МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Биологический институт

А.Г. Мясников,
Д.С. Воробьев, Д.П. Касымов

ЛЕСНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

РАССМОТРЕНО И РЕКОМЕНДОВАНО методической комиссией Биологического института ТГУ
Протокол № 197 от «29» марта 2018 года

Председатель комиссии: канд. биол. наук, доцент кафедры ботаники А.Л. Борисенко

Мясников А.Г., Воробьев Д.С., Касымов Д.П.
Лесная экология : учебно-методическое пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 138 с.

Данное учебно-методическое пособие позволит подробно познакомиться с глобальной экологической ролью и эколого-географическими особенностями лесов, возобновлением и формированием леса, сохранением биоразнообразия лесных экосистем и сменой древесных пород.

Пособие необходимо для изучения теоретической и практической частей следующих учебных курсов: «Лесная экология», «Урболесоведение», «Лесоведение», «Лесоводство», «Геоэкология», «Общая экология», «Биоразнообразие», «Охрана окружающей среды». Для написания курсовой работы по планированию и проектированию рубок ухода и рубок главного пользования.

Каждый раздел данного пособия содержит контрольные вопросы для закрепления и проверки знаний по изучаемым темам, также в пособии представлены списки основной и дополнительной литературы, электронных ресурсов, что позволит основательно изучить вопросы лесной экологии и устойчивого лесопользования в целом.

Издание соответствует основным образовательным программам по направлениям подготовки: «Лесное дело», «Ландшафтная архитектура», «Экология и природопользование».

Учебно-методическое пособие рассчитано для преподавателей и обучающихся средне-специальных и высших образовательных учреждений в области лесного хозяйства, ландшафтной архитектуры, экологии и природопользования.

© Томский государственный университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5

1. Глобальная роль лесов 6
1.1. Лес и человек 6
1.2. Понятие о лесе 9
1.3. Лесной фитоценоз и его компоненты 11
1.4. Возрастные этапы древостоя 11
1.5. Классификация Крафта 12
1.6. Естественный отбор в лесу 14
1.7. Биологическая продуктивность лесов 15
Контрольные вопросы 16

2. Эколого-географические особенности лесов 16
2.1. Лес и экология 16
2.2. Лес и география 19
2.3. Леса мира 21
2.4. Леса России 26
Контрольные вопросы 30

3. Лес и климат 31
Контрольные вопросы 34

4. Лес и свет 34
4.1. Методы определения светолюбия древесных пород 36
4.2. Влияние леса на свет 42
4.3. Отношение к свету растений из нижнего яруса 43
Контрольные вопросы 44

5. Лес и тепло 44
5.1. Влияние на лес низких температур 48
5.2. Влияние на лес высоких температур 50
5.3. Влияние леса на температуру 51
Контрольные вопросы 52

6. Лес и влага 53
6.1. Влияние влаги на лес 53
6.2. Отношение древесных пород к влаге 58
6.3. Влияние леса на влагу 60
Контрольные вопросы 66

7. Лес и воздух 66
Контрольные вопросы 73

8. Лес и ветер 73
8.1. Влияние ветра на лес 73
8.2. Влияние леса на ветер 76
Контрольные вопросы 78

9. Лес и почва 78
9.1. Влияние почвы на лес 78
9.2. Влияние леса на почву 87
Контрольные вопросы 95

10. Лес и фауна 95
Контрольные вопросы 97

11. Защитные функции лесов 98
Контрольные вопросы 103

12. Возобновление леса 103
12.1. Семенное возобновление леса 105
12.2. Вегетативное возобновление леса 113
Контрольные вопросы 118

13. Формирование леса 119
Контрольные вопросы 124

14. Смена древесных пород 125
Контрольные вопросы 127

15. Сохранение биоразнообразия лесных экосистем 127
Контрольные вопросы 132

Заключение 133

Основная литература 134

Дополнительная литература 135

Электронные ресурсы 135

Список использованной литературы 136

ВВЕДЕНИЕ

Леса являются не только источником удовлетворения потребностей человека в древесине, из которой получают строительные материалы, бумагу, ткани, пластмассы, мебель, спирт и более двадцати тысяч видов других продуктов, но и оказывают благоприятное влияние на состояние окружающей среды, в частности предотвращают почвенную, водную и ветровую эрозии, выполняют углерододепонирующую и рекреационную роли.

Огромное значение имеют полезащитное лесоразведение и создание лесонасаждений для закрепления почвы в оврагах и балках, на горных склонах и по берегам рек, посадка древесных насаждений вдоль дорог, вокруг населенных пунктов и в самих населенных пунктах.

Великов водоохранное и водорегулирующие значение лесов, они практически полностью исключают негативные последствия поверхностного стока, улучшают качество воды. Лесные массивы выполняют роль естественных фильтров, улучшающих химический состав и бактериологические свойства стоковых вод. Древесно-кустарниковая растительность оказывает влияние на предотвращение отрицательных последствий водной и ветровой эрозией.

Значение лесов с каждым годом только возрастает, так как зачастую индустриализация уничтожает то, без чего невозможно существовать живым организмам на Земле. Только леса могут связывать углекислый газ, количество которого в атмосфере постоянно возрастает. Огромный вред лесному хозяйству наносят рубки ухода и рубки по заготовке древесины, которые проводятся при несоблюдении существующих и утверждённых «Правил рубок ухода за лесами» и «Правил заготовки древесины», также наносят большой ущерб молодым насаждениям и лесные пожары.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что леса играют огромную роль в жизни человека и без них существование человечества невозможно.

Цель данного учебно-методического пособия – изучить глобальную экологическую роль и эколого-географические особенности лесов, возобновление и формирование леса, сохранение биоразнообразия лесных экосистем и смену древесных пород.

1. ГЛОБАЛЬНАЯ РОЛЬ ЛЕСОВ

1.1. Лес и человек

С развитием цивилизации значение леса в жизни человека только увеличивается. В настоящее время человечество все больше нуждается не только в получаемых из леса многочисленных товарах, но и в том влиянии, которое оказывает лес как компонент биосферы. В атмосферу 60% кислорода вырабатывается растительностью суши, главным компонентом которой является лес. Остальные 40% производят растения морей и океанов, сельскохозяйственные культуры и др. Кислород, выделяемый лесом, качественно отличается тем, что насыщен фитонцидами. Фитонциды значительно ослабляют, а в некоторых случаях полностью подавляют действие болезнетворных организмов в окружающей среде. Бальнеологические свойства лесов способствуют лечению гипертонии, легочного туберкулеза, переутомления, бессонницы, нервных расстройств и др. Особенно высокие бальнеологические свойства имеют сосновые и кедровые леса, число болезнетворных бактерий в воздухе в них в 2 раза ниже, чем в лиственных лесах.

Лес способствует очищению воздуха от пыли и препятствует ее дальнейшему распространению. Кроны еловых древостоев на 1 га задерживают ежегодно около 32 т пыли, а кроны сосновых древостоев – около 36 т. Одновременно с пылью поглощаются и вредные газы: на деревьях, кустарниках оседает до70% пыли и 60% сернистого газа и других вредных примесей. За год 1 га леса очищает до 18 млн $м^3$ воздуха. Лес может задерживать до 50% радиоактивной пыли и нейтрализовать поглощенную им радиацию. Также кроны лиственных деревьев поглощают более 25% звуковой энергии.

Леса имеют огромное водоохранное значение, так как практически полностью исключают отрицательные последствия поверхностного стока, а также леса улучшают качество воды. Лесные насаждения играют роль естественных фильтров, значительно улучшающих химический состав и бактериологические свойства стоковых вод.

Борьба с водной и ветровой эрозией – одна из важнейших государственных задач в системе мероприятий по развитию сельскохозяй-

ственного производства. В комплексе мероприятий, направленных на предотвращение отрицательных последствий эрозионных процессов, большая роль отводится древесно-кустарниковой растительности.

Таким образом, леса являются не только источником удовлетворения потребностей страны в древесине и другой продукции леса, но и оказывают благоприятное влияние на состояние окружающей среды, гидрологический режим рек и других водных объектов, предохраняют почву от ветровой и водной эрозий и т.п.

Исключительно большое значение имеют полезащитное лесоразведение и создание лесонасаждений для закрепления почвы в оврагах и балках, на горных склонах и по берегам рек. Большого внимания заслуживает посадка деревьев вдоль дорог, вокруг населенных пунктов и в самых населенных пунктах. Лесонасаждения обеспечивают значительную прибавку урожая зерновых культур. С помощью лесов защитного и мелиоративного значения можно преградить путь опасным суховеям, укротить пыльные бури, предупредить песчаные заносы, сковать снежные метели, остановить смывы и размывы плодородных почв, горные оползни и осыпи, изменить водный режим рек.

Но тот самый лес, который жизненно необходим для нашего существования, отступает под натиском цивилизации. Огромные площади лесов человек специально уничтожает, чтобы освободить место для городов и поселков, фабрик и заводов, линий электропередач, газо- и нефтепроводов, железных и шоссейных дорог, всевозможных карьеров и открытых разработок полезных ископаемых, сельскохозяйственных угодий. Огромное количество углекислого газа попадает в воздух из всевозможных труб, концентрация углекислого газа в атмосфере постоянно возрастает, но виновата в этом не только промышленность. Массовое истребление лесов, 1 га которого поглощает в год 5–7 т углекислого газа, является одной из причин повышения концентрации CO_2.

Леса представляют собой крупные природные образования, которые в единых комплексах, называемых биоэкологическими системами или биогеоценозами, связывают разнообразные живые организмы с внешней средой. Поэтому при изучении леса необходим системный анализ.

Лес – природная фабрика, которая перерабатывает солнечную энергию и углекислый газ в органическое вещество. Эффективность работы определяется природно-климатическими, почвенно-грунтовыми условиями и биологическими свойствами растений.

Из древесины получают большое количество различных товаров и при этом они зачастую более качественные, чем синтетические. Так, дубильные вещества, используемые для выделки кож, наиболее качественные получают из коры древесных и кустарниковых растений и высококачественные, водоустойчивые кожи получают только из растительных дубителей.

В лесном хозяйстве используются следующие понятия: главное пользование лесом (заготовка древесины) и побочные лесные пользования (сбор ореха, грибов, ягод, лекарственных трав; охота; пчеловодство; пастьба скота и т.п.). В действительности некоторые побочные пользования имеют большее значение, чем заготовка древесины. Примером такого явления может служить подсочка леса, когда стоимость живицы превышает стоимость древесины, из которой она добывается. Или орехи – кедровые, грецкие, буковые, лещина (фундук), но стоит отметить, что древесина грецкого ореха является одной из самых дорогих на мировом рынке и чрезвычайно ценится в мебельном производстве.

В предыдущей редакции Лесного кодекса РФ *недревесные лесные ресурсы* и *пищевые лесные ресурсы* (также известны как дикоросы) имели общее название – недревесные продукты леса. Данное разделение в новом Лесном кодексе РФ (вступившим в силу с 1 января 2007 года) привело к описанию разных способов сбора и заготовки для недревесных и пищевых ресурсов.

Насаждения в городах поглощают выделяемый городами углекислый газ, уменьшают силу ветра, смягчают крайне низкие и крайне высокие температуры и т.д.. Например, металлические конструкции могут потерять половину своего сопротивления в центре промышленного города приблизительно через 40 лет, в особо задымленных местах даже в 20–30 лет, в то время как в сельской местности этот срок доходит до 250 лет.

Общая площадь хвои или листвы деревьев и кустарников и их протяженность чрезвычайно велики. У хорошо развитой старой сосны общая протяженность хвои занимает почти 200 км. Поверхность же хвои или листвы всего насаждения, в зависимости от древесной породы и возраста, превышает в десятки раз ту земельную площадь, которую занимает насаждение. Например, поверхность хвои у насаждения сосны в 1 га занимает 10–30 га, а поверхность листвы у насаждения бука в 1 га может составлять 75 га. Данные показатели отражают мощность пылезадерживающей способности лесов.

1.2. Понятие о лесе

Определение понятия «лес» давали многие ученые. Более полные из них принадлежат Г.Ф. Морозову, П.С. Погребняку и М.Е. Ткаченко. Морозов в 1912 году писал, что лес представляет собой сообщество древесных растений, в котором они проявляют взаимное влияние друг на друга, порождая ряд новых явлений, не свойственных одиноко растущим деревьям. В лесу обнаруживается не только взаимное влияние деревьев друг на друга, но также на почву, атмосферу и т.п. Лес относится к возобновляемым природным ресурсам. Определение Погребняка гласит: «Лес есть взаимопроникающее единство (комплекс) лесных растений, животных и занимаемой ими среды (почвы и атмосферы)». Ткаченко определял лес как своеобразный элемент географического ландшафта в виде большой совокупности деревьев, которые в своем развитии биологически взаимосвязаны и влияют на окружающую среду на более или менее обширном земном пространстве.

При современном системном подходе к рассмотрению сложных природных образований и явлений более точным видимо будет определение, данное С.В. Беловым: «Лес есть биоэкологическая саморегулирующая система, включающая в себя древесную, кустарниковую и травянистую растительность, животных, а также занятую землю (территорию, атмосферу)».

Лес характеризуется тремя существенными чертами:

- Древесные растения взаимно влияют друг на друга, взаимодействуя с другими видами растений – кустарниками, травами, мхами и др. Характер взаимного влияния может выражаться полезными и отрицательными для деревьев сторонами – угнетением, конкуренцией за свет, влагу, пищу. На разных возрастных этапах развития деревьев полезные и вредные стороны взаимодействия могут меняться местами.
- Компоненты леса не только зависят от среды, но и сами влияют на нее, создавая свой микроклимат, определяя протекание почвенных процессов.
- Лес обладает способностью восстанавливать сам себя, обеспечивать смену поколений. Однако последнее положение справедливо только для лесов лесной зоны, где древесные растения вытесняют травы, а к степным лесам, созданным трудом человека оно неприемлемо. Так как в степях господствуют травы, лес там не может обеспечить смену поколений и, будучи предоставленным сам себе на долгое

время, окажется вытесненным травами. Лес в степи длительное время может существовать только с помощью человека.

Для определения размера покрытой древесной растительностью площади, при которой она называется лесом можно привести следующие расчеты. Известно, что боковое освещение практически не распространяется далее высоты леса (примерно 20 м). Поэтому участок размером со сторонами равными двойной высоте древостоя и более следует называть лесом. Такой размер определяется тем, что в середине участка уже создается площадка 1 м на 1 м, на которой образуется типично лесная среда.

Лес существовал миллионы лет и до человека, но в современную эпоху человек всегда может вмешаться в его жизнь, изменить процессы саморегулирования. Вмешательство человека может иметь разумную основу, и тогда оно полезно ему и лесу, например рубки ухода за лесом, возобновление ценными древесными породами, мелиорация, правильная система и объемы рубок главного пользования. Однако часто вмешательство человека носит неразумный характер, наносящий огромный ущерб лесам и природе в целом.

Леса бывают естественные и искусственные. Леса естественного происхождения можно разделить на девственные, то есть не тронутые человеком и стихийными природными бедствиями (ураганами, пожарами) и естественные, но в жизни которых принимают участие пожары, бури, рубки, которые оказывают влияние на возникновение, жизнедеятельность и рост леса.

Рассматривая лес в разрезе природной зональности и провинциально-регионального деления необходимо рассматривать лес, как явление географическое. В качестве отдельных примеров природной зональности лесов можно назвать таежные леса с преобладанием хвойных пород, занимающие огромные территории холодной зоны в северном полушарии; смешанные хвойно-лиственные и лиственные летне-зеленые леса умеренной зоны северного же полушария; экваториальные дождевые леса. Внутри зон и провинций леса могут быть разделены на более мелкие единицы исходя из природных особенностей. Лес может рассматриваться и как растительная формация: сосновые леса, еловые леса, дубовые леса и т.п.

Лесной массив – это территория с древесной растительностью, заметно обособленная от соседней естественными границами, например, окруженная степью или полями (островной массив), разделенной

рекой (правобережный массив, левобережный массив). Понятие лесной массив приближает нас к пониманию леса, но лесной массив не так однороден, чтобы его можно принимать за элементарную единицу леса.

1.3. Лесной фитоценоз и его компоненты

Степень разнообразия леса неодинакова, но в этом разнообразии по ряду внешних признаков можно выявить элементы однородности. Разнородный на первый взгляд лес при изучении можно разделить на отдельные, более или менее однородные категории. Необходимость такого разделения вызывается практическими потребностями.

Основной признак леса это древесная растительность, а древесная растительность в первую очередь различается представленными на данном участке видами. На одном участке преобладает ель, на другом сосна, но кроме того, одна и та же порода в одних условиях растет хорошо, в других плохо и можно эти участки леса отделить один от другого. В итоге лесной массив можно разделить на участки, примерно однородные внутри и заметно отличающиеся друг от друга.

Элементарные однородные участки растительного покрова в геоботанике называют *фитоценозами*. В нашем случае это *лесные фитоценозы*, которые представляют сообщество древесной и недревесной растительности, объединенное историей формирования, общностью условий развития и территорией произрастания, единством круговорота веществ. В состав лесного фитоценоза помимо древостоя, который является доминантом, эдификатором и главным продуцентом, входят также: подрост, подлесок, живой напочвенный покров. *Подростом* называется совокупность молодых деревьев, находящаяся под пологом старого древостоя или на вырубке после его удаления, способная заменить старый древостой. *Подлеском* называют совокупность кустарников и полукустарников, реже деревьев, произрастающих под пологом леса и не способных достигнуть высоты верхних ярусов и образовать древостой. *Живой напочвенный покров* – совокупность мхов, лишайников, травянистых растений и кустарничков, произрастающих под пологом леса, на вырубках и гарях.

1.4. Возрастные этапы древостоя

Важное биологическое значение имеет возраст древостоя, с которым связаны этапы роста. В лесном хозяйстве различают следующие естественные возрастные этапы:

• молодняк – поколение леса, включающее самосев, подрост, поросль и при смыкании образующее чащу;

• жердняк – характеризуется быстрым ростом в высоту, наибольшей листовой и хворостяной массой, резкой дифференциацией деревьев по размерам ствола и кроны, интенсивным отпадом деревьев;

• средневозрастный – древостой с признаками некоторого снижения прироста в высоту и увеличения его по диаметру, а также начало плодоношения;

• приспевающий – древостой с определившимися хозяйственно-техническими особенностями и признаками деревьев, продолжающий наращивание запаса древесины на единице площади;

• спелый – древостой с замедлением роста, особенно в высоту, дающий наибольший запас или выход древесины главных сортиментов, то есть древостой, приспевший к рубке;

• перестойный – древостой, характеризующийся высоким возрастом, притуплением прироста по диаметру и высоте, большим количеством дефектов (заболеваний и повреждений) и значительным отпадом деревьев. Вследствие этого прирост по запасу на единице площади (для перестойных деревьев) не только не увеличивается, а снижается, т.е. прирастает меньше, чем отпадает.

1.5. Классификация Крафта

Наиболее популярной считается классификация Крафта, предложенная им в 1884 году. В соответствие с классификацией Крафта все деревья разбиваются по степени развитости на две большие группы. Первая включает нормально развитые деревья (господствующие – по терминологии Крафта), вторая – деревья плохо развитые, отставшие в росте, заглушенные (подчиненные – по Крафту). Основными признаками для отнесения деревьев к той или другой группе служат характер кроны, сравнительная высота дерева, положение его среди соседних деревьев.

Крона здесь наиболее важный признак и различают две главные формы кроны: нормальную здоровую, характеризующуюся симметричностью, достаточной высотой и густотой; и с ослабленной жизнедеятельностью, редкую, асимметричную, нередко отмирающую. Между этими двумя крайними формами имеется ряд переходных, промежуточных.



Рис. 1. Классификация Крафта

Крафт разбивает все деревья на пять классов (рис. 1). Первые три (I, II, III) относятся к нормально развитым (господствующим) деревьям, последние два (IV и V) – ко второй группе – к угнетенным.

Первая группа деревьев:

I класс – исключительно развитые деревья (прегосподствующие) с сильно развитой кроной, наилучшим ростом;

II класс – хорошо развитые деревья (господствующие) с нормально развитой кроной, хорошим ростом;

III класс – умеренно развитые деревья; кроны близки по форме к деревьям II класса, но слабее развиты, несколько сужены, с частично усыхающими по краям ветвями; эти деревья занимают промежуточное положение между первой и второй группами.

Вторая группа деревьев:

IV класс – заглушенные, ослабленные в росте, но еще жизнедеятельные деревья; кроны сжаты со всех сторон, или образуют одностороннюю, флагообразную форму. Деревья этого класса разделяются на подклассы: IVa – деревья, большая часть крон которых хотя и сжата,

но они занимают свободные просветы в общем пологе; IVб – деревья, кроны которых находятся ниже, частично под общим лесным пологом. Верхняя часть кроны более или менее освещена, нижняя затенена и нередко отмерла.

V класс – деревья, целиком находящиеся под пологом. Они разделяются на подклассы: Va – с еще живой кроной, Vб – с отмирающей или отмершей кроной.

Эта классификация пригодна для применения только в лесу, где все деревья относятся к одной породе и имеют одинаковый возраст. Отнесение того или иного дерева к определенному классу Крафта не означает, конечно, что дерево будет относится к этому классу на всем протяжении жизни. Наоборот, положение деревьев, относительная развитость их с течением времени меняется. Оно может идти по нисходящей линии (III в IV), так и по восходящей (III во II и далее в I).

1.6. Естественный отбор в лесу

По выражению В.Н. Сукачева, «жизнь леса есть беспрерывная борьба за существование». В чем же проявляется борьба за существование в лесу? Представим себе небольшой обезлесенный участок посреди леса, это может быть вырубка или гарь. Безлесье участка недолговечно, с окрестных деревьев, прилегающих стен леса налетают древесные семена. В урожайные годы может выпадать миллионы семян на 1 га площади, но не все они прорастают. Из миллиона могут прорасти сотни тысяч всходов, а из всходов к возрасту спелости остается только несколько сотен деревьев. Остальные растения в процессе роста погибли. Отпали очевидно прежде всего более слабые, которые не смогли преодолеть многочисленные природные воздействия, затрудняющие их развитие. Однако и выжившие деревья неодинаковы по своему росту и развитию: одни сильные, здоровые, наиболее крупные деревья, другие – слабые, отставшие в росте. Причины дифференциации, ослабления и отпада заключаются и в наследственности, и в непосредственном взаимном влиянии деревьев, и в условиях среды.

В сложном биологическом процессе, охватывающем жизнь целого поколения леса, можно выделить ряд следующих этапов:

I этап – появление всходов и формирование древесных растений до их смыкания, иными словами – это этап возобновления или возникновения леса. Для I этапа характерны не внутривидовые, а межвидовые отношения.

II этап – выраженное взаимодействие между древесными растениями, формирование лесных деревьев и образование лесного сообщества. Этот этап начинается со времени смыкания молодняка и заканчивается наступлением старости. На II этапе усиливается конкуренция между деревьями за свет, элементы почвенного питания, влагу и др.

III этап – старение и связанное с ним отмирание старых деревьев. В III этапе природа отпада другая, данный этап связан с естественным старением деревьев и их гибелью в результате высокого возраста.

1.7. Биологическая продуктивность лесов

В компонентах лесного фитоценоза аккумулируется органическое вещество. Например, на 1 га леса в год образуется около 10 т органической массы (в абсолютно сухом состоянии) с колебаниями от 2–3 до 20–25 т/га. Живые растительные организмы составляют часть лесной растительной массы – живую фитомассу. Преобладающее количество фитомассы приходится на древостой и составляет 95% и более, а 4–5% и менее – это нижние ярусы лесного фитоценоза. В пределах древостоя и составляющих его деревьев 2/3 и более относится к стволовой древесине, до 1/4 – к корням деревьев, около 1/10 – к ветвям, 1/30–1/20 – к листьям и хвое. Соотношение фитомассы различных компонентов насаждения непостоянно. Оно зависит от древесной породы, возраста древостоя, густоты древостоя, видового состава подлеска и напочвенного покрова. В спелых древостоях доля стволов больше, чем в молодняках, в еловом лесу доля фитомассы крон больше, чем в сосновом и т.д.

Фитомасса входит в состав биомассы, которая включает также организмы животного и микробного происхождения. Таким образом, биомасса – понятие более широкое, характеризующее запас живого вещества. В лесу преобладает сумма растительных элементов, а на долю биомассы животного происхождения приходится менее 1%, поэтому в практике нередко под фитомассой понимают всю биомассу, или, наоборот, биомассой называют фитомассу.

Большое внимание в настоящее время уделяется исчислению всей органической продукции лесов земного шара. Это свидетельствует о ключевом значении лесов для первичной продуктивности биосферы, о решающей, роли лесов в образовании органического вещества на Земле, а следовательно, и об их бесспорном глобальном значении.

Леса отличаются наиболее высокой продуктивностью органической массы по сравнению со всеми другими типами растительности. Исключением могут быть некоторые типы болот и в определенных случаях культивируемые сельскохозяйственные земли, но последние в современных условиях могут давать более высокую по сравнению с природными типами растительности органическую массу лишь при дополнительном внесении удобрений. Сочетание экспериментальных данных и косвенных методов оценки продуктивности позволяет создавать глобальные компьютерные модели – карты чистой первичной продуктивности растительности земного шара. Стоит отметить, что наиболее высоким приростом органической массы характеризуются природные тропические дождевые и влажные леса. Однако надо учитывать, что в них наиболее выражены и процессы разложения органической массы (Желдак и Атрохин, 2003).

Контрольные вопросы

1. Основные экологические функции леса.
2. Недревесные лесные ресурсы и пищевые лесные ресурсы.
3. Определение «лес» и ученые-лесоводы.
4. Этапы в жизни целого поколения леса.
5. Дифференциация и отпад, их роль в жизни леса.
6. Характеристика классификации Крафта.
7. Недостатки и особенности классификации Крафта.
8. Компоненты лесного фитоценоза.
9. Возраст древостоя и этапы роста.
10. Лесная фитомасса и биомасса.

2. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОВ

2.1. Лес и экология

Экология леса изучает взаимоотношения лесного фитоценоза (насаждения) и среды, леса и окружающей среды в более широком разрезе. Объектом экологии являются и отдельные виды древесных и недревесных растений и другие лесные организмы. Таким образом,

лесная экология включает как синэкологические (лес и среда), так и аутэкологические (отдельные виды и среда) аспекты.

Лес – природное единство, составной частью которого является и среда. Поэтому отделение среды и леса здесь является несколько условным, но оно необходимо в целях постепенного раскрытия прямых и обратных связей, определяющих жизнедеятельность леса и характер лесной среды. В экологии леса можно рассматривать две стороны: 1 – влияние экологических факторов на жизнь леса; 2 – экологическое значение и влияние самого леса на окружающую среду, а также образование особой, присущей ему лесной среды. Во втором случае идет речь: о влиянии леса за пределы пространства, занимаемого лесом («запредельное» влияние леса); о влиянии его на собственную среду в границах занимаемого им пространства. Таким образом, экология леса рассматривает роль среды в жизни леса как природного единства, составной частью которого эта среда является. С другой стороны, она изучает изменения среды, происходящие под влиянием развивающегося природного единства, каким является лес.

Все многообразие экологических факторов, определяющих условия произрастания леса, его жизни и развития, можно свести к нескольким группам:

- Климатические факторы, включая радиационный, тепловой, водный режимы, состав и движение воздуха и т.д.
- Эдафические и орографические факторы (почва, грунт, особенности рельефа, крутизна и экспозиция склонов).
- Биотические факторы (животные, растения, микроорганизмы).
- Антропогенные факторы.
- Исторические факторы.

Экологические факторы оказывают влияние как на лес в целом, так и на его отдельные компоненты. В природе существует комплексное влияние экологических факторов, проявляемое в различных сочетаниях. Изменение одного фактора влечет за собой изменение другого. Например, изменение высоты над уровнем моря, экспозиции, крутизны склона вызывает изменения климата, почвы и некоторых других факторов. Изменение условий освещения в лесу сопровождается изменением и теплового режима. Одно и то же количество осадков выпадает в северных таежных районах и в некоторых южных степных районах. Однако в первом случае оно выпадает в условиях преобладания низких температур, повышенной влажности воздуха и почвы,

при пониженном испарении влаги, во втором – при обратном сочетании. Отсюда – разные условия и возможности существования леса при одном и том же количестве осадков. В одном случае лесоводу приходится бороться с избытком влаги, с угрозой заболачивания, в другом – изыскивать средства повышения влаги, борьба с засоленностью почв и т.д.

Характер леса определяется не только той обстановкой, в которой он растет в настоящее время, но и прошлыми изменениями ее. Лес, образовавшийся когда-то на месте сплошной вырубки, т.е. на открытом пространстве, отличается от леса, сформировавшегося в условиях лесной обстановки, не подвергавшейся резким изменениям. Заглядывая в еще более далекое прошлое, можно установить связь современного облика лесов с лесами прошлых геологических эпох. Например, ледниковый период, вообще сильно повлиявший на расселение растительности, наложил отпечаток и на современный состав лесов, отразился на границах распространения древесных пород. Влияние ледникового периода на характер леса сказалось и через изменения рельефа и, в той или иной мере, почвенных условий. Таким образом, придавая большое значение экологическим факторам, можно сделать вывод о важности рассмотрения их не только в пространстве, но и во времени, т.е. рассматривать лес как явление историческое.

В современную эпоху исключительно велика роль антропогенных факторов. Многогранное влияние человека на лес проявляется как в стихийной форме, так и в сознательном воздействии. Первая чаще связана с разрушительным действием (лесные пожары, вытаптывание, самовольные рубки и т.д.), вторая – в большинстве случаев проявляется в созидательной деятельности человека (возобновление леса, его охрана, введение ценных древесных пород и т.д.). Однако и здесь, во второй форме воздействия, возможны не только положительные, но и отрицательные моменты, например химическое отравление леса газами и другими вредными отходами промышленных предприятий. Человек вносит всевозможные изменения в лесную обстановку в процессе своей хозяйственной деятельности, особенно в отраслях, непосредственно связанных с лесом – в лесном хозяйстве и лесной промышленности. Проводя рубку, человек в то же время изменяет микроклимат – условия светового, теплового, гидрологического, ветрового режимов в лесу. В результате создаются новые условия для роста и развития оставшихся деревьев, для появления новых поколений леса и т.д.

Возросшая и возрастающая роль антропогенного фактора в жизни леса, многогранные и все расширяющиеся формы воздействия человека на лес дают основание к выделению особого раздела экологии – антропогенной экологии леса. Приобретают большое значение новые аспекты этого раздела – вопросы изучения внешней среды в смысле отношений человека и природы и увеличивающейся роли леса в этих отношениях. Речь идет о лесе, как экологическом факторе и среде, оказывающей влияние на самого человека.

Итак, лес находится под сложным, многосторонним переплетающимся воздействием различных экологических факторов. Формируясь под влиянием геологических, климатических, почвенных, биотических факторов, лес в свою очередь сам оказывает влияние на эти факторы, создает свойственную ему особую среду. Следовательно, лес, влияя на среду, изменяя ее, сам испытывает влияние измененной им среды. Эта среда имеет все большее значение и для человека, причем не только в локальном, но и в глобальном разрезе, если вспомнить о лесе как важнейшей составной части биосферы.

2.2. Лес и география

Лес неотъемлем от географической среды, он – элемент ландшафта. Лес занимает всегда какую-то территорию со свойственными ей определенными внешними условиями – особенностями климата, почвы, рельефа и т.д. Географическая среда отражает в интегральном виде многообразие экологических факторов, их совокупное влияние, определяет характер леса. Одновременно каждый из элементов среды, обусловливающей жизнь леса, а также и влияние леса на них, проявляется по своему в зависимости от географических условий.

Следовательно, и практические мероприятия по использованию леса как экологического фактора, его многосторонней защитной роли, должны учитывать географические особенности.

В конце XIX – начале XX в. В.В. Докучаев разработал учение о природных зонах, установив географичность почв, связь их с климатом и другими факторами почвообразования. Г.Ф. Морозов, развивая идеи В.В. Докучаева, пришел к пониманию леса как явления географического: «Лес и его территория должны слиться для нас в единое целое, в географический индивидуум, или ландшафт. Не только, конечно, лес без территории немыслим в чисто внешнем смысле этого

слова, но действительно, не зная свойств территории, совершенно немыслимо хоть сколько-нибудь понять причины того или иного состава леса, многоликих его морфологических особенностей и образа жизни» (Морозов, 1970, 1971). Указывая, что разнообразные формы леса могут быть поняты только в связи с внешней географической средой, Г.Ф. Морозов вкладывает в понятие этой среды не только климат, но и почву, и ряд других экологических факторов.

Идеи географичности леса оказались жизненными, они широко используются теорией и практикой современного лесоводства. Ныне, в век урбанизации и индустриализации, роль леса как физико-географического фактора стала особенно ощутимой. Рассмотрение леса как явления географического входит важной составной частью в экологию леса. Но оно имеет и более широкое, самостоятельное значение и представляет большой интерес для многих разделов лесоводственной науки и практики.

В учение о лесе как явлении географическом большой вклад кроме Г.Ф. Морозова внесли Г.И. Танфильев, Н.И. Кузнецов, В.Н. Сукачев, за рубежом – А. Шимпер, Г. Майр, К. Рубнер, Г. Вальтер и др. Начиная с 20-х гг. XX столетия географические аспекты стали все более проникать в лесоведение и в различные разделы собственно лесоводства и других лесохозяйственных наук. Лесоводственно-географическое изучение лесов приобрело особенно широкий размах в нашей стране, характеризующейся огромной территорией естественных лесов, значительным разнообразием природных условий. Этому способствовало и общее расширение научных исследований в советское время, организация лесных научно-исследовательских учреждений и вузов на периферии. За последние полвека исследования в этом направлении проводили многие ученые нашей страны, в, том числе: В.З. Гулисашвили, А.Б. Жуков, Н.Е. Кабанов, Б.П. Колесников, Н.А. Коновалов, Г.В. Крылов, Е.М. Лавренко, К.Б. Лосицкий, И.С. Мелехов, А.А. Молчанов, Л.Ф. Правдин, В.Б. Сочава, И.Д. Юркевич и возглавляемые ими научные коллективы.

Леса, произрастая в разных географических зонах и областях, отличаются разным составом, ростом, строением, продуктивностью, различным народнохозяйственным назначением. Без учета географии древесных пород, их естественных ареалов, природной зональности лесов немыслимо научное решение важнейших вопросов лесоведения и лесоводства. Эти стороны наиболее хорошо изучены, так как давно

являются объектом научных интересов географии, ботаники, климатологии и других наук. Заслуживают большого внимания географические аспекты биологической продуктивности лесов, возобновления и разведения леса, смены пород и взаимоотношений древесных и других растительных, а также животных организмов в этом же разрезе, изучения искусственных ареалов древесных пород и возможности их расширения.

Состояние лесных ресурсов, их динамика, перспективы использования, воспроизводства леса и повышение его продуктивности определяются не только природно-географическими, но и экономико-географическими условиями. Современный подход к лесу как географическому явлению тесно связан с влиянием человека на лес и возросшим значением леса для человеческого общества. Говоря, например, о природно-зональном распределении лесов, необходимо учитывать освоенность их человеком, перспективы и характер использования лесов в различных регионах нашей планеты. Леса многих районов земного шара утратили или утрачивают девственный характер, подвергаются резким изменениям со стороны человека.

Вопросы современной географии лесов связаны с вопросами размещения промышленности, причем не только лесной и целлюлозно-бумажной, но и некоторых отраслей химической промышленности, которые не используют древесину, но отходами своего производства воздействуют на лесные массивы, прилегающие к химическим предприятиям. На нашей планете имеются индустриальные районы, в которых леса подвержены тяжелым хроническим заболеваниям, происходит отравление и отмирание ценных лесных массивов. Подобные явления отмечались в некоторых промышленных районах Чехии, Словакии, Германии, Польше и других странах, а также в районах нашей страны. В связи с этим в лесоводстве, парководстве и садоводстве, при озеленении промышленных поселков возникают новые проблемы – подбор ассортиментов газоустойчивых древесных пород и их сочетаний, т.е. в известной мере изменения географических ареалов древесных пород.

2.3. Леса мира

Леса, представляя собой зональное и поясное явление, служат главными выразителями ряда природных зон земного шара. Рассмот-

рим следующие типы лесной растительности: хвойные леса холодной зоны; смешанные леса умеренного пояса; влажные леса теплого умеренного климата; экваториальные дождевые леса; тропические влажные лиственные леса; леса сухих областей.

Хвойные леса холодной зоны встречаются только в северном полушарии, образуя широкий лесной пояс, тайгу, окружающую земной шар. Этот гигантский пояс хвойных лесов проходит по территории России, Финляндии, Швеции, Норвегии, Канады, США (Аляска), Японии (субальпийские леса о-ва Хоккайдо). Отличительная особенность породного состава лесов тайги – небольшое количество древесных пород в любом отдельно взятом ее районе.

Главные породы, имеющие наибольшее экономическое значение, представлены елью обыкновенной и сосной обыкновенной в Европе и на северо-западе России (включая не только его европейскую часть, но и Урал и обширные районы Сибири, где преобладает сибирская ель), и лиственницей в северо-восточных районах России. Для Сибири характерны также кедр сибирский (Pinus sibirica Rupr. Мауг), пихта сибирская (Abies sibirica Ldb.), для Дальнего Востока – кедр корейский (Pinus Koraiensis Sieb. et Zucc.), имеющие для нашей страны также важное экономическое значение. Из хвойных пород севера Америки выделяются как главные породы белая ель (Picea glauca Moench), черная ель (Picea mariana (Mill) и бальзамическая пихта (Abies balsamea (L.) Mill). Древесина хвойных таежных пород отличается сравнительной однородностью строения и длинным волокном, т.е. высоким качеством.

Смешанные леса умеренного пояса (преимущественно средние широты северного полушария) по сравнению с предыдущим поясом отличаются большим количеством пород и многообразием соотношения хвойных и лиственных – от подавляющего преобладания хвойных до безраздельного господства лиственных пород. Хотя в этих районах произрастают такие ценные лиственные породы, как дуб, бук и орех, современное экономическое значение лесов здесь все еще в большей степени определяется хвойными породами, главным образом дающими промышленно-ценную древесину. Большинство лиственных пород характеризуются древесиной низкого качества и не дают полноценных сортиментов. Особенно пониженными качествами характеризуются широко распространенные здесь береза и осина. Но и такая порода, как бук, в ряде районов Европы не пользуется признанием. Так,

в Баварии (Германия) лесоводы стремились заменить бук хвойными, дающими более высокий экономический эффект, оставляя за буком лишь вспомогательную лесоводственную роль при выращивании других пород.

Из лесов рассматриваемой зоны основное значение для современного мирового потребления древесины имеют хвойные северных районов смешанных лесов России и районов западного тихоокеанского побережья Северной Америки с лесами из дугласовой пихты, хемлока, туи. Другими важными районами хвойных лесов являются горные области Европы и Мексики, а также Гималаи.

Влажные леса теплого умеренного климата встречаются в обоих полушариях. Для этих лесов характерно большое разнообразие лиственных пород, включая различные виды дуба, эвкалипты. Но и для ряда районов этих лесов типично тяготение к интенсивной эксплуатации массивов с наличием хвойных пород. Особенно большое промышленное значение имеет сосна, которая представлена здесь большим числом видов. В качестве примера можно привести южные американские сосны, произрастающие на юго-востоке США: длиннохвойную сосну (Pinus palustris Mill), короткохвойную сосну (Pinus echinata Mill), сосну, именуемую «слеш-пайн», сосну Эллиота (Pinus elliottii Engelm), «Лоблоли пайн» (Pinus taeda L.). Сосны этих четырех видов имеют наибольшее промышленное значение в юго-восточных штатах. Особенно популярной становится быстрорастущая сосна «слеш-пайн», древесина которой идет на целлюлозу и бумагу. Древесина длиннохвойной сосны ценится как строительный материал.

В водоемах южной части этой зоны и в тропиках (на юго-востоке США) произрастает болотный кипарис, который обладает плотной древесиной высокого качества. Естественные древостой из этой породы на ее родине (юго-востоке США) можно встретить в пригородных рекреационных районах. Иногда водоемы с болотным кипарисом вписываются в зеленые ландшафты городов. Эта хвойная порода выглядит по-разному летом, в период облиствения, и зимой, когда дерево подобно лиственнице, сбрасывает хвою (вместе с нею опадает и часть молодых побегов). Своеобразие болотного кипариса подчеркивается «испанским мхом» (Bromelia), свисающим с его ветвей.

Экваториальные дождевые леса произрастают повсеместно в тропических районах с обильными осадками, выпадающими в течение всего года. Леса представлены большим разнообразием видов, пре-

имущественно широколиственными вечнозелеными породами. На 1 га может насчитываться до 100 и более пород, а эксплуатационное значение нередко имеют лишь один или несколько стволов. Здесь рядом встречаются породы с исключительно тяжелой и твердой древесиной и медленным ростом и породы с мягкой и легкой древесиной и быстрым ростом. Из известных пород, имеющих промышленное значение, в Латинской Америке растут некоторые виды махогони, кедра, представители семейства лавровых, в том числе ценная порода, давно известная в морском судостроении на Западе под названием зеленое сердце (Ocotea rodioci (Schomb) Mcz), которая была использована при строительстве шлюзов Панамского канала.

В дождевых лесах Африки виды древесных растений промышленного значения известны под названием: сипо, лимба, обехе и др. Известностью пользуются также африканские махогони. Название махогони относится к большому числу пород, охватываемому семейством Meliaceae. Достаточно сказать, что в это семейство входит около 40 родов и 700 видов древесных и кустарниковых пород, большинство их произрастает в тропиках.

Леса Южной Америки, Африки и Азии играют значительную роль в обеспечении мирового потребления высококачественной крупномерной древесиной лиственных пород.

Тропические влажные лиственные леса хотя и названы влажными, но они обеспечены влагой не все время. Наоборот, встречаются они в районах с выраженными сухими периодами. В эти периоды многие древесные породы сбрасывают листву. В зависимости от продолжительности сухого сезона леса по характеру либо приближаются к дождевым, либо находятся на противоположном полюсе, переходя почти в саванные формации. Только в Азии эти леса представлены промышленными породами, из которых особенно большую известность имеет тиковое дерево.

Леса сухих областей встречаются во всех частях мира, где бывают резко выраженные засушливые сезоны. Наиболее типичны эти леса для сухих тропических и субтропических районов. Леса характеризуются малыми запасами древесины на единице площади. Длительное время они подвергались воздействию человека (рубки, пастьба скота и др.), особенно резко проявившемуся в некоторых районах средиземноморья.

В Средиземноморье довольно типичными для отдельных сухих районов являются некоторые виды сосен, например, пиния (Pinus

pinea L.), которая способна выносить климат с годовым количеством осадков 300 мм (лучший рост, однако, она имеет при большем количестве осадков – 500 мм и более). В лесном хозяйстве Италии и Испании пиния ценится как орехоплодная порода. В городах, садах, парках Средиземноморья это красивое дерево славится за его декоративные свойства. Большое экономическое значение в этих же районах (особенно во Франции и Испании) имеет сосна приморская (Pinus pinaster Sol.), дающая высокий выход живицы – с одного дерева по 3–4 кг и более в год.

Вертикальная поясность. При анализе лесов земного шара, их природных особенностей, территориального размещения необходимо учитывать не только горизонтальную зональность, связанную с географической широтой, с влиянием океанического или континентального климата, характером морских течений, омывающих материки, а также характером почв. На распределение растительности, в том числе лесов, и их характер влияет также наличие гор, перемежающихся с ними долин.

До сих пор не утратили интереса классические исследования А. Гумбольдта об изменении растительности в связи с высотой над уровнем моря (табл. 1). Его данные относятся к Южной Америке, к ее приэкваториальной части. Это обстоятельство представляется особенно интересным в связи с тем, что можно проследить изменение растительности, начиная от тропических форм, заканчивая альпийской растительностью и даже – вечными снегами, т.е. в миниатюре воспроизвести изменение растительного покрова по меридиану от экватора до полюса.

Таблица 1

Изменение растительности в связи с высотой над уровнем моря

Высота над уровнем моря	Соответствие средней температуры вертикального пояса географической широте		
	C^o	град. широты	характер растительности
0–600	27,5	0–15	Пальмы и бананы
600–1200	24,0	15–23	Древовидные папоротники и фикусы
1200–1900	21,0	23–24	Мирты и лавры
1900–2500	19,0	34–45	Вечнозеленые лиственные породы
2500–3100	16,0	45–58	Лиственные с опадающей листвой
3100–3700	13,0	58–66	Хвойные
3700–4400	8,5	66–72	Альпийские кустарники (рододендрон)
4400–4800	4,5	72–82	Альпийские травы
более 5000	–	–	Вечные снега

Приведенной аналогии нельзя придавать абсолютное значение, так как в данном примере не отображены аридные ландшафты. Нельзя забывать о разнице в высоте стояния солнца, о различиях в солнечной радиации на различных географических широтах. На севере – растения длинного дня, горные растения на юге – растения короткого дня и т.д. По мере удаления от экватора разнообразие растительных сообществ, включая леса, уменьшается.

2.4. Леса России

Хвойные леса занимают значительную площадь нашей страны и играют исключительно важную роль в биосфере, поэтому особенно важно рациональное использование, сохранение и своевременное воспроизводство этих лесов.

Леса России отличаются многообразием в связи с обширностью территории и значительными различиями природных условий, они характеризуются также неравномерностью размещения. На территории нашей страны особенно хорошо прослеживается изменение растительности в связи с географической широтой и представлены различные географические зоны – от арктической тундры до субтропиков с соответствующими им климатическими и почвенными условиями, а также растительностью. Лесная растительность прежде всего связана со следующими зонами: лесотундра, таежная зона, смешанные хвойно-широколиственные леса, широколиственные леса, лесостепь, субтропики.

Леса существуют также и в степной зоне. Древесная и кустарниковая растительность встречается в аридных областях – полупустынях и пустынях, а также в лесостепях южного субтропического типа (Гулисашвили, 1964), где она представлена редколесьем, не образующим сомкнутых сообществ. Редколесье и криволесье характерны и для заполярных областей, особенно в зоне взаимодействия тундры и лесотундры.

Основная часть лесов в нашей стране находится в таежной зоне. Тайга характеризуется преобладанием хвойных лесов, в зависимости от состава которых называется темнохвойной (ель, пихта, кедр) или светлохвойной (сосна, лиственница), резко континентальным климатом, продолжительной холодной зимой и коротким, но теплым летом. Характерные типы почв – подзолистый и болотный. Необходимо различать равнинную и горную тайгу.

Таежные леса представлены ценнейшими хвойными породами. Издавна высоко ценится и широко используется древесина таежной сосны за ее высокие физико-механические свойства, определяемые благоприятным соотношением ранней и поздней древесины в годичных слоях. В советское время в связи с развитием целлюлозно-бумажной промышленности возросло значение еловых лесов. Большое хозяйственное значение имеют кедровые леса Сибири (из Pinus sibirica (Rupr) Мауг) и Дальнего Востока (из Pinus Koraiensis Sieb et Zucc). Преобладающей лесной древесной породой в стране является лиственница, занимающая более половины площади хвойных лесов страны.

В таежной зоне леса отличаются составом, ростом, продуктивностью в меридиональном и широтном направлениях в связи с различиями в климатических, геологических, эдафических и других экологических факторах. Север тайги характеризуется редкостойными, как правило, однопородными лесами низких бонитетов, узкокронными деревьями, расширением почвенного ареала некоторых растений, особенно болотных (Ledum palustre, Vaccinium uliginosum). Южные районы тайги отличаются лесами более высоких бонитетов, наряду с чистыми в них заметное место занимают смешанные древостой, напочвенный покров в лесу более богатый и в то же время заметно расчленен экологически.

Гольфстрим и атлантические циклоны в заполярной тайге европейского Северо-Запада смягчают суровость условий произрастания леса, а резко континентальный климат восточных районов, особенно восточно-сибирской тайги, усиливают эту суровость настолько, что на обширных территориях лесов Восточной Сибири и Якутии почва оттаивает летом лишь на небольшую глубину, внося своеобразие в характер леса, особенно в строение корневых систем. Поэтому обширная зона тайги с ее лесами расчленяется на подзоны и провинции, а также и на более мелкие региональные подразделения (округа, лесорастительные районы и т.д.).

Современная тайга претерпевает большие изменения под влиянием человека. Таежное лесоводство имеет свои проблемы и особенности. Главнейшие из них сводятся к освоению и рациональному использованию лесов, к охране их от пожаров, восстановлению леса, прежде всего хвойных пород, на обширных площадях вырубаемых лесов, повышению продуктивности леса, дальнейшему изучению

природы таежных лесов с учетом усиливающегося влияния на них антропогенных факторов.

Южнее европейской тайги простирается полоса хвойно-широколиственных лесов, в состав которых входят: ель, сосна, дуб черешчатый, липа, клен остролистный, вяз, подлесковые породы – лещина, бересклет и др. Площадь ее напоминает клин, направленный от побережья Балтийского моря и упирающийся острием в район Южного Урала (Башкирия). Форма клина, показывая уменьшение площади хвойно-широколиственных лесов к востоку, наглядно отражает влияние климата, изменение его от благоприятного мягкого приморского к континентальному, неблагоприятному для широколиственных пород.

В Сибири пояс хвойно-широколиственных лесов отсутствует, но появляется вновь на Дальнем Востоке в Приморье и в бассейне р. Уссури в условиях мягкого приморского климата, где образуются леса, особенно богатые по флористическому составу: число видов древесных и кустарниковых пород доходит до 200. Здесь особый интерес представляют кедрово-широколиственные леса Амурско-Уссурийской провинции с их смешанным составом древесных пород из корейского кедра, бархата амурского, монгольского дуба, амурской липы, маньчжурского ореха и др. В хвойно-широколиственных лесах края встречаются реликтовые древесные и кустарниковые породы, такие, как тис остролистный (Taxus cuspidata Sieb), орех маньчжурский (Juglans mandshurica Maxim) и лимонник (Schizandra chinensis Turcz., Baill). Леса характеризуются многоярусной сложной формой строения, разновозрастностыо. Выражена внеярусная растительность.

В европейской, уральской и западносибирской тайге (особенно в ее южной подзоне) и в зоне хвойно-широколиственных лесов сильно выражены процессы смены хвойных лиственными породами – березой и осиной.

Широколиственные леса растут в европейской части России, на Дальнем Востоке и Кавказе. Главной породой европейской части России является дуб. Состав спутников дуба, характер леса, как и в хвойно-широколиственном поясе очень заметно меняется с запада на восток в связи с изменением климата от более влажного к более сухому континентальному. В Заднепровье дубравы характеризуются наиболее высокой продуктивностью, к дубу примешиваются клены, ясень, липа, граб, ильмовые, берека и др. Кроме обыкновенного дуба здесь

встречаются также дубы пушистый и скальный. К востоку из этих лесов исчезают граб, явор, берека, черешня. В средней части широколиственного пояса из спутников дуба остаются липа, ясень, клены остролистный и полевой, а за Волгой расширяет позиции липа мелколистная.

Широколиственные леса Дальнего Востока приурочены к прибрежным районам Приморья, к долинам рек бассейна Уссури и среднего течения Амура. В этих лесах произрастают дуб монгольский, ильмовые, ясень маньчжурский, широко представлены подлесковые породы. Наиболее значительные запасы ясеня и клена сосредоточены в долинных лиственных и хвойно-широколиственных лесах (Васильев, 1977).

С лесостепью связано произрастание: в европейской части широколиственных массивов на серых лесных почвах – дубово-грабовых, дубово-ясеневых, дубово-липовых; в Западной Сибири в условиях резко континентального климата с небольшим количеством осадков – березовых колков, различной величины островных массивов березового и березово-осинового леса. На юге Обь-Иртышского междуречья (Алтайский край) в окружении степей расположены сосновые ленточные боры на древних аллювиальных песках. Ширина каждой из таких лент 10–15 км, длина около 150–200 км. Ленточные боры имеют большое климатозащитное значение.

Площадь широколиственных лесов, массивов в зоне лесостепи и в других регионах относительно невелика. Но ценность древесины, особенно дуба, произрастающего в европейской части России, значительна и нет признаков снижения ценности дубовой древесины и в будущем.

Субтропические леса не занимают большой территории, но они довольно разнородны. Во влажных субтропиках Черноморского побережья Кавказа леса характеризуются многопородностью и сложностью строения, способностью давать несколько приростов за вегетационный период (Гулисашвили, 1964). Здесь встречаются бук, тис, каштан, клен красивый, липа кавказская, а также самшит, лавровишня и многие другие древесные и кустарниковые породы.

Многие лесные виды древесных растений наших субтропиков обладают ценной древесиной, а леса имеют огромное целебно-оздоровительное и эстетическое значение. Субтропики, особенно влажные, являются благоприятным местом для интродукции ценных видов древесных и кустарниковых растений.

Значительные площади в нашей стране занимают горные леса Кавказа, Урала, горных районов Алтая, Кольского полуострова. Также преобладающая часть огромной территории тайги Восточной Сибири и Дальнего Востока занята горными лесами. Вертикальная поясность лесов выражена по-разному не только в отдаленных географических регионах, но даже и в границах близко расположенных местностей.

Значительнее различия в характере горных лесов более отдаленных друг от друга регионов. Если в Западном Закавказье хвойные леса начинаются с высоты 1400 м над уровнем моря, то в приэкваториальном поясе Южной Америки на этой высоте растут мирты и лавры, а хвойные произрастают на высоте 3100–3700 м над уровнем моря.

Если взять область Северного Урала, то на 64° с.ш. верхняя граница леса проходит на высоте 680 м, а еще на 1° севернее лес не поднимается в горы выше 480 м над уровнем моря. На Кольском полуострове верхняя граница леса проходит на высоте 400–500 м над уровнем моря и лес сменяется субальпийским криволесьем или отдельными деревцами сосны и ели карликовой формы.

Горные леса в оптимальных для них климатических и почвенных условиях достигают высокой продуктивности, к которым относятся пихтовые и пихтово-буковые леса Северного Кавказа. Разностороннее, комплексное значение имеют горные кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока, которые представлены неповторимым набором древесных и кустарниковых видов растений, разнообразной флорой и фауны. Данные леса играют большую противоэрозионную роль.

Контрольные вопросы

1. Антропогенные факторы, влияющие на лес.
2. Типы лесной растительности в мире.
3. Страны, в которых произрастают бореальные леса.
4. Исследование А. Гумбольдта об изменении растительности в связи с высотой над уровнем моря.
5. Виды древесных растений, произрастающих в темнохвойной и светлохвойной тайге.
6. Таежные леса России.
7. Смешанные хвойно-широколиственные и широколиственные леса России.
8. Лесостепь и лесотундра России.
9. Субтропические леса России.
10. Горные леса России.

3. ЛЕС И КЛИМАТ

В 1909 г. Г. Майр пришел к выводу, что для существования леса необходимо, чтобы за четыре месяца вегетационного периода средняя температура воздуха была не ниже 10°, средняя относительная влажность – не менее 50%, среднее количество атмосферных осадков – не ниже 50 мм.

Из комплекса климатических факторов основное значение имеют тепловые условия и количество выпадающих осадков. Известно, что высшие растения, особенно деревья, в процессе ассимиляции расходуют очень большое количество воды. На единицу образования сухого вещества деревья расходуют до 1000 единиц воды. Известно также, что транспирация растений увеличивается с повышением температуры воздуха и дефицита его влажности, зависящего от температуры. Таким образом, успешность развития растений в значительной мере зависит от соотношения между количеством осадков и количеством тепла в данном районе. Поэтому указанному соотношению в растениеводстве уделяется очень большое внимание. Им определяется главным образом само существование леса. Поэтому известны попытки найти количественное выражение степени благоприятствования климатических условий развитию растительности в виде математических функций температуры, влажности и другое. При этом в качестве аргументов принимаются обычно либо средние, либо суммарные величины различных факторов.

Высоцкий Г.Н. считал, что важным является не сами по себе величины осадков, а отношение величины осадков к величине испарения, или коэффициент увлажнения; при коэффициенте увлажнения больше 1 – климат влажный, свойственный лесной зоне; при 1 – соответственно лесостепи; коэффициент 0,5 характерен для полупустынь.

В практике широко пользуются коэффициентом Г.Т. Селянинова. Это показатель теплообеспеченности и влагообеспеченности. Теплообеспеченность – это сумма активных температур (выше 10°). На севере сумма положительных температур в лесной зоне 1000–1400°, в субтропиках более 4000°. Влагообеспеченность определяется гидротермическим коэффициентом. Он представляет собой отношение осадков за вегетационный период к сумме температур за этот же период, увеличенное в 10 раз. Коэффициент больше 1,3 соответствует зоне избыточного увлажнения, 1,3–1,0 – зоне обеспеченного увлажнения.

Шведский биоклиматолог С. Патерсон сделал попытку установления связи потенциальной продуктивности леса (прироста древесины) с основными климатическими факторами в виде индекса CVP (С – климат, V – растительность, Р – продуктивность):

$$\mathbf{CVP = T/Ta \cdot P \cdot G/12 \cdot E/200,}$$

где Т – средняя месячная температура наиболее жаркого месяца; Та – разница между среднемесячными температурами самого жаркого и самого холодного месяца; Р – среднегодовое количество осадков; G – продолжительность вегетационного периода в месяцах; Е – местная солнечная радиация.

Рост деревьев и биологическая продуктивность в целом особенно тесно связанны с продолжительностью вегетационного периода, соотношением тепла и влаги. В общем, чем больше тепла и влаги в течение вегетационного периода в данном районе и чем длиннее вегетационный период, тем выше производительность леса.

Климат определяет не только количественную, но и качественную продуктивность лесов. Самые гигантские деревья и самые большие запасы древесины на 1 га наблюдается все же не в тропиках, которые отличаются чрезвычайным богатством видов, но сравнительно скромными запасами, а во влажных субтропиках. В лесах севера годичный прирост увеличивается в годы повышенных температур вегетационного периода, а в лесостепных и степных насаждениях прирост лимитируется количеством осадков.

Климат оказывает сильное и самое разнообразное влияние на жизнь леса. Размещение лесов естественного происхождения на нашей планете, их состав, запасы древесины на единице площади в значительной степени определяются характером климата. Метеорологические условия сравнительно коротких отрезков времени, исчисляемых несколькими годами и даже отдельными сезонами года, отражаются на изменении прироста, плодоношении, общем санитарном состоянии лесов, развитии полезной и вредной фауны в лесу, усилении или ослаблении пожарной опасности, облегчения или затруднения заготовки и транспортировки древесины, проведения лесовосстановительных работ и т.п.

Распределение лесов земного шара по составу пород тесно связано с типами климата. Так, во влажных тропических районах произрастают преимущественно лиственные леса, отличающиеся чрезвычайным

разнообразием составляющих их древесных пород; в холодных и умеренно холодных районах преобладают хвойные леса, состоящие из сравнительно небольшого числа древесных пород. Исторически развиваясь в условиях более или менее определенного климата, древесные породы оказываются приспособленными к соответствующим климатическим условиям. Известно, что один и тот же ботанический вид древесной породы, произрастающий в различных климатических условиях, может дать различные климатические экотипы (расы), приспособленные к существованию в условиях соответствующей разности климатического типа. В связи с этим искусственное перемещение древесных пород из одной климатической разности в другую требует весьма большой осторожности. Введение какой-либо породы в культуру района, в котором она не произрастает и не произрастала в последний геологический период, называют интродукцией (лат. introductio – «введение»).

Высокие урожаи семян у многих пород повторяются через некоторое время. Временные интервалы укорачиваются для одной и той же породы в южных широтах, в лесах же севера семенные годы повторяются через более длинные промежутки времени и общее количество семян с единицы площади меньше, чем в южных лесах. Величина семян и их вес у одной и той же породы являются также и следствием климата. Так, вес одной тысячи семян сосны из Архангельской области составляет 2 г, а из центральных областей – 6–7 г.

В годы теплые и сухие в лесах усиливается развитие вредных насекомых. Годы повышенных осадков и условия возросшей относительной влажности воздуха, наоборот, являются периодами уменьшения вредных насекомых, но усиления развития вредных грибов. Цикл развития одних и тех же видов вредных лесных насекомых зависит от климата. Например, хрущ имеет в Западной Европе трехлетнюю генерацию, в южных районах европейской части России – четырехлетнюю, а в северных – пятилетнюю. Мало того, в южных районах хрущ лесное насекомое и откладывает яйца под пологом леса, а в северных районах только на открытом месте. Некоторые короеды в Швеции имеют двухгодичную генерацию, а на юге Западной Европы – одногодичную, а в наиболее благоприятных для них условиях дают два поколения в год. Некоторые злейшие враги леса, например шелкопряд-монашенка, совершенно не могут развиваться в суровых климатических условиях севера.

Интенсивность возникновения и распространения лесных пожаров также связана с климатом.

Контрольные вопросы

1. Определение «вегетационный период».
2. Основные климатические факторы, влияющие на растения.
3. Коэффициент Г.Т. Селянинова.
4. Влияние климата на жизнь леса.
5. Определение «интродукция».

4. ЛЕС И СВЕТ

Свет чрезвычайно важен для растений – он является для растения источником энергии. Естественный дневной счет состоит из прямого и рассеянного, а полная радиация равняется сумме прямого и рассеянного света. Установлено, что рассеянная радиация лишь немного меньше прямой, а доля рассеянного света увеличивается к северу.

Для зеленых растений свет является необходимым фактором ассимиляции углерода из углекислоты воздуха и существенным фактором роста и развития. При этом как ассимиляция, так и рост и развитие растений зависят от количества и качества света. В природных условиях лесные растения пользуются только солнечным светом, при этом не столько прямым, сколько рассеянным.

В практике лесоводства уже давно замечено, что требования различных древесных пород к свету неодинаковы. Лесоводы давно уже начали делить древесные и кустарниковые породы на светолюбивые и теневыносливые. Густооблиственные породы, несомненно должны быть теневыносливыми, так как каждый лист, каждая хвоинка существуют при значительном затенении. Древесные породы с легкой ажурной кроной скорее всего светолюбивые. У теневыносливых пород стволы хуже очищаются от сучьев, чем у светолюбивых. В особенности показателен процесс очищения сучьев в густом лесу. Теневыносливая порода может давать подрост под пологом более светолюбивых пород, а светолюбивая под пологом более теневыносливых не может.

Продолжительность освещения. Долгое время считалось, что ограничивающим фактором развития и роста растений на севере яв-

ляются световые условия, а именно недостаточная продолжительность освещения. Однако Л.А. Иванов показал, что на севере световые условия достаточно благоприятны для растений. Так, даже на Шпицбергене (самая северная часть Норвегии) количество света достаточно для образования пяти тонн воздушно-сухой массы органического вещества на одном гектаре. Это соответствует продукции органической массы в средней Европе. Отсутствие же леса на Крайнем Севере объясняется неблагоприятными тепловыми условиями.

Периодичность освещения. Установлено, что для растений имеет значение и периодичность освещения, т.е. чередование светлой и темной частей суток. В связи с этим различают растения длинного (на севере) и короткого (на юге) дня. Приспособленность растений к определенной продолжительности дня и ночи называется фотопериодизмом.

Интенсивность фотосинтеза. Свет является одним из важнейших факторов жизнедеятельности растений: обмен веществ у большинства растений идет при участии света, он оказывает влияние на размножение, рост и развитие растений, очень существенным является его формирующее влияние.

Фотосинтез вместе с другими процессами создает урожай органической массы. Идет же этот процесс за счет энергии солнечного луча, который при этом поглощается хлорофиллом. Интенсивность фотосинтеза непостоянна и зависит от многих факторов. Установлено, что ассимиляция углекислоты лиственными породами при всех степенях освещения интенсивнее ассимиляции хвойных. Так, интенсивность ассимиляции у ели в шесть раз меньше, чем у березы. Лиственница по интенсивности ассимиляции приближается к лиственным породам, а дуб – к хвойным. Обратным фотосинтезу является процесс дыхания. Оба эти процессы у растений идут одновременно и разновременно. В темную часть суток растения дышат, а в светлую часть освещенные части кроны ассимилируют, а затененные не столько ассимилируют, сколько дышат. Если при ассимиляции идет накопление углеводов, то при дыхании они расходуются.

При различной интенсивности фотосинтеза древесных пород количество образуемого ими органического вещества является примерно одинаковым, около пяти тысяч кг на га. Это объясняется тем, что продуктивность фотосинтеза зависит не только от его интенсивности, но и от рабочей поверхности ассимилирующих органов и продолжи-

тельности фотосинтеза и является более или менее одинаковой у разных пород. Так, у хвойных пород общая рабочая поверхность и продолжительность фотосинтеза больше, чем у лиственных, так как они сменяют хвою постепенно, в году раньше начинают и позже заканчивают ассимиляцию. Поэтому при меньшей интенсивности у них фотосинтеза его продуктивность не меньше, чем у лиственных пород.

4.1. Методы определения светолюбия древесных пород

Визуальный. Давно уже установлено, что одни древесные породы могут расти в тени, а другие только на свету. О светолюбии древесных пород можно судить по ряду внешних признаков и особенностям жизненных процессов:

- По плотности или разреженности крон. Древесные породы с разреженными кронами являются более светолюбивыми, чем с плотными. К числу первых относятся, например, береза, лиственница; к числу вторых – сосна, ель, бук.
- По глубине крон, их протяженности по стволу. Породы с кронами значительной глубины (пихта, ель) являются теневыносливыми, с неглубокими (береза, осина) – светолюбивыми.
- По толщине коры. Теневыносливые породы (ель, пихта, бук) имеют тонкую кору, светолюбивые (сосна, лиственница) – более толстую.
- По быстроте роста. Светолюбивые породы растут обычно быстрее, чем обладающие медленным ростом теневыносливые.
- По быстроте очищения стволов от сучьев. Очищение стволов от сучьев, как установлено, идет быстрее у светолюбивых пород.
- По быстроте самоизреживания. Самоизреживание с возрастом древостоев из светолюбивых пород идет быстрее, чем теневыносливых.
- По возможности появления подроста под пологом. Установлено, что под сомкнутым пологом светолюбивых пород, например, сосны, ее подрост обычно не появляется, тогда как под пологом теневыносливых пород их подрост появляется. Установлено также, что подрост теневыносливых, например, ели, достаточно хорошо развивается под пологом светолюбивых пород, тогда как обратного процесса не наблюдается.

Недостаток метода заключается в отсутствии количественных показателей. Некоторые признаки, правильные для одних пород и не подходят для других. Например, бук хорошо очищается от сучьев хуже, чем бук. Также не всегда применим показатель изреживания, т.к. на процесс изреживания оказывают влияние и почвенные условия. Однако ряд приведенных придержек, с учетом критического подхода к ним, благодаря их простоте может быть использован в практике.

Таксационный метод Я.С. Медведева. Метод относительной высоты предложен им еще в 80-х годах. Под относительнь высотой в данном случае понимается отношение высоты дерева к его диаметру. По мнению Медведева, светолюбивые породы имеют и меньше относительные высоты, чем теневыносливые. Приняв теневыносливость березы как наиболее светолюбивой, по его мнению породы, за 1, Медведев выразил относительную теневыносливость древесных пород в виде определенных величин, но основании которых и составил следующую шкалу: береза – 1,0; сосна – 1,333; ясень – 1,400; осина – 1,598; дуб – 1,645; липа – 1,747; граб – 1,889; ель – 2,000; бук – 2,058; пихта – 2,250; тис – 5,795.

Стоит отметить, что переоценивать данные цифры не следует. В пределах одной и той же породы относительная высота различна у деревьев разного класса роста и развития, а у отставших в росте деревьев относительные высоты получились у Медведева примерно одинаковыми. Относительные высоты зависят от многих факторов, в том числе и от почв, условий местопроизрастания. Поэтому метод Медведева был встречен многими лесоводами довольно критически.

Метод М.К. Турского и В.И. Никольского. Турский предложил способ установления отношения древесных пород к свету, основанный на этиолировании растений. Для определения светолюбия он, совместно с Никольским, высевал на грядах питомника семена различных древесных пород. Основан на опытах с затенением сеянцев сосны и ели на грядках решетчатыми щитами из дранок. Разная дозировка освещения достигалась разной шириной промежутков между дранками. Опыт установил большую теневыносливость ели. Устанавливался рост различных пород при разных степенях затемнения и на основании этого была предложена шкала отношения к свету древесных пород, начиная с наиболее теневыносливых: пихта, бук, ель, граб, липа, ольха белая. Но полученные данные не позволяют делать выводы о количественном выражении степени теневыносливости, так как затенение меняло тепловой режим и режим влажности.

Анатомический метод. Лесовод И.И. Сурож провел измерения палисадной и губчатой паренхимы листьев у большого количества видов древесных и кустарниковых растений. На основании этих исследований он составил шкалу светолюбия древесных пород, мало отличающуюся от других. Но кедр у него оказался светолюбивее березы, что снижает ценность его шкалы. Метод основан на том, что с увеличением освещения листья становятся толще, а в самих листьях увеличивается относительная толщина палисадной ткани. С уменьшением дозы света замечается преобладание губчатой паренхимы. Сурож провел интересную и чрезвычайно трудоемкую работу по измерению толщины губчатой и палисадной ткани у свыше чем 250 разных видов древесных и кустарниковых пород.

Фотометрический метод. Метод, предложенный И. Визнером, основан на различиях в потемнении фотобумаги, помещенной в нижней части отмирающей части кроны разных древесных пород. Таким путем устанавливается минимум светового довольствия, при котором растение может существовать (ассимилировать). Определяется оно выражением:

$$\mathbf{L} = \frac{\mathbf{i}}{\mathbf{f}},$$

где L – относительное минимальное световое довольствие; i – освещение в исследуемой точке; f – полное освещение (открытое место).

Он ввел понятие светового довольствия растений (Z) и минимального светового довольствия (Zmin). Световое довольствие представляет отношение используемой растениями силы света к общей силе света; минимальное же световое довольствие – отношение силы света в наиболее затененных участках кроны дерева, где наблюдается отмирание ветвей, к общей силе света.

Визнер получил следующий ряд: лиственница – 1/5, ясень – 1/6, береза – 1/9, тополь – 1/11, сосна – 1/11, дуб – 1/26, ель – 1/36, клен – 1/55, бук – 1/80, самшит – 1/108.

Силу света можно измерять по почернению фотографической бумаги (способ Бунзена-Роско). При этом за единицу для сравнения принимается так называемый нормальный тон почернения фотографической бумаги. Если почернения бумаги до нормального тона происходит за одну секунду, то сила света будет равняться одной бунзенской единице, если почернение происходит за 1/2 секунды, то сила света составляет две единицы и т.д. Этим способом учитываются только химически действующие лучи (синие и фиолетовые).

Шкала дает уже количественные показатели, данный метод широко применяется в Западной Европе. Недостаток метода в том, что улавливаются преимущественно синие и фиолетовые лучи, а для фотосинтеза важными являются желтые и красные части спектра. Некоторые исследователи помещают между объектом и фотобумагой желтый диск, но это лишь частичное усовершенствование.

Поэтому Л.А. Иванов предложил такой прибор, который измеряет лишь используемые растениями лучи, так называемую фотосинтетическую активную радиацию (ФАР). Фитоактинометр Иванова позволяет измерять интенсивность такой радиации. Прибор состоит из двух термометров, шарики которых погружены в резервуары. Один из резервуаров заполнен раствором хлорофилла в толуоле, другой чистым толуолом. При воздействии света на резервуары раствор хлорофилла сильно нагревается. Разница в показаниях термометров пропорциональна интенсивности радиации, поглощенной хлорофиллом. Сейчас на этом принципе разработаны более совершенные приборы для определения ФАР.

Установлено, что для образования хлорофилла необходим слабый свет, а Н.С. Нестеров указывал, что хлорофилл у хвойных пород может образовываться даже в темноте. Для фотосинтеза же требуется большая сила света. Еще большая сила света требуется для роста и образования почек.

В общей радиации количество физиологической радиации различно при неодинаковых условиях освещения и изменяется в зависимости от высоты солнца. Л.А. Иванов установил, что при падении прямых солнечных лучей при высоте солнца от 20 до 50 градусов физиологическая радиация составляет 35,5%. Процент физиологической радиации быстро падает, если положение солнца над горизонтом составляет лишь 20^{o}. В этом случае происходит относительное увеличение инфракрасных лучей. Рассеянный свет богаче физиологической радиацией – на ее долю приходится уже 50–60%. Рассеянный свет безоблачного неба содержит даже 90% физиологической радиации, т.е. почти целиком поглощается хлорофиллом.

Образование хлорофилла и разложение углекислоты происходит под влиянием зеленых и красных лучей. Формирующее значение имеют синие и фиолетовые лучи, под влиянием этих лучей идет также образование и развитие почек. Транспирация же идет преимущественно за счет желтых лучей.

Физиологический метод. В.Н. Любименко изучал чувствительность к свету хлорофиллоносного аппарата различных древесных растений и таким путем определял степень их теневыносливости. Исследуемые листья и хвоя в пробирках помещались в ящик с регулируемым отверстием. Действуя на листья и хвою разными дозами света Любименко нашел, что сосна начинает усваивать углекислоту при отверстии в 49 $см^2$, береза при 64 $см^2$, пихта и тис – при 9 $см^2$, бук – при 4 $см^2$, а лиственница и белая акация – при 100 $см^2$. Хлорофиллоносный аппарат у сосны оказался в 2 раза чувствительнее, чем у лиственницы, у пихты в 7 раз чувствительнее, чем у березы. Отличительной особенностью светолюбивых и теневыносливых пород по Любименко состоит в том, что первые ослабляют накопление органического вещества при любом затенении, а вторые могут в определенных рамках затенения стабилизировать накопление органического вещества.

Метод ассимиляционных колб. Л.А. Иванов и Н.Л. Коссович изучали фотосинтез у разных древесных пород методом ассимиляционных колб. Этот метод позволяет исследовать фотосинтез листьев и ветвей на растущем растении, без нарушения их естественного положения. Фотосинтез лиственных по этим исследованиям оказался сильнее фотосинтеза хвойных. Оказалось также, что теневыносливые породы по балансу фотосинтеза и дыхания наиболее значительно отличаются от светолюбивых при слабом освещении и что именно этот баланс определяет возможность жизни побегов в кроне при разной степени затенения. Метод, однако, обладает недостаточно высокой чувствительностью и точностью, а также другими недостатками, свойственными и всем методам закрытых систем, когда лист или ветка находятся в замкнутом объеме.

Разработаны разнообразные методы определения фотосинтеза. Широко применяются чувствительные инфракрасные газоанализаторы (ИГ), основанные на свойстве дипольных молекул газов (CO_2, CO и др.) поглощать инфракрасное излучение.

Цельникер Ю.Л. приняла за критерий оценки теневыносливости интенсивность света, при которой баланс органического вещества растения равен нулю. Положительный баланс органического вещества отмечался у светолюбивых видов при интенсивности ФАР выше 6%, у теневыносливых – выше 3–4%.

Сопоставление шкал, предложенных рядом исследователей, показывает, что в общем они сходны друг с другом, хотя в деталях и рас-

ходятся. Это объясняется не столько несовершенством предложенных способов определения светолюбия, сколько многообразным проявлением жизни леса вообще. Отношение древесных пород к свету изменяется с изменением климатических и почвенных условий. Так, на севере растения являются более светолюбивыми, а на юге – более теневыносливыми. Установлено также, что молодые растения являются более теневыносливыми, чем растения старшего возраста.

М.К. Турский составил следующую шкалу по убыванию требовательности к свету: 1. Лиственница, 2. Береза, 3. Сосна обыкновенная, 4. Осина, 5. Ива, 6. Дуб, 7. Ясень, 8. Клен, 9. Ольха черная, 10. Ильм, 11. Сосна крымская, 12. Ольха белая, 13. Липа, 14. Граб, 15. Ель, 16. Бук, 17. Пихта.

Эта шкала выражает отношение к свету в спелом возрасте при средних условиях. Турский еще в конце прошлого века диалектически пришел к пониманию светолюбия и теневыносливости древесных пород в зависимости от условий среды. Он указывал, что с улучшением климатических и почвенных условий способность древесных пород переносить затенение увеличивается. Турский далее указывал, что в молодости одни и те же породы способны переносить более густую тень, чем в более старом возрасте. В качестве примера он указывал, что молодая осина может расти в такой густой тени, в какой даже общепризнанная теневыносливая ель начинает проявлять заметные признаки угнетения. Турский также обратил внимание, что отдельные древесные породы лучше переносят затенение от других видов, чем от материнской породы. Только последнее вызывается более сложными причинами, чем думал Турский.

При оценке светопотребности лесных растений, их светолюбия и теневыносливости надо учитывать климатические и почвенные условия. Отношения лесных растений к свету может меняться в зависимости от географических условий. К северу возрастает доля рассеянного света, т.е. снижается интенсивность ФАР, ограничивается поступление тепла. На севере, поэтому, древесные породы больше нуждаются в свете. Эта потребность здесь удовлетворяется большой продолжительностью светового дня. Влияние географической среды на отношение лесных растений к свету является разносторонними и сложным. В этом отношении особенно показателен пример с черникой, это теневыносливое или даже тенелюбивое растение характерно для темнохвойных лесов тайги. Черника болезненно реагирует на сильное

осветление и после вырубки леса отмирает. Но это же растение нормально произрастает и плодоносит в тундре, т.е. в условиях полного освещения, но более холодного климата.

Таким образом светолюбие древесных пород надо определять по географическим зонам, а может быть и по подзонам. Одна и та же порода меняет свое положение в ряду светолюбия. На севере сосна очень светолюбивая порода и стоит рядом с березой и лиственницей, а на юге она перемещается в середину ряда светолюбия. Отношение к свету связано также с возрастом деревьев. В молодости порода может быть очень теневыносливой, а в зрелом возрасте чрезвычайно светолюбивой.

Связь фотосинтеза с продуктивностью леса достаточно сложна. В общем виде эта связь выражена Ивановым Л.А. следующей формулой:

$$\mathbf{M + m = iPT - aP_1T_1},$$

где M – масса растений, m – вес отмерших частей, P – рабочая поверхность листьев, T – время работы фотосинтеза, a – интенсивность дыхания, P_1 – масса живых частей, T_1 – время работы дыхания, i – интенсивность фотосинтеза.

Формула имеет ряд недостатков. Рабочая поверхность фотосинтеза и площадь листьев неравны. Очень сложно определить интенсивность дыхания и фотосинтеза. Каждый орган имеет свою интенсивность физиологических процессов.

Ассимиляционный аппарат лесных деревьев неодинаков в пределах одной и той же породы, даже в пределах одного и того же дерева: по разному функционируют хвоя или листва в верхней, нижней или средней частях кроны, на ее периферии или в глубине. Поэтому хвою или листву подразделяют на световую и теневую.

4.2. Влияние леса на свет

Растения в лесу освещены со всех сторон. Свет, попадая в лес изменяется количественно и качественно. В отношении и направления света в лесоводстве различают:

- верхний свет, т.е. свет, направленный сверху вниз, падающий на горизонтальную поверхность;
- передний свет, падающий непосредственно от солнца или небосклона на вертикальную поверхность, например, на опушку леса, на стену леса у вырубки;

• задний свет, отраженный от вертикальной поверхности близ находящегося предмета;

• нижний свет, отраженный от горизонтальной поверхности вверх, например, от поверхности почвы, воды.

Очень часто употребляется еще понятие «боковой свет», представляющий собой свет, падающий на край леса со стороны хорошо освещенной поляны, прогалины, вырубки, просеки.

Световая обстановка в лесу определяется преимущественно строением древостоя. В сомкнутых еловых древостоях к поверхности почвы попадает всего лишь 5–10% полного освещения. Сомкнутый буковый древостой может задерживать до 99% света, пропуская к поверхности лишь 1%. Светолюбивые породы пропускают света больше, чем теневыносливые. На первое место может быть поставлена лиственница, под ее пологом днем всегда светло и этим пользуется светолюбивая травянистая растительность, которая характерна для лиственничных лесов. Наличие второго яруса, подлеска резко снижают освещенность у почвы.

Свет, проникая под полого леса, изменяется качественно. Роль качественных изменений света в лесу менее значительна по сравнению с количественным. Но это не значит, что этим следует пренебрегать. Состав света, проникающего под полог леса, обеднен физиологически активными лучами по сравнению с их составом на открытом месте, где на долю их приходится около 50%, под сосновым пологом около 30%, а в молодом дубовом лесу около 10%.

4.3. Отношение к свету растений из нижнего яруса

В лесу растения нижнего яруса, а это напочвенный покров, подлесок, а также древесные всходы и подрост приспособлены в той или мере к условиям ограниченного освещения. Приспособленность эта выражена по-разному. Некоторые растения развиваются ранней весной, когда на деревьях еще нет листвы, другие растут под пологом разреженных древостоев, третьи приспособились развиваться при минимальном световом довольствии. Такие как кислица, зеленые мхи, некоторые папоротники, черника развиваются от 1/48 освещенности на открытом месте, кислица – 1/70. Вальтер считает, что «мертвая» лесная тень, в которой никакое зеленое растение не может уже расти начинается при интенсивности света 1/90 и ниже. Самые теневыносливые растения при резком освещении обычно отмирают.

Светолюбивые растения из семейства злаковых под пологом леса бывают незаметны, но они все же присутствуют в ряде типов леса, произрастая в стерильном состоянии. Замечать их лесовод должен, это помогает своевременно предвидеть последующие изменения, так как эти незаметные под пологом растения после сплошных рубок интенсивно развиваются, исключая часто возобновление леса. Например, вейник, который произрастает под пологом леса и совершенно неприметен, а после сплошной рубки полностью занимает ее сплошным высоким ковром, образуя дернину и препятствуя возобновлению леса. Часто вырубки, занятые вейником, не возобновляются десятки лет.

Контрольные вопросы

1. Светолюбивые и теневыносливые виды растений.
2. Продолжительность и периодичность освещения.
3. Интенсивность фотосинтеза.
4. Визуальный метод.
5. Таксационный метод Я.С. Медведева.
6. Метод М.К. Турского и В.И. Никольского.
7. Анатомический и фотометрический методы.
8. Физиологический метод и метод ассимиляционных колб.
9. Влияние леса на свет.
10. Развитие растений под пологом леса.

5. ЛЕС И ТЕПЛО

Тепловые условия развития растительности на земном шаре крайне разнообразны. Тепловые условия местообитаний зависят от географической широты и от удаленности от океанов и морей. При передвижении к северу до 71 параллели температура падает на 0,5° на каждый градус широты. Температуры воздуха и почвы изменяются как в течение ряда лет, так и в течение года и суток. Годовые амплитуды температур увеличиваются при движении от океанов и морей в глубь материков. Характер этих изменений для разных мест различен. Поэтому многолетняя среднегодовая температура и вообще средние температуры за значительный период в качестве характеристики тепловых условий для лесоводственных целей далеко недостаточно.

Например, при одинаковой средней годовой температуры Ялты и Ферганы в окрестностях Ялты произрастают субтропические породы, тогда как в Фергане они зимой вымерзают. Среднегодовые температуры Генуи и Шанхая примерно одинаковы (+15,9° и +15,2°), но зимние температуры в Шанхае могут понижаться до –20°, тогда как в Генуе таких температур никогда не бывает. Исторически сложившиеся требования древесных растений к теплу также разнообразны, как разнообразны и тепловые условия на земле.

Большая часть древесных пород растет и развивается только при температурах выше нуля. При этом для каждой породы для прорастания семян, цветения, созревания плодов и роста требуются различные тепловые условия. Для характеристики тепловых условий данного района предложены различные показатели. Широко используются методы вычисления суммы температур, необходимой для определения фазы развития данного растения. Например, учитывая, что активная жизнедеятельность растений (рост и развитие) протекает при температуре выше нуля, предлагается применять метод вычисления сумм среднесуточных температур выше нуля в течение года, месяца или какого то отрезка времени, например, соответствующей данной фазе развития.

Исключительную роль в эффективности использования тепла как фактора роста и производительности леса играет обеспеченность растений водой. Во многих районах, несмотря на огромную сумму тепла в течение вегетационного периода, лес не растет. Поэтому для оценки условий роста пользуются количественными показателями, учитывающими обеспеченность теплом и влагой одновременно. Г.Т. Селяниновым введено понятие «сумма температур, обеспеченных влагой», выражающие суммы температур выше 10^{o}, накопленные за вегетационный период с балансом влаги свыше 0,5. Баланс влаги это отношение количества осадков к величине физического испарения с открытой водной поверхности. Исчисленные таким образом показатели (для сельскохозяйственных культур) выглядит, к примеру, так: Архангельск – 1170/1170, Туркмения – 4120/1180, Кемь – 1020/1020, Ташкент – 4390/1040. Где первая цифра – сумма температур выше 10^{o}, а вторая цифра – сумма температур, обеспеченных влагой. Из данных следует, что в Средней Азии и на севере возможность использования растениями тепла примерно одинакова. Сам метод оценки климата по гидротермическому коэффициенту более совершенен, чем метод

сумм полезных температур или средней температуры за четырех вегетационных месяца, но он не дает достаточной характеристики конкретных климатических условий роста и развития определенной древесной породы.

Производительность леса в значительной мере зависит от длины вегетационного периода, который определяется от начала сокодвижения до осеннего пожелтения листьев. Примерной границей, если исходить из температуры, считается время, когда среднесуточная температура воздуха составляет 10°, а почвы – 5°. Вегетационный период увеличивается с продвижением с севера на юг. Однако в связи с недостаточностью обеспеченности влагой самых южных районов длина вегетационного периода не совпадает с периодом, вычисленным по температурам. Так, в Средней Азии вегетационный период оказывается очень коротким.

Каждый процесс у растений идет при определенных температурных условиях, отражаемых тремя кардинальными точками: минимума, оптимума, максимума. В точке минимума жизненный процесс только начинается, в оптимальной точке он достигает наибольшей интенсивности, в точке максимума затухает. Для каждого жизненного процесса эти точки имеют различные значения. Так, фотосинтез нарастает при увеличении температуры воздуха от 10° до 30–35°, а при температуре 40–50° совершенно прекращается. Процесс дыхания идет при следующих значениях точек: минимум +10° и ниже, оптимум около +40°, максимум +50°. Рост в точках минимума приостанавливается, но это не означает гибели растений. Гибель растения наступает при точках ультраминимума и ультрамаксимума.

Выделение температур применительно к вегетационному периоду и установление его продолжительности позволили в частности установить совпадение северной границы леса с июльской изотермой 10°. Северная граница и верхняя граница, за которыми данная порода не переходит в основном из-за недостатка тепла, могут быть показателями отношения этой древесной породы к теплу. Такую температуру называют иногда минимальной лесной термохорой.

Рассмотрим шкалу отношения древесных пород к теплу по П.С. Погребняку. Он выделил 4 группы пород: очень теплолюбивые, теплолюбивые, среднетребовательные и малотребовательные к теплу. Названия им установлены применительно к центральной лесостепи европейско части.

Очень теплолюбивые – эвкалипты, криптомерия, приморская сосна, пробковый дуб, кипарисы, кедры, секвойя, саксаулы.

Теплолюбивые – съедобный каштан, айлант, восточный платан, пушистый дуб, орех пекан, грецкий орех, белая акация, гледичия, берест, серебристый тополь.

Среднетребовательные к теплу – дуб черешчатый, граб, клены, ильм, вяз, ясень, дуб скальный, бук, клен явор, бархат амурский, липа, ольха черная.

Малотребовательные к теплу – осина, тополь бальзамический, ольха серая, рябина, береза, ель, пихта сибирская, сосна обыкновенная, сосна кедровая, лиственница, кедровый стланик.

Рассматривая отношение древесных пород к теплу следует различать понятие *теплолюбие* и *холодостойкость.* Так, осину в некоторых классификациях относят к наиболее холодостойким породам. В действительности же наблюдается заметная убыль осины, по сравнению с березой, при продвижении к северу. При этом осина приурочивается к наиболее прогреваемым почвам. В тайге почти ежегодно отмечается обмерзание побегов осины. То же самое отмечается с елью. Ель одна из самых холодостойких пород, она дальше всех проникает на север. Однако ель подвержена повреждению заморозками в большей степени, чем менее холодостойкая и более теплолюбивая сосна, у которой такого явления не наблюдается. Поэтому следует различать два понятия холодостойкости: по ее ареалу, т.е. в общеклиматическом понимании и по реакции древесной породы на низкие температуры внутри ее ареала, но эти понятия могут совпадать. Например, лиственницы даурская, сибирская и Сукачева являются холодостойкими породами в обоих понятиях, так как произрастают в суровых климатических условиях и не страдают от заморозков. А ель порода холодного климата, составляет часто самую северную границу леса, но страдает от заморозков даже внутри своего ареала. Дело в том, что ель в течение длительной эволюции приспособилась к возобновлению под пологом других древесных пород, защищающих ее от заморозков и выработала устойчивое лесное сообщество в целом приспособленное к существованию в суровых климатических условиях севера.

Древесные породы можно также разделить по отношению их к *континентальности климата*. Так, можно выделить породы мягкого климата (криптомерия, секвойя, бук, каштан съедобный, явор, дугласия, граб, дуб горный), породы континентального климата с жарким

летом и с не очень холодной зимой (дуб пробковый, дуб пушистый, айлант, берест, белая акация), породы резко континетального климата с холодной зимой (липа, вяз, осина, береза, ель, кедр сибирский, сосна обыкновенная, лиственница).

Потребность в тепле древесных пород, как и все другие их свойства, изменяется в пространстве и во времени. Так, в области пониженных температур в пределах ареала потребность в тепле является наименьшей, а в области максимума, наоборот, – наибольшей. В молодости древесные породы более требовательны к теплу и более чувствительны к влияниям крайних температур. Потребность в тепле изменяется также по сезонам: весной и вначале лета, когда идет интенсивный рост, потребность в тепле больше. Крайние температуры – низкие и высокие – могут оказывать на древесные растения ряд неблагоприятных влияний.

5.1. Влияние на лес низких температур

Классические исследования Н.А. Максимова показали, что чем ниже температура, тем большее количество воды в клетках тканей растений переходит в твердое состояние и тем более обезвоженной становится протоплазма. Переход за определенный предел сжатия протоплазмы кристалликами льда приводит к гибели клетки. Сахар, а также другие соединения, например минеральные и органические кислоты, соли могут предохранять белковое вещество от свертывания и вымораживания и следовательно играют защитную роль. Одревеснение к осени побегов текущего года у древесных растений уменьшает общее количество воды, способной к замерзанию, и тем самым предохраняют их от гибели. Сухие семена древесных растений нечувствительны к морозу и выдерживали в опытах низкие температуры до –240°.

В наших широтах чаще гибельными для древесных растений бывают не зимние 30-градусные морозы, а весенние заморозки, особенно при понижении температуры воздуха до 1–5° ниже нуля. Особенно опасен быстрый переход от холода к теплу и обратно. В лесоводстве различают поздние, или весенние, заморозки и ранние, или осенние. Ранние заморозки бывают во второй половине вегетационного периода до начала зимних морозов.

Различают два типа заморозков: адвективные, вызываемые поступлением холодных масс воздуха из других районов и радиацион-

ные, вызываемые излучением тепла почвой в ясные тихие ночи. Радиационные заморозки более внезапны, их возникновение в значительной степени зависит от характера подстилающей поверхности. Наиболее чувствительны к заморозкам древесные породы в начале и в конце вегетационного периода и главным образом в молодом возрасте, когда растение не вышло из зоны наиболее частых заморозков (высота 2 м). Породы различно относятся к заморозкам, одни очень чувствительны к заморозкам (дуб, пихта, ель), другие – менее чувствительны (сосна и лиственница), а береза и рябина устойчивы против заморозков и обычно ими не повреждаются.

Поздние и ранние заморозки вызывают и ряд других осложнений в жизни леса. поздние (весенние) заморозки наносят повреждения растениям во время цветения, в результате чего снижается урожай семян. Ранние (осенние) заморозки повреждают еще не одревесневшие побеги, особенно порослевые.

Вредное влияние низких температур в лесу широко проявляется в выжимании растений из почвы, побивании побегов растений, образовании морозобойных трещин. Положительное влияние заморозков в лесу выражается в уменьшении количества вредных насекомых.

Явление *выжимания растений* морозом наблюдается на обнаженных тяжелых переувлажненных почвах. Сущность явления заключается в том, что под действием мороза в почве образуются кристаллы льда. Они то и вызывают вспучивание почвы, приводящие к обрыву корней, их обнажению и выжиманию растений. Размеры кристаллов льда на обнаженной почве могут достигать 20–25 см. Кристаллы и почва, расширяясь, приподнимаются вместе с молодыми растениями. При оттаивании почва опускается, а корни молодых растений остаются оголенными на поверхности почвы и в итоге растения погибают.

Побивание побегов чаще всего наблюдается весной при возврате холодов, когда растения уже тронулись в рост. Широко практикуемой мерой борьбы с заморозками является возобновление леса под пологом, который может состоять как из древесных или кустарниковых пород, так и трав. Использование травянистых растений, древесных и кустарниковых пород для защиты чувствительных к заморозкам древесных пород предлагалось нашими учеными еще в XVIII в. Они предлагали такие породы выращивать под пологом сельскохозяйственных культур, в частности овса.

Морозобойные трещины образуются в случае переохлаждения наружных частей ствола при резких падениях температуры зимой, так как вследствие низкой теплопроводности древесины внутренние части ствола остаются теплее, сжимаются меньше, чем наружные. В результате наружная часть ствола разрывается, образуется трещина. Эти трещины ухудшают техническую ценность древесины, служат местом проникновения грибных болезней и способствуют нападению на дерево насекомых. Морозобойные трещины имеют периферических характер и тянутся на несколько метров в нижней части стволов. Чаще всего трещины образуются у пород с малоэластичной корой – у дуба, бука, ильмовых. По краям морозобойных трещин у лиственных пород часто образуются наплывы, затягивающие трещину. Однако при последующих неблагоприятных состояниях температурного режима трещины вновь образуются и все на одном и том же месте.

Отлупы представляют собой трещины, образующиеся в результате неравномерного расширения древесины при резкой смене низких температур высокими, т.е. когда после морозов наступает резкое потепление. Отлуп представляет полную или неполную кольцевую трещину, идущую по годичным слоям, является техническим пороком.

Влияние морозов. Одни растения (теплолюбивые) страдают от зимних морозов, тогда как другие отличаются высокой морозостойкостью и без вреда переносят очень низкие температуры, хотя их ткани при этом насквозь промерзают. Так, в районе Верхоянска (Республика Саха (Якутия)) температура может опускаться до 70°, несмотря на это леса произрастают, а мало же приспособленные к влиянию низких температур растения гибнут уже при небольших морозах. Морозоустойчивость растений связана с их водным режимом зимой.

Гибель отдельных деревьев и даже целых древостоев под влиянием исключительно низких температур в зимнее время в малоснежные зимы наблюдается редко, но может носить катастрофические последствия. Еще И.С. Тургенев в «Записках охотника» отметил, что от жестоких морозов в бесснежную зиму 1840 года погибло в Орловской и Тульской степях много дубовых лесов. Очень много леса погибло в суровую зиму 1939–1940 гг.

5.2. Влияние на лес высоких температур

В дневные часы на поверхности почвы даже в северных районах может достигать +50°. В известном Бузулукском бору (островной

массив соснового леса на границе Самарской и Оренбургской областей) на поверхности песчаной почвы наблюдалась температура в 67°. Всходы же ели погибают при температуре 53–55°. Температура, при которой погибает самосев сосны на 5–6° выше. Высокие температуры приводят к опалу корневой шейки и гибели камбия на уровне почвы. Чаще всего это явление наблюдается на обнаженных сухих почвах, а также на темноокрашенных. Для возобновления сосны на сухих песчаных почвах приходится разбрасывать порубочные остатки, для защиты всходов от перегрева.

Ожог камбия, приводящий к образованию солнечных подсушин в подкроновой, не защищенной ветвями части стволов, наблюдается у взрослых деревьев при внезапном их выставлении на свободу. Это повреждение чаще всего наблюдается у пород с тонкой темной корой – у ели, пихты, в молодом возрасте у дуба. Темная кора этих пород при прямом воздействии прямых солнечных лучей нагревается до такого уровня, что камбий погибает, кора отмирает и отстает. Подобным образом действуют и низовые пожары.

5.3. Влияние леса на температуру

Радиационный баланс леса выше радиационного баланса других видов поверхности суши. Это связано с лесным пологом, который может задерживать до 99% лучистой энергии, которая на открытых местах достигает поверхности почвы. Среднегодовая температура воздуха в лесу несколько ниже, чем на открытом месте. Разница эта невелика около 1°. Более существенно влияние леса на температурные амплитуды. В лесу летом прохладнее, чем в поле, а зимой теплее, чем на открытом месте. Максимум этих различий приходится на лето. Влияние лесного полога сказывается и на температуре почвы: она прогревается хуже, чем в поле. Длительные наблюдения за температурой почвой на стационаре «Каменка» в г. Загорске (в настоящее время г. Сергиев Посад) показали, что наиболее теплыми были почвы на луговом участке. На всех глубинах почва под еловым лесом была самой холодной, несколько теплее она была под сосняком, более теплой под березой. В мае верхний 20-сантиметровый слой почвы был холоднее, чем в поле, в еловом лесу на 8°, под сосной – на 6° и под березой – на 4°. В березовых насаждениях почва прогревалась до температуры выше 10° в мае до 40 см, в сосняках – на 5 см, в августе

соответственно на 180 и 130 см. Под еловым лесом почва до 10^{o} не прогревалась в течение всего лета.

Тепловой режим в лесу, как и световой, связан с составом древостоя, его сомкнутостью, густой, возрастом, ярусностью насаждения, а также типом леса. В сосновом лесу в летний период в солнечный день теплее, чем в еловом. Густой сомкнутый еловый полог препятствует проникновению тепла в нижние слои воздуха и к почве. Поверхность почвы, подрост и самосев древесных пород, другие лесные растения под пологом леса получают меньше тепла, но они и излучают его меньше, т.е. меньше охлаждаются по сравнению с открытом местом

Лес оказывает большое влияние на распределение температуры по вертикали. В дневные часы наибольшая температура воздуха была на поверхности хвои и превышала температуру почвы на 17,3° и почти на 9° температуру воздуха над хвоей на расстоянии 40 см от хвои. Вечером наблюдается обратная картина – наиболее низкая температура была на поверхности хвои. Таким образом, поверхность хвои является поверхностью наибольшего нагрева днем и наибольшего излучения ночью, т.е. она является деятельной поверхностью. Это режим тепла под пологом леса, но в лесу имеются поляны, прогалины, просеки, окна. Лес не уменьшает амплитуды колебаний температуры воздуха на лесных полянах и прогалинах. Более того, температура полян может настолько понижаться ночью, что на них могут наблюдаться утренние заморозки, что не всегда бывает на открытом месте. В дневные часы воздух прогалин нагревается сильнее, чем под пологом. Тепловой режим прогалин зависит от их величины и от рельефа. При отношении диаметра окна к высоте окружающих деревьев равном двум и более образуется так называемая морозобойная яма. При окружении таких прогалин плотной стеной леса, например, 2-ярусным насаждением, воздух в них застаивается интенсивно охлаждается за счет излучения и опасность заморозков увеличивается. Если же окружающее насаждение состоит из светолюбивых пород с высокоподнятыми кронами, то холодный воздух перетекает в лес и опасность заморозков уменьшается. В понижениях опасность заморозков в таких окнах выше, а на вершинах холмов меньше.

Контрольные вопросы

1. Шкала отношения древесных пород к теплу по П.С. Погребняку.
2. Очень теплолюбивые виды растений.

3. Теплолюбивые виды растений.
4. Среднетребовательные к теплу виды растений.
5. Малотребовательные к теплу виды растений.
6. Влияние на лес низких температур.
7. Выжимание растений и побивание побегов.
8. Морозобойные трещины и отлупы.
9. Влияние на лес высоких температур.
10. Влияние леса на температуру.

6. ЛЕС И ВЛАГА

В настоящее время наиболее ценным сырьем считается чистая вода, так как запасы чистой воды на планете катастрофически убывают. Загрязнение как открытых водоемов, так и грунтовых вод ставит перед человечеством сложные проблемы. Проблема чистой воды – эта большая и сложная проблема современности. В ряде регионов земного шара, причем не только в безводных пустынях, но и в индустриальных районах с умеренным климатом, очень острыми стали вопросы обеспечения питьевой водой и водой для технических целей. Проблему чистой воды можно решить только комплексом мероприятий, где лесу принадлежит особая роль. Лес регулирует запасы влаги, способствует сохранению и очищению воды.

6.1. Влияние влаги на лес

С влагой как экологическим фактором тесно связаны процессы возобновления леса, особенно в начальной стадии, формирование и продуктивность древостоев, характер и само существование леса. Влага наряду с теплом и воздухом необходима для прорастания семян, она играет большую роль в фотосинтезе. Вода участвует в извлечении растениями питательных веществ из почвы, их превращение и передвижение также происходит при участии воды. От содержания воды в почве и воздухе зависят процессы транспирации, их интенсивность, вообще жизнь протоплазмы, а значит и всего растения. Все виды влаги, имеющей значение для леса, можно свести к трем группам: осадки, влага в воздухе в виде паров, влага в почве.

Осадки. Значение осадков заключается в снабжении растений водой, необходимой для их роста и развития. Потребность растения в

воде зависит от температуры и влажности воздуха. Кроме того, возможность использования выпадающих осадков находится в зависимости от почвенно-топографических условий. Само по себе количество годовых осадков еще ни о чем не говорит. Так, например, при одинаковом количестве осадков в 500 мм, в одном случае за вегетационный период может выпасть 100 мм, а в другом 400 мм. В первом случае растения будут страдать от недостатка влаги, а во втором – от ее избытка. При одном и том же количестве осадков в южной тайге на рыхлых бугристых песках лес страдает от недостатка влаги, а на равнинных глинистых почвах – от ее избытка. При оценке обеспечения растений влагой чрезвычайно большое значение имеет учет температурных условий. В самом деле, на юге испарение значительно больше. При одинаковом количестве осадков в тайге и степи, в тайге достаточно для леса влаги, а в степи далеко недостаточно.

В разных географических районах потребности леса в воде различны. В умеренном климате произрастание леса возможно при осадках минимум 400 мм в год. В областях, где в летнее время преобладает холодная погода и испарение незначительно, хвойные леса существуют и при меньшем количестве осадков. В Восточной Сибири леса растут при годовом количестве осадков около 200 мм. Лучшие леса в Центральной Европе растут в районах с количеством осадков 600–700 мм. Однако, учитывая задержку влаги кронами, просачивание и испарение, ученые пришли к выводу, что действительная потребность леса меньше – фактически лесом используется около 150–170 мм в год, что составляет около половины потребности во влаге сельскохозяйственных культур.

Но само по себе количество осадков за вегетационный период также показатель ненадежный. Важно, когда выпадают эти осадки. Если весной и первой половине лета в начале вегетационного периода их выпадает мало, а во второй половине большая их часть, то в таком случае лесные насаждения будут испытывать недостаток влаги и будут страдать от засухи. Таким образом, особенно важно наличие осадков в период наибольшей нуждаемости в них растений, т.е. в первой половине лета. Имеют значение и количество осадков, выпавших в предыдущем году, особенно за осенне-зимний период. Немаловажное значение имеет и интенсивность осадков. Может выпасть большое количество осадков за год, например, 700–800 мм, но если они выпали в виде 2–3 ливней, последствия их могут быть и неблагоприятными.

Осадки дают растениям не только влагу, но и питание. В них содержатся различные минеральные вещества, а также соли азотной кислоты, аммиак и другие соединения азота. Но сейчас осадки содержат и вредные для леса вещества.

Твердые осадки в виде снега оказывают и физическое воздействие на лес, которое может быть положительным и отрицательным. Положительное влияние снега проявляется в предохранении почвы от промерзания, в защите невысоких растений как древесных так и трав от вымерзания, в защите молодого поколения леса от повреждения в процессе лесозаготовок, в увеличении дальности разлета семян по насту.

Внутри снегового покрова создается особый микроклимат. Колебания внешних температур при глубоком рыхлом снеге почти не проявляется на почве, она не промерзает, а если и промерзает, то на небольшую глубину. Промерзание почвы зависит от величины минимальных температур, их продолжительности, от мощности и плотности самого снежного покрова. При толщине снегового покрова 15–20 см разность температур на поверхности снега и под снегом достигает 15–20°. При высоте снежного покрова в 50 см температура почвы на поверхности близка к нулю. Такое свойство снега позволяет древесным породам в стелющейся форме произрастать в суровых условиях Крайнего Севера. Эта способность древесных и кустарниковых пород сохраняться под покровом снега широко используется в плодоводстве.

При выбросах в атмосферу газов промышленными предприятиями от химического отравления страдают окрестные леса, особенно молодняки. Самосев, подрост, саженцы или их части под снегом сохраняются, а их части над снегом страдают от отравления – хвоя быстро меняет окраску и отмирает. Поэтому снежный покров может служить средством установления причин отравления леса.

Зимние осадки оказывают и отрицательное влияние на леса, действуя чаще как физический фактор. Лес страдает от повреждений, причиняемых градом, снегом, изморозью, ожеледью. Повреждения градом в лесном хозяйстве не так ощутимы как в сельском, но он может наносить вред молоднякам.

Скопления снега на кронах деревьев, образующиеся при обильных снегопадах во время мягкой не морозной погоды, приводят к образованию снеговала и снеголома. Явление снеговала заключается в том, что под тяжестью снега, скопившегося на кроне, деревья сгибаются, пригибаются к земле, вываливаются с корнями. Под тяжестью снега

деревья могут ломаться и это явление называется снеголомом. К нему относят случаи, когда происходит поломка стволов, вершин, сучьев. От снеговала и снеголома чаще и сильнее страдают хвойные. В наших лесах снеголому и снеговалу больше подвержена сосна. Ель страдает от снеговала обычно в меньшей степени и снеголом у ели наблюдается значительно реже. Кроны и ветви ели приспособлены выдерживать большие скопления снега, который пригибает ветви, но не ломает их, а скатывается по ним вниз. У сосны ветви идут под углом вверх, поэтому, накапливаясь, снег не скатывается с них, а ломает ветви. Иногда под весом снега ломаются не только ветви, но и ствол. Из лиственных от снеговала страдает береза, от снеголома больше осина. Значительные изменения в кроне под действием снега происходят у кедра из-за хрупкости его ветвей. Снеговал и снеголом бывают наиболее чаще выражены на этапах молодняка и жердняка. В старшем возрасте снеговалу и снеголому подвергаются высокие и тонкие деревья.

Ощутимый вред наносят лесу изморозь и ожеледь, особенно в южных районах. Изморозь осаждается в виде непрозрачного рыхлого льда на тонких ветвях и хвое. Ожеледь (гололед) – осадок в виде прозрачного гладкого льда. Эти осадки достигают большого веса, под тяжестью которого происходит облом сучьев, ветвей, крон и даже стволов. Сильно страдают от ожеледи берест, ясень, белая акация. Особенно значительна такая опасность для хвойных с длинной хвоей, образующей густую крону. В засушливых районах изморозь является существенным источником осадков. Так, в лесостепи она дает до 8% осадков.

Некоторым источником влаги для растений является туман. В горах туманы образуют «внутренние дожди» или «горизонтальные осадки». Частые туманы ухудшают освещение и ослабляют ассимиляцию углекислоты и транспирацию. Роса также является некоторым источником влаги для растений, давая за год до 30 мм осадков. Роса ослабляет влияние заморозков.

Влажность воздуха. На условия существования леса оказывает влияние влажность воздуха. Она влияет на физиологические функции леса, например, на транспирацию. При низком содержании водяных паров в атмосфере, при относительной влажности ниже 30–35%, при температурах воздуха выше 23° и скорости ветра более 5 м/с образуются так называемые суховеи. Леса реагируют на суховеи, а также на засуху, не связанную с суховеями, изменением окраски и потерей части листвы, снижением прироста, отмиранием отдельных деревьев.

По сравнению со многими древесными породами в европейской части степи наиболее устойчивы против суховеев и засухи дуб, благодаря своей способности к глубокому укоренению.

Влажность имеет большое значение при оценке пожарной обстановки в лесу. При падении относительной влажности воздуха ниже 45–40% опасность возникновения лесного пожара становится значительной, так как лесные горючие материалы сохнут в это время очень быстро и лес может загореться при малейшем появлении источника огня.

Транспирация растений. Транспирация растениями влаги представляет важнейший процесс, связанный с данным фактором. Установлено, что из большого количества элементов, содержащихся в воде, только небольшая часть усваивается растениями в процессе питания, а все остальное ее количество испаряется: только таким образом растение обеспечивает себе успешный ход ассимиляции и поддержание определенного теплового режима.

Чтобы покрыть потребность в воде, растения развивают большую корневую систему. Подсчитано, например, что у одного растения озимой ржи общая длина корней может достигать 600 км, а с корневыми волосками до 10 тыс. км. При этом ежесуточно нарастает до 5 км, а с корневыми волосками до 80 км корней. Постоянно прирастая, корни как бы гонятся за водой и питательными веществами. Они, как говорил Н.А. Максимов, «обсасывают» каждую песчинку и «слизывают» с нее частицы воды.

Об испарении влаги растениями можно судить по интенсивности транспирации, быстроте расходования влаги, по транспирационному коэффициенту и обратному ему показателю – продуктивности транспирации. Транспирационный коэффициент отражает количество расходуемой растением воды за время накопления одного грамма сухого вещества. Он является видовым признаком, но зависит от условий местопроизрастания и особенностей насаждения. Для древесных растений его установить трудно, поэтому приводимые некоторыми авторами данные являются примерными. Согласно этих данных он колеблется у разных пород примерно от 100 до 1000 и более.

Почвенная влага. Одним из важнейших элементов экологической обстановки в лесу является влага, находящаяся на поверхности почвы и подстилки. Она обуславливает первые этапы возобновления леса, воздействуя на прорастание семян, на рост юных растений, их состояние. При этом влага влияет на возобновление и через опосредован-

ные связи: через состав травяного и мохового покрова, через изменения микрорельефа. В условиях выраженного микрорельефа (колоды, кочки, западинки) – влага сильно влияющий фактор на начальную дифференциацию растений. Влага на поверхности почвы, как результат дождя или даже росы, имеет важное значение не только для растений, но и для животных. При засухе могут погибать некоторые виды животных, часто погибают муравьи.

Болезненно на подтопление реагирует дуб, не выносит длительного подтопления и ель. Хорошо переносит подтопление ива, а периодическое подтопление сосны вызывает у нее перестройку корневой системы.

6.2. Отношение древесных пород к влаге

Древесные породы растут вплоть до крайних различий во влажности. Так, болотный кипарис растет практически в воде, а саксаул и фисташка практически в безводных пустынях, но это крайности. Основная масса древесных видов занимает промежуточное положение ближе к середине этой большой амплитуды. В лесоводстве достаточно давно известны попытки установить различия к влаге древесных пород. Имеются много шкал, разработанных физиологами, лесоводами, почвоведами. Шкалы П.С. Погребняка и А.Л. Бельгарда внешне различны, но при близком их изучении они достаточно похожи. Наиболее известна шкала Погребняка, в которой он разделил древесные виды растений на группы по отношению их к влаге: ксерофиты (сухолюбы) – приспособленные к высокой степени потери влаги, способные расти в условиях недостаточного увлажнения; гигрофиты (влаголюбы) – очень чувствительные к засухе, растут в условиях, обеспеченных влагой, выдерживая при этом недостаток кислорода в почве; мезофиты – средние по требовательности к увлажнению и засухоустойчивости, растущие в промежуточных условиях увлажнений. Также он выделил дополнительные категории: ультраксерофиты – крайние сухолюбы и переходные категории ксеромезофитов и гигромезофитов: первые стоят ближе к ксерофитам, вторые – к гигрофитам (табл. 2).

Недостаток шкалы в том, что нет многих широко распространенных в наших лесах древесных и кустарниковых пород (ель, рябина и т.п.). Все можжевельники включены в одну группу, с чем нельзя со-

гласиться, также в одну группу отнесены черная ольха и болотный кипарис. При отнесении древесных пород к определенной группе необходимо учитывать, что некоторые их них имеют широкую экологическую амплитуду по отношению к влаге. Классический пример – это сосна, часто она является единственным обитателем сухих песков и действительно является ксерофитом. Но она же бывает единственной древесной породой на переувлажненных торфяниках. Можно ли ее относить к гигрофитам? Правильный ответ можно найти у Г.Ф. Морозова, назвавшего сосну двойным ксерофитом за ее способность переносить не только физическую, но и физиологическую сухость. Неправильно было бы понимать, что сосна предпочитает очень сухие или физиологически сухие почвы. Дело в том, что сосна в большей мере, чем другие породы, может переносить большую сухость и большую влажность почв. Наиболее высокие запасы древесины сосна дает не в крайне сухих или крайне влажных условиях местообитания, а в условиях среднего увлажнения.

Таблица 2

Шкала отношения древесных пород к влаге (по П.С. Погребняку)

Ультраксерофиты	Саксаул, Можжевельник обыкновенный, Можжевельник казацкий, Фисташка обыкновенная, Дуб пушистый, Дуб пробковый, Грабинник обыкновенный
Ксерофиты	Сосна крымская, Сосна обыкновенная, Сосна Банкса, Айлант высочайший, Лох узколистный, Лох серебристый, Облепиха крушиновая, Скумпия, Абрикос, Вяз мелколистный, Самшит, Ива остролистная
Ксеромезофиты	Дуб черешчатый, Груша обыкновенная, Клен остролистный, Клен полевой, Берест, Гледичия, Черешня птичья, Яблоня лесная
Мезофиты	Липа мелколистная, Граб обыкновенный, Ясень обыкновенный, Орех грецкий, Лиственница сибирская, Бук восточный, Каштан съедобный, Конский каштан, Каштан обыкновенный, Береза повислая, Осина, Сосна сибирская, Сосна веймутова, Пихта сибирская, Ильм, Бархат амурский, Лещина обыкновенная, Бузина красная
Мезогигрофиты	Вяз гладкий, Черемуха птичья, Тополь чёрный (осокорь), Ива козья, Ива белая, Ива ломкая, Береза пушистая, Крушина ломкая, Ольха серая, Айва японская
Гигрофиты	Болотный экотип ясеня обыкновенного, Ива серая, Ива ушастая, Ива лапландская, Болотный кипарис, Ольха черная

Более узкой, по отношению к влаге, характеризуется группа настоящих мезофитов. Типичным мезофитом, как и большинство наших хвойных пород, является ель. К мезофитам надо отнести и рябину, обладающую узкой амплитудой, особенно чувствительной к дефициту влаги.

Недостаток влаги может вызвать увядание и даже засыхание растений. Первое наблюдается при большом дефиците влажности воздуха вследствие разрыва между подачей воды в кроны и испарением, это – атмосферная засуха. При этом в вечерние часы тургор обычно восстанавливается, так как запас влаги в почве является достаточным. Засыхание растений происходит при недостатке воды в почве, при этом тургор не восстанавливается и в ночное время. Это так называемая почвенная засуха. Последняя может вызвать гибель древесных растений. Так, на южной границе распространения ели в годы засух происходит ее отмирание, иногда носящее катастрофический характер. Такое массовое усыхание ели наблюдалось в конце 30-х годов в европейской части России.

Избыток влаги в почве также может влиять на растение неблагоприятно, хотя это действие является косвенным, выражающимся в уменьшении в почве воздуха. Растения страдают при этом от задыхания корней. В результате избытка влаги в лесу может происходить гибель деревьев и целых насаждений.

6.3. Влияние леса на влагу

Водный баланс территории складывается из прихода в виде осадков и расхода в различных видах испарения, а также стока воды, инфильтрации ее в глубинные горизонты почвы, аккумуляции влаги лесным фитоценозом и потребления ее почвенными микроорганизмами:

$$\mathbf{Н = И + С},$$

где Н – количество выпавших осадков, И – суммарное испарение, С – сток.

Влияние леса на осадки. Здесь надо выделить две стороны влияния леса. Это влияние леса на количество выпавших осадков и влияние леса на распределение выпавших осадков.

Первоначальные данные исследований в середине XIX столетия показали значительное превышение осадков в лесной местности, по

сравнению с соседней безлесной. Разница доходила до 50–100 мм в год. Высоцкий Г.Н., проводивший наблюдения в течение 10 лет в Мариупольском опытном лесничестве получил такие данные: в степи выпадает 400 мм осадков, в лесу – 501 мм. Однако Высоцкий сам назвал эту разницу фиктивной, не истинной. Причина разницы заключена в несовершенстве методики исследований. На открытых местах из дождемеров влага выдувалась в значительных количествах. В результате дождемеры в степи показывали меньшее количество осадков по сравнению с дождемерами в лесу, где ветра не бывает. В дальнейшем дождемеры стали оснащать ниферовой защитой и различия сразу заметно сгладились.

Одним из главных доводов в пользу увеличения количества осадков над лесом является факт повышенной влажности воздуха над лесом, так как лес испаряет влаги больше, чем луг, или тем более обнаженная поверхность. Но немецкий ученый Флеминг в 1968 году пришел к выводу, что лес не оказывает существенного влияния на количество местных осадков. Количество осадков, выпадающих над лесом и над полем равно.

Роль леса в образовании горизонтальных осадков (туман, роса, иней, изморозь и т.д.), или как их еще называют осажденный туман, значительна, т.к. огромная поверхность леса (листва, хвоя, ветви, стволы и т.д.). Когда эта поверхность охлаждается на ней конденсируется влага из воздуха. Это явление особенно проявляется на наветренных опушках, когда массы пересыщенного влагой воздуха приносятся ветром со стороны. Лес перехватывает эти осадки, поэтому на заветренную сторону они почти не попадают. Значение горизонтальных осадков по сравнению с вертикальными невелико. Большее значение они имеют в приморских районах и в горах.

Влияние леса на распределение выпадающих осадков. В этом отношении роль леса значительна, при рассмотрении вопроса распределения осадков надо иметь в виду, что в лесу они могут быть следующих видов: осадки в лесу, на площади, занятой древостоем; осадки на прогалинах, полянах, просеках, вырубках и других небольших открытых местах; осадки на более или менее обширной безлесной территорией.

В древостоях определенное количество осадков задерживается кронами деревьев. Часть из них испаряется в атмосферу, часть сдувается и скатывается вниз по ветвям и стволам, а другая часть – не задерживаемые осадки. Они проникают через промежутки в кронах, а

также между кронами и достигают поверхности земли. Часть их испаряется, а часть переходит в почву. Испарение с поверхности почвы в лесу значительно меньше, чем на открытом месте. Влага, попавшая в почву, частично используется лесом для своих жизненных нужд, частично в виде внутрипочвенного стока стекает в реки.

Количество воды, достигшее почвы, называется «нетто осадками» в отличие от валовых осадков, т.е. общего количества выпавших осадков. Разница между ними выражает потери на перехват. Максимальное количество воды в миллиметрах, которое может быть удержано пологом, получило название емкости влагозадержания данного полога. Количество осадков, проникающих под полог, зависит от их интенсивности, вида и продолжительности, от состава древостоя, его сомкнутости и полноты, возрастного строения, сезонных особенностей и т.д.

Установлено, что пихтовые древостои могут задерживать кронами до 70–80%, еловые – до 55–60, сосновые – до 30%, лиственничные – до 15% осадков. Данные эти характеризуются большой пестротой, что связано с многообразием характера леса. Максимальные величины задержания осадков кронами ели составляют до 6 мм, что соответствует 58–60% их количества.

Сомкнутость полога и его плотность связаны и с возрастом. Наибольшее количество осадков задерживается кронами деревьев в возрасте жердняка, когда кроны отличаются наибольшей сомкнутостью как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях. Осадки задерживаются также и нижними ярусами лесного фитоценоза, включая подлесок и напочвенный покров. Задерживание осадков кронами зависит также и от интенсивности осадков. Слабый дождь при высокой сомкнутости древостоя почти полностью остаются на кронах. Для увлажнения лесной почвы более интенсивный дождь лучше нескольких слабых. Однако при частой повторяемости небольших дождей повышается влажность воздуха, ослабляется задержка осадков кронами.

Зимние осадки в хвойных насаждениях, особенно еловых, задерживаются кронами до 50–60%, а в лиственных из-за отсутствия листвы подавляющая их часть проникает под полог. Так, по данным Н.С. Нестерова, 70–75-летние березняки зимой задерживают кронами всего 4–5% осадков, что подтвердилось и последующими исследованиями.

Под пологом леса снег ложится равномернее, особенно в лиственных насаждениях, чаще бывает более рыхлым и достигает большей толщины по сравнению с открытым местом. Сроки таяния снега в

лесу и вне леса различны, также они различны в разных по характеру лесах. Под защитой лесного полога и снегового покрова почва промерзает на меньшую глубину, чем в открытом поле. Но почва в лесу оттаивает медленнее, чем в поле и с неодинаковой скоростью в разных лесах. В лиственных лесах со вторым ярусом из ели снег исчезает весной позднее, чем в простых лиственных древостоях. В целом наибольшие различия во влиянии на распределение снегового покрова наблюдается между лиственными и хвойными (исключая лиственницу), но имеются существенные различия в пределах каждой из этих групп. Особенно своеобразно влияние ели на снег, а в связи с этим на тепловые условия почвы и на рост этой породы. Так, в густом еловом лесу почва покрывается снегом позднее. Снеговой покров отличается меньшей мощностью в течение всей зимы, весной таяние его задерживается. В таком лесу почва раньше и глубже промерзает и позднее оттаивает, чем в более осветленных насаждениях. После схода снега почва в густом еловом лесу оттаивает окончательно только через 28 дней, в изреженном ельнике через 16 дней.

Небольшие участки без деревьев в лесу (поляны, узкие лесосеки, дороги, посеки) отличаются режимом влаги как от участков, занятых деревьями и другими лесными компонентами, так и обширных открытых безлесных мест. В этих небольших участках до почвы доходит большее количество осадков, по сравнению с их количеством в насаждениях. Попадающие на поверхность почвы осадки защищены от выдувания, перераспределения отложений снега ветром.

Распределение снега, его накопление и таяние в лесу на лесных прогалинах и на больших открытых площадях происходит неодинаково. Открытые площадки характеризуются крайне неравномерным распределением снега: с повышенных мест он обычно сдувается в пониженные. В результате значительные площади открытых мест не получают осадки выпавшие в виде снега. Небольшие же открытые участки в лесу отличаются равномерным распределением снега по площади, высота снега здесь больше, чем под пологом леса. Поэтому здесь снег может сходить даже позже, чем допустим под пологом елового леса.

Лес и испарение влаги. В лесу влажность воздуха выше. Правда разница небольшая, в пределах 5–10%. Однако в течение суток эти различия могут быть значительно больше. Под тенистым сомкнутым пологом днем относительная влажность воздуха обычно выше, чем на

открытом месте, ночью ниже. От влажности воздуха во многом зависит и интенсивность испарения. Испарение – важнейшая расходная часть водного баланса леса. Оно слагается из трех видов: испарение с крон деревьев и нижних ярусов леса, испарение с поверхности почвы и транспирация.

Влага, задержанная верхним пологом леса очень быстро испаряется. Этому способствует ветер в верхней части кроны. Влага с крон испаряется в 4–5 раз быстрее, чем при транспирации. Условия для испарения с поверхности почвы в лесу более затруднительны, что связано с отсутствием ветра в лесу. По наблюдениям Н.С. Нестерова в летние месяцы с поверхности почвы в лесу влаги испаряется в 8 раз меньше, чем с поверхности почвы на открытом месте. Эта величина не может быть одинаковой в разных географических районах.

Значительное количество влаги расходуется лесом на транспирацию. Имеющиеся в литературе данные по транспирации древесных пород разноречивы. Некоторые физиологи склонны даже считать, что расход влаги сомкнутыми древостоями очень мало зависит от видового состава. Они не отрицают, что темпы иссушения почвы древесными растениями зависят от строения корневой системы и физиологических особенностях породы, но степень иссушения в конце вегетационного периода по их данным, будет для разных пород почти одинаковой. Транспирация может колебаться от 100 мм в засушливых районах до величин близких к испаряемости данной местности.

Величины испарения и транспирации близки только в тропических дождевых лесах. В других районах расход на транспирацию меньше испаряемости и составляет от одной трети до половины годового количества осадков. Исключить влияние характера леса на величину транспирации в пределах одного климатического района нельзя, поскольку доказана зависимость транспирации от света, тепла и влажности, а эти факторы варьируют в зависимости от характера леса. В сухой период у древесных пород с глубокой корневой системой транспирационная деятельность меньше нарушается, или совсем не нарушается, чем у пород с поверхностной корневой системой. Так, дуб может переносить сухие периоды, а ель, порода с поверхностной корневой системой, погибает в крайне засушливые годы даже в таежных районах. Если сравнить испарение с поверхности крон деревьев и транспирацию, то окажется, что густые хвойные леса испаряют с крон воды больше, чем расходуют на транспирацию, а у лиственных пород

выше расход на транспирацию. Намного ниже этих величин испарение с поверхности почвы. Древостой испаряет влаги больше, чем соседнее поле, луг, или другой вид открытой поверхности.

Лес и сток воды. Различают поверхностный и внутренний (внутрипочвенный) стоки. Первый может вызвать эрозию почвы, разливы и другие неблагоприятные последствия, второй питает более постоянный сток межени. Большое значение имеет сокращение поверхностного стока и перевод части его во внутренний. Роль леса здесь неоспорима. Лес уменьшает поверхностный сток в зависимости от географического района от 2–3 раз до 30–40 раз. Поверхностный сток в лесу уменьшается по мере продвижения с севера на юг. Так, в Ленинградской области на суглинистой почве в лесу стекает воды по поверхности в 2,5 раза меньше, чем на залежи, а в Воронежской области в 25–30 раз меньше. Поверхностный сток воды в лесу уменьшается вследствие неравномерности поверхности почвы, выраженности микрорельефа, слабого промерзания почвы, образования в почве макропустот, а также влияния подстилки, выполняющей роль фильтра и препятствующей перемещению воды в горизонтальном направлении. Все это способствует быстрому просачиванию воды в почву, т.е. переводу поверхностного стока во внутрипочвенный. Причиной уменьшения стока в лесу является также замедление интенсивности снеготаяния.

Уменьшение поверхностного стока воды означает и уменьшение выноса почвы из леса. В этом проявляется почвозащитная роль леса и роль его как очистителя воды, попадающей в реки в виде внутреннего стока. Особенно значительна защитная роль леса в горах при ливневых осадках, таянии снегового покрова, снежных лавинах. Режим таяния снега в лесу, превращения поверхностного стока во внутрипочвенный способствует более полному равномерному поступлению воды в реки, ослаблению опасности наводнений и повышению меженного уровня в реках. В этом проявляется водорегулирующая роль леса.

В лесоводстве к 30-м гг. XX в. утвердилось положение, что лес иссушает почву в зоне проникновения корней и понижает уровень грунтовых вод. Специальные исследования по изучению грунтовых вод были проведены П.В. Отоцким в экспедиции В.В. Докучаева. Он установил, что уровень грунтовых вод в лесу всегда ниже, чем за пределами леса. На основе этих исследований и личных наблюдений Г.Н. Высоцкий пришел к заключению, что лес понижает уровень грунтовых вод на равнинах. В отношении же гор им сделан вывод об

увлажняющей роли леса. В результате им был сформулирован тезис: «Лес сушит равнины и увлажняет горы».

Контрольные вопросы

1. Влияние влаги на лес.
2. Осадки и лес.
3. Влажность воздуха в лес.
4. Транспирация растений.
5. Почвенная влага и лес.
6. Шкала отношения древесных пород к влаге (по П.С. Погребняку).
7. Влияние леса на влагу.
8. Влияние леса на осадки и их распределение.
9. Лес и испарение влаги.
10. Лес и сток воды.

7. ЛЕС И ВОЗДУХ

Атмосферный воздух состоит в основном из азота (78%) и кислорода (около 21%). Кроме того, в нем имеется значительное количество аргона (около 1%), сравнительно небольшая доля (0,03%) углекислого газа и затем примесь так называемых благородных газов и газов, поступающих в атмосферу с дымом. Помимо газов, в воздухе содержатся водяные пары, образующие туманы, а также в воздухе много пыли различного происхождения и состава.

Углекислота. Из углекислоты растения создают углеводы, идущие на построение их тела.

Почти на половину своего сухого веса древесные растения состоят из углерода (в древесине 49,5% – углерода, кислорода и азота – 44,2%, водорода – 6,3%). В состав древесины входят также минеральные вещества, дающие при сжигании золу. Количество золы колеблется в пределах от 0,2 до 1,7%.

Углекислота участвует в процессе фотосинтеза, исходными веществами для которого является углекислота и вода. Исследование методом меченых атомов показало, что кислород, который выделяют на свету во время фотосинтеза растения, образуется в результате распада воды – ее фотолиза: хлорофилл, поглощая световую энергию, передает ее воде, за счет чего и идет ее фотолиз.

Содержание углекислоты в воздухе подвержено значительным колебаниям. Так, установлено наличие суточных колебаний – в течение дня содержание углекислоты уменьшается, а ночью – повышается. Данные изменения связаны с фотосинтезом растений. Содержание углекислоты в воздухе подвержено также сезонным колебаниям – летом содержание углекислоты снижается, а зимой возрастает. Это также связано с жизнедеятельностью растений. Наблюдаются также годичные колебания в содержании углекислоты в воздухе, что связано с метеорологическими факторами. Предполагают, что в дождливые годы содержание углекислоты увеличивается, а в засушливые снижается, что может быть объяснено более энергичными процессами разложения органического вещества во влажные годы. Содержание углекислоты в воздухе подвержено и пространственным изменениям – в городе ее может быть 0,05%, а в пригороде – 0,03%. Скопление людей и концентрация промышленных предприятий приводят к повышению концентрации CO_2.

Подсчитано, что ежегодно растения потребляют 1/35 общего запаса углерода в атмосфере. Однако одновременно идет и пополнение углекислоты за счет «почвенного дыхания», т.е. дыхания почвенных организмов, растений, животных и человека, разложении мертвого органического вещества, выделении углекислоты вулканами и минеральными источниками, выделения ее при горении.

Взрослый человек поглощает количество кислорода равное тому, которое выделяет участок леса площадью 0,03 га, т.е. один гектар леса обеспечивает кислородом 33 человека. В свою очередь, человек выделяет столько углекислоты, сколько нужно для покрытия потребности в ней участка леса такой же площади, т.е. 33 человека могут обеспечить углекислотой 1 гектар леса.

Поступление углекислоты в воздух в очень большой степени зависит от условий жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. Способствовать усилению их жизнедеятельности могут хозяйственные мероприятия. К числу их относятся: рыхление подстилки, частичное ее удаление, известкование почвы, разбрасывание порубочных остатков, изреживание леса, создание смешанных насаждений и т.д. Наблюдениями установлено, что в зависимости от характера почвы и содержания в ней гумуса она выделяет различное количество углекислоты, например: песчаная почва – 2,00 кг/час/1 га, песчаная богатая гумусом почва – 3,99 кг/час/1 га, суглинистая почва –

3,97 кг/час/1 га, суглинистая богатая гумусом почва – 4,11 кг/час/1 га, песчаная почва под буковым лесом – 15,4–22,0 кг/час/1 га, песчаная почва под ольшаником –11,7–23,4 кг/час/1 га, луговая почва – 3,30 кг/час/1 га.

Углерод, ассимилируемый зелеными растениями из углекислоты, составляет около 50% сухого вещества растения. При средних условиях на 1 га леса требуется в год около 4 т углерода, извлекаемого приблизительно из 18 млн $м^3$ воздуха. Считают, что весь запас углерода воздуха мог бы быть использован растительностью за 35 лет, если бы не было его обратного возвращения. Другими словами, в ежегодном обращении находится около 3% всего запаса атмосферного углерода.

Исследования показали, что повышение содержания углекислоты в воздухе увеличивает продуктивность растений, например при полном дневном освещении и увеличении содержания углекислого газа в воздухе вдвое, ассимиляция его хвоей сосны также увеличивается вдвое. Ассимиляция светолюбивых при естественном освещении больше зависит от содержания углекислоты в воздухе, чем от изменений интенсивности света. Ассимиляция же теневыносливых растений при всякой интенсивности света свыше 1/10 зависит почти исключительно от углекислоты.

В лесу содержание углекислоты в воздухе меняется в зависимости от высоты над почвой. Больше всего находится углекислоты близ почвы на высоте до 1,5 м (до 0,05% и более). На уровне крон концентрация углекислоты резко падает (до 0,02%), что объясняется потреблением ее здесь на ассимиляцию. Плодородные, удобренные почвы выделяют углекислоты больше, чем бедные, малоплодородные. На песчаной почве – 2 кг/час, в поле на богатых почвах – 4 кг/час, в лесу на бедных почвах – 2–6 кг/час, а на плодородных – 12–23 кг/час. В общем, в лесном воздухе углекислоты оказывается больше, чем в поле и на лугах. Это находится также и в связи с тем, что в лесу нет сильного движения воздуха и углекислота, выделенная почвой, меньше рассеивается и накапливается.

На открытой местности углекислый газ распределяется в атмосфере равномерно и является величиной постоянной, исключая индустриальные районы с сильно развитой промышленностью, особенно химической. Лес сильно влияет на содержание и распределение CO_2. В лесу происходят циклические изменения в содержании CO_2 в про-

странстве и во времени. Они могут отклоняться до 100% от нормального содержания углекислоты в воздухе открытой местности. В лесном воздухе углекислоты содержится в 1,2–1,6 раз больше, чем на открытой местности. Но это превышение можно отнести к нижним слоям воздуха до высоты 1,5–2 м.

Углекислый газ обладает тяжелым молекулярным весом, но уменьшение его в зоне крон связано не только с этим, а главным образом с ассимилирующим действием крон. Доказательством является то, что после листопада наблюдается постепенный переход углекислоты в воздух без заметного влияния крон. Размещение CO_2 внутри леса связано с составом, густотой древостоя, наличием прогалин, равномерностью размещения деревьев. При густом древостое наблюдается большая концентрация CO_2, чем в редких древостоях.

Наиболее важный источник образования углекислоты в лесу – верхняя часть почвы, прежде всего подстилка и гумус. Здесь под влиянием животных, грибов, бактерий протекают интенсивные биологические процессы, сопровождающиеся образованием углекислоты. Путей переноса тяжелого углекислого газа из припочвенного слоя в область крон может быть несколько: диффузия, температурная конвекция, ветер и турбулентность воздуха. Наибольшее значение имеют два последних фактора. При слабом ветре и горизонтальном его движении углекислота не переносится в кроны. Но как только течение воздуха наталкивается на какое-то препятствие, например в виде групп подроста, подлеска, изменения рельефа, оно направляется вверх и этим создается возможность снабжения крон углекислотой.

Концентрация CO_2 в нижних ярусах лесного сообщества так же, как и ее передвижение в верхний ярус, не означает увеличение содержания углекислого газа в атмосфере за пределами леса. Напротив, интенсивная фотосинтетическая работа лесного полога с использованием углекислоты, поступающей к нему снизу и сверху, является важным фактором, снижающим содержание углекислоты в атмосфере.

Кислород. Кислород необходим растениям для дыхания. При дыхании происходит окисление органического вещества и освобождение энергии, аккумулированной в растении в процессе фотосинтеза. Освобождающаяся при дыхании энергия необходима для всех жизненных процессов.

Интенсивность дыхания различных растений неодинакова. Неодинаковым является также дыхание различных частей одних и тех же

растений. Чем быстрее рост, тем интенсивнее дыхание. У быстрорастущих органов растений дыхание может быть даже интенсивнее, чем у человека и животных. Так, человек выделяет за сутки углекислоты в количестве 1,2% от его веса; прорастающие семена при температуре 37^{o} также выделяют углекислоты в количестве 1,2% от их веса, а плесневые грибы – от 6 до 10%.

Установлено, что дыхание в широких пределах не зависит от содержания кислорода. Так, интенсивность дыхания растений не изменяется при значительном увеличении концентрации кислорода, при помещении растения в чистый кислород. Некоторое уменьшение количества кислорода также не сказывается на дыхании. Если только содержание кислорода уменьшается в 10–20 раз, то это уже отражается на дыхании. Поэтому кислород воздуха можно назвать универсальным фактором: нигде и никогда на земном шаре кислород не выступает в качестве ограничивающего фактора. Совсем другое значение имеет кислород в почве, а для водных растений – в воде. Так, если аэрация почвы недостаточна, то может произойти задыхание корней растений, приводящее к отмиранию. Таким образом, кислород в почве может явиться ограничивающим фактором.

Но если мы будем такими темпами сжигать горючие ископаемые, то нашим потомкам трудно будет дышать – такой прогноз дают специалисты, изучающие естественный баланс кислорода в атмосфере. Возросшая производственная деятельность человечества потребовала огромного расхода свободного кислорода, идущего на многочисленные окислительные процессы.

Свободный кислород поддерживает жизнь, но и сам он продукт жизнедеятельности. Каждый четвертый атом живого существа – атом кислорода. Человеку в сутки нужен в среднем 1 кг пищи, 2 л воды и около 1 кг кислорода. Почти весь кислород атмосферы биологического происхождения. Часть его превратилось в озон и защищает поверхность Земли от проникновения жестких излучений. Кислород способен соединяться с многими элементами. В непрерывном круговороте биосфера обменивается с атмосферой и гидросферой водяным паром, кислородом и двуокисью углерода. Весь кислород атмосферы проходит через живое вещество примерно за 200 лет.

Добродеев О.П. попробовал сравнить затраты кислорода на окисление горючих ископаемых с количественным выражением других статей баланса кислорода в биосфере. Ученому удалось подсчитать

количество свободного кислорода, выделяемого растениями суши. Затем было определено сколько кислорода поставляет растительность океана. При этом оказалось, что выделение кислорода с единицы площади на суше значительно больше, чем в океане. Около половины всего кислорода биосферы производят территории, наиболее богатые влагой и теплом поясе Земли, близкие к экватору.

По подсчетам Добродеева, оказалось, что все растения Земли ежегодно выделяют кислорода больше, чем расходуется в настоящее время при сжигании горючих ископаемых. Казалось бы, баланс не нарушен. Но «излишек» кислорода почти полностью расходуется на окисление отмирающей части живого вещества и в атмосферу не попадает. Правда, часть органического вещества успевает избежать окисления, будучи погребенной в осадочных породах. Оно то и «экономит» кислород, составляющий приходную статью кислородного баланса биосферы. Любопытно, что больше всего свободного кислорода остается в результате захоронения органического вещества в озерах и реках. Следовательно, считает Добродеев, общепринятое представление, что основной поставщик кислорода – леса, оказывается неточным.

Скорость окислительных процессов возрастает с повышением температуры. Поэтому в экваториальных и тропических поясах отмирающее вещество окисляется почти полностью. Не случайно, кстати, основные запасы торфа на Земле приходятся на страны умеренного и субарктического поясов, где низкие температуры способствуют накоплению значительной массы мертвого органического вещества в болотах, озерах и поймах рек.

Итак, лесные ландшафты жарких поясов лишь ускоряют круговорот кислорода, а не поставляют его в атмосферу. Долгое время основным поставщиком кислорода был пояс северного полушария, где наибольшую площадь занимают болота, озера и шельф океана. Но в последнее десятилетие в связи с промышленным освоением севера он же стал главным потребителем свободного кислорода, идущего на сжигание горючих ископаемых.

Общее количество свободного кислорода, оставшегося не истраченным на окисление органических веществ, по расчетам Добродеева, составляет около 0,5% от всего кислорода, появляющегося каждый год в биосфере. Это на порядок меньше величины расхода свободного кислорода, идущего на окисление горючих ископаемых. Таким обра-

зом, резюмирует исследователь, расход кислорода на сжигание топлива значительно превышает все естественные статьи баланса.

Кислород, также как и углекислота, характеризуется относительным постоянством содержания в атмосфере. Лес можно считать одним из фактором поддерживающих это постоянство на планете. Заметного увеличения содержания кислорода в лесу не обнаружено. Но кислород, выделяемый при фотосинтезе, имеет определенные физические особенности, например, может нести отрицательный заряд. Появляется все больше данных об ионизации лесного воздуха, т.е. об обогащении лесного воздуха ионизированным кислородом.

Другие вещества в составе лесного воздуха. В составе лесного воздуха имеется много различных летучих химических веществ, выделяемых надземными и подземными органами лесных растений и другими организациями. Состав их зависит от характера леса, от времени года и суток, особенностей погоды. Каждому, кто бывал в лесу, знаком смолистый запах соснового бора в теплый или жаркий летний день, неповторимый аромат березы весной при пробуждении почек и распускании листвы, запах опавшей листвы осенью или специфический запах грибов во время грибного сезона. Многие вещества, находящиеся в лесном воздухе не имеют запаха и могут быть обнаружены только специальными методами. Химическая природа летучих соединений в лесу еще недостаточно раскрыта. Известно, что значительную роль играют терпентины, входящие в состав живицы, эфирных масел, бальзамов, углеводороды (особенно этилен), летучие витамины и др. За вегетационный период в атмосферу выделяется непредельных и ароматических углеводородов приблизительно: кедровыми насаждениями – 450–500 кг/га, сосновыми – 400–450 кг/га и березовыми – 200–220 кг/га. Многие из лесных выделений прямо или косвенно могут влиять на состояние и здоровье человека, особенно благодаря фитонцидным свойствам.

Среди летучих органических соединений имеются вещества, губительно действующие на насекомых, на бактерии, грибы, другие микро и макроорганизмы. Такие вещества названы фитонцидами. Вопрос о природе фитонцидов хотя не вполне еще ясен, но многочисленные факты влияния их показывают его большую практическую и научную значимость. Замечено, например, что выделения измельченных листьев черемухи, эвкалипита могут убить слепней, комаров. Выделения листьев дуба убивают дизентерийную палочку, также высокими бактерицидными свойствами обладает багульник. В лесу 1 $м^3$ воздуха

содержит всего лишь около 500 бактерий, а в городах это количество увеличивается в 70 и более раз.

Сейчас понятие фитонциды несколько расширено. Фитонцидами названы биологически активные вещества, выделяемы в процессе жизнедеятельности растений в окружающее пространство, способные вызвать физиологические изменения у других организмов. Фитонциды могут быть не только в газообразном, но и в жидком и твердом состоянии.

Лес и пыль. Лес способствует очищению воздуха от пыли и ослабляет действие других вредных примесей. Механизм этого влияния леса проявляется в виде двойного фильтра: влияние на проникновение в лес и поглощение пыли и газов со стороны и сверху. В первом случае роль фильтра играет опушка и приопушечная часть леса, во втором – лесной полог. Фильтрующая способность зависит от характера леса, так еловое насаждение удерживают из воздуха 32 т пыли на 1 га, сосновое – 36,4 т/1 га, буковое – 68 т/1 га.

Контрольные вопросы

1. Углерододепонирующая роль леса.
2. Углекислый газ и лес.
3. Содержание углекислого газа в зависимости от времени суток и года.
4. Почвенные микроорганизмы и углекислый газ.
5. Концентрация углекислого газа в лесу.
6. Кислород и лес.
7. Процесс дыхания у растений.
8. Влияние высокой температуры на физиологические процессы растений.
9. Состав воздуха в лесу.
10. Лес и пыль.

8. ЛЕС И ВЕТЕР

8.1. Влияние ветра на лес

Ветер оказывает физиологическое и физическое воздействие на лес. Ветер увеличивает транспирацию, что влечет за собой увеличение подачи в листья питательных веществ. Кроме того, унося от лист-

вы массы воздуха, обедненного углекислотой, и принося на их место новые порции углекислоты, слабый ветер улучшает условия ассимиляции. Однако уже при скорости ветра 0,2–0,3 м/с транспирация увеличивается в три раза. Более значительная скорость ветра, повышая чрезмерно транспирацию, ухудшает условия ассимиляции.

Ветер воздействует на внешний вид деревьев. На открытом месте, где ветер бывает чаще, проявляется его воздействие на дерево более сильно, чем в лесу. У деревьев формируется под действием ветра сбежистый, утолщенный у основания ствол, способный противостоять более сильному напору ветра. В лесу, при ослабленном действии ветра, формируются более полнодревесные стволы.

Крона заметно подвергается и непосредственному воздействию ветра. При ветре, дующем преимущественно в одном направлении, замедляется рост на наветренной стороне дерева, крона приобретает флагообразную крону. Это часто наблюдается у деревьев, произрастающих на морском побережье, на границе с тундрой, в высокогорных районах. При этом крона сильно изреживается особенно при совместном воздействии ветра и снега. Архитектоника крон деревьев в известной степени зависит от вызывающего охлестывания и самоохлестывания деревьев действия ветра. При односторонних ветрах стволы деревьев изгибаются в том же направлении и развивается односторонняя корневая система. В поперечном сечении такие стволы эксцентричные и приобретают порок древесины, называемый «кренью».

Оказывая физическое давление на надземную часть деревьев, ветер влияет и на их подземную часть, т.е. корневую систему. При постоянном действии ветра у одиночных деревьев и редко размещенных деревьев развивается более мощная корневая система.

Роль ветра в биологии леса особенно проявляется во влиянии его на опыление и распространении семян. На открытых местах (вырубки, гари, большие поляны) ветер иссушает верхние горизонты почвы и подстилку, ухудшая условия возобновления леса. В этих условиях ветер высушивает напочвенный покров, валеж, другие горючие материалы и таким образом повышает опасность возникновения и распространения лесных пожаров. Также ветер стряхивает снег с крон деревьев, что предотвращает снеговалы и снеголомы и увеличивает мощность снегового покрова в лесу.

Из повреждений и потерь, наносимых лесу ветром, наиболее ощутимы для лесного хозяйства ветровал и бурелом. Деревья, поваленные

вместе с корнями, относятся к ветровалу. Деревья, сломанные на какой-либо высоте ствола, называются ветроломом или, как принято говорить в практике, буреломом. Опасность образования ветровала и бурелома зависит от ряда факторов: характера ветра, времени года, древесной породы, условий окружения деревьев, возраста деревьев, их состояния, почвы, состава древостоя, уровня лесного хозяйства.

Ветровал и ветролом отдельных деревьев или их групп в лесу – явление происходящее при скорости ветра до 8-10 м/сек, т.е. при обычных, средних, а иногда и при слабых ветрах. Если нет других факторов, способствующих ветровалу и бурелому, то явление это не частое. Повышение скорости ветра усиливает опасность ветровала и бурелома, особенно опасны для леса ураганы. В этих случаях на пути прохождения урагана вываливаются и ломаются уже не одиночные деревья или их небольшие группы, а выпадают целые массивы протяженностью в десятки и сотни километров. К примеру, 12 ноября 1972 года ураган со скоростью до 200 км/час прошелся по лесам Голландии и Германии. Только в Германии было повалено ветром более 100 тыс. га лесов с запасом 17 млн $м^3$. Со временами года связаны господствующее направление и сила ветра, состояние почвы. На сухой и померзшей почве опасность ветровала меньше, чем на влажной и непромерзшей, хотя опасность ветровала и бурелома не исключается. Особенно характерны осенние ветровалы и буреломы.

Каждой древесной породе свойственны особенности строения подземной и надземной частей, которые различно связаны с опасностью ветровала и бурелома. Устойчивые против ветровала породы имеют глубокую корневую систему. К таким породам относятся: дуб, лиственница, сосна, ясень, клен. Породы с поверхностной корневой системой такие как ель, бук, береза, пихта обычно ветровальны. Ветровальности ели и пихте способствует также густая и плотная крона. Бурелому подвержены древесные породы с мягкой древесиной (пихта, осина) и породы с глубоким укоренением. Однако нельзя говорить, что вот эта порода устойчива к ветровалу, а эта нет. Все зависит от конкретных условий. Сосна может оказаться ветровальной, а ель ветроустойчивой.

У деревьев, выросших на свободе, образуются сбежистые стволы, более приспособленные к напорам ветра. В густом сомкнутом лесу деревья растут при ослабленном действии ветра и имеют малосбежистые стволы, обладающие меньшей устойчивостью, но достаточной

для условий леса. Деревья же из густого древостоя, выставленные на простор, не приспособлены к воздействию ветра и подвержены в большой степени ветровалу и бурелому. Если же эти деревья устоят, то в дальнейшем в них увеличивается сбежистость ствола и они становятся более ветроустойчивыми, но на это уходят годы.

Деревья в давно сформировавшейся опушке леса обладают большей ветроустойчивостью, чем деревья в стене леса, примыкающие к недавней вырубке или гари, где деревья не приспособлены к новому для них ветровому режиму, поэтому создается повышенная опасность образования ветровала и бурелома. В целях ослабления опасности повреждения леса ветром при некоторых видах рубок проводится подготовка деревьев (особенно ветровальных пород) к ветроустойчивости путем постепенного изреживания древостоя.

Старые деревья больше молодых подвержены ветровалу и бурелому. Это связано с их большой высотой и пораженностью гнилями. Опасность повреждения ветром увеличивается у деревьев, пораженных корневыми или стволовыми гнилями. Первые, особенно корневая губка, способствуют образованию ветровала, вторые, преимущественно стволовые сердцевинные гнили, – бурелома. Опасность от ветра сильно возрастает после пожара вследствие подгорания корней и произведенного им изреживания древостоя.

Очень важным, а часто и определяющим факторам ветровальности деревьев является почва. На ветроустойчивость она влияет через корневую систему деревьев, формирование которой особенно тесно связано с механическим составом, глубиной почвы, материнской породы, уровнем грунтовых вод. Кроме того, влияние почвы сказывается через ее физическое состояние (влажная, сухая, промерзшая, переувлажненная и т.д.).

Устойчивость против ветра различна у чистых и смешанных древостоев. Смешанные древостои более ветроустойчивы по сравнению с чистыми, особенно если последние представлены ветровальными породами. Опасность повреждения леса ветром и их последствия во многом определяются способами рубок и порядком их проведения, санитарными мероприятиями и т.д.

8.2. Влияние леса на ветер

Леса представляют собой мощное механическое препятствие движению масс воздуха, и, естественно, что в лесу гораздо тише, чем в

открытой местности. Чем гуще лес, чем более мощно облиственны деревья, тем значительнее задерживается движение воздуха.

В исследовании Н.С. Нестерова под Москвой (в сосновом лесу с густым дубовым подростом и подлеском из лещины) наблюдается постепенное снижение скорости ветра по мере удаления от опушки внутрь леса (табл. 3).

Таблица 3

Снижение скорости ветра по мере удаления от опушки внутрь леса

Расстояние от опушки, м	34	55	77	98	122	186	229
Скорость ветра, %	66	48	25	20	7	5	2

По его наблюдениям, при скорости ветра на открытом месте в 2,3–2,5 м/с скорость ветра в ельнике на расстоянии 35–38 м от опушки составляет 0,03–0,04 м/с. Это всего лишь 1–1,5% от скорости ветра на открытой местности.

По мере подъема ветра над почвой скорость его в лесу возрастает. Непосредственно на поверхности почвы внутри ее живого покрова обычно наблюдается почти полное затишье. Вследствие того, что летом под пологом леса днем несколько холоднее, чем в поле или на поляне, вырубке, а ночью, наоборот, теплее, на опушке образуется тяга воздуха: днем из леса в поле, а ночью из поля в лес – явление аналогичное морским бризам.

Хорошо выраженная опушка, т.е. край леса, густо облиственный сверху донизу особенно сильно препятствует движению воздуха. Лес, задерживая движение масс воздуха, уменьшает скорость ветра не только внутри и сзади, но и впереди себя, с наветренной стороны. С подветренной стороны, сзади леса, скорость движения воздуха оказывается самой низкой. По мере удаления от края леса скорость ветра увеличивается. На некотором расстоянии от леса скорость сравнивается со скоростью его на открытой местности. Довольно многочисленные наблюдения показывают, что при более или менее значительной высоте леса снижение скорости ветра в наветренную сторону простирается до 100 м, а в подветренную сторону до 500 м, иногда и до 1000 м.

Однако существенное снижение скорости ветра (больше чем на 10%) наблюдается лишь на расстоянии до 20 м с наветренной сторо-

ны и до 200–300 м с подветренной стороны. Ориентировочно можно считать, что расстояние, на которое лес ощутимо влияет на скорость ветра с подветренной стороны равняется примерно 20–50-кратной высоте леса. С увеличением скорости ветра степень относительного снижения его скорости лесом возрастает.

Ветрозадерживающая, или как еще говорят, ветроломная роль леса имеет большое практическое значение. На этом свойстве леса разработана система защиты полей и дорог лесными полосами. Для задержания ветра достаточна узкая полоса леса шириной 10–50 м, а иногда достаточно 1–2 рядов деревьев. Так как действие полосы леса распространяется на несколько сотен метров, то поля защищают сетью полезащитных полос, расположенных на расстоянии 0,5–1,0 км друг от друга и разбивающих поля на клетки, со всех сторон защищенные от ветра. Полезащитные полосы, ограждая культуры от ветра, летом уменьшают их транспирацию, а зимой предотвращают выдувание снега с полей. Считают, что в среднем за ряд лет урожай между полосами примерно на 20–30% выше, чем на незащищенных полях.

Контрольные вопросы

1. Влияние ветра на лес.
2. Ветровал и бурелом.
3. Ветровальные и ветроустойчивые виды древесных растений.
4. Влияние леса на ветер.
5. Зависимость снижения скорости ветра по мере удаления от опушки внутрь леса.

9. ЛЕС И ПОЧВА

9.1. Влияние почвы на лес

Почва наряду с климатом – важнейший экологический фактор, определяющий существование леса. Внутри климатического региона роль почвы как фактора внешней среды является решающей. В то же время она является неотъемлемой частью биогеоценоза или экосистемы. Взаимодействуя с другими компонентами леса – древостоем, его нижними ярусами, влияя на них почва сама находится под их постоянным воздействием. Лес, таким образом, можно рассматривать и как один из факторов почвообразования.

В лесоводстве чаще, чем в сельском хозяйстве приходится учитывать геологические условия, считаться с материнской породой, рельефом, его происхождением. Через древостой лес непосредственно связан не только с почвенными горизонтами, но и с материнской породой. Корни отдельных деревьев проникают глубоко в грунт. Нередко рубежом, отделяющим глубину проникновения корней вглубь является уровень грунтовых вод. С другой стороны, в природе можно наблюдать примеры поселения и длительного существования, например, сосны на месте выхода кристаллических пород, где ее корни распространяются по поверхности скал и растут при слабой выраженности почвообразования.

Подстилающая материнская порода может не только косвенно – через формирование почвы, но и непосредственно влиять на продуктивность. Насколько резко материнская порода через почву влияет на состав и характер лесов, видно из того, что геологи по составу лесных насаждений нередко могут судить о характере геологических напластований.

П.А. Ососков указывал, что чистые сосновые боры приурочены в Засурье к мощным песчаным отложениям из наносов рек в ледниковый период. В местах выходов на дневную поверхность мергелей и глин нижнемеловой и юрской формаций появляются лиственные смешанные леса из дуба и его спутников – вяза, липы, клена. Исследования других геологов показали, что чистые сосновые боры приурочены к выходам оливина, в составе которого 45% магния. Где залегает диаллогоновая порода с содержанием 19,5% извести, там к сосне примешивается лиственница сибирская. На габбро-диорите, содержащем 22% алюминия и 4% железа, появляется кедр сибирский. Наконец, сланцы, содержащие 4% калия, 4% железа и 17,5% алюминия, покрыты елово-пихтовыми лесами.

В Шиповом лесу Воронежской области на деградированном черноземе прекрасно растет дуб со своими спутниками. Лес образует древостои с запасом древесины в 80 лет 450 $м^3$ на 1 га, где участие дуба до 0,4 единиц. На солонцах производительность леса резко падает, спутники дуба исчезают, остается только дуб в виде корявых древостоев с небольшим запасом – 120 $м^3$ – на 1 га дровяной древесины. В Брянском массиве на песках растут чистые сосновые боры, но если на некоторой глубине в почвенном профиле появляется зеленовато-голубая прослойка глауконита, обогащенного фосфором и калием, то

в сосновом древостое появляется ель, образующая второй ярус и заходящая даже в первый ярус. По очертанию сосновых участков с примесью хорошо растущей ели можно составить карту распространения глауконитового слоя. Равным образом по конфигурации участков насаждений из ели с широколиственными породами можно оконтурить выдел мергелистых почв. И можно легко решить обратную задачу: на вырубках и гарях после почвенной съемки восстановить состав некогда существовавших древостое и получить представление об их производительности.

По хорошему росту лиственницы сибирской вместе с сосной и елью можно предсказать, что в лесу в почвенном разрезе на небольшой глубине залегает более или менее прерывистый пласт известняков. И, наоборот, судя по близкому к дневной поверхности залеганию доломитов в ямах и тому подобных естественных обнажениях на гарях, где древостой исчез, можно, восстанавливая историю леса, безошибочно утверждать, что в состав былого древостоя входила лиственница. На европейском северо-востоке в районах близкого залегания известняков высокопродуктивные лиственничные древостои могут давать запасы до 600–700 м^3/га, в то время как на песках ледникового происхождения растут сосняки, продуктивность которых в 3–3,5 раза меньше. Эта разница, помимо различий в непосредственном влиянии почвообразующих пород на древостои, обусловлена и разным уровнем плодородия развивающихся на них почв: в первом случае формируются почвы, богатые гумусом и питательными веществами, во втором – бедные подзолистые песчаные почвы.

Понятие почвы в связи с лесом приобретает некоторые особенности. Почвой теперь признается слой земли на всю глубину проникновения корней, а у деревьев это может быть 5–10 и даже 20–30 м. Надо, однако учитывать, что степень взаимовлияний на разных глубинах неодинакова и процесс почвообразования на них находится на разных стадиях. Слои пород на глубинах более 5–10 м играют обычно незначительную роль в непосредственном обеспечении растительности элементами питания. С глубиной, после определенного рубежа, биологическая активность почвы, ее экологическая роль снижается. Для лесов умеренного пояса, особенно таежной зоны, они обычно более выражены в слое до глубины 1–1,5 м, иногда 2–2,5 м.

Одна из наиболее отличительных особенностей лесной почвы – накопление ею органического вещества за счет лесного опада в виде

листвы, хвои, древесной массы, отмирания других растительных и животных организмов, приводящего к глубоким изменениям в почве. Почва оказывает влияние на состав всех ярусов растительного сообщества – от напочвенного покрова до древостоя. От нее зависит и территориальное размещение древесных пород в пределах их естественного ареала. Почва воздействует на возобновление леса как косвенно, так и непосредственно в виде субстрата. При подборе древесных пород в целях выращивания леса наиболее важное значение имеет их отношение к почве.

Почва, влияя на рост и развитие леса, на его состав и строение, в значительной мере определяют и продуктивность леса, причем не только количественную в виде древесных запасов или общей фитомассы, но и качественную. Например, на севере у сосны на болотных торфяных почвах формируется мелкослойная древесина, но с малым содержанием поздних трахеид, т.е. древесина низкого качества, в отличие сосны на минеральных грунтах, где формируется древесина с большим содержанием толстостенных поздних трахеид в годичных слоях, т.е. с высокими физико-механическими свойствами.

Почва может использоваться в качестве одного из диагностических и классификационных признаков леса. Так, при выделении типов леса, типов условий его произрастания, по почве нередко приходится восстанавливать картину прошлого леса, особенно когда он подвергся многократным рубкам, исказившим его первоначальный облик.

Человек может влиять на производительность почвы. Проводя мероприятия по осушению, обводнению, орошению, внося минеральные удобрения можно повысить плодородие почвы и таким образом воздействовать на продуктивность выращиваемого на ней леса.

Влияние рельефа. Рельеф влияет на водный и тепловой режим почвы. С ним связаны перераспределение выпавших атмосферных осадков, грунтовых вод, перемещение почвенных частиц и т.д. На вершинах всхолмлений увлажнены только верхние горизонты, растения не могут пользоваться грунтовыми водами. На склонах увлажнены не только верхние горизонты, но близко подходят и грунтовые воды, залегая на глубине 1 м, у подножия вся толща почвы увлажнена.

С.В. Зонн подразделяет почвы по их положению в рельефе на следующие группы: элювиальную, транзитную и надводно-подводную. Почвы элювиальной группы формируются на водоразделах и характеризуются поступлением вещества и энергии только из атмосферы,

глубоким стоянием грунтовых вод, недоступных для снабжения растительности. Почвы транзитной группы приурочены к склонам с характерным для них перераспределением атмосферных осадков, световой и тепловой энергии, поступлением влаги и продуктов обмена веществ и энергии с прилегающих биогеоценозов, а также дополнительной аккумуляции вещества из грунтовых вод. Почвы надводно-подводных лесных биогеоценозов приурочены к отрицательным формам рельефа, регулярно или периодически затопляемых водами. Для этих почв характерны: периодическое обогащение веществами с поверхности, выщелачивание подвижных элементов питания, торфянистость, иловатость и соленость.

В природе не так все просто как следует из этой схемы. Так, в тайге водоразделы на огромных пространствах нередко представлены пониженно-равнинным рельефом с избыточным увлажнением, с торфянистыми почвами и заболоченными лесами.

Световой, тепловой и водный режимы склонов связанны с их экспозицией, что отражается и на составе лесов и их продуктивности. Большую роль в жизни леса имеет и микрорельеф. Опасность выжимания молодых растений морозом наиболее сильно выражена на влажных, тяжелых по механическому составу почвах, приуроченным к микропонижениям. Но эта опасность не проявляется на микроповышениях, которые ель и использует для своего поселения. Микроповышения в естественном лесу многочисленны и разнообразны. Это различного рода кочки, валеж, особенно в виде колод – сгнивших или полуразложившихся поросших мхами старых пней. Создаваемый ими органический субстрат обладает плохой теплопроводностью и защищает корневую систему ели от действия низких температур. Этот субстрат характеризуется постоянством содержания влаги и хорошей аэрацией, а приподнятое положение выводит всходы от самых низких температур. Сам субстрат благоприятен и своей питательностью особенно для ели, всходы и подрост который используют свободные аминокислоты, пока корни не могут использовать минеральную часть почвы.

Почва и корневая система. Почве принадлежит основная роль в формировании корневой системы деревьев. На глубоких, рыхлых, хорошо прогреваемых, умеренно влажных и достаточно плодородных почвах корни распределяются по вертикали на большую глубину, чем на почвах мелких, влажных, подстилаемых плотными породами.

Сосне обыкновенной свойственна глубокая корневая система. Но эта порода обладает большой пластичностью корневой системы. На глубоких, легких по механическому составу почвах без избыточного увлажнения сосна образует длинный стержневой корень. На глубоких песчаных сухих почвах по всхолмлениям с глубоки залеганием грунтовых вод сосна образует поверхностную корневую систему в виде многочисленных длинных тонких корней, приспособленных к перехвату атмосферных осадков. На болотных торфяниках у сосны в молодом возрасте отмирает стержневой корень и формируется поверхностная корневая система с немногочисленными, но толстыми корнями.

Ель во многом противоположна сосне. Долгое время считалось, что корневая система ели поверхностная и не обладает пластичностью. Действительно в лесу можно встретить ветровал ели и увидеть при этом ее поверхностную корневую систему. Корни ели располагаются главным образом в пограничных слоях гумусового и лежащего под ним верхнего минерального горизонта, а окончания боковых корней нередко полностью находятся в гумусовым горизонте. Основная масса корней ели в этом случае сосредоточена в верхней части почвы – до глубины 20–30 см. В ряде местопроизрастаний у ели, кроме горизонтальных корней образуются и вертикальные, идущие от горизонтальных, образуя так называемые якорные корни. На влажных почвах они выражены слабо и проникают на небольшую глубину. Для дренированных почв эти корни характерны и могут проникать в глубину до 1 м и более. На легких почвах у ели может формироваться и стержневой корень.

Распространение корней вглубь ограничивают у всех пород слои плотных горных пород, карбонатные породы, кристаллические породы, мерзлота, грунтовые воды.

Глубоко укореняющаяся лиственница Сукачева имеет, так же как сосна и ель, поверхностную корневую систему на почвах, подстилаемых на небольшой глубине карбонатами. Лиственница даурская и другие породы, произрастающие в районах распространения летней мерзлоты образуют поверхностную корневую систему.

Дуб – порода с характерной для него мощной и глубокой корневой системой, на поймах образует поверхностную корневую систему.

В засушливых районах древесные растения имеют длинные разветвленные горизонтальные корни, простирающиеся в радиусе до 25 м (белая акация, саксаул и др.).

Отношения древесных пород к почве. Касаясь отношения отдельных древесных пород к почве, следует сказать, что в практике их различают прежде всего по различной общей требовательности к почве. Одни породы относятся к более требовательным (ясень, бук, липа, ель), а другие могут поселяться и на бедных почвах или на почвах с односторонне выраженными свойствами (сосна, белая акация, береза).

Помимо такого общего суждения установлено, что сосна может занимать самые разнообразные почвы, начиная от песчаных и кончая торфянисто-глеевыми, хотя наилучшего роста достигает на богатых супесчаных и суглинистых почвах карбонатных и черноземных. Лиственница сибирская, ясень и бук считаются породами, достигающими оптимального развития на почвах, богатых известью.

Суглинистые и свежие супесчаные подзолистые почвы покрыты обычно еловыми, пихтовыми и лиственными лесами как в чистом виде, так и смешанными. Можно сказать, что такие почвы подходят для большинства пород, если только последние поставлены в благоприятные климатические условия.

На сухих песчаных почвах юга растут некоторые виды ив, в частности шелюга, белая акация, осокорь. Эти ксерофиты развивают сильную корневую систему. Например, у песчаной акации корни уходят в пески на 18 м, у джузгуна засыпаемые песком придаточные корни достигают 30 м длины.

Солонцеватые почвы выносят сравнительно немногие породы. К числу солевыносливых пород можно отнести тамарикс, ильм, гледичию, татарский и полевой клены, дуб, шелковицу.

Во взаимосвязях отдельных древесных пород с почвой надо учитывать и влияние других факторов. Обычно ель не растет на песчаных почвах, но во влажном климате положение меняется. От почв, явно благоприятных для роста отдельных древесных пород, необходимо отличать те почвы, которые заняла та или иная древесная порода не вследствие благоприятных для нее условий, а потому, что другие, более требовательные породы на этих почвах не могут расти.

Влажность почвы. Важнейшее значение для растений имеет почвенная влага. Но не всякая влага а почве и не во всякое время одинаково полезна. На почвах сильно увлажненных и в то же время бедных кислородом произрастает ограниченное число древесных пород. А те, которые могут расти, например, сосна обыкновенная, имеют замедленный рост, образуют древостои низких бонитетов. Такое явление

присуще особенно таежным лесам с застойной влагой. Корни способны брать значительное количество воды, если она не насыщена в большой степени органическими кислотами и солями. Древесные породы на торфяных почвах в условиях высокого физического содержания воды с трудом поглощают минимум влаги из-за кислой среды, затрудняющей осмотические процессы. Длительное застаивание воды в почве ведет часто к образованию закисных соединений железа, ядовитых для древесных и кустарниковых пород.

В общем виде значение грунтовых вод в жизни леса можно представить следующим образом. На юге повышение уровня грунтовых вод благоприятно для роста леса, а понижение – неблагоприятно. На севере наоборот, повышение грунтовых вод вызывает заболачивание почвы и снижение бонитета.

Химическое плодородие почвы. Лесные древесные породы меньше потребляют зольных элементов, чем травянистые, что свидетельствует о возможности разведения леса на более бедных почвах по сравнению с сельскохозяйственными культурами. Однако было бы совершенно неправильным считать, что лес не нуждается в плодородной почве. Выращивание высокопроизводительных древостоев возможно на почвах богатых азотом и зольными элементами. О потреблении зольных элементов и их потребности косвенно судят по содержанию их в составе самих древесных растений. Наибольшее количество золы и азота накапливается в хвое и листве, т.е. в органах, где происходят основные процессы биосинтеза. За ними идут мелкие, затем крупные ветви. Наименьшим содержанием золы и азота характеризуется ствол дерева.

Хвойные отличаются меньшим содержанием зольных элементов и азота (1–4%). Лиственные, как правило, содержат большее количество золы (до 5–10%). У одной и той же породы содержание зольных элементов и азота меняется с возрастом. У значительного количества древесных пород наиболее интенсивно потребление наблюдается в возрасте молодняка и жердняка.

Морозов Г.Ф. различал понятия потребность в зольных веществах и требовательность к ним. Первое определяется процентом зольности листьев или количеством золы в годичном приросте насаждения на единице площади, т.е. количество зольных элементов которое порода извлекла и использовала для своей жизни. Второе – способность извлекать нужные вещества из почвы в надлежащих количествах только

при высоком их содержании в почве. Примером породы с большой потребностью в зольных элементах и в то же время с малой требовательностью к составу почвы является белая акация: она отличается высоким содержанием зольных элементов и в то же время способна извлекать их из бедных почв. В противоположность ей сосна обыкновенная соединяет в себе малую потребность с малой требовательностью.

По требовательности к химическому плодородию почвы древесные и другие лесные растения можно разделить на три группы:

- Олиготрофные (малотребовательные): сосна обыкновенная, белая акация, береза повислая и пушистая, шелюга.
- Мезотрофные (среднетребовательные): ель, лиственница, кедр сибирский, ольха черная и серая, осина, рябина.
- Эвтрофные (породы с повышенной требовательностью): клены, ясень, дуб, бук, ильмовые, липа, пихта, грецкий орех.

Разным лесным растениям зольные элементы и азот требуются в разном количестве и в различных сочетаниях. Общее значение азота выразил Д.Н. Прянишников: «Без азота не могут образоваться белковые вещества, без белковых веществ не может быть протоплазмы, а, следовательно, и жизни». На почвах с повышенным содержанием кальция часто произрастают лиственница, бук и ясень, но также для всех лесных растений необходимы и другие элементы питания (фосфор, сера, калий, железо и т.п.).

Присутствие карбонатов в составе почвообразующих наносов определяет в тайге наиболее благоприятную среду не только для лиственничных древостоев, но и для ели. Почвы, богатые известью, обычно отличаются хорошей аэрацией, благоприятным тепловым и гидрологическим режимом, поэтому положительное влияние кальция сказывается и через улучшение физических свойств почв.

Засоление почв. Большинство древесных пород и кустарников плохо переносят засоленность почв. Солевыносливыми породами являются: тамариксы, саксаул, белая акация, некоторые виды тополей, клены татарский, полевой и ясенелистный. Солонцеватость почв связана с наличием обменного натрия и характеризуется щелочной реакцией, при этом может образоваться сода, токсичная для корней.

Оценивать отношения древесных пород и других лесных растений к механическому составу почвы, ее физическим свойствам и химизму необходимо с учетом географических условий. Общеизвестно, что ель относится к породам суглинистых, а не песчаных почв, так как там

она не произрастает из-за сухости и бедности почвы. Однако на обширных территориях редкостойной северной тайги ель встречается и на песчаных почвах. Эти почвы здесь характеризуются большим содержанием влаги, чем на юге. Они лучше прогреваются по сравнению с суглинистыми почвами этой зоны.

9.2. Влияние леса на почву

Влияние леса на почву многогранно, в одних случаях эти влияния положительные, в других отрицательные. Многогранность влияния леса на почву проявляется через:

- влияние главного лесного полога и нижних ярусов растительности на микроклимат, количество и качество влаги, поступающей в почву;
- физическое, химическое и физиологическое воздействие корней деревьев и других лесных растений;
- фитомассу леса, поступающей в почву через опад листвы, хвои, сучков, стеблей, коры, отмирающих корней;
- влияние животных – обитателей леса – и многочисленных микроорганизмов, активно участвующих в почвообразовании.

В результате перечисленных и других влияний почва в лесу приобретает свои особенности, сильно отличаясь от почв, находящихся вне леса. эти отличия связаны как с физическими свойствами почвы – ее влажностью, температурой, воздушным режимом, так и химическими.

Физические особенности лесных почв. Поверхность почвы в лесу нагревается меньше, чем в условиях открытого места, но в лесу она и меньше отдает тепла в процессе излучения. В вегетационный период среднемесячная температура поверхности почвы несколько ниже, чем на открытом месте. Разница зависит от характера насаждения, она больше в сомкнутом еловом или пихтовом лесу и меньше в сосновом и лиственничном насаждении. С глубиной разница в температурах уменьшается, но не исчезает. На поверхности среднемесячная температура может быть меньше, чем на открытом месте на 4–5° и эта разница сохраняется до глубины 10–20 см. Разница в температуре под лесом и полем сохраняется до глубины 1 м и больше, где она может составлять 2°.

В температурном режиме лесных почв нет резких перепадов на протяжении суток, какие наблюдаются в почвах на открытой местно-

сти. Почва в лесу промерзает позднее и на меньшую глубину. Температурный режим почв на прогалинах, просеках, вырубках заметно отличается от теплового режима под пологом леса, так как на поверхности почвы особенно значительны температурные амплитуды, которые сказываются и в самой почве.

Влажность, воздушный режим и другие физические особенности лесной почвы определяются во многом распространением корней древесных и кустарниковых пород. Корни рыхлят почву, увеличивают ее скважность, создают структуру. Проникая в материнскую горную породу они расширяют профиль почвы. Особенно благотворно на структуру почвы влияют породы с разветвленной корневой системой, такие как береза, лиственница, бук и ясень.

Через корневые системы могут и ухудшаться физические свойства почвы: деревья с поверхностной корневой системой оказывают сильное давление на расположенные под ней горизонты почвы, уплотняя ее. Уплотнение почвы характерно для еловых лесов с поверхностной корневой системой.

Состав атмосферных осадков в лесу и их влияние на почву. Осадки, проникающие через полог леса к почве претерпевают не только количественные, но и качественные изменения. Осадки, соприкасаясь с поверхностью листвы, хвои, коры деревьев и других растений вымывают органические соединения. Так, если на открытом месте осадки имеют pH 5,1–6,1, то под кронами ели – 4,6–6,0; под березой – 4,5–6,9 и под сосной – 3,7–5,5. Данные многих исследователей свидетельствуют, что осадки стекающие по стволам, сильнее окисляются, чем при просачивании их сквозь кроны. Таким образом, осадки в лесу еще до попадания в почву имеют повышенную кислотность, что отражается на pH почвы.

Лесной опад. Опавшие в течение года листья, хвоя, ветви, сучья, плоды и другие остатки лесной растительности составляют лесной опад. Это наиболее богатые зольными веществами и азотом части растений. Опад – основной материал для образования лесной подстилки и гумуса. От его количества, состава, времени зависит во многом почвообразовательный процесс, формирование лесной почвы.

Главный поставщик опада – древостой, в лесах умеренного пояса, включая тайгу, величина этого опада 0,5–8 т на 1 га в год. Наиболее характерны средние величины – 2–4 т. Во влажных тропических лесах годичный опад достигает 12 т и более. Наибольший опад дают буко-

вые леса, за ними еловые и березовые, затем сосновые, дубовые, лиственничные. Наличие второго яруса заметно повышает величину опада, особенно если он представлен елью.

Наибольшее количество опада наблюдается в возрасте жердняка, особенно, если не велись рубки ухода. В это время в результате самоизреживания погибает много деревьев, которые добавляются к опаду. Опад в лесу образуется не только за счет древесных пород, но и напочвенного покрова. Некоторые данные показывают, что напочвенный покров в некоторых случаях дает столько же органики, сколько и деревья.

Образование лесной подстилки и гумуса. Лесной опад трансформируется в подстилку и гумус. Название лесной подстилки исторически связано с тем, что в прошлом крестьяне собирали напочвенный слой с опавшей хвоей, листвой, ветвями для использования его для подстилки скоту. Естественно, что функции подстилки могла выполнять только неразложившаяся часть этого слоя, поэтому первоначально не было различий в понятиях опад и подстилка.

В настоящее время в понятие лесной подстилки включается опад на поверхности почвы, находящейся в той или иной стадии разложения. Можно предложить следующее определение подстилки: лесная подстилка – слой органического материала над верхней минеральной частью почвенного профиля, сформированный преимущественно растительным опадом, находящихся на разных стадиях разложения в зависимости от конкретных условий и времени его поступления на поверхность почвы. Это предопределяет его расчлененность на генетические подгоризонты.

В жизни леса подстилка играет значительную роль, которая может быть положительной и отрицательной. От мощности подстилки, ее состава, влажности, особенностей ее разложения зависит возобновление леса. Она оказывает влияние на физические, химические и биологические особенности почвы. Подстилка – один из основных источников углекислоты, азотного питания, она является важным звеном в биологическом круговороте веществ и энергии. Естественно, что влияние подстилки отражаются на росте древостоя и его продуктивности.

Лесная подстилка накапливается постепенно, образуясь в молодом лесу, по мере увеличения опада она достигает затем большой мощности. Но наряду с накоплением происходит и процесс разложения. Наибольшие запасы лесной подстилки накапливаются в таежной зоне, особенно в северной и средней тайге. Особенно затруднены процессы

разложения подстилки в заболоченных лесах, где запас подстилки может достигать 100 т/га. Наиболее интенсивно подстилка разлагается в лесостепи.

Разложение подстилки зависит от ее состава. Хвоинки ели вследствие их одиночного расположения при опадении плотно пилегают друг к другу, образуют плотный слой с затрудненной аэрацией. Хвоя сосны представлена пучками, ложится рыхлым слоем, также и листья березы при опадении скручиваются. Создаются аэробные условия, благоприятствующие разложению опада и подстилки. Разложение хвойной подстилки (за исключением лиственницы) затрудняется также смолистостью хвои и наличием воскового налета на ней. В смешанных хвойно-лиственных древостоях процесс разложения опада и подстилки происходит быстрее, чем в чистых или сосновых древостоях.

Анаэробные процессы разложения опада и подстилки приводят к разрушению целлюлозы и накоплению лигнина. При низких температурах и высокой влажности подстилки и при ограниченном доступе кислорода процессы разложения подстилки замедляются, происходит ее накопление и оторфование. В противоположных условиях происходит быстрая минерализация опада и подстилка может не образовываться.

Органические вещества переходят в почву в виде растворов. Лесные подстилки разлагаются по фульватному типу и по гуматному типу. Фульватное разложение характерно для лесотундровых и северотаежных лесов, гуматное – для лесостепных и степных районов.

С.В. Зонном (табл. 4) дана группировка лесных подстилок на основе отношения гуминовых кислот к фульвокислотам ($С_г$:$С_ф$).

Таблица 4

Группировка лесных подстилок на основе отношения гуминовых кислот к фульвокислотам

Группа	$С_г$:$С_ф$	Гумусонакопление в горизонте А	Действие на минеральную часть почвы
Фульватная	Меньше 0,2	Почти отсутствует	Наиболее агрессивное
Гуматно-фульватная	0,2–0,5	Слабое	Агрессивное
Фульватно-гуматная	0,5–0,7	Среднее	Слабоагрессивное
Гуматная	Больше 0,7	Интенсивное	Аккумулятивное

Наибольшими запасами общего углерода и азота отличаются торфяные, торфянистые и некоторые грубогумусные подстилки (углерода до 24–36 т, азота до 1,4 т). Большие запасы азота в этих случаях не означает, что они доступны для растений. Азот здесь находится в малодоступной для растений форме, гумификация затруднена и требуются специальные меры для превращения его в усвояемые формы.

Быстро гумифицируются листья древесных пород, листья являются основным источником перегноя. В грубой подстилке еловых лесов процессы нитрификации отсутствуют или протекают крайне медленно. Примесь березы в ельниках или липы в сосняках усиливает процессы нитрификации, которому способствуют также многие травянистые растения. К древесным и кустарниковым породам, способствующим разложению подстилки и *гумусообразованию* относятся липа, лещина, береза, лиственница, бук, ильмовые, ольха, граб, ясень, рябина, дуб. Они образуют муллевые подстилки, характеризующиеся выраженным процессом нитрификации. Ель, пихта, а также растения из мохового покрова (особенно сфагнум и кукушкин лен) замедляют разложение подстилки и затрудняют образование гумусовых веществ, это так называемый грубый гумус.

Разреживание древостоя, усиливающее приток тепла и влаги к поверхности подстилки, благоприятно для ее разложения и гумификации. Однако при этом надо учитывать характер напочвенного покрова. Древесная порода может быть хорошим гумусообразователем, но если после прореживания поселяются злаки или кукушкин лен, ослабляется образование мулля, ухудшается почва. Такие явления возможны в березняках. Листья осины различаются у старых и молодых деревьев. Молодые деревья осины скручиваются после опадения и способствуют разложению подстилки. Старые деревья осины имеют плотную листву, листья не скручиваются, что затрудняет их разложение.

Сосновый опад намного уступает опаду большинства лиственных пород по способности гумусообразования. На бедных песчаных почвах ее роль как гумусонакопителя значительна. Имеется много фактов образования гумусового слоя под сосной за сравнительно короткий период – за 20–30 лет. Большие изменения в мощности и качественных особенностях лесной подстилки и гумуса происходит под влиянием лесных пожаров, рубок, очистки мест рубок и т.д.

Лес и биология почвы. Наиболее активно жизнь протекает в лесной подстилке и ризосфере. Динамическая природа лесного опада,

лесной подстилки, гумуса выражается не только в химических превращениях, но и в биологических превращениях. Химические процессы и превращения происходят под воздействием микроорганизмов. Гумус – результат деятельности микробов.

В лесах с благоприятными условиями разложения подстилки значительно активизируется деятельность дождевых червей. Они не только разрыхляют почву, но и перерабатывают почву, пропуская ее через свой пищеварительный тракт Дождевые черви ускоряют разложение подстилки, способствуют образованию мулля.

Бактериальная флора богаче в почвах лиственных лесов, грибная чаще преобладает в хвойных насаждениях. Березовая, а также лиственничные подстилки наиболее насыщены микроорганизмами, а сосновая и еловая значительно беднее ими. Актиномицеты и грибы, наоборот, характерны именно для еловой и сосновой подстилки.

Тайга с ее хвойными лесами, климатическими и почвенными особенностями способствует усилению роли грибов в разложении подстилки, а южные леса – усилению в этом процессе роли бактерий. Однако и в лесах севера после рубки активизируются бактерии, особенно после пожаров. Лесная подстилка с гумусом является самой плодородной частью почвы.

Ризосфера. Большое влияние на развитие микрофлоры в почве оказывают корни растений. Часть почвы, непосредственно соприкасающаяся с корнями, называется ризосферой. В ризосфере для развития микроорганизмов создаются благоприятные условия. Здесь повышенное содержание питательных веществ из-за отпада корней и выделений живых корней. В этих выделениях имеются минеральные и органические соединения. В корневых выделениях могут быть фосфор, калий, аммиачный азот, кальций, магний. В корневых выделениях содержатся также разные ферменты.

Микрофлора, развивающаяся в ризосфере, играет заметную роль в питании растений, включая и лесные древесные растения. После рубки древостоя возрастает роль ризосферы некоторых травянистых растений. Нитрифицирующие бактерии в значительном количестве появляются в ризосфере иван-чая. Более того, здесь обнаружен даже азотобактер, который, как известно, не встречается в лесных подзолистых почвах.

Некоторые виды бактерий, прежде всего клубеньковые, образующиеся на корнях ряда растений, усваивают азот свободного воздуха.

К таким растениям относятся акация белая, ракитник, желтая акация, а также все виды ольхи. Введение этих растений в насаждение – важное средство обогащения почвы азотом, повышения ее плодородия.

Микориза. Значительную роль в жизни лесных деревьев играет микориза, выполняющая во многих случаях функции корневых волосиков. Большинство лесных древесных пород микотрофны. Микоризу на корнях древесных растений образуют высшие шляпные грибы, поэтому имеется связь этих грибов с определенными видами деревьев, это характерное явление для леса. После рубки исчезают и сопутствующие лесным деревьям шляпные грибы. Микориза, представляя собой симбиоз гриба и корня, может способствовать эффективному усвоению лесными древесными растениями зольных элементов и азота и, следовательно, ускорению роста растений.

С влиянием леса тесно связан подзолообразовательный процесс, особенно выраженный в таежной зоне. Так как данная зона обладает следующей закономерностью – все, что способствует разложению опада и подстилки препятствует подзолообразованию и все, что ослабляет процессы разложения, влечет за собой усиление оподзоливания почв.

В эксплуатируемых лесах некоторая часть зольных элементов и азота выпадает из биологического круговорота в связи с удалением из леса срубленной древесины. В основном при рубке удаляется преимущественно стволовая часть деревьев, а ветви, листва, хвоя остаются на местах рубок, т.е. наиболее богатые зольными элементами части дерева остаются в лесу. Почва леса значительно не обедняется, так как из леса вместе со стволами забирается всего 15–20% зольных элементов, и сама заготовка древесины имеет периодический характер.

Роль леса в почвообразовании. Лес, являясь аккумулятором вещества и энергии, играет большую роль в почвообразовании. С влиянием леса тесно связан подзолообразовательный процесс, особенно выраженный в таежной зоне, т.е. в лесах с преобладанием мохового напочвенного покрова, в условиях затрудненного разложения опада и подстилки, образования в повышенных количествах фульвокислот.

Длительное существование одной и той же породы на одном и том же месте усиливает процессы подозолообразования настолько, что он приводит к резкому падению продуктивности древостоев. Об этом свидетельствует западноевропейский опыт с культурами сосны и ели. Сосна оказывает оподзоливающее влияние, но в меньшей степени,

чем ель. Лиственные породы (особенно береза) и лиственница ослабляют процесс оподзоливания. Ускорение разложения подстилки снижают процессы оподзоливания. Наоборот, ослабление процессов разложения подстилки влечет за собой усиление оподзоливания. Оподзоливающее влияние леса по мере продвижения на юг уменьшается, увеличивается количество гуминовых кислот и уменьшается фульвокислот. Почва, значительно влияя на лес, сама подвергается его многостороннему преобладающему влиянию.

Влияние фауны на почву. Почва в лесу является средой обитания многочисленных представителей фауны. Основными представителями почвенной фауны являются жужелицы, пауки, клещи, личинки насекомых, дождевые черви, муравьи. Почвенные животные аккумулируют в составе своего тела значительную часть подвижных солей азота, фосфора, калия. При их отсутствии в несколько раз замедляется разложение подстилки. Дождевые черви не только разрыхляют почву, но и накапливают во внутренних органах и покровах тела значительное количество калия и кальция. Перемешивая почву, дождевые черви вносят частицы гумуса в минеральный слой почвы. Жизнедеятельность малых лесных муравьев способствует лучшему перемешиванию, аэрации и обогащению органическими веществами почвы вблизи гнезда и существенно влияет на почвообразовательные процессы.

Численность почвенной фауны различна не только в разных типах леса, но и в пределах каждого типа леса, и зависит от состава, возраста и полноты древостоя.

Особенно большое значение имеют животные-землерои, чаще всего встречается крот. В результате роющей деятельности крота, а большинство его ходов расположено в верхнем 10 см слое почвы, в зону интенсивного действия биологического круговорота возвращается значительная часть элементов, выбывающих из него под влиянием элювиальных процессов. Влияние крота на круговорот веществ наиболее выражено в лиственных и широколиственных лесах, менее всего в еловых.

Копытные животные разрыхляют почву, обнажают ее, что положительно сказывается на возобновлении леса. Почти все птицы, населяющие леса, насекомоядные. При массовом размножении насекомых птицы переходят на поедание их, причем насекомыми питаются и растительноядные птицы.

Важное звено в жизни леса – муравьи-энтомофаги, уничтожающие листогрызущих вредителей. Во время размножения соснового шелко-

пряда не повреждаются насаждения, где имеются колонии муравьев. В целях улучшения санитарного состояния леса рекомендуется всячески способствовать размножению и распространению муравьев для защиты от вредителей леса.

Контрольные вопросы

1. Влияние почвы на лес.
2. Влияние рельефа на водный и тепловой режимы почвы.
3. Почва и корневая система деревьев.
4. Отношение древесных пород к почве.
5. Влажность почвы.
6. Химическое плодородие почвы.
7. Засоление почв.
8. Влияние леса на почву.
9. Физические особенности лесных почв.
10. Состав атмосферных осадков в лесу и их влияние на почву.
11. Лесной опад.
12. Образование лесной подстилки и гумуса.
13. Лес и биология почвы.
14. Ризосфера и микориза.
15. Роль леса в почвообразовании и влияние фауны на почву.

10. ЛЕС И ФАУНА

Фауна является составной частью лесного биогеоценоза. Лес дает пищу и укрытие животным. Наличие растительноядных животных в свою очередь делает возможным обитание в лесу хищных животных. Животный мир является по отношению к лесу не только внешним, экологическим фактором, но и составной частью самого леса. В отличие от большинства других биотических факторов, животные обладают способностью мигрировать. Фауна – наиболее динамичный компонент леса.

Животный мир леса многообразен и включает в себе птиц, млекопитающих, насекомых и простейших. При его участии создается и нарушается биологическое равновесие. На видовой состав и расселение фауны большое влияние оказывает характер леса, его состав, возраст, тип леса, вид вырубки, гари и т.д.

В сосновых старых и средневозрастных зеленомошных и лишайниковых борах обитает глухарь. В сосняках обитает и рябчик, заходит сюда и белка, но они предпочитают темнохвойные леса. Темнохвойные леса излюбленные места обитания и для соболя. Мягколиственные насаждения из осины и березы, особенно молодые, привлекают лося и зайца, а зимой и весной в них поселяется и рябчик, который питается почками.

Лось становится зверем встречаемым повсеместно. Теперь его можно встретить не только в тайге, но и широколиственных лесах и лесостепных лесах. Он предпочитает вырубки и гари, зарастающие древесной растительностью, а также моховые и травяные болота и заболоченные участки леса, где много корма. Большая популяция лосей может наносить значительный урон посадкам сосны. У лося особенно хорошо выражена сезонная смена кормов. Весной лосей более всего привлекают сухие, холмистые вырубки, возобновляющиеся березой. С началом вегетации болотных трав начинается массовое передвижение лосей из лесов на болота, заболоченные луга, топкие берега водоемов с зарослью хвощей. Летом лося можно встретить на вырубках, где появляется молодая поросль осины, березы, а также заросли иван-чая. С первыми же заморозками лоси покидают болота и переходят в лес. В смешанных хвойно-лиственных и широколиственных лесах хорошо приспособлен к жизни кабан.

Большое влияние на состав фауны оказывает человек не только охотой, но изменением структуры леса. На вырубках и гарях ухудшаются условия существования типичных лесных зверей. Численность белки на сплошных вырубках сокращается в десятки раз, а лесная куница в этих условиях вообще не встречается. В то же время вырубки привлекают грызунов. Разрастание подроста на вырубках способствует развитию ягодников и на данных территориях появляются тетеревиные. Вырубки привлекают также медведя, лису, барсука.

Часто принято делить всех животных на вредных и полезных. Но один и тот же вид в одних условиях может наносить вред лесу, а в других может быть весьма полезным. Влияние животных на лес многообразно. С фауной связано опыление ряда лесных растений, в том числе и древесных: липы, ивы, клена, белой акации), распространение семян, повреждение и уничтожение семян и цветов, жизнь молодых растений, почвенная и напочвенная среда.

Многие виды птиц участвуют в распространении семян, например, распространение кедровых лесов из сосны сибирской связано с кед-

ровкой. Сойка считается вредителем, разоряющим гнезда мелких полезных птиц, также вредит она и плодовым садам. Однако как разносчик желудей дуба она имеет и положительное значение, способствуя возобновлению этой ценной древесной породы. Дятел – санитар леса, но нередко повинен в уничтожении семян сосны и ели. Кроме того, дятел поедает муравьев и проводит кольцевание деревьев.

Белка поедает много семян древесных пород, особенно кедра и ели. Присутствие белки отражает показатель урожая семян, потому что в неурожайные годы белка совершает миграции на большие расстояния в места высоких урожаев. Считается, что появление клещевого энцефалита в Западной Сибири и Европе – результат миграции белки, переносящей на себе насекомых. Положительное влияние белки проявляется в разносе семян.

Семенной фонд дуба и бука уничтожают мыши. Суслики наносят вред степному лесоразведению, семена могут быть ими уничтожены полностью. Урожаи древесных семян резко снижают некоторые лесные насекомые. Примером может служить шишковая огневка, откладывающая яйца у основания еще зеленых шишек. Гусеница вгрызается в шишку, объедает чешуйки при основании и семена, порой погибает до 95% урожая. От шишковой огневки страдают ель и лиственница, а урожаи сосны снижает шишковая смолевка. Животные наносят вред и молодому поколению. Грызуны повреждают и даже уничтожают всходы, самосев, подрост, сеянцы и саженцы. Зайцы обкусывают и обгладывают молодые деревья, также влияние на возобновление лесов оказывают копытные животные, уничтожающие молодняки.

Фауна влияет и на состав леса, так лось охотно поедает побеги дуба, но не трогает лещину, клен, липу. В тайге тот же лось обгладывая осину увеличивает долю хвойных в составе, такая же ситуация наблюдается и при наличии зайца. Много осины уничтожают бобры, а медведь пригибает осину и тем самым снижает ее численность.

Контрольные вопросы

1. Влияние леса на фауну.
2. Животные темнохвойных и светлохвойных лесов.
3. Зависимость перемещения лосей по лесу от сезонных смен кормов.
4. Влияние человека на разнообразие лесной фауны.
5. Влияние фауны на лес.

11. ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ ЛЕСОВ

Лес оказывает комплексное влияние на среду, все леса земли имеют защитное значение. Однако характер и степень защитности их неодинаковы, как неодинакова в разных условиях и необходимость специального выделения лесов защитного значения. Горные леса, леса у истоков рек, леса по границе с другими природными зонами, леса вблизи городов и промышленных центров и курортов, у источников водоснабжения имеют наиболее выраженное защитное значение. Кроме того, необходим дифференцированный географический подход. Горные леса юга обладают более выраженным охранным значением, чем северные. На севере очень большое значение имеют притундровые леса.

Современные виды ухудшения окружающей среды, опасные для здоровья человека, – это преимущественно физическое и химическое засорение воздуха, усиление шума, радиоактивность, а также загрязнение воды.

Физическое засорение. При физическом засорении воздуха наиболее вредны частицы диаметром до 0,005 мм. С запыленностью воздуха связаны многие болезни, включая аллергические заболевания бронхов, атрофию слизистых оболочек носа. Пыль вызывает рак дыхательных путей, хронические конъюнктивиты. Лес, способный отфильтровать за год 50–70 т пыли на площади 1 га ослабляет опасность заболевания перечисленными болезнями и многими другими.

Химическое загрязнение. Очистные сооружения промышленных предприятий пока не позволяют полностью освобождать газообразные отходы производства от вредных примесей. Поэтому, наряду с техническими способами утилизации вредных газов, необходимы другие методы. Таким дополнительным способом доочистки воздуха является биологический. Роль биологического фильтра играет растительность, в первую очередь, древесная. Известно, что агроценозы, даже самые высокоурожайные, уступают естественным лесным фитоценозам по суммарной биологической продуктивности в сходных экологических условиях. Проблема сохранения «зеленых легких» планеты и их биосферной функции стоит достаточно остро. Лес служит защитой атмосферы от химического загрязнения. К примеру, сернистый газ ядовит и для человека, особенно в сочетании с влажным воздухом, когда образуется сернистая кислота H_2SO_3, сильно

воздействующая на органы дыхания. Лес препятствует распространению газов как механическая преграда. Но растительность чувствительна к примесям SO_2, поэтому лес сам страдает от него. А вот с избытком CO_2 лес справляется без всякого вреда для себя.

Исследования механизмов поглощения растениями атмосферных загрязнителей позволили установить, что они не только накапливаются в листьях и хвое, но и подвергаются транслокации по органам, а также удаляются в почву и корни. Так, поглощая сернистый газ, растения удаляют серу из листьев в побеги, корни и почву, а также в воздух в виде сернистого газа, сероводорода и сероуглерода, вызывая вторичное загрязнение атмосферы. Атмосферные осадки вымывают и смывают с листьев от 9 до 40% адсорбированной и поглощенной серы.

Увеличение концентрации серы в растительных тканях может служить индикатором воздействия техногенной среды. Действие высоких концентраций часто ведет к низкому потреблению серы вследствие прекращения газообмена с последующей гибелью растения. Напротив, низкие концентрации сернистого газа могут вести к аккумуляции больших количеств серы. При долговременном воздействии малых количеств SO_2 содержание серы может увеличиваться в 2,0–2,5 раза по сравнению с нормой до наступления хлороза. Итак, аккумуляция серы в растительных тканях является ранним индикатором атмосферного загрязнения SO_2 малыми дозами.

Для ряда древесных пород установлены пороговые концентрации накопления в листьях и хвое серы и других поллютантов. Так, при накоплении в хвое ели серы до 0,1% нет видимых повреждений, при повышении содержания серы до 0,135% снижается фотосинтез, 0,165% – наступает гибель хвои и дерева. Летальная концентрация серы в хвое сосны – 0,3–0,5%, лиственницы – 0,9%, при фоновом содержании ее 0,05–0,07%.

Поглотительная способность насаждений зависит от состава пород, полноты, класса бонитета, возраста, ассимиляционной поверхности крон деревьев, длительности вегетации. Наибольшей поглотительной способностью обладают древесные растения. За ними, по мере снижения поглотительной способности, идут местные сорные травы, цветочные растения и газонные травы. В фитоценозе газы поглощает не только растительность, но и почва, вода, подстилка, поверхность стволов и ветвей деревьев и другие элементы. При анализе роли отдельных элементов экосистем в связывании SO_2 в природной

обстановке оказалось, что лес связывает в неблагоприятных для него условиях 0,35% газа, а почва – до 99,7%.

В атмосферном воздухе загрязняющие вещества присутствуют в различных сочетаниях, и эффект их совместного воздействия на растительность отличается от эффекта воздействия одного вещества. Такие совместные воздействия могут приводить к серьезным эффектам. Среди микроэлементов существуют различные взаимоотношения, однако модели их сорбции и аккумуляции их часто схожи. Поверхность растения загрязняется содержащими различные микроэлементы аэрозолями. Они прилипают к растению, и некоторые микроэлементы могут абсорбироваться. Например, свинец остается в основном на поверхности листа, в то время как кадмий проникает внутрь его.

В природных условиях аэрозоли микроэлементов могут удаляться с поверхности листьев дождем, ветром или вместе со слоем кутикулярного воска. Кроме того, удаление происходит за счет абсорбции микроэлементов листьями.

Все растения обнаруживают способность избирательно извлекать химические элементы. В условиях окружающей среды сложного геохимического состава растения выработали механизмы активного поглощения элементов, участвующих в жизненных процессах, и удаления токсичных избытков других элементов.

Надземные части растений – это коллекторы всех атмосферных загрязнителей. Химический состав городских растений, если сравнивать его с фоновыми величинами, полученными для растительности, не подвергшейся загрязнению, может служить индикатором для выделения загрязненных областей. При этом внешние симптомы фитотоксичности многих микроэлементов неспецифичны.

Отдельные виды древесных растений избирательно поглощают металлы, что проявляется в их накоплении. Наибольшее количество железа аккумулируют каштан конский, липа мелколистная, тополь белый, тополь бальзамический, ясень обыкновенный. Липа мелколистная и белая акация накапливают марганец, вяз листоватый – свинец и медь. Пороговая чувствительность различных видов к избытку металла неодинакова.

На улицах крупного города с многомиллионным населением по сравнению с парком жилого района, в листьях деревьев в среднем накапливается больше железа в 3,8–9,2 раза, меди – в 1,7–3,0 раза, хрома – в 3,6–6,1 раза и свинца – в 1,8–3,0 раза. Разница в накоплении

марганца, титана, никеля менее контрастна, превышение составляет 1,4–2,5 раза. Накопление имеет видовые различия. Так, береза пушистая интенсивно накапливает марганец при всех уровнях загрязнения, большое количество свинца и кадмия и минимальное – железа. Липа сердцевидная отличается повышенным накоплением кобальта, свинца, железа и отличается повышенной способностью к сорбции соединений металлов из воздуха. Береза пушистая, ель европейская и ель колючая могут использоваться в качестве индикаторов загрязнения тяжелыми металлами в городе.

Суммарная способность видов к биологическому поглощению элементов рассчитывается по показателям коэффициента биохимической активности (БХА). В порядке уменьшения он составляет: клен остролистный (364,3), клен ясенелистный (317,2), липа мелколистная (231,5), береза повислая (217), рябина обыкновенная (203,2), вяз гладкий (197,2), тополь бальзамический (126,3), ясень обыкновенный (115).

Поглощение металлов древесными растениями зависит от степени загрязнения. В зонах сильного загрязнения количества свинца в почве за вегетационный период уменьшается в 2 раза, при этом концентрация его в листьях возрастает. Накопление свинца в листьях древесных растений соответствует тому количеству, которое исчезло из почвы. Концентрация свинца в листьях древесных растений может повышаться в 25–40 раз за вегетацию.

Основными выводами по изучению поглощения металлов древесными растениями являются следующие:

- Древесные растения в городских экстремальных условиях – хорошие поглотители атмосферных загрязнителей.
- В течение вегетации в зоне максимального загрязнения древесные растения одновременно с тяжелыми металлами интенсивно поглощают и наиболее токсичный из металлов – алюминий.
- Клен ясенелистный и липа мелколистная интенсивно поглощают металлы только в условиях максимального загрязнения, клен остролистный и вяз гладкий – максимального и среднего загрязнения. Тополь бальзамический, ясень пенсильванский и береза повислая интенсивно накапливают металлы во всех зонах.
- Динамика и величина накопления металлов листьями древесных растений зависят от метеорологических условий сезона вегетации. При повышенной влажности древесные растения увеличивают уровень накопления металлов во всех зонах загрязнения в 1,5–13,0 раз.

Древесные и кустарниковые растения можно разделить на следующие группы:

• Устойчивые виды с минимальной газопоглотительной способностью, накапливающие за вегетационный период до 3 г серы и до 15 г азота на 1 кг сухой массы листьев (клен ясенелистный и остролистный, каштан конский и обыкновенный, ясень пушистый, клен Гиннала, бузина черная).

• Среднеустойчивые виды с максимальной газопоглотительной способностью, накапливающие за вегетационный период до 10 г серы и до 30 г азота на 1 кг сухой массы листьев (тополь черный, тополь бальзамический, клен татарский, ива козья, вяз гладкий, лох серебристый, смородина золотистая).

• Неустойчивые виды с максимальной газопоглотительной способностью, накапливающие до 20 г серы и до 40 г азота на 1 кг сухой массы листьев (орех маньчжурский, ива белая, дерен белый, сирень венгерская и обыкновенная, барбарис обыкновенный, рябина обыкновенная, дуб черешчатый, груша уссурийская, береза повислая).

Радиоактивность. Из радиоактивных изотопов опасны стронций – 90, цезий – 135, цезий – 137. Лес очень чувствителен к ионизирующей радиации и не устраняет опасность радиоактивного заражения, однако он ослабляет ее действие. Особенно значительна роль леса в ослаблении последствий ядерных взрывов в виде радиоактивных загрязнений атмосферы: лес способен задерживать, перераспределять и аккумулировать радиоактивную пыль. Радионуклиды частью задерживаются пологом и используются хвоей и листвой, часть их смывается и сдувается и поступает в подстилку и почву. Листья и хвоя деревьев могут собирать до 50% радиоактивного йода. По исследованиям, проведеннным после выпадения радиоактивных осадков, общая радиоактивность на незащищенных местах оказалась в 32 раза выше, чем в лесу. Аккумулируя радионуклиды, лес препятствует их разносу по земной поверхности. Косвенно лес охраняет и поля от радиоактивной пыли, уменьшает опасность заражения продуктов питания.

Однако лес не может нейтрализовать поглощенную им радиацию. Радиоактивные вещества накапливаются наиболее сильно в подстилке и в почве (в 3–30 раз больше, чем на листьях) за счет смыва и сдувания с крон. Из почвы радиоактивные продукты частично через корневую систему попадают в растения, где накапливаются в различных

органах. Основная же часть радиоактивных продуктов накапливается в почве, а часть их поступает в грунтовые воды.

Шум. За последние время усилилось и стало особенно ощутимым действие шумов, создаваемых промышленностью, транспортом. Шум стал причиной ряда заболеваний человека, его быстрой утомляемости. Древесные насаждения даже на небольшой площади способны ослабить воздействие шума. Так, парк, шириной 50 м может уменьшить дорожный шум на 20–30 дб. Лучше лес поглощает высокочастотные звуки и это важно, т.к. они наиболее неблагоприятно воздействуют на человека.

Рекреационное значение леса. Воздействие леса на человека весьма благотворно. Проявляется оно через создаваемый лесом микроклимат, целебные выделения в воздух. Лес идеальное место для отдыха. Поэтому во многих странах выделяют особую категорию рекреационных лесов. Формы отдыха в них весьма разнообразны, включая прогулки и путешествия, охоту, рыбную ловлю, сбор грибов и т.д.

Площадь зеленой зоны городов рассчитывается исходя из нормы на 1000 жителей. Наиболее посещаемые людьми леса находятся вблизи дорог и троп, вокруг озер и по берегам рек. На данных территориях может быть рекреационная перегрузка.

Контрольные вопросы

1. Защитные функции лесов.
2. Лес и физическое засорение.
3. Лес и химическое загрязнение.
4. Влияние леса на радиоактивность и шум.
5. Рекреационное значение лесов.

12. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА

Возобновление леса (лесовозобновление) означает процесс восстановления основного компонента леса – древесной растительности, древостоя. Появление древостоя означает образование лесной среды, других компонентов леса как растительных, так и животных, характерных видов подлеска, напочвенного покрова и других компонентов леса. Таким образом возобновление леса можно рассматривать в ши-

роком биогеоценотическом или экосистемном смысле. В практике возобновление леса рассматривается и оценивается по древесной растительности (всходов, самосева, подроста, саженцев, поросли, их количества, размещения, состоянию).

Возобновление леса разделяют на следующие виды: естественное, искусственное и комбинированное (смешанное). Также по происхождению возобновление леса может быть семенным и вегетативным.

Естественное возобновление – процесс образования нового поколения леса естественным путем. По времени появления естественное возобновление подразделяется на три вида: предварительное, последующее и сопутствующее. *Предварительное* – это возобновление, возникшее под пологом древостоя; *последующее* – появившееся на сплошных вырубках после рубки древостоя; *сопутствующее* – возобновление сопровождающее выборочные рубки, т.е. возобновление происходит одновременно с рубкой.

Естественное возобновление. Основой, определяющей направление естественного возобновления, служат выбор того или иного способа рубки, оставление семенных деревьев, подготовка напочвенной и почвенной среды благоприятной для восприятия лесных семян, мероприятия по сохранению подроста от повреждений при лесозаготовках и другое. Способы, применяемые при методе естественного возобновления, отличаются разнообразием, что определяется различием в биологии древесных пород, природных и экономических условий, наличием многообразных видов рубок леса.

Искусственное возобновление. Выражается в том, что семена, растения или их части вводятся в почву не природой, а человеком. Такое возобновление является активной формой. Искусственное возобновление производится посевом или посадкой. Выбор способа определяется породой, природными условиями, обеспеченностью семенным или посадочным материалом, а также возможностью техники.

Комбинированное возобновление. Сочетание естественного и искусственного возобновления на одной и той же площади. Оно может быть представлено различными вариантами. Наряду с положительными сторонами такого возобновления, оно не исключает элементы стихийности, способного привести к неудовлетворительным результатам. Например, культуры сосны могут быть заглушены березой или осиной в результате их стихийного возобновления. Поэтому необходимо регулировать процесс лесовозобновления.

Леса естественного, искусственного и комбинированного возобновления, хотя и имеют общие черты, присущие лесу, могут сильно отличаться по характеру размещения деревьев, их взаимодействию, быстроте роста, качества древесины, выраженности ярусов и т.п.

Наряду с термином лесовозобновление в лесоводственной литературе применяется термин лесовосстановление. Эти понятия равнозначны и их можно считать синонимами. Однако за последние годы лесовосстановлению стали придавать особый смысловой оттенок, рассматривая его как активную форму возобновления леса. К этому относится искусственное возобновление, но с таким же основанием к нему можно отнести и мероприятия, направленные на активное содействие естественному возобновлению, на ускорение этого процесса. Лесовосстановление как целевое возобновление леса направлено на выращивание хозяйственно-ценных древесных пород.

Возобновление леса – процесс биологический, завершением которого является образование сомкнутого молодняка. Лесовозобновление как биологическое явление играет важнейшую роль в жизни леса. Возобновление обеспечивает постоянство его существования и постоянство пользования им. Возобновление леса зависит от условий среды, на него влияют климат, почва, фауна, растительный покров, огонь и другие экологические факторы. Поэтому необходимо знание экологии возобновления леса.

В разных природных зонах, разных регионах процесс возобновления леса имеет свои особенности, зависящие от сроков плодоношения, особенности повторяемости урожайных семенных лет, условий прорастания семян, образования всходов и последующего формирования молодого поколения леса. Из этого следует, что возобновление леса – явление не только биологическое, но и географическое.

От возобновления леса надо отличать понятие лесоразведение, т.е. разведение леса на территориях, не бывших ранее под лесом – в степях, полупустынях и пустынях, на месте разработанных карьеров.

12.1. Семенное возобновление леса

Семенное возобновление начинается даже не с семян, а еще раньше – от образования пыльцы, оплодотворения, формирования шишки, плодов, созревание семян, опадения их и рассеивание. Успех семенного естественного возобновления в природе определяется наличием

и характером источников обсеменения, их количественной и качественной семенопродуктивностью; условиями среды для прорастания семян; условиями существования всходов, самосева и подроста.

Семенное возобновление лесообразующих пород обеспечивает выращивание более ценных древостоев по сравнению с вегетативным возобновлением. Все хвойные практически возобновляются только семенным путем, лиственные – и тем и другим.

Успешность семенного возобновления определяется количеством и качеством семян, условиями их прорастания и укоренения всходов. Цветение деревьев далеко не всегда обеспечивает урожай полноценных семян. Весенние заморозки часто повреждают цветы. Погодные условия иногда приводят к неодновременному созреванию мужских и женских цветков, что обуславливает неоплодотворение зародышей, вызывает партенокарпию у лиственных и партеноспермию у хвойных пород. Во многих случаях развивающиеся семена повреждаются насекомыми и грибами. Особенно большой ущерб насекомые наносят ели. В ее шишках проходят стадию гусениц еловые шишковые листовертка и муха, большая шишковая пяденица, которые снижают урожай семян в 1,5–2 раза. В шишках лиственницы развиваются гусеницы лиственничных мух, которые нередко полностью уничтожают урожай семян.

В обильности плодоношения древесных пород наблюдается неравномерность по годам, периодичность. Обильность плодоношения сильно зависит от географических (климатических) условий региона и условий произрастания насаждений. Урожайные годы у главных древесных пород южной тайги в среднем повторяются у сосняков и лиственничников через 3–4 года, ельников – 4–5 лет, пихтарников – 6–7 лет, кедровников – 4–5, березняков и осинников через 1 или каждый год. Некоторое количество семян образуется и в неурожайные годы.

Климатические условия существенно влияют на урожайность и качество семян. Это особенно проявляется у северной границы ареала таких древесных пород, как сосна, ель, лиственница. Здесь урожайные годы бывают реже – через 10–20 лет, но еще реже семена в шишках созревают даже в урожайные годы. В шишке может быть всего по одному семечку вызревшему и способному дать всход. Климатические условия одного года также влияют на урожайность семян. Так, у хвойных пород (сосна, кедр сибирский, ель) шишки закладываются за год до цветения и развития семян. В сухие годы с большим дефици-

том влаги шишек закладывается значительно больше, что обеспечивает обильный урожай на следующий год, если не будет большой гибели шишек и семян.

На абсолютный урожай семян влияют и условия местопроизрастания. В более благоприятных условиях роста урожаи семян выше. Так, сосняки верховых и переходных болот дают семян 3–5 раз меньше, и семена получаются более мелкие. Более крупные семена обладают более высокой всхожестью, дают крупные ростки, корешки и всходы; преимущества в росте сохраняется до 20 лет. Это усиливает их конкурентную способность в борьбе с окружающей растительностью и повышает выживаемость в наиболее трудный период жизни.

Созревание семян. Наступает у разных древесных и кустарниковых пород в разные сроки. Весной и в начале лета (май–июнь) семена созревают у осины, прочих тополей, ив, ильмовых; летом (июль–август) – у березы, лещины, черемухи, калины, смородины; осенью – (сентябрь–ноябрь) созревают семена большинства древесных и кустарниковых пород – дуба, граба, клена, ясеня, бука, ольхи, рябины, белой акации и других видов, а у сосновых – осенью следующего года после цветения.

Деревья, выросшие на свободе, начинают плодоносить раньше, чем в лесу. Плодоношение одиночных светолюбивых пород начинается с 10–15 лет, иногда даже раньше. Сосна может начинает плодоносить уже с 5–8 лет. В древостое семеношение начинается значительно позже – 30–50 лет, а у кедра того больше – 140-160 лет. Плодоносят наши долговечные породы сосна, ель, кедр до глубокой старости, но интенсивность с возрастом естественно падает.

Не все деревья в лесу плодоносят, а наибольшим плодоношением отличаются деревья наиболее высокие, кроны которых освещены прямыми лучами солнца. Практический урожай дают деревья I, II и частично III классов роста по шкале Крафта. Вместе на них приходится 98% урожая. Приняв плодоношение одного дерева I класса за 100% получим, что деревья II класса дают 88%, деревья III класса – 37%, IV – 0,5%. Деревья V класса семян практически не дают.

Опадение семян. Со сроками созревания не всегда совпадают сроки опадения и распространения семян. Они близки у березы, тополей, бука, дуба, пихты, но и у них период опадения семян может растягиваться на 1–2 месяца. У многих древесных пород семена держатся на деревьях до зимы, весны или даже до начала лета.

Интересен вопрос на какое же расстояние от материнского дерева распространяются семена. Тяжелые семена без крылаток (желуди дуба, орешки бука, шишки кедра) опадают вблизи материнских деревьев. Более легкие семена с крылатками распространяются на расстояние от 20–30 м (липа, ясень, клен, пихта) до нескольких десятков метров (сосна, ель, ольха, лиственница) и сотен метров (береза, осина, ива) и даже километров (семена ели при переносе по насту, ольхи – при переносе водой, осины – при ветре в сухую погоду). Возможен перенос на большие расстояния и тяжелых семян животными. Массовый разлет семян ели, как и сосны, определяется в 50–70 м. За пределы этого расстояния попадает лишь небольшая часть семян. Семена лиственницы немного тяжелее, поэтому предельное расстояние массового полета семян ее несколько меньше.

Дальность распространения семян во многом связаны с характером местности и условиям погоды. При ветреной погоде и наличии наста семена ели могут в массовом количестве от стены леса могут перемещаться на сотни метров. Распространению семян ели способствует совпадение сроков вылета семян и образование наста. У сосны такого совпадения не имеется, и массовый вылет семян у нее наблюдается после схода снежного покрова и установления теплой весенней погоды. Дальность распространения семян зависит и от рельефа. По склону вниз семена распространяются дальше, причем не только легкие семена, но и тяжелые, которые скатываются вниз по склону. Под пологом леса радиус разлета семян снижается вследствие ослабления ветра и многочисленных механических препятствий.

Качество семян принято оценивать всхожестью и энергией прорастания, не считая наследственных свойств. Следует различать всхожесть лабораторную и грунтовую. Лабораторная всхожесть высокая и достигает 60–90%, а грунтовая в несколько раз ниже.

Для прорастания семян необходима влага, тепло, кислород. Начальные ростки и корешки развиваются за счет питательных веществ, содержащихся в семенах. К моменту их исчерпания корешки должны обладать способностью извлекать воду и питательные вещества из почвы, а ростки обзавестись хлорофиллом, стать частично зелеными. Наступает наиболее ответственный период в жизни растения – переход на самообеспечение. Успешность перехода всходов на самообеспечение зависит от условий, в которых произошло прорастание семян: в минеральной почве, на поверхности почвы, на подстил-

ке, дернине, с покровом из листьев или без покрова, в трещинах мохового покрова. Наиболее благоприятные условия прорастания семян и укоренения всходов наблюдается на обнаженной почве, да еще в микроуглублениях. При прорастании семян на подстилке или моховом покрове важное значение имеет толщина органического слоя, чем он толще (4–10 см), тем хуже для укоренения всходов. Проростки, появившиеся весной, при достаточной влажности могут зависнуть в толстой подстилке, корешки не достигнут минерального слоя. Тем временем подстилка в мае–июне высыхает и всходы погибают.

Материнский древостой высевает миллионы семян на 1 га, а численность подроста не так велика, обычно до 20 тыс. шт/га. По исследованиям Санникова в сосняках Урала с семенами происходит следующее: энтомофауна, птицы и мыши поедают 70%, плюс поедание всходов и проростков – 16%; всхожесть семян на обнаженной почве 20–30%.

На втором году жизни всходы под пологом древостоя переходят в категорию самосева и нуждаются в свете, причем с увеличением возраста потребность в световом довольствии увеличивается. Оптимальные условия для накопления подроста наблюдаются в насаждениях средней полноты 0,5–0,6. При большей полноте подрост старше 10 лет испытывает недостаток света, при меньшей полноте наблюдается задернение почвы, что ухудшает условия укоренения всходов и усиливает конкуренцию трав и кустарничков.

Все многообразие условий среды, в которых в конечном счете происходит возобновление леса можно свести к двум случаям: возобновление под пологом леса и возобновление на открытом месте.

Возобновление под пологом леса. Под пологом леса проявляются как благоприятные, так и неблагоприятные факторы в возобновлении леса (табл. 5).

Возобновление леса под пологом очень часто происходит неравномерно как в смысле куртинности расположения подроста, так и по времени. Неравномерность возобновления определяет формирование разновозрастного леса.

Под пологом леса возобновление может быть и равномерным. Примером могут служить большинство сосновых лесов, пройденных низовыми пожарами, равномерно изреживающими древостой, уничтожая преимущественно тонкомерные деревья и подготавливая почву для прорастания семян. В результате под пологом появляется од-

новозрастное поколение сосны или какой-либо другой породы. Равномерное возобновление леса под пологом возможно и без пожара, когда теневыносливая порода поселяется под пологом светолюбивых. Например, возобновление ели и кедра под пологом березы.

Таблица 5

Благоприятные и неблагоприятные факторы возобновления леса под пологом

Благоприятные условия	Неблагоприятные условия
• Обеспеченность семенами. • Более постоянная влажность поверхности почвы, подстилки и живого напочвенного покрова, благоприятствующая прорастанию семян и образованию всходов. Ограниченная освещенность, что также благоприятно для начальных стадий развития растений. • Полог леса, смягчая температурные колебания, защищает всходы, самосев и подрост от опала шейки, ожогов, действия заморозков. • Благодаря малому количества света отсутствует или ослабляется задернение почвы светолюбивыми травами, особенно злаками. • Обилие микоризообразователей в лесу способствует образованию микоризы у молодых древесных растений	• Недостаточная освещенность затрудняет поселение светолюбивых древесных пород, ослабляет фотосинтез самосева и особенно подроста, затрудняет их существование. • Выражена корневая конкуренция. Напочвенная и почвенная среда не всегда благоприятны для прорастания семян из-за плотной подстилки, грубого гумуса, мощного мохового покрова. • Опад (листва, хвоя и т.п.) может придавливать и заглушать всходы, особенно хвойных пород

Возобновление леса на открытом месте. Рассмотрим благоприятные и неблагоприятные факторы в возобновлении леса на открытом месте (табл. 6).

Наиболее благоприятные условия для возобновления леса на открытых пространствах создаются при минерализации почвы. Однако в крайних условиях – при избытке или отсутствии влаги минерализация почвы может быть и неблагоприятным фактором. Возобновление леса на открытом месте связано в значительной мере с осадками. Равномерное и достаточное выпадение осадков благоприятно для возобновления леса. Засухи крайне неблагоприятны для возобновления. Сочетание семенных лет с достаточным количеством осадков вызывает взрыв воз-

обновления леса, особенно после пожаров, что приводит к появлению одновозрастных древостоев и разнотравных сосняков.

Таблица 6

Благоприятные и неблагоприятные факторы возобновления леса на открытом месте

Благоприятные условия	Неблагоприятные условия
• Полная световая обеспеченность. • Отсутствие корневой конкуренции. • Быстрое разложение подстилки. • Положительное влияние некоторых видов живого напочвенного покрова на возобновление леса.	• Опасность повреждения молодого поколения заморозками. • Пересыхание верхних горизонтов почвы, образование на ней корки (на минеральной поверхности). • Разрастание светолюбивых травянистых растений, особенно злаков.

Влияние живого напочвенного покрова на возобновление леса. Живой напочвенный покров во многом создает среду для прорастания семян, развития всходов и самосева древесных пород. Одновременно и лесовосстановительный процесс воздействует на напочвенный покров, усиливая это воздействие к стадии жердняка.

Большую отрицательную роль в возобновлении леса играют задернители, особенно злаки из вейник (Calamagrostis), луговик дернистый (Deschampsia cespitosa). Образование плотной дернины физически препятствует прорастанию семян. В таежных лесах сдерживает прорастание моховой покров из зеленых мхов, и особенно из кукушкина льна. Семена нередко зависают между отдельными растениями и хотя и могут образовать проростки, но, последние, не имея опоры, благоприятного субстрата, часто погибают. Задернение травами и образование плотных моховых подушек особенно отрицательно сказывается на возобновлении сосны. Задернение сопровождается интенсивным иссушением верхних горизонтов почвы, классический испаритель – вейник. Это явление особенно опасно в южных районах. Иссушение почвы могут вызвать и другие растения, например, малина.

С определенными видами напочвенного покрова связаны процессы заболачивания. Особенно этому способствуют кукушкин лен и сфагнум. Но это заболачивание обратимое, с появлением древесной растительности начинается разболачивание.

Ряд растений благоприятно влияют на возобновление лесса. Это иван-чай, копытень европейский, вороний глаз. Эти растения разрых-

ляют почву, улучшают ее химизм и биологические особенности. Так, иван-чай способствует накоплению азота, фосфора и усилению микробиологических процессов.

Живой напочвенный покров оказывает большое влияние на возобновление леса через изменение микроклимата. Под влиянием многих трав и кустарников всходы и самосев древесных пород находят защиту от действия крайних температур. Таким защитным воздействие обладает тот же иван-чай.

В одном и том же районе, один и тот же вид растения может по разному влиять на возобновление леса. Надо учитывать количественный момент. Даже иван-чай при чрезмерной густоте может оказывать неблагоприятное воздействие на возобновление леса. Даже вейник, этот антагонист молодых поколений леса, при небольшой густоте и отсутствии дернины может оказать положительное влияние на возобновление леса. Не меньший антагонист леса сфагнум также при небольшой мощности на ранних стадиях поселения может оказать положительное влияние на возобновление.

Влияние напочвенного покрова на возобновление леса разнообразно. Оно настолько значительно, что на вырубках и гарях живой напочвенный покров расценивается в качестве одного из важнейших индикаторов и эдификаторов среды.

Подстилка и возобновление леса. Лесной опад и подстилка имеют большое значение в жизни леса, в том числе и его возобновлении. На прорастание семян и рост всходов оказывают влияние состав опада и подстилки, ее плотность и толщина, степень разложения, содержание влаги. В зоне подстилки укореняются всходы. Мощная и плотная подстилка препятствует прорастанию семян, обеспечению всходов влагой и питательными веществами, проникновению корней в минеральный слой. Листва старой осины, клена, дуба, образующая при опадении плотный слой, придавливает и заглушает всходы древесных пород. Это действие усиливается давлением снегового покрова. Более благотворно воздействует листва, способная к скручиванию, образующая рыхлую подстилку (береза, рябина, ольха, молодая осина). Неблагоприятен для возобновления еловый опад. С увеличением мощности и плотности подстилки уменьшается количество самосева и, наоборот, при удалении подстилки его количество возрастает. Кроме удаления подстилки применяют также ее рыхление, перемешивание с минеральной частью почвы.

Подлесок и возобновление леса. Подлесок во многих случаях способствует возобновлению древесных пород как под пологом леса, так и тем более на сплошных вырубках. Известно, например, благоприятное влияние лещины на возобновление дуба, рябины и ольхи на возобновление ели. Однако подлесок при сильном разрастании мешает возобновлению леса и из-за этого необходимо регулировать густоту подлеска.

12.2. Вегетативное возобновление леса

Вегетативное размножение, в отличие от семенного, происходит бесполым путем – новое растение является частью материнского, а затем отделяется от него. Потомство, полученное вегетативным путем от одного материнского растения, называется клоном. Вегетативное размножение и возобновление в лесоводстве обычно не является главным, за исключением разведения тополей, где вегетативное размножение часто является основным.

Естественное вегетативное возобновление может происходить: порослью от пня (или ствола), корневыми отпрысками, отводками, корневищами. Кроме приведенных видов, вегетативное размножение может происходить черенками или кольями, т.е. отделяемыми от материнского дерева частями. Этот вид размножения относится к искусственному вегетативному возобновлению и разведению леса.

Возобновление порослью от пня. Поросль от пня дает большая часть лиственных пород. У большинства из них поросль образуется из спящих почек. Спящие или превентивные почки закладываются в надземных частях растений, но до определенного момента не развиваются в побеги. Эти почки обладают своеобразным ростом, называемым интермедиарным, благодаря чему они все время находятся на поверхности того органа, где они образовались. Они могут сохранить свою жизненность в течение очень долгого времени, иногда до 100 лет и больше.

Кроме собственного возраста, различают еще стадийный возраст поросли: если расположенные в нижних частях ствола почки имеют самый высокий возраст, так как они заложены раньше всего, то в стадийном отношении они являются самыми молодыми и наоборот.

Придаточные почки возникают из каллуса (растительная ткань, образующаяся на поверхности ран побегов или черенков в результате

деления ближайших живых клеток.). Это внеорганновое образование происходит делением и ростом всех живых тканей на поверхности ранения, но самое энергичное образование каллуса происходит за счет камбия.

Образующаяся из спящих или придаточных почек поросль характеризуется непрочностью – она может обламываться снегом, ветром и даже дождем, побивается заморозками, страдает от огня и различных влияний биотических факторов. Эти особенности поросли следует учитывать при производстве леса.

У большинства пород поросль образуется из спящих почек. Из придаточных почек пневая поросль появляется у граба, карагача, вяза, конского каштана, белой акации, отчасти у дуба и черной ольхи. Наиболее высокой порослевой способностью обладают липа, каштан съедобный, ясень, граб и гледичия; высокой – дуб, клен, черная ольха, ильмовые; средневыраженной – береза, бук; слабой – осина и ива козья. У осины и ивы козьей способность образовывать поросль от пня настолько незначительна, что осина не включается в перечень пород, дающих поросль от пня. Ряд американских сосен, а также секвойя, болотный кипарис обладают порослевой способностью. Стволовая поросль (водяные побеги) помимо лиственных пород образуется и у некоторых хвойных (лиственница, ель, кедр), но наиболее характерна она для дуба.

Порослевая способность зависит не только от породы, но и от возраста материнского дерева, его развития, энергии роста, от ряда внешних факторов. Срубка дерева, слом вершины, пожар, повредивший надземную часть, объедание листвы насекомыми, побивание заморозками вызывает пробуждение ниже расположенных спящих почек, которые начинают превращаться в удлиненные побеги. Но для нормального дальнейшего развития их необходимы и благоприятные экологические условия – наличие света, тепла, влаги и т.д.

Обильная пневая поросль, водяные побеги развиваются при хорошей освещенности, что обычно наблюдается после сплошной рубки леса. В случае же появления поросли в лесу, под пологом, она не бывает обычно долговечной, если не считать отдельных теневыносливых пород (липа). Для условий леса характерно образование торчков (дуб, осина).

Для получения питания порослевое поколение использует вначале пока не образуется самостоятельная корневая система, корневую си-

стему материнских деревьев. Порослевая способность пня в молодом возрасте материнского дерева больше, чем в старом. Продолжительность периода, в течение которого древесная порода может сохранять порослевую способность, различна, но с возрастом она падает вплоть до практически полного прекращения порослевой способности.

Основная масса спящих почек сосредоточена у корневой шейки, а над ней спящие почки размещены редко. Поэтому оставление низких пней оправдано не только с экономической точки зрения, но и биологически. Поросль, развивающаяся в верхней части высокого пня, не обладает долговечностью и устойчивостью.

Состояние поросли зависит от сезона рубки и от состояния самого пня. После осенне-зимней рубки порослевые побеги обычно успевают сформироваться к концу первого вегетационного периода, а после весенне-летней рубки поросль во многих случаях не успевает одревеснеть и подвергается действию заморозков. Сердцевинная гниль в пне существенно не влияет на побегопроизводительную способность, но создает опасность гнилостных заболеваний поросли после ее появления. Срубка дерева с целью получения поросли называется посадкой на пень. Поэтому если надо получить доброкачественную поросль надо использовать факторы способствующие ее появлению, если же надо ослабить порослевую способность, применяют меры, ограничивающие появление поросли. Во-первых, это сроки вырубки деревьев и их возраст.

Водяные побеги. Появляются у ослабленного дерева, их появление приводит к дальнейшей гибели кроны у дерева и к его суховершинности. Водяные побеги снижают качество древесины, увеличивают сучковатость. Ущерб от водяных побегов тем более значителен, что он наносится прежде всего такой породе, как дуб, обладающей ценнейшей древесиной. В целях предотвращения появления водяных побегов рекомендуется выращивать дуб в смешанных и сложных насаждениях, избегать освещения стволов дуба солнечными лучами.

Возобновление корневыми отпрысками. Этот вид вегетативного размножения играет особенно большую роль в жизни леса. Корневые отпрыски образуются только из придаточных почек, развивающихся на корнях или их частях после лесного пожара, повредившего деревья (или вырубке деревьев), а также при различных ранениях корней.

Установлено, что у осины, обладающей высокой побегопроизводительной способностью, образуется масса отпрысков. Так, В.З. Гу-

лисашвили нашел, что одна из осин занимала своими поверхностными корнями 0,11 га, что в 20 раз превышало площадь проекции кроны этого дерева. Дерево образовало 58 корневых отпрысков, причем на одном корне длиной 35 м развилось 18 отпрысков.

В подавляющем большинстве случаев отпрыски образуются на боковых поверхностях корней, имеющих толщину от 0,5 до 2 см с толщиной корки не более 2 мм.

Придаточные почки на корнях образуются при достаточном доступе воздуха, что наблюдается только в гумусовом горизонте. Поэтому корни, находящиеся в минеральной части почвы, редко образуют отпрыски. Там, где гумусовый горизонт является более мощным, отпрыски появляются на залегающих более глубоко корнях (на 3–4 см), в большинстве же случаев они образуются на корнях, залегающих на глубине до 0,5 см.

Отпрыски легко загнивают, так как они покрыты тонкой, легко повреждаемой кутикулой. В развитии отпрысков большую роль играет свет.

По способности давать корневые отпрыски древесные породы можно разделить на 4 группы:

- Дающие обильные корневые отпрыски (осина, тополь белый, берест, акация белая, вишня, терн, айлант).
- Способность давать корневые отпрыски выражена слабее (осокорь, каштан съедобный, ольха серая, боярышник, рябина, облепиха).
- Породы, дающие только регенеративные отпрыски, т.е. они возникают только после срубки дерева или повреждения корней (бук, вяз, ильм, жимолость татарская, черемуха, липа, береза).
- Очень слабая, либо полностью отсутствует (каштан конский, бук европейский, дуб, ясень, сосна, лиственница, ель).

Особенно часто приходится иметь дело с отпрысками осины, которую можно назвать классической корнеотпрысковой породой, размножающейся таким путем на всей территории ее обширного ареала. Осина способна давать корневые отпрыски в нормальных ненарушенных природных условиях и эта способность является ее важным естественным приспособлением в борьбе за существование. Но особенно интенсивно отпрыски у нее образуются после рубки, а также после повреждения корней при трелевке деревьев при лесозаготовках и после пожаров.

Осина корнеотпрыскового происхождения на сплошных вырубках размножается и разрастается очень быстро, количество появляющихся отпрысков исчисляется десятками и сотнями тысяч штук на 1 га. Растет она очень быстро и заглушает другие древесные породы. Поэтому лесоводу приходится чаще бороться с осиной, чем заботиться об ее возобновлении. Одна из мер борьбы – кольцевание деревьев за несколько лет до рубки, чтобы деревья подвялились и потеряли корнеотпрысковую способность. Ошибочно кольцевать осину во время рубки или после нее, так как это приводит к обратным результатам. В настоящее время для борьбы с осиной широко используют арборициды.

Размножение отводками. Отводки образуются из стелющихся по земле ветвей, соприкасающихся с влажной почвой, укореняющихся, а затем постепенно утрачивающих связь с материнским деревом. Таким путем часто размножается под пологом леса и на вырубках липа. Кроме того, отводками размножается филодендрон кавказский, татарский клен, лещина, смородина, дерен, а из хвойных пород пихта, отчасти ель. В природных условиях к образованию отводков более приспособлены породы с низко опущенными кронами, т.е. преимущественно теневыносливые.

Естественное возобновление отводками используется мало, хотя у пихты количество деревьев, возникших отводками, составляет иногда половину количества всего подроста. Размножение отводками рекомендуется в целях укрепления берегов рек, в природной обстановке эту роль часто выполняет пихта. Этот способ размножения можно использовать для выращивания новогодних елей.

Размножение корневищами. Этот вид размножения присущ некоторым кустарникам, например лещине, акации колючей, дерезе степной. Практическое значение размножение корневищами в лесоводстве обуславливается способностью разрастающихся при помощи корневищ кустарников образовывать густо переплетенную сеть из корневищ и корней в верхней части почвы, что может использоваться в почвозащитных целях.

Признаки леса вегетативного происхождения. Лес вегетативного происхождения характеризуется различными признаками. Поросль очень быстро растет в первые годы жизни, например, поросль березы – раз в десять быстрее самосева, поросль осины – раз в пятнадцать, а поросль клена – раз в тридцать быстрее самосева. Листья поросли отличаются от листьев самосева большой величиной, формой и нали-

чием опушения. Пневая поросль располагается гнездами, причем этот признак сохраняется десятками лет. Однако в ряде случаев, например, при неравномерной минерализации почвы и самосев имеет гнездовое расположение. По наличию остатков материнских пней, которые могут сохраняться в течение десятков лет, можно установить порослевое происхождение древесных растений. Поросль характеризуется наличием саблеобразного изгиба в нижней части ствола. У порослевых экземпляров отсутствуют главные корни, а боковые характеризуются скученностью и односторонним развитием, вызванным наличием материнских пней. Кроны порослевых особей развиваются в стороны от гнезда и поэтому характеризуются односторонним развитием. У порослевых экземпляров годичные кольца в центре стволов являются более широкими, к периферии же их ширина уменьшается. У семенных особей наблюдается обратное соотношение. По этим признакам, сопоставляя их друг с другом, в большинстве случаев с можно с достаточной уверенность определить происхождение как отдельных особей, так и насаждения в целом.

Особенности вегетативного и семенного возобновления. Древостои вегетативного происхождения, особенно от пня, корневые отпрыски в молодости обладают очень быстрым ростом. Это связано с тем, что вначале влагу и питательные вещества порослевым побегам поставляет мощная корневая система материнского дерева. Однако быстрый рост у побегов вегетативного происхождения наблюдается недолго. Продуктивность древостоев вегетативного происхождения со временем падает, через 2–3 генерации их бонитет на класс ниже, чем семенных. Качество древостоя, качество древесины у них также значительно хуже, чем у семенных. Древесина порослевых древостоев значительно чаще поражается гнилями. Поэтому семенное возобновление предпочтительнее для большинства наших древесных пород. Особенно важно получение и выращивание семенных древостое дуба. Несмотря на то, что дуб успешно возобновляется вегетативным способом, древостои такого происхождения отличаются кривизной стволов, сильнее поражаются гнилями, долговечность их значительно меньше, что не позволяет получать крупномерные сортименты дуба, которые наиболее ценные.

Контрольные вопросы

1. Естественное, искусственное и комбинированное возобновление.

2. Особенности семенного возобновления.
3. Созревание и опадение семян.
4. Возобновления леса под пологом.
5. Возобновления леса на открытом месте.
6. Влияние живого напочвенного покрова на возобновление леса.
7. Подстилка и возобновление леса.
8. Подлесок и возобновление леса.
9. Особенности вегетативного возобновления.
10. Возобновление порослью от пня.
11. Водяные побеги.
12. Возобновление корневыми отпрысками.
13. Размножение отводками.
14. Размножение корневищами.
15. Признаки леса вегетативного происхождения.

13. ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕСА

Возобновление леса проходит в несколько стадий и завершается образованием сомкнутого молодняка (чащи). С этого момента начинаются новые этапы в жизни леса, завершающиеся образованием спелого леса, а в девственных лесах и образованием перестойного леса.

С изменением возраста древостоя изменяются численность деревьев, их взаимоотношения, создаются новые условия среды. Например, на этапе жердняка под полог проникает меньше осадков, а потребность во влаге возрастает. Древостой меньше страдает от ветра, но значительно более чувствителен к снеголому и снеговалу. Меньшая освещенность в этот период под пологом леса препятствует развитию напочвенного покрова. В дальнейшем среда становится более благоприятной для подлеска, появляется характерный живой напочвенный покров, создаются новые условия для появления новых поколений леса, обогащается состав лесной фауны. Формируется динамичное лесное сообщество – лесной биогеоценоз.

Для лесного хозяйства важно, чтобы лесное сообщество формировалось биологически устойчивым и ценным в хозяйственном отношении. Для создания благоприятных условий формирования насаждения, прежде всего его главного компонента – древостоя, требуются своевременные лесоводственные меры, например, осуществление мер ухода за ним. Для этого необходимо установление оптимального со-

става, оптимальной густоты и сомкнутости древостоя на различных возрастных этапах. В процессе роста и развития древостои формируются разными по составу сложению ярусов и возрастному строению.

Условия образования чистых и смешанных древостоев. Образование чистых и смешанных древостоев в природе, их территориальной размещение зависят от географических условий, биологических и экологических особенностей древесных пород, факторов среды, деятельности человека. При благоприятных климатических и почвенных условиях произрастает большее число видов древесных пород, следовательно образуются смешанные древостои, при противоположных – чистые. Так, на черноземах лесостепи растут смешанные древостои из дуба и его многочисленных спутников – клена, липы, ясеня и другие. В тех же районах, но на боровых надпойменных террасах с бедными песчаными почвами преобладают чистые сосновые насаждения.

В таежных лесах, где число произрастающих древесных пород ограничено, смешанные древостои состоят из 2 реже 3 и более древесных пород. В крайних условиях, например, на болотистых почвах или на песчаных, а также на мелких каменистых почвах, растут преимущественно чистые сосновые древостои. Чистые древостои образуются и в особых специфических, почвенных условиях, соответствующих экологии какой-либо одной древесной породе, например, на избыточно увлажненных аллювиально-болотных почвах растут чистые древостои из черной ольхи. Еще более характерен в этом отношении болотный кипарис, образующий чистые древостои на своей родине в Америке непосредственно в водоемах.

Чистые древостои могут образоваться и из древесной породы типичной для смешанных древостоев, но в тех случаях когда она оказывается более выносливой в неблагоприятных условиях местопроизрастания, чем ее спутники. Так, дуб на солонцах может расти, а его обычные спутники не переносят таких крайних условий, ив этом случае дуб образует чистые древостои. В сухих степях юга России дуб также образует чистые древостои, так как другие породы не выносят высокой сухости климата, а дуб может существовать в этих крайне сухих условиях местопроизрастания из-за развития глубокой корневой системы.

Чистые древостои. Основная причина образования чистых древостоев заключается в соответствии формирующей его породы условиям произрастания, неприемлемым для других древесных пород.

Чистые древостои имеют свои достоинства, но и обладают существенными недостатками (табл. 7).

Таблица 7

Достоинства и недостатки чистых древостоев

Достоинства	Недостатки
• Возможность специализации сырья, т.е. более полного удовлетворения потребностей в его определенных видах, например в древесине ели или тополя для целлюлозно-бумажной промышленности. • Возможность и целесообразность использования чистых древостоев в таких климатических условиях и на таких почвах, где невозможно создание полноценных смешанных насаждений. • Равномерность очищения стволов от сучьев, способствующая улучшению качества древесины. Лучший результат, однако, получается здесь при искусственном удалении сучков (например, на тополевых плантациях). • Простота эксплуатации чистых древостоев, выражаемая поведением обычно сплошных рубок. Исключается оставление недорубов, свойственное нередко этим рубкам в смешанных древостоях в многолесных районах. • Упрощается организация и проведение механизации лесохозяйственных работ, особенно это относится к созданию однопородных лесных культур. Облегчаются возможности создания экономически эффективных плантаций из быстрорастущей древесной породы	• Чистые древостои вызывают ухудшение почвы. Это происходит не только вследствие образования грубого гумуса и усиления выщелачивания определенными породами, но также и вследствие ее истощения в результате интенсивного извлечения питательных веществ из одних и тех же горизонтов почвы в одно им то же время. Это означает одностороннюю утилизацию почвенной среды и обострение конкуренции между лесными деревьями за влагу и питательные вещества почвы. • Чистые древостои обладают пониженной устойчивостью против многих внешних неблагоприятных воздействий: ветра, снега, засухи, вредных насекомых, грибных заболеваний, лесных пожаров, вредных газов и т.д. • Возможность снижения спроса на древесину данной породы в связи с изменением конъюнктуры ослабляет экономическое значение чистого древостоя

Смешанные древостои. С лесохозяйственной точки зрения как смешанные, так и чистые древостои могут быть удачными и неудачными хотя история лесоводства показала, что предпочтительнее смешанные древостои. Образование наиболее устойчивых и продуктивных древостоев обеспечивается при условии биологической совместимости разных древесных пород при данных условиях.

Отношения между древесными породами в смешанном древостое отличается динамичностью и складываются по разному в разных лесорастительных условиях в соответствии с их биологией. Соседство сосны, березы, осины на определенных этапах благоприятно для ели. Также произрастание дуба с его многочисленными спутниками является примером устойчивого биологического сообщества.

Однако не всегда и не для всех видов создаются благоприятные условия для роста породы в смешанном насаждении. Дуб нередко подавляется осиной, сосна – березой и осиной, а также елью, кедр – пихтой и елью. Степень подавления зависит от лесорастительных условий. Дуб и ясень образуют смешанные насаждения. В сухих и влажных дубравах позиции дуба сильнее, чем у ясеня, в свежих, наоборот, доминирует ясень. В свежих сосняках осина заглушает сосну, на более бедных и сухих почах, сосна не уступает по росту осине, которая в этих условиях не представляет серьезной опасности сосне.

Состояние, рост, формирование и продуктивность смешанного древостоя зависят от количественных соотношений деревьев разных древесных пород в разном возрасте. Та же береза, подавляющая при сильном разрастании сосну, оказывает положительное влияние на рост этой породы, если она составляет не более 20–30% . Совместное произрастание сосны и березы оказывает положительное влияние березы на формирование древесины сосны. Совместное произрастание сосны и березы оказывает положительное влияние березы на формирование древесины сосны.

Рассмотрим преимущества и недоставки смешанных древостоев (табл. 8).

Простые и сложные древостои. Образование простых (одноярусных) и сложных (многоярусных) древостоев в природе подчинено в основном тем же закономерностям, которые присущи чистым и смешанным древостоям: оно определяется биологией и экологией древесной породы, условиями внешней среды. Сложные древостои обычно являются и смешанными по составу пород. Простые древостои бывают и чистыми и смешанными. Самой простой формой сложного насаждения Г.Ф. Морозов считал насаждение с подлеском, причем подлесок может быть как из кустарников, так и из древесных пород.

Светолюбивые породы способствуют образованию сложных насаждений особенно на почвах, отвечающих потребностям других

пород. Нижние ярусы формируются обычно из теневыносливых пород, часть которых при благоприятных условиях выходят в верхний ярус. Преобладание теневыносливых пород в верхнем ярусе препятствует развитию нижних ярусов растительности. Число ярусов, их характер тесно связаны с природно-географическими условиями. С улучшением климатических и почвенных условий одновременно с составом усложняется и форма древостоев.

Таблица 8

Преимущества и недостатки смешанных древостоев

Преимущества	Недостатки
• Более полное использование среды, как подземной, так и надземной. Древесные породы с глубокой корневой системой и поверхностной при совместном произрастании используют разные горизонты почвы, не создавая друг другу конкуренции. Сочетание светолюбивых и теневыносливых позволяет более полно использовать энергию солнца. • Примесь почвоулучшающих пород к ели, сосне, другим хвойным таких пород как береза, ольха, липа способствует росту хвойных, повышает плодородие почвы, защитную роль лесов. • Повышенная устойчивость от неблагоприятных внешних воздействий – ветра, снега, засух, пожаров, повреждений насекомыми и заболеваниями, загазованности атмосферы и т.д. Ветроустойчивость смешанного древостоя связана в первую очередь с тем, что в нем растут породы с глубокой и поверхностной корневой системой. При совместном произрастании древесных пород только поверхностной корневой системой их ветроустойчивость также может повышаться в результате взаимного переплетения корней. Примером может служить соседство ели и березы. Корни березы накладываются сверху на корни ели иди охватывают их сверху и снизу и таким образом повышают устойчивость всех деревьев насаждения. Примесь	• Опасность заглушения и выпадения из древостоев ценных древесных пород, что может произойти, например, с дубом, сосной, лиственницей. Обычно выпадение этих пород от заглушения лиственными происходит на ранних стадиях, в молодняках. Поэтому необходимо вмешательство человека и проведением уходов с вырубкой затеняющих пород (осины, березы) обеспечить главным породам выход в верхний ярус. • Опасность заболеваний, вызываемых особенно ржавчинными грибами. Соседство осины, например, неблагоприятно для сосны из-за опасности поражения ее грибом, вызывающем болезнь сосны – сосновый вертун. • Опасность охлестывания хвойных деревьев березой и осиной, явление довольно распространенное в смешанных лесных культурах. • Усложнение эксплуатации. • Большая сложность при создании и формировании смешанных лесных культур

Преимущества	Недостатки
лиственных пород к хвойным снижает пожарную опасность. Большая устойчивость смешанных насаждений к насекомым объясняется тем, что вредители предпочитают какую-то определенную породу, не затрагивая другой. • Благоприятные условия для возобновления. Ель, другие темнохвойные породы лучше возобновляются под пологом лиственных. • Некоторые специальные сортименты можно получить только в смешанных древостоях. • Смешанные древостои дают большой ассортимент лесоматериалов и падение спроса на какой-нибудь один, два сортимента не бывает столь тяжелым для лесозаготовительных предприятий, как при заготовке только какого-то одного-двух сортиментов. • Разнообразие животного мира, благоприятное для охотничьего хозяйства. • Смешанные древостои высоко ценятся в рекреационном использовании леса. • Многоцелевое назначение леса, выполнение разнообразных функций	

Нарушение ярусности в лесу нередко связано с лесными пожарами. Причем может наблюдаться как упрощение древостоя, когда в результате пожара погибает нижний ярус, так и усложнение, когда из-за пожара выпадают отдельные деревья верхнего яруса, древостой изреживается и создаются условия для поселения других видов древесных пород и образование второго яруса. Многоярусные древостои отличаются большой производительностью, так как полнее используют солнечную энергию. Кроме того нижние ярусы способствуют очищению стволов главного яруса от сучьев и повышению качества древесины. У дуба в многоярусном древостое не появляются водяные побеги, снижающие качество его древесины.

Контрольные вопросы

1. Лесоводственные меры, предназначенные для формирования биологически устойчивых и хозяйственно-ценных древостоев.

2. Условия образования чистых и смешанных древостоев.
3. Достоинства и недостатки чистых древостоев.
4. Достоинства и недостатки смешанных древостоев.
5. Простые и сложные древостои.

14. СМЕНА ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

Процессы возобновления и формирования леса отражают его динамичность, показывают изменения леса не только пространства, но и во времени. Сущность смены пород заключается в том, что на каком-либо участке территории, занятом 80–400 лет древостоем с преобладанием одной из древесных пород, меняется преобладающая порода. Например, сосна сменяется елью, хвойные породы – лиственными породами или наоборот.

Смены пород разделяются на три вида по их продолжительности:

• Смены эпохальные, происходящие за миллионы лет вследствие изменений геологических и климатических условий на Земле. Когда то существовали большие лесные массивы в районе Воркуты (Россия) и на Шпицбергене (Норвегия), отложившие пласты каменного угля, третичные сосняки побережья Балтийского моря (35 млн лет назад) оставили янтарь.

• Смены длительные, тысячелетние и вековые, вызванные постепенными изменениями климата в четвертичном периоде. Так, после ледникового периода древесная растительность Северо-Запада России и Сибири менялась 2–3 раза за последние 10 тыс. лет.

• Смены сравнительно кратковременные, на одно поколение леса (6–120 лет), но происходящие в массовом масштабе во многих местах лесной зоны.

Причинами смены пород могут быть: вырубка ранее существовавших древостоев, ветровалы, пожары, массовое размножение вредных насекомых, приводящие к гибели древостоев; поселение теневыносливых пород под пологом светолюбивых и их постепенное вытеснение; изменение лесорастительных условий как под влиянием человека, так и в результате естественных процессов.

Значение смены пород в лесоводстве следует рассматривать с двух сторон: биологической и хозяйственной. С биологической точки зрения смены пород полезны, они аналогичны севооборотам в сельском

хозяйстве. Произрастание одних и тех же чистых древостоев ели на одном участке в течение 300–400 лет приводит к снижению производительности, ухудшению почвенных условий, что наблюдается в так называемых выработавшихся ельниках севера. Однако в отличие от сельского хозяйства севообороты в лесном хозяйстве длительны. Даже одновременная смена пород требует 60–110 лет.

С хозяйственной точки зрения смены пород могут быть невыгодными и выгодными. Невыгодны смены хвойных и твердолиственных пород мягколиственными, а также смена сосны – елью, кедра сибирского – пихтой. Обратные смены выгодны.

Противоречия между биологическими и хозяйственными требованиями в лесоводстве разрешается выращиванием смешанных древостоев, в которых ухудшение почвенных условий длительным произрастанием одних пород (ели, пихты, осины) ослабляется примесью других (березы, ольхи, липы, клена) и в то же время площадь используется для выращивания ценной древесины.

Общие закономерности смены одних пород другими выражаются в следующем:

• Смена пород имеет большое распространение на богатых почвах, при благоприятных климатических условиях (достаточно тепла и влаги) на суглинистых свежих и влажных почвах, а также и супесчаных в типах леса: кисличных, сложных, черничных ($В_{2-3}$, $С_{2-3}$, $Д_{2-4}$) по П.С. Погребняку. Эти условия произрастания соответствуют экологическим требованиям многих древесных пород: сосны, ели, березы, осины, а в южных районах: дуба, клена, липы. Какая из пород займет освободившуюся площадь, зависит от ряда других факторов: была ли порода в составе бывшего древостоя, или произрастала поблизости; от способности породы к вегетативному размножению; был ли пожар на этой площади; от возможности всходов противостоять морозам, жаре и т.д.

• На бедных песчаных почвах Республик Карелия и Коми, Архангельска, Тюменской и Томской областей, а также на торфяниках верховых болот смены сосны другими породами не происходит. То же можно сказать о лиственничниках V–Va классов бонитета Северной Якутии и Магаданской области. Бедные условия произрастания не отвечают требованиям ели, пихты, осины. Сосна и лиственница здесь вне конкуренции. Оголенные почвы здесь могут превратиться в пустыри, но ни в ельники, ни в осинники они не превратятся. Для воз-

обновления сосны и лиственницы здесь достаточно оставлять семенники и проводить минерализацию почвы.

Массовый характер смена пород может носить на сравнительно богатых почвах средней и южной тайги, а также в зоне смешанных и широколиственных лесов, где после рубки хвойные породы сменяются березой и осиной, а дубняки лещиной, осиной, березой, липой. В прошлом такие смены носили массовый характер, чем и объясняется большая площадь лиственных лесов во многих регионах России. Смена древесных пород протекает не только в одном направлении, например, смена хвойных мягколиственными, но и наоборот, т.е. смена лиственных хвойными.

Контрольные вопросы

1. Эпохальные смены.
2. Смены длительные, тысячелетние и вековые.
3. Смены сравнительно кратковременные.
4. Причины смены древесных пород.
5. Значение смены древесных пород.

15. СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Экологический кризис, заключающийся в непрерывном росте промышленного производства, отрицательно влияющего на биосферу, влечет за собой интенсивное сокращение территорий, на которых сохраняются природные биокомплексы, уменьшается видовое разнообразие растений и животных, падает численность их популяций, сокращается ареалы многих видов, обедняется генетический фонд. Существует правило: чем выше биоразнообразие организмов, тем благополучнее в экологическом отношении данная территория биосферы, включая лесные ландшафты. Однако таких благополучных территорий становится все меньше. Все эти неблагоприятные процессы находятся под пристальным вниманием международного сообщества.

В 1972 г. понятие «биоразнообразие» вошло в широкий научный обиход. На Стокгольмской конференции Организации Объединенных Наций (далее – ООН) по окружающей среде экологи смогли убедить политических лидеров стран мирового сообщества в том, что при

осуществлении любой человеческой деятельности на Земле, охрана живой природы должна стать приоритетной. Во время конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. в Рио-де-Жанейро была принята Конвенция о биоразнообразии. Данную Конвенцию подписали более 180 стран, в том числе и Россия. На федеральном уровне был принят ряд природоохранительных законов.

В 1996 году Указом Президента России (№ 440 от 01.04.1996 года), утверждена «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию», в которой сохранение биоразнообразия рассматривается в качестве одного из важнейших направлений развития нашей страны (Касимов, 2002). Также приказом Федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации (№ 21 от 05.02.1998 года) был утвержден перечень критериев и индикаторов устойчивого управления лесами России.

Критерии устойчивого лесопользования выступают в роли комплекса главных путей развития деятельности федеральных и региональных ведомств, которые работают в области лесного хозяйства, а также способствуют рациональному использованию и сохранению лесных насаждений. Переход от истощительного для окружающей среды использования лесных ресурсов к управлению ими в рамках лесных экосистем. Индикаторы устойчивого лесопользования представляют более подробные количественные и качественные описания показателей определенных критериев устойчивого лесопользования. Подробный анализ изменений с течением времени совокупности индикаторов устойчивого лесопользования является одним из инструментов контроля управления лесным хозяйством как на региональном уровне, так и федеральном (Писаренко, Страхов, 1996).

В теоретическом плане выделяются несколько направлений изучения биоразнообразия: генетическое, видовое, популяционное, биоценотическое (разнообразие экосистем) и ландшафтное. В практическом аспекте значительные материалы по биоразнообразию накоплены в организации охотничьего и рыбного хозяйств, медико-биологической промышленности, а также в органах сельского и лесного хозяйства.

В лесах основным направлением учета биоразнообразия служат лесная таксация и лесоустройство. Общие аспекты биоразнообразия лесов на ландшафтном уровне отражаются числом выделов лесотаксационного плана, а также в сведениях о типах леса, составе древесных пород, состоянии деревьев, классах возраста, классах бонитета и т.д.

В комплексе организмов, формирующих биоразнообразие лесных экосистем, имеются виды и группы, существенно различающихся по степени устойчивости к неблагоприятным воздействиям антропогенных факторов. Чувствительные к этим факторам организмы в первую очередь исчезают из лесной экосистемы, так как погибают при том уровне токсических воздействий, при котором другие, более устойчивые организмы страдают в меньшей степени. Вымирание этих организмов снижает биоразнообразие и сигнализирует о неблагополучии окружающей среды.

Известно, что промышленные выбросы в атмосферу химических, металлургических и прочих предприятий влекут за собой существенные изменения не только в древесно-кустарниковой растительности, но особенно быстро в составе травянистого покрова. По мере приближения к промышленному предприятию отмечается общее уменьшение числа видов трав и вытеснение лесных видов сорно-рудеальными (вейник, пырей, кострец и др.). На близком расстоянии (1,5 км) от предприятия средней мощности наблюдается деградация травянистого покрова. Биомасса же травянистых растений возрастает за счет увеличения солнечной энергии, так как кроны деревьев, перехватывающие солнечные лучи, под влиянием промышленных выбросов изреживаются. В итоге антропогенной трансформации исходный тип леса переходит в антропогенно-производный. Одновременно с лесных территорий, подверженных воздействию промышленных выбросов почти полностью исчезают земноводные с их нежным кожным покровом, в кронах деревьев группы сосущих насекомых начинают преобладать над листогрызущими, резко снижается численность насекомых, обитающих на поверхности почвы, микрофауна почвы также значительно изменяется.

Весьма чувствительными индикаторами интоксикации окружающей среды промышленными выбросами оказались водоросли, лишайники и грибы. Лишайники, различающиеся по чувствительности к промышленным выбросам, используют как индикаторы последовательных стадий деградации леса.

Грибы, включая дереворазрушающие группы, также чрезвычайно чувствительны к антропогенным влияниям и, исчезая из лесной экосистемы, снижают видовые показатели биоразнообразия. В настоящее время значительные лесные территории, примыкающие к городам, лишились многих компонентов начальной видовой ассоциации гри-

бов, что, в первую очередь, ощущается в снижении плотности их популяции и смещения доминантов в сторону сорных видов.

Основной признак лесной территории – наличие древостоя. Однако существуют ситуации, когда древостой на значительной территории изымается в результате сплошных рубок, уничтожается в результате пожаров или иных катастрофических воздействий. Такие воздействия влекут за собой нарушение биоразнообразия, сложившегося на данной территории. Исходный, коренной для данной лесной формации комплекс организмов не находит условий для дальнейшего существования на территориях, временно утративших древостой, и заменяются вторичными сообществами, биоразнообразие которого иногда может быть более масштабным, чем исходное.

На лесосеках, особенно после сплошных вырубок в ельниках, имеются ненарушенные участки, например, вдоль стен леса, где сохраняются коренные древесные породы; средненарушенные участки (до половины всей площади рубки); погрузочные площадки и трелевочные волоки, где практически полностью разрушен почвенный покров. Все эти участки в первые годы после рубки зарастают травянистой растительностью, в том числе отсутствовавшими здесь ранее луговолесными видами. Если рубки проведены в зоне с интенсивным сельским хозяйством, то на вырубку проникают сорняки. В результате в течение 4–5 лет на вырубках возникают различные микрогруппировки растений, повышающие общий показатель биоразнообразия. Это состояние лесной экосистемы временное: начиная с 7-го года после рубки производные фитоценозы исчезают и начинает формироваться насаждение коренного типа. Ограничения на проведение сплошных рубок обеспечивают лучшие условия для сохранения биоразнообразия.

Интенсивный лесной пожар не только освобождает площадь для последующего ее освоения растительностью, но и обеспечивает кормовую базу для дереворазрушающих грибов и стволовых вредителей. Вновь возникающие на гари растительные ассоциации подразделяются на три типа. К первому относятся травянистые растения, размножающиеся семенами, быстрорастущие и накапливающие биомассу (иван-чай, яснотка, чистотел и др.). Эти растения доминируют первые 5 лет после пожаров, а затем вытесняются промежуточной ассоциацией трав и быстрорастущих кустарников. Через 15–20 лет после пожара начинают преобладать древесно-кустарниковая ассоциация, соответствующая коренному типу леса.

За первые 5 лет на свежем сухостое и ослабленных огнем деревьях развивается разнообразный в видовом отношении комплекс насекомых из группы стволовых вредителей. В этом комплексе особенно разнообразны и агрессивны жуки короеды и дровосеки; их размножение в здоровом лесу сдерживаетя ограниченностью кормовой базы, которая на площади пожара практически не ограничена. Уже за первые 2 года после пожаров исходные небольшие популяции короедов и дровосеков увеличивают свою плотность в сотни раз, отрабатывая усыхающие деревья и превращая их в сухостой, не пригодный для дальнейшего употребления в качестве кормовой базы. На 3-й критический год огромные популяции стволовых вредителей сталкиваются с резким уменьшением кормовой базы на площади горельника, разлетаются в окружающие здоровые древостои, после чего положение нормализуется. За счет этих стволовых вредителей наращивают популяции многочисленные виды хищников и паразитов. Показатель биоразнообразия на горельниках на 2–3-й годы после пожаров весьма высок, однако видовой состав организмов в этот период существенно отличается от коренной ассоциации.

Таким образом, на начальных этапах формирования биологических сообществ как после сплошных рубок, так и в древостоях, пройденных интенсивным пожаром, биоразнообразие не снижается, а иногда достигает больших масштабов, но за счет появления на этих площадях чужеродных видов растений и животных (насекомых), не характерных для коренного типа леса. В дальнейшем эти видовые ассоциации вытесняются и видоизменяются за счет внедрения коренных компонентов древостоев.

Определенная аналогия в формировании биоразнообразия отмечается в искусственно создаваемых лесных посадках, особенно с использованием интродуцентов. Оказалось, что на первых этапах формирования биоразнообразия в таких искусственных экосистемах появляется весьма разнообразный травянистый покров, в котором участвуют виды, отсутствующие в коренных для данного района лесах. С возрастом чужеродные виды исчезают и заменяются лесными видами, на долю которых приходится до 75% видового состава. На более полную трансформацию искусственной лесной экосистемы в коренной лес требуется 150–200 лет.

Основную функцию по сохранению биоразнообразия несет система природных заповедников. С учетом возможного дальнейшего ро-

ста населения наиболее перспективной формой сохранения биоразнообразия являются национальные (природные) парки, организуемые как природоохранные зоны, территория которых предназначена для использования в природоохранных, рекреационных, культурно-посвятительных и научных целях. Это изъятые из хозяйственного использования особо охраняемые природные комплексы, представляющие собой типичные, или, наоборот, редкие ландшафты, служащие средой обитания диких растений и животных и одновременно используемые для отдыха населения, туризма, экскурсий, просветительных мероприятий.

В национальных (природных) парках решаются задачи охраны природы и разворачивается разумная хозяйственная деятельность. Выполнение таких, казалось бы, альтернативных задач достигается делением территории национального парка на заповедную и хозяйственную зону. Задача заповедной зоны – сохранить биоразнообразие за счет максимального исключения деятельности человека. В хозяйственной зоне мероприятия по использованию лесной и сельскохозяйственной продукции должны проводиться в щадящем режиме, т.е. с применением нормативов, обеспечивающих самовосстановление экосистемы. Это относится к рубке леса, сбору грибов, ягод и лекарственных растений, интенсивности охоты и рыболовства и т.д. Земли, используемые под сельскохозяйственные культуры не должны истощаться, что достигается внедрением севооборотов, внесением органических и минеральных удобрений, периодическим культивированием многолетних трав, бобовых, сидератов. Крайне важно правильно планировать и регламентировать выпас скота на пастбищах, а сенокосы выкашивать, сохраняя на них фрагменты древесно-кустарниковой растительности. Применять химические пестициды на территории национальных парков не следует.

Контрольные вопросы

1. Влияние развития промышленности на биоразнообразие лесных экосистем.
2. Определение «биоразнообразие».
3. Виды биоразнообразия.
4. Основные нормативно-правовые документы Российской Федерации, регламентирующие сохранение биоразнообразия и устойчивое управление лесами.

5. Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами.

6. Влияние промышленных выбросов в атмосферу на биоразнообразие лесных экосистем.

7. Влияние сплошных рубок на биоразнообразие лесных экосистем.

8. Влияние пожаров на биоразнообразие лесных экосистем.

9. Влияние искусственного возобновления на биоразнообразие лесных экосистем.

10. Значение государственных природных заповедников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лес – богатейший источник разнообразных ресурсов, сырья для многих отраслей промышленности (деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесохимической и др.). Важнейший из них – древесина, также лес даёт смолы, другое техническое и лекарственное сырьё. Велики кормовые ресурсы леса, лесные сенокосы и пастбища по своим кормовым достоинствам часто не уступают сеяным лугам. На корм животным используют листья, хвою, ветви. Большую ценность представляют пищевые продукты – орехи, ягоды, плоды, грибы и др. Лес – благоприятная среда для развития пчеловодства и охотничьего хозяйства. Огромна санитарно-гигиеническая и рекреационно-эстетическая роль леса. Доказано, что для повышения тонуса и улучшения функциональной деятельности высшей нервной системы человека необходимо даже недолгое пребывание в лесу. Относясь к возобновляемым природным ресурсам, выполняя планетарную биогеохимическую функцию, участвуя в создании разнообразных ландшафтов. Лес требует постоянной заботы о его сохранении и рациональном использовании, в связи с этим во всех странах мира существует лесное законодательство, призванное обеспечивать не только рациональное пользование, но и охрану леса, повышение их защитных, водорегулирующих и других функций (Лесная энциклопедия, 1985).

Последнее столетие характеризовалось огромным воздействием хозяйственной деятельности на лесные ресурсы и тем самым отрицательно сказалось на состоянии как самих лесов, так и окружающей среды в целом. В конце XX века на первый план вышли качественно новые отношения между обществом и природной средой. Суть этих взаимоотношений заключается в том, что на первый план выдвигают-

ся экологические требования по эксплуатации и сохранению природных ресурсов (Петров, 1998).

Данное учебно-методическое пособие позволит подробно познакомиться с глобальной экологической ролью и эколого-географическими особенностями лесов, возобновлением и формированием леса, сохранением биоразнообразия лесных экосистем и сменой древесных пород. Представленные контрольные вопросы для закрепления и проверки знаний по изучаемым темам, а также списки основной, дополнительной литературы и электронных ресурсов позволит основательно изучить вопросы лесной экологии и устойчивого лесопользования в целом.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Биоразнообразие : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по направлению подготовки «Экология и природопользование» / А.К. Бродский. М. : Академия, 2012. 206 с.

Лесной кодекс Российской Федерации (от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 28.07.2012)).

Лесоведение и лесоводство : учебник [для вузов по направлению «Лесное дело»] / С.Н. Сеннов. СПб. : Лань, 2011. 329 с.

Лесоведение: эволюционные и генетические аспекты : [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260400 «Лесное хозяйство», направления 656200 «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство»] / Е.В. Титов. М. : Колос, 2008. 223 с.

Лесоводство : учеб. пособие / М.В. Никонов. СПб. : Лань, 2010. 223 с.

Мясников А.Г. Лесоведение и лесоводство : учебно-методическое пособие. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. 50 с.

Мясников А.Г. Учебно-методическое пособие по законодательным и нормативно-правовым документам в области лесного хозяйства по дисциплине «Лесоводство». Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. 59 с.

Основы устойчивого лесоуправления : учеб. пособие для вузов / М.Л. Карпачевский, В.К. Тепляков, Т.О. Яницкая, А.Ю. Ярошенко. Всемирный фонд дикой природы (WWF). М., 2009. 143 [1] с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

В.В. Докучаев и лесоводство : монография / Е.С. Мигунова, Г.Б. Гладун ; Московский гос. ун-т леса. М. : Изд-во МГУЛ, 2009. 385 с.

Введение в экологию растений : [учебное пособие для специальностей «лесоведение», «почвоведение», «агрономия», «экология»] / Е.П. Прокопьев ; Том. гос. ун-т. Томск : [Том. гос. ун-т], 2004. 162 с.

Лесоведение и лесоводство : [учебник для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 554200 «Лесное дело»] / С.Н. Сеннов. М. : Академия, 2008. 253 с.

Лесоводство : учебник для вузов по специальности «Лесное хозяйство» направления подготовки дипломированных специалистов «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство» / И.С. Мелехов ; Моск. гос. ун-т леса. М. : Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2002. 319 с.

Лесоводство : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260100 / Н.М. Набатов ; Моск. гос. ун-т леса. М. : Изд-во Моск. гос. ун-та леса, 2002. 191 с.

Лесоводство Ч. 1 : [учебник для средних специальных учебных заведений по специаль-ности 2604 «Лесное и лесопарковое хозяйство»] / В.И. Желдак, В.Г. Атрохин ; Гос. лесная служба. М. : б.и., 2002. 335 с.

Some aspects of forest science : методическое пособие для студентов биолого-почвенного факультета (лесоведение) / Том. гос. ун-т ; сост. Л.А. Ламброва. Томск : [б.и.], 2005. 53 с.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

Компьютерная справочная правовая система России «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru.

Лесоведение: журнал / Рос. АН. М. : Наука, 1967-н.в. Доступ к электронной версии журнала в сети ТГУ через Электронную библиотеку eLIBRARY.RU: http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7867.

Лесоведение и лесоводство : учебник: [для вузов по направлению «Лесное дело»] / С.Н. Сеннов. СПб. : Лань, 2011. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=670 Электронное издание Доступ к полному тексту документа после регистрации пользователя на сайте: http://e.lanbook.com/ в локальной сети ТГУ.

Лесоводство : учебное пособие / М.В. Никонов. СПб. : Лань, 2010. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=581 Электронное издание Доступ к полному тексту документа после реги-

страции пользователя на сайте http://e.lanbook.com/ в локальной сети ТГУ.

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». URL: https://elibrary.ru.

Федеральное агентство лесного хозяйства Российской Федерации. URL: http://www.rosleshoz.gov.ru.

Электронно-библиотечная система «Консультант студента». URL: http://www.studentlibrary.ru.

Электронно-библиотечная система «Лань». URL: http://e.lanbook.com.

Электронно-библиотечная система «Юрайт». URL: http://www.biblio-online.ru.

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.com». URL: http://znanium.com/catalog.php.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Васильев Н.Г. Долинные широколиственные леса Сихотэ-Алиня. М. : Наука, 1977.

Гулисашвили В.С. Природные зоны и естественно-исторические области Кавказа. М. : Наука, 1964.

Желдак В.И., Атрохин В.Г. Лесоводство: Учебник. Часть I. М.: ВНИИЛМ, 2003. 336 с.

Касимов Н.С. Социально-экономические и правовые основы сохранения биоразнообразия. М. : Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 420 с.

Конвенция о биологическом разнообразии. 1992.

Консультант Плюс. URL: http://www.consultant.ru.

Лесная энциклопедия : в 2 т. / гл. ред. Г.И. Воробьев; ред. кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. М. : Сов. энциклопедия, 1985. 563 с.

Лесной кодекс Российской Федерации (от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 28.07.2012)).

Мелехов И.С. Лесоведение : учебник для вузов. М. : Лесная промышленость, 1980. 408 с.

Мелехов И.С. Лесоводство. М. : Агропромиздат, 1989. 362 с.

Морозов Г.Ф. Избранные труды. М., 1970. Т. I.

Морозов Г.Ф. Избранные труды. М., 1971. Т. II..

Мясников А.Г. Лесоведение и лесоводство : учебно-методическое пособие. Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. 50 с.

Мясников А.Г. Учебно-методическое пособие по законодательным и нормативно-правовым документам в области лесного хозяйства по дисциплине «Лесоводство». Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. 59 с.

Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. 2001.

Об утверждении критериев и индикаторов устойчивого управления лесами Российской Федерации: Приказ Федерального агентства лесного хозяйства РФ (Рослесхоз) от 05.02.1998 № 21 // Консультант Плюс. Законодательство. Версия Проф. [Электронный ресурс] / АО «Консультант Плюс». М., 2018.

О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию: Указ Президента Российской Федерации от 01.04.1996 № 440 // Администрация Президента Росси [Электронный ресурс] / «Президент России». М., 2018.

Паневин В.С. Леса и лесное хозяйство Томской области: учебное пособие. Томск : Издательство Томского университета, 2006. 124 с.

Петров В.Н. Лесная политика и охрана лесов. СПб. : Наука, 1998. 253 с.

Писаренко А.И., Страхов В.В. На пути к устойчивому управлению лесами России // Лесохоз. информ. 1996. № 1. С. 1–17.

Погребняк П.С. Общее лесоводство. 2-е изд. М. : Колос, 1968. 440 с.

Сеннов С.Н. Лесоведение и лесоводство. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 256 с.

Федеральное агентство лесного хозяйства Российской Федерации. URL: http://www.rosleshoz.gov.ru.

Издание подготовлено в авторской редакции

Отпечатано на участке цифровой печати
Издательского Дома Томского государственного университета

Заказ № 3156 от «24» апреля 2018 г. Тираж 50 экз.