . . . .	75
6.9.	Ценные леса . . . . .	78
6.10.	Растительный мир пустынь и полупустынь . . . . .	80
6.11.	Черный саксаул как образователь экосистем . . . . .	83
6.12.	Опустынивание и экологические мелиорации . . . . .	85
6.13.	Средиземноморская зона . . . . .	86
<b>7.</b>	<b>Древесная растительность лесных экосистем Земли . . . . .</b>	<b>87</b>
7.1.	Динамика лесов и геологическое время . . . . .	87
7.2.	Реликтовые, редкие и исчезающие растения . . . . .	90
7.3.	Древесные растения лесов мира . . . . .	91

**Ивонин Владимир Михайлович**  
**ЭКОЛОГИЯ И ЛЕСНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ**  
**(Учебное пособие)**

Сдано в набор 13.09.89. Подписано в печать 25.12.89. Формат 60×84 1/16.  
Объем 5 п. л. ПК 56358. Тираж 500 экз. Цена 75 коп. Заказ 0291.  
Адыгблполиграфобъединение управления издательств, полиграфии и книж-  
ной торговли Краснодарского крайисполкома, 352700, Майкоп, Пионерская,  
268.